



Nº 07463

ŒUVRES COMPLÈTES
DE BUFFON

CEUVRES COMPLÈTES
DE
BUFFON

PRÉCÉDÉS
D'UNE ÉTUDE HISTORIQUE
ET D'UNE
INTRODUCTION SUR LES PROGRÈS DES SCIENCES NATURELLES
DEPUIS LE COMMENCEMENT DU XIX^e SIÈCLE

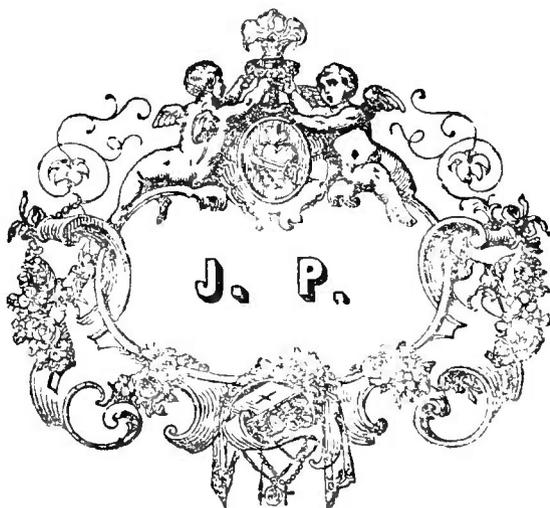
PAR M. ERNEST FAIVRE

Docteur ès-sciences et docteur en médecine, professeur d'histoire naturelle

SUIVIES DES CLASSIFICATIONS
DE LINNÉ, DE CUVIER, ET DE CELLES PLUS RÉCENTES D'IS. GEOFFROY SAINT-HILAIRE,
DU PRINCE CH. BONAPARTE, ETC.

NOUVELLE ÉDITION
ILLUSTRÉE DE MAGNIFIQUES GRAVURES SUR ACIER.

TOME TROISIÈME



PARIS

IMPRIMERIE ET LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE FRANCE

7 RUE BONAPARTE, 7.

HISTOIRE NATURELLE

DES ÉPOQUES DE LA NATURE

(SUITE)

SIXIÈME ÉPOQUE

LORSQUE S'EST FAITE LA SÉPARATION DES CONTINENTS.

Le temps de la séparation des continents est certainement postérieur au temps où les éléphants habitaient les terres du nord, puisqu'alors leur espèce était également subsistante en Amérique, en Europe et en Asie. Cela nous est démontré par les monuments qui sont les dépouilles de ces animaux trouvées dans les parties septentrionales du nouveau continent, comme dans celles de l'ancien. Mais comment est-il arrivé que cette séparation des continents paraisse s'être faite en deux endroits par deux bandes de mer qui s'étendent depuis les contrées septentrionales toujours en s'élargissant, jusqu'aux contrées les plus méridionales? Pourquoi ces bandes de mer ne se trouvent-t-elles pas, au contraire, presque parallèles à l'équateur, puisque le mouvement général des mers se fait d'orient en occident? N'est-ce pas une nouvelle preuve que les eaux sont primitivement venues des pôles, et qu'elles n'ont gagné les parties de l'équateur que successivement? Tant qu'a duré la chute des eaux, et jusqu'à l'entière épuration de l'atmosphère, leur mouvement général a été dirigé des pôles à l'équateur; et comme elles venaient en plus grande quantité du pôle austral, elles ont formé de vastes mers dans cet hémisphère, lesquelles vont en se rétrécissant de plus en plus dans l'hémisphère boréal jusque sous le cercle polaire; et c'est par ce mouvement dirigé du sud au nord, que les eaux ont aiguisé toutes les pointes des continents: mais après leur entier établissement sur la surface de la terre, qu'elles surmontaient partout de deux mille toises, leur mouvement des pôles à l'équateur ne se sera-t-il pas combiné, avant de cesser, avec le mouvement d'orient en occident? et lorsqu'il a cessé tout à fait, les eaux entraînées par le seul mouvement d'orient en occident n'ont-elles pas escarpé tous

les revers occidentaux des continents terrestres, quand elles se sont successivement abaissées? et enfin n'est-ce pas après leur retraite que tous les continents ont paru, et que leurs contours ont pris leur dernière forme?

Nous observerons d'abord que l'étendue des terres dans l'hémisphère boréal, en prenant du cercle polaire à l'équateur, est si grande en comparaison de l'étendue des terres prises de même dans l'hémisphère austral, qu'on pourrait regarder le premier comme l'hémisphère terrestre, et le second comme l'hémisphère maritime. D'ailleurs il y a si peu de distance entre les deux continents vers les régions de notre pôle, qu'on ne peut guère douter qu'ils ne fussent continus dans les temps qui ont succédé à la retraite des eaux. Si l'Europe est aujourd'hui séparée du Groenland, c'est probablement parce qu'il s'est fait un affaissement considérable entre les terres du Groenland et celles de Norwége et de la pointe de l'Ecosse, dont les Orcades, l'île de Shetland, celles de Feroé, de l'Islande, et de Hola, ne nous montrent plus que les sommets des terrains submergés; et si le continent de l'Asie n'est plus contigu à celui de l'Amérique vers le nord, c'est sans doute en conséquence d'un effet tout semblable. Ce premier affaissement que les volcans de l'Islande paraissent nous indiquer, a non-seulement été postérieur aux affaissements des contrées de l'équateur et à la retraite des mers, mais postérieur encore de quelques siècles à la naissance des grands animaux terrestres dans les contrées septentrionales; et l'on ne peut douter que la séparation des continents vers le nord ne soit d'un temps assez moderne en comparaison de la division de ces mêmes continents vers les parties de l'équateur.

Nous présumons encore que, non-seulement le Groenland a été joint à la Norwége et à l'Ecosse, mais aussi que le Canada pouvait l'être à l'Espagne par les bancs de Terre-Neuve, les Açores et les autres îles et hauts-fonds qui se trouvent dans cet intervalle de mer; ils semblent nous présenter aujourd'hui les sommets les plus élevés de ces terres affaissées sous les eaux. La submersion en est peut-être encore plus moderne que celle du continent de l'Islande, puisque la tradition paraît s'en être conservée; l'histoire de l'île Atlantide, rapportée par Diodore et Platon, ne peut s'appliquer qu'à une très-grande terre qui s'étendait fort au loin à l'occident de l'Espagne; cette terre Atlantide était très-peuplée, gouvernée par des rois puissants qui commandaient à plusieurs milliers de combattants, et cela nous indique assez positivement le voisinage de l'Amérique avec ces terres Atlantiques situées entre les deux continents. Nous avouons néanmoins que la seule chose qui soit ici démontrée par le fait, c'est que les deux continents étaient réunis dans le temps de l'existence des éléphants dans les contrées septentrionales de l'un et de l'autre; et il y a, selon moi, beaucoup plus de probabilité pour cette continuité de l'Amérique avec l'Asie qu'avec l'Europe. Voici les faits et les observations sur lesquels je fonde cette opinion.

1^o Quoiqu'il soit probable que les terres du Groenland tiennent à celles de l'Amérique, l'on n'en est pas assuré; car cette terre du Groenland en est séparée d'abord par le détroit de Davis, qui ne laisse pas d'être fort large, et ensuite par la baie de

Baffin, qui l'est encore plus, et cette baie s'étend jusqu'au 78° degré, en sorte que ce n'est qu'au delà de ce terme que le Groenland et l'Amérique peuvent être contigus.

2° Le Spitzberg paraît être une continuité des terres de la côte orientale du Groenland, et il y a un assez grand intervalle de mer entre cette côte du Groenland et celle de la Laponie : ainsi l'on ne peut guère imaginer que les éléphants de Sibérie ou de Russie aient pu passer au Groenland. Il en est de même de leur passage par la bande de terre que l'on peut supposer entre la Norwège, l'Ecosse, l'Islande et le Groenland : car cet intervalle nous présente des mers d'une largeur assez considérable ; et d'ailleurs ces terres, ainsi que celles du Groenland, sont plus septentrionales que celles où l'on trouve les ossements d'éléphants, tant au Canada qu'en Sibérie : il n'est donc pas vraisemblable que ce soit par ce chemin, actuellement détruit de fond en comble, que ces animaux aient communiqué d'un continent à l'autre.

3° Quoique la distance de l'Espagne au Canada soit beaucoup plus grande que celle de l'Ecosse au Groenland, cette route me paraîtrait la plus naturelle de toutes, si nous étions forcés d'admettre le passage des éléphants d'Europe en Amérique : car ce grand intervalle de mer entre l'Espagne et les terres voisines du Canada est prodigieusement raccourci par les bancs et les îles dont il est semé, et ce qui pourrait donner quelque probabilité de plus à cette présomption, c'est la tradition de la submersion de l'Atlantide.

4° L'on voit que de ces trois chemins, les deux premiers paraissent impraticables, et le dernier si long, qu'il y a peu de vraisemblance que les éléphants aient pu passer d'Europe en Amérique. En même temps il y a des raisons très-fortes qui me portent à croire que cette communication des éléphants d'un continent à l'autre a dû se faire par les contrées septentrionales de l'Asie, voisines de l'Amérique. Nous avons observé qu'en général toutes les côtes, toutes les pentes des terres, sont plus rapides vers les mers à l'occident, lesquelles, par cette raison, sont ordinairement plus profondes que les mers à l'orient. Nous avons vu qu'au contraire tous les continents s'étendent en longues pentes douces vers ces mers de l'orient. On peut donc présumer avec fondement que les mers orientales au delà et au-dessus de Kamtschatka n'ont que peu de profondeur ; et l'on a déjà reconnu qu'elles sont semées d'une très-grande quantité d'îles, dont quelques-unes forment des terrains d'une vaste étendue ; c'est un archipel qui s'étend depuis Kamtschatka jusqu'à moitié de la distance de l'Asie à l'Amérique, sous le 60° degré, et qui semble y toucher sous le cercle polaire, par les îles d'Anadir et par la pointe du continent de l'Asie.

D'ailleurs les voyageurs qui ont également fréquenté les côtes occidentales du nord de l'Amérique et les terres orientales depuis Kamtschatka jusqu'au nord de cette partie de l'Asie, conviennent que les naturels de ces deux contrées d'Amérique et d'Asie se ressemblent si fort, qu'on ne peut guère douter qu'ils ne soient issus les uns des autres : non-seulement ils se ressemblent par la taille, par la forme des traits, la couleur des cheveux, et la conformation du corps et des membres, mais

encore par les mœurs et même par le langage. Il y a donc une très-grande probabilité que c'est de ces terres de l'Asie que l'Amérique a reçu ses premiers habitants de toute espèce, à moins qu'on ne voulût prétendre que les éléphants et tous les autres animaux, ainsi que les végétaux, ont été créés en grand nombre dans tous les climats où la température pouvait leur convenir; supposition hardie et plus que gratuite, puisqu'il suffit de deux individus ou même d'un seul, c'est-à-dire d'un ou deux moules une fois donnés, et doués de la faculté de se reproduire, pour qu'en un certain nombre de siècles la terre se soit peuplée de tous les êtres organisés dont la reproduction suppose ou non le concours des sexes.

En réfléchissant sur la tradition de la submersion de l'Atlantide, il m'a paru que les anciens Egyptiens, qui nous l'ont transmise, avaient des communications de commerce par le Nil et la Méditerranée jusqu'en Espagne et en Mauritanie, et que c'est par cette communication qu'ils auront été informés de ce fait, qui, quelque grand et quelque mémorable qu'il soit, ne serait pas parvenu à leur connaissance s'ils n'étaient pas sortis de leur pays, fort éloigné du lieu de l'événement. Il semblerait donc que la Méditerranée et même le détroit qui la joint à l'Océan existaient avant la submersion de l'Atlantide : néanmoins l'ouverture du détroit pourrait bien être de la même date. Les causes qui ont produit l'affaissement subit de cette vaste terre ont dû s'étendre aux environs; la même commotion qui l'a détruite a pu faire écrouler la petite portion de montagne qui formait autrefois le détroit; les tremblements de terre qui, même de nos jours, se font encore sentir si violemment aux environs de Lisbonne, nous indiquent assez qu'ils ne sont que les derniers effets d'une ancienne et plus puissante cause, à laquelle on peut attribuer l'affaissement de cette portion de montagnes.

Mais qu'était la Méditerranée avant la rupture de cette barrière du côté de l'Océan, et de celle qui fermait le Bosphore à son autre extrémité vers la mer Noire ?

Pour répondre à cette question d'une manière satisfaisante, il faut réunir sous un même coup d'œil l'Asie, l'Europe et l'Afrique, ne les regarder que comme un seul continent, et se représenter la forme en relief de la surface de tout ce continent, avec le cours de ses fleuves : il est certain que ceux qui tombent dans le lac Aral et dans la mer Caspienne ne fournissent qu'autant d'eau que ces lacs en perdent par l'évaporation; il est encore certain que la mer Noire reçoit, en proportion de son étendue, beaucoup plus d'eau par les fleuves que n'en reçoit la Méditerranée : aussi la mer Noire se décharge-t-elle par le Bosphore de ce qu'elle a de trop, tandis qu'au contraire la Méditerranée, qui ne reçoit qu'une petite quantité d'eau par les fleuves, en tire de l'Océan et de la mer Noire. Ainsi, malgré cette communication avec l'Océan, la mer Méditerranée et ces autres mers intérieures ne doivent être regardées que comme des lacs dont l'étendue a varié, et qui ne sont pas aujourd'hui tels qu'ils étaient autrefois. La mer Caspienne devait être beaucoup plus grande et la Méditerranée plus petite, avant l'ouverture des détroits du Bosphore et de Gibraltar; le lac Aral et la Caspienne ne faisaient qu'un seul grand

lac, qui était le réceptacle commun du Wolga, du Jaïk, du Sirderoias, de l'Oxus, et de toutes les autres eaux qui ne pouvaient arriver à l'Océan : ces fleuves ont amené successivement les limons et les sables qui séparent aujourd'hui la Caspienne de l'Aral ; le volume d'eau a diminué dans ces fleuves à mesure que les montagnes dont ils entraînent les terres ont diminué de hauteur : il est donc très-probable que ce grand lac, qui est au centre de l'Asie, était anciennement encore plus grand, et qu'il communiquait avec la mer Noire avant la rupture du Bosphore, car dans cette supposition, qui me paraît bien fondée (1), la mer Noire, qui reçoit aujourd'hui plus d'eau qu'elle ne pourrait en perdre par l'évaporation, étant alors jointe avec la Caspienne, qui n'en reçoit qu'autant qu'elle en perd, la surface de ces deux mers réunies était assez étendue pour que toutes les eaux émanées par les fleuves fussent enlevées par l'évaporation.

D'ailleurs le Don et le Wolga sont si voisins l'un de l'autre au nord de ces deux mers, qu'on ne peut guère douter qu'elles ne fussent réunies dans le temps où le Bosphore encore fermé ne donnait à leurs eaux aucune issue vers la Méditerranée : ainsi celles de la mer Noire et de ses dépendances étaient alors répandues sur toutes les terres basses qui avoisinent le Don, le Donjee, etc., et celles de la mer Caspienne couvraient les terres voisines du Wolga, ce qui formait un lac plus long que large, qui réunissait ces deux mers. Si l'on compare l'étendue actuelle du lac Aral, de la mer Caspienne et de la mer Noire, avec l'étendue que nous leur supposons dans le temps de leur continuité, c'est-à-dire avant l'ouverture du Bosphore, on sera convaincu que la surface de ces eaux étant alors plus que double de ce qu'elle est aujourd'hui, l'évaporation seule suffisait pour en maintenir l'équilibre sans débordement.

Ce bassin, qui était alors peut-être aussi grand que l'est aujourd'hui celui de la Méditerranée, recevait et contenait les eaux de tous les fleuves de l'intérieur du continent de l'Asie, lesquelles, par la position des montagnes, ne pouvaient s'écouler d'aucun côté pour se rendre dans l'Océan : ce grand bassin était le réceptacle commun des eaux du Danube, du Don, du Wolga, du Jaïk, du Sirderoias, et de plusieurs autres rivières très-considérables qui arrivent à ces fleuves, ou qui tombent immédiatement dans ces mers intérieures. Ce bassin, situé au centre du continent, recevait les eaux des terres de l'Europe dont les pentes sont dirigées vers le cours du Danube, c'est-à-dire de la plus grande partie de l'Allemagne, de la

(1) « En parcourant, dit M. Pallas, les immenses déserts qui s'étendent entre le Wolga, le Jaïk, la mer Caspienne et le Don, j'ai remarqué que ces *steppes*, ou déserts sablonneux, sont de toutes parts environnés d'une côte élevée, qui embrasse une grande partie du lit du Jaïk, du Wolga et du Don, et que ces rivières, très-profondes avant que d'avoir pénétré dans cette enceinte, sont remplies d'îles et de bas-fonds dès qu'elles commencent à tomber dans les *steppes*, où la grande rivière de Kuban va se perdre elle-même dans les sables. De ces observations réunies, je conclus que *la mer Caspienne a couvert autrefois tous ces déserts*; qu'elle n'a eu anciennement d'autres bords que ces mêmes côtes élevées qui les environnent de toutes parts, et qu'elle a communiqué, au moyen du Don avec la mer Noire, supposé même que cette mer, ainsi que celle d'Azoff, n'en ait pas fait partie

M. Pallas est sans contredit l'un de nos plus savants naturalistes ; et c'est avec la plus grande satisfaction que je le vois ici entièrement de mon avis sur l'ancienne étendue de la mer Caspienne, et sur la probabilité bien fondée qu'elle communiquait autrefois avec la mer Noire. (*Add. Buff.*)

Moldavie, de l'Ukraine et de la Turquie d'Europe; il recevait de même les eaux d'une plus grande partie des terres de l'Asie au nord, par le Don, le Donjeç, le Wolga, le Jaïk, etc., et au midi par le Sirderoias et l'Oxus, ce qui présente une très-vaste étendue de terre dont toutes les eaux se versaient dans ce réceptacle commun; tandis que le bassin de la Méditerranée ne recevait alors que celles du Nil, du Rhône, du Pô et de quelques autres rivières : de sorte qu'en comparant l'étendue des terres qui fournissent les eaux à ces derniers fleuves, on reconnaîtra évidemment que cette étendue est de moitié plus petite. Nous sommes donc bien fondés à présumer qu'avant la rupture du Bosphore et celle du détroit de Gibraltar, la mer Noire réunie avec la mer Caspienne et l'Aral, formait un bassin d'une étendue double de ce qu'il en reste; et qu'au contraire la Méditerranée était dans le même temps de moitié plus petite qu'elle ne l'est aujourd'hui.

Tant que les barrières du Bosphore et de Gibraltar ont subsisté, la Méditerranée n'était donc qu'un lac d'assez médiocre étendue, dont l'évaporation suffisait à la recette des eaux du Nil, du Rhône et des autres rivières qui lui appartiennent; mais en supposant, comme les traditions semblent l'indiquer, que le Bosphore se soit ouvert le premier, la Méditerranée aura dès lors considérablement augmenté, et en même proportion que le bassin supérieur de la mer Noire et de la Caspienne aura diminué. Ce grand effet n'a rien que de très-naturel : car les eaux de la mer Noire, supérieures à celles de la Méditerranée, agissant continuellement par leur poids et par leur mouvement contre les terres qui fermaient le Bosphore, elles les auront minées par la base, elles en auront attaqué les endroits les plus faibles; ou peut-être auront-elles été amenées par quelque affaissement causé par un tremblement de terre, et s'étant une fois ouvert cette issue, elles auront inondé toutes les terres inférieures, et causé le plus ancien déluge de notre continent : car il est nécessaire que cette rupture du Bosphore ait produit tout à coup une grande inondation permanente, qui a noyé, dès ce premier temps, toutes les plus basses terres de la Grèce et des provinces adjacentes; et cette inondation s'est en même temps étendue sur les terres qui environnaient anciennement le bassin de la Méditerranée, laquelle s'est dès lors élevée de plusieurs pieds, et aura couvert pour jamais les basses terres de son voisinage, encore plus du côté de l'Afrique que de celui de l'Europe; car les côtes de la Mauritanie et de la Barbarie sont très-basses en comparaison de celles de l'Espagne, de la France et de l'Italie, tout le long de cette mer. Ainsi le continent a perdu en Afrique et en Europe autant de terre qu'il en gagnait, pour ainsi dire, en Asie, par la retraite des eaux entre la mer Noire, la Caspienne et l'Aral.

Ensuite il y a eu un second déluge lorsque la porte du détroit de Gibraltar s'est ouverte; les eaux de l'Océan ont dû produire dans la Méditerranée une seconde augmentation, et ont achevé d'inonder les terres qui n'étaient pas submergées. Ce n'est peut-être que dans ce second temps que s'est formé le golfe Adriatique, ainsi que la séparation de la Sicile et des autres îles. Quoi qu'il en soit, ce n'est qu'après ces deux grands événements que l'équilibre de ces deux mers intérieures a pu

s'établir, et qu'elles ont pris leurs dimensions à peu près telles que nous les voyons aujourd'hui.

Au reste, l'époque de la séparation des deux grands continents, et même celle de la rupture de ces barrières de l'Océan et de la mer Noire, paraissent être bien plus anciennes que la date des déluges dont les hommes ont conservé la mémoire : celui de Deucalion n'est que d'environ quinze cents ans avant l'ère chrétienne, et celui d'Ogygès de dix-huit cents ans ; tous deux n'ont été que des inondations particulières, dont la première ravagea la Thessalie, et la seconde les terres de l'Attique ; tous deux n'ont été produits que par une cause particulière et passagère comme leurs effets ; quelques secousses d'un tremblement de terre ont pu soulever les eaux des mers voisines et les faire refluer sur les terres, qui auront été inondées pendant un petit temps sans être submergées à demeure. Le déluge de l'Arménie et de l'Égypte, dont la tradition s'est conservée chez les Égyptiens et les Hébreux, quoique plus ancien d'environ cinq siècles que celui d'Ogygès, est encore bien récent en comparaison des événements dont nous venons de parler, puisque l'on ne compte qu'environ quatre mille cent années depuis ce premier déluge, et qu'il est très-certain que le temps où les éléphants habitaient les terres du nord était bien antérieur à cette date moderne : car nous sommes assurés par les livres les plus anciens, que l'ivoire se tirait des pays méridionaux ; par conséquent nous ne pouvons douter qu'il n'y ait plus de trois mille ans que les éléphants habitent les terres où ils se trouvent aujourd'hui. On doit donc regarder ces trois déluges, quelque mémorables qu'ils soient, comme des inondations passagères qui n'ont point changé la surface de la terre, tandis que la séparation des deux continents du côté de l'Europe n'a pu se faire qu'en submergeant à jamais les terres qui les réunissaient. Il en est de même de la plus grande partie des terrains actuellement couverts par les eaux de la Méditerranée ; ils ont été submergés pour toujours dès les temps où les portes se sont ouvertes aux deux extrémités de cette mer intérieure pour recevoir les eaux de la mer Noire et celles de l'Océan.

Ces événements, quoique postérieurs à l'établissement des animaux terrestres dans les contrées du nord, ont peut-être précédé leur arrivée dans les terres du midi ; car nous avons démontré, dans l'époque précédente, qu'il s'est écoulé bien des siècles avant que les éléphants de Sibérie aient pu venir en Afrique ou dans les parties méridionales de l'Inde. Nous avons compté dix mille ans pour cette espèce de migration, qui ne s'est faite qu'à mesure du refroidissement successif et fort lent des différents climats depuis le cercle polaire à l'équateur. Ainsi la séparation des continents, la submersion des terres qui les réunissaient, celle des terrains adjacents à l'ancien lac de la Méditerranée, et enfin la séparation de la mer Noire, de la Caspienne et de l'Aral, quoique toutes postérieures à l'établissement de ces animaux dans les contrées du nord, pourraient bien être antérieures à la population des terres du midi, dont la chaleur trop grande alors ne permettait pas aux êtres sensibles de s'y habituer, ni même d'en approcher. Le soleil était encore l'ennemi de la nature dans ces régions brûlantes de leur propre chaleur, et il n'en

est devenu le père que quand cette chaleur intérieure de la terre s'est assez attiédie pour ne pas offenser la sensibilité des êtres qui nous ressemblent. Il n'y a peut-être pas cinq mille ans que les terres de la zone torride sont habitées, tandis qu'on en doit compter au moins quinze mille depuis l'établissement des animaux terrestres dans les contrées du nord.

Les hautes montagnes, quoique situées dans les climats les plus chauds, se sont refroidies peut-être aussi promptement que celles des pays tempérés, parce qu'étant plus élevées que ces dernières, elles forment des pointes plus éloignées de la masse du globe; l'on doit donc considérer qu'indépendamment du refroidissement général et successif de la terre depuis les pôles à l'équateur, il y a eu des refroidissements particuliers plus ou moins prompts dans toutes les montagnes et dans les terres élevées des différentes parties du globe, et que, dans le temps de sa trop grande chaleur, les seuls lieux qui fussent convenables à la nature vivante ont été les sommets des montagnes et d'autres terres élevées, telles que celles de la Sibérie et de la Haute-Tartarie.

Lorsque toutes les eaux ont été établies sur le globe, leur mouvement d'orient en occident a escarpé les revers occidentaux de tous les continents pendant tout le temps qu'a duré l'abaissement des mers : ensuite ce même mouvement d'orient en occident a dirigé les eaux contre les pentes douces des terres orientales, et l'Océan s'est emparé de leurs anciennes côtes ; et, de plus, il paraît avoir tranché toutes les pointes des continents terrestres, et avoir formé les détroits de Magellan à la pointe de l'Amérique, de Ceylan à la pointe de l'Inde, de Forbisher à celle du Groenland, etc.

C'est à la date d'environ dix mille ans, à compter de ce jour, en arrière, que je placerais la séparation de l'Europe et de l'Amérique; et c'est à peu près dans ce même temps que l'Angleterre a été séparée de la France, l'Irlande de l'Angleterre, la Sicile de l'Italie, la Sardaigne de la Corse, et toutes deux du continent de l'Afrique : c'est peut-être aussi dans ce même temps que les Antilles, Saint-Domingue et Cuba ont été séparés du continent de l'Amérique. Toutes ces divisions particulières sont contemporaines ou de peu postérieures à la grande séparation des deux continents; la plupart même ne paraissent être que les suites nécessaires de cette grande division, laquelle ayant ouvert une large route aux eaux de l'Océan, leur aura permis de refluer sur toutes les terres basses, d'en attaquer par leur mouvement les parties les moins solides, de les miner peu à peu, et de les trancher enfin jusqu'à les séparer des continents voisins.

On peut attribuer la division entre l'Europe et l'Amérique à l'affaissement des terres qui formaient autrefois l'Atlantide; et la séparation entre l'Asie et l'Amérique (si elle existe réellement) supposerait un pareil affaissement dans les mers septentrionales de l'orient : mais la tradition ne nous a conservé que la mémoire de la submersion de la Taprobane, terre située dans le voisinage de la zone torride, et par conséquent trop éloignée pour avoir influé sur cette séparation des continents vers le nord. L'inspection du globe nous indique, à la vérité, qu'il y a eu des bou-

leversements plus grands et plus fréquents dans l'Océan Indien que dans aucune autre partie du monde (1), et que non-seulement il s'est fait de grands chan-

(1) La plus ancienne tradition qui reste de ces affaissements dans les terres du midi est celle de la perte de la Taprobane, dont on croit que les Maldives et les Laquedives ont fait autrefois partie. Ces îles ainsi que les écueils et les bancs qui règnent depuis Madagascar jusqu'à la pointe de l'Inde, semblent indiquer les sommets des terres qui réunissaient l'Afrique avec l'Asie; car ces îles ont presque toutes, du côté du nord, des terres et des bancs qui se prolongent très-loin sous les eaux.

Il paraît aussi que les îles de Madagascar et de Ceylan étaient autrefois unies aux continents qui les avoisinent. Ces séparations et ces grands bouleversements dans les mers du midi ont la plupart été produits par l'affaissement des cavernes, par les tremblements de terre et par l'explosion des feux souterrains; mais il y a eu aussi beaucoup de terres envahies par le mouvement lent et successif de la mer d'orient en occident. Les endroits du monde où cet effet est le plus sensible sont les régions du Japon, de la Chine et de toutes les parties orientales de l'Asie. Ces mers situées à l'occident de la Chine et du Japon ne sont pour ainsi dire qu'accidentelles, et peut-être encore plus récentes que notre Méditerranée.

Les îles de la Sonde, les Moluques et les Philippines ne présentent que des terres bouleversées, et sont encore pleines de volcans : il y en a beaucoup aussi dans les îles du Japon, et l'on prétend que c'est l'endroit de l'univers le plus sujet aux tremblements de terre; on y trouve quantité de fontaines d'eau chaude. La plupart des autres îles de l'Océan Indien ne nous offrent aussi que des pics ou des sommets de montagnes isolées qui vomissent le feu. L'île de France et l'île de Bourbon paraissent deux de ces sommets, presque entièrement couverts de matières rejetées par les volcans : ces deux îles étaient inhabitées, lorsqu'on en a fait la découverte.

Les côtes de la Guiane française sont si basses, que ce sont plutôt des grèves toutes couvertes de vase en pente très-douce, qui commence dans les terres et s'étend sur le fond de la mer à une très-grande distance. Les gros navires ne peuvent approcher de la rivière de Cayenne sans toucher, et les vaisseaux de guerre sont obligés de rester deux ou trois lieues en mer. Ces vases en pente douce s'étendent, tout le long des rivages, depuis Cayenne jusqu'à la rivière des Amazones; l'on ne trouve dans cette grande étendue que de la vase et point de sable, et tous les bords de la mer sont couverts de palétuviers : mais à sept ou huit lieues au-dessus de Cayenne, du côté du nord-ouest jusqu'au fleuve Marony, on trouve quelques anses dont le fond est de sable et de rochers qui forment des brisants; la vase cependant les recouvre pour la plupart, aussi bien que les couches de sable, et cette vase a d'autant plus d'épaisseur qu'elle s'éloigne davantage du bord de la mer : les petits rochers n'empêchent pas que ce terrain ne soit en pente très-douce à plusieurs lieues d'étendue dans les terres. Cette partie de la Guiane qui est au nord-ouest de Cayenne est une contrée plus élevée que celles qui sont au sud-est; on en a une preuve démonstrative, car tout le long des bords de la mer on trouve de grandes savanes noyées qui bordent la côte, et dont la plupart sont desséchées dans la partie du nord-ouest, tandis qu'elles sont toutes couvertes des eaux de la mer dans les parties du sud-est. Outre ces terrains noyés actuellement par la mer, il y en a d'autres plus éloignés, et qui de même étaient noyés autrefois. On trouve aussi en quelques endroits des savanes d'eau douce; mais celles-ci ne produisent point de palétuviers, et seulement beaucoup de palmiers-lataniers. On ne trouve pas une seule pierre sur toutes ces côtes basses : la marée ne laisse d'y monter de sept ou huit pieds de hauteur, quoique les courants lui soient opposés; car ils sont tous dirigés vers les îles Antilles. La marée est fort sensible lorsque les eaux des fleuves sont basses, et on s'en aperçoit alors jusqu'à quarante et même cinquante lieues dans ces fleuves; mais en hiver, c'est-à-dire dans la saison des pluies, lorsque les fleuves sont gonflés, la marée y est à peine sensible à une ou deux lieues, tant le courant de ces fleuves est rapide, et il devient de la plus grande impétuosité à l'heure du reflux.

Les grosses tortues de mer viennent déposer leurs œufs sur le fond de ces anses de sable, et on ne les voit jamais fréquenter les terrains vaseux; en sorte que, depuis Cayenne jusqu'à la rivière des Amazones, il n'y a point de tortues, et on va les pêcher depuis la rivière Courou jusqu'au fleuve Marony. Il semble que la vase gagne tous les jours du terrain sur les sables, et qu'avec le temps cette côte nord-ouest de Cayenne en sera recouverte comme la côte sud-est; car les tortues, qui ne veulent que du sable pour y déposer leurs œufs, s'éloignent peu à peu de la rivière Courou, et depuis quelques années on est obligé de les aller chercher plus loin du côté du fleuve Marony, dont les sables ne sont pas encore couverts.

Au delà des savanes, dont les unes sont sèches et les autres noyées, s'étend un cordon de collines, qui sont toutes couvertes d'une grande épaisseur de terre plantée partout de vieilles forêts; communément ces collines ont 350 ou 400 pieds d'élévation; mais en s'éloignant davantage on en trouve de plus élevées, et peut-être de plus du double, en s'avancant dans les terres jusqu'à dix ou douze lieues. La plupart de ces montagnes sont évidemment d'anciens volcans éteints. Il y en a pourtant une, appelée *la Gabrielle*, au sommet de laquelle on trouve une grande mare ou petit lac, qui nourrit des caïmans en assez grand nombre, dont apparemment l'espèce s'y est conservée depuis le temps où la mer couvrait cette colline.

Au-delà de cette montagne Gabrielle, on ne trouve que de petits vallons, des terres, des mornes, et des matières volcanisées qui ne sont point en grandes masses, mais qui sont brisées par petits blocs. La pierre la plus commune, et dont les eaux ont entraîné les blocs jusqu'à Cayenne, est celle que l'on appelle la *Pierre à ravets*, qui, comme nous l'avons dit, n'est point une pierre, mais une lave de volcan : on l'a nommée *Pierre à ravets* parce qu'elle est trouée, et que les insectes appelés *ravets* se logent dans les trous de cette lave. (*Atl. Buff.*)

gements dans ces contrées par l'affaissement des cavernes, les tremblements de terre et l'action des volcans, mais encore par l'effet continuel du mouvement général des mers, qui, constamment dirigées d'orient en occident, ont gagné une grande étendue de terrain sur les côtes anciennes de l'Asie, et ont formé les petites mers intérieures du Kamtschatka, de la Corée, de la Chine, etc. Il paraît même qu'elles ont aussi noyé toutes les terres basses qui étaient à l'orient de ce continent; car si l'on tire une ligne depuis l'extrémité septentrionale de l'Asie, en passant par la pointe du Kamtschatka, jusqu'à la Nouvelle-Guinée, c'est-à-dire depuis le cercle polaire jusqu'à l'équateur, on verra que les îles Mariannes et celles des Callanos, qui se trouvent dans la direction de cette ligne sur une longueur de plus de deux cent cinquante lieues, sont les restes ou plutôt les anciennes côtes de ces vastes terres envahies par la mer : ensuite si l'on considère les terres, depuis celles du Japon à Formose, de Formose aux Philippines, des Philippines à la Nouvelle-Guinée, on sera porté à croire que le continent de l'Asie était autrefois contigu avec celui de la Nouvelle-Hollande, lequel s'aiguise et aboutit en pointe vers le midi, comme tous les autres grands continents.

Ces bouleversements, si multipliés et si évidents dans les mers méridionales, l'envahissement tout aussi évident des anciennes terres orientales par les eaux de ce même Océan, nous indiquent assez les prodigieux changements qui sont arrivés dans cette vaste partie du monde, surtout dans les contrées voisines de l'équateur : cependant ni l'une ni l'autre de ces grandes causes n'a pu produire la séparation de l'Asie et de l'Amérique vers le nord; il semblerait au contraire que si ces continents eussent été séparés au lieu d'être continus, les affaissements vers le midi, et l'irruption des eaux dans les terres de l'orient, auraient dû attirer celles du nord, et par conséquent, découvrir la terre de cette région entre l'Asie et l'Amérique. Cette considération confirme les raisons que j'ai données ci-devant pour la continuité réelle des deux continents vers le nord en Asie.

Après la séparation de l'Europe et de l'Amérique, après la rupture des détroits, les eaux ont cessé d'envahir de grands espaces; et dans la suite la terre a plus gagné sur la mer qu'elle n'a perdu : car, indépendamment des terrains de l'intérieur de l'Asie nouvellement abandonnés par les eaux, tels que ceux qui environnent la mer Caspienne et l'Aral, indépendamment de toutes les côtes en pente douce que cette dernière retraite des eaux laissait à découvert, les grands fleuves ont presque tous formé des îles et de nouvelles contrées près de leurs embouchures. On sait que le Delta de l'Égypte, dont l'étendue ne laisse pas d'être considérable, n'est qu'un atterrissement produit par les dépôts du Nil. Il en est de même de la grande île à l'entrée du fleuve Amour, dans la mer orientale de la Tartarie chinoise. En Amérique, la partie méridionale de la Louisiane, près du fleuve du Mississipi, et la partie orientale située à l'embouchure de la rivière des Amazones, sont des terres nouvellement formées par le dépôt de ces grands fleuves. Mais nous ne pouvons choisir un exemple plus grand d'une contrée récente, que celui des vastes terres de la Guiane; leur aspect nous rappellera l'idée de la nature brute,

et nous présentera le tableau nuancé de la formation successive d'une terre nouvelle.

Dans une étendue de plus de cent vingt lieues, depuis l'embouchure de la rivière de Cayenne jusqu'à celle des Amazones, la mer, de niveau avec la terre, n'a d'autre fond que de la vase, et d'autres côtes qu'une couronne de bois aquatiques, de *mangles* ou *palétuviers*, dont les racines, les tiges et les branches courbées trempent également dans l'eau salée, et ne présentent que des halliers aqueux qu'on ne peut pénétrer qu'en canot et la hache à la main. Ce fond de vase s'étend en pente douce à plusieurs lieues sous les eaux de la mer. Du côté de la terre, au delà de cette large lisière de palétuviers, dont les branches, plus inclinées vers l'eau qu'élevées vers le ciel, forment un fort qui sert de repaire aux animaux immondes s'étendent encore des *savanes noyées* plantées de *palmiers lataniers*, et jonchées de leurs débris : ces lataniers sont de grands arbres, dont, à la vérité, le pied est encore dans l'eau, mais dont la tête et les branches élevées et garnies de fruits invitent les oiseaux à s'y percher. Au delà des palétuviers et des lataniers, l'on ne trouve encore que des bois mous, des *comons*, des *pineaux*, qui ne croissent pas dans l'eau, mais dans les terrains bourbeux auxquels aboutissent les savanes noyées ; ensuite commencent des forêts d'une autre essence : les terres s'élèvent en pente douce, et marquent pour ainsi dire leur élévation par la solidité et la dureté des bois qu'elles produisent. Enfin, après quelques lieues de chemin en ligne directe depuis la mer, on trouve des collines dont les coteaux, quoique rapides, et même les sommets, sont également garnis d'une grande épaisseur de bonne terre, plantée partout d'arbres de tout âge, si pressés, si serrés les uns contre les autres, que leurs cimes entrelacées laissent à peine passer la lumière du soleil, et sous leur ombre épaisse entretiennent une humidité si froide, que le voyageur est obligé d'allumer du feu pour y passer la nuit ; tandis qu'à quelque distance de ces sombres forêts, dans les lieux défrichés, la chaleur, excessive pendant le jour, est encore trop grande pendant la nuit. Cette vaste terre des côtes et de l'intérieur de la Guiane n'est donc qu'une forêt tout aussi vaste, dans laquelle des sauvages, en petit nombre, ont fait quelques clairières et de petits abatis pour pouvoir s'y domicilier sans perdre la jouissance de la chaleur de la terre et de la lumière du jour.

La grande épaisseur de terre végétale qui se trouve jusque sur le sommet des collines, démontre la formation récente de toute la contrée ; elle l'est en effet au point qu'au-dessus de l'une de ces collines, nommée *la Gabrielle*, on voit un petit lac peuplé de crocodiles *caïmans* que la mer y a laissé à cinq ou six lieues de distance et à six ou sept cents pieds de hauteur au-dessus de son niveau. Nulle part on ne trouve de la pierre calcaire : car on transporte de France la chaux nécessaire pour bâtir à Cayenne : ce qu'on appelle *Pierre à ravets* n'est point une pierre, mais une lave de volcan, trouée comme les scories des forges ; cette lave se présente en blocs épars ou en monceaux irréguliers dans quelques montagnes où l'on voit les bouches des anciens volcans qui sont actuellement éteints, parce que la mer s'est retirée et éloignée du pied de ces montagnes. Tout concourt donc à prouver qu'il

n'y a pas longtemps que les eaux ont abandonné ces collines, et encore moins de temps qu'elles ont laissé paraître les plaines et les terres basses ; car celles-ci ont été presque entièrement formées par le dépôt des eaux courantes. Les fleuves, les rivières, les ruisseaux, sont si voisins les uns des autres, et en même temps si larges, si gonflés, si rapides dans la saison des pluies, qu'ils entraînent incessamment des limons immenses, lesquels se déposent sur toutes les terres basses et sur le fond de la mer en sédiments vaseux. Ainsi cette terre nouvelle s'accroîtra de siècle en siècle, tant qu'elle ne sera pas peuplée ; car on doit compter pour rien le petit nombre d'hommes qu'on y rencontre : ils sont encore, tant au moral qu'au physique, dans l'état de pure nature ; ni vêtements, ni religion, ni société, qu'entre quelques familles dispersées à de grandes distances, peut-être au nombre de trois ou quatre cents carhets, dans une terre dont l'étendue est quatre fois plus grande que celle de la France.

Ces hommes, ainsi que la terre qu'ils habitent, paraissent être les plus nouveaux de l'univers : ils y sont arrivés des pays plus élevés et dans des temps postérieurs à l'établissement de l'espèce humaine dans les hautes contrées du Mexique, du Pérou et du Chili ; car, en supposant les premiers hommes en Asie, ils auront passé par la même route que les éléphants, et se seront, en arrivant, répandus dans les terres de l'Amérique septentrionale et du Mexique ; ils auront ensuite aisément franchi les hautes terres au delà de l'isthme, et se seront établis dans celles du Pérou, et enfin ils auront pénétré jusque dans les contrées les plus reculées de l'Amérique méridionale. Mais n'est-il pas singulier que ce soit dans quelques-unes de ces dernières contrées qu'existent encore de nos jours les géants de l'espèce humaine, tandis qu'on n'y voit que des pygmées dans le genre des animaux ? car on ne peut douter qu'on n'ait rencontré dans l'Amérique méridionale des hommes en grand nombre, tous plus grands, plus carrés, plus épais et plus forts que ne le sont tous les autres hommes de la terre. Les races de géants, autrefois si communes en Asie, n'y subsistent plus. Pourquoi se trouvent-elles en Amérique aujourd'hui ? ne pouvons-nous pas croire que quelques géants, ainsi que les éléphants, ont passé de l'Asie en Amérique, où s'étant trouvés pour ainsi dire seuls, leur race s'est conservée dans ce continent désert, tandis qu'elle a été entièrement détruite par le nombre des autres hommes dans les contrées peuplées ? Une circonstance me paraît avoir concouru au maintien de cette ancienne race de géants dans le continent du Nouveau Monde ; ce sont les hautes montagnes qui le partagent dans toute sa longueur et sous tous les climats. Or on sait qu'en général les habitants des montagnes sont plus grands et plus forts que ceux des vallées ou des plaines. Supposant donc quelques couples de géants passés en Amérique, où ils auront trouvé la liberté, la tranquillité, la paix, ou d'autres avantages que peut-être ils n'avaient pas chez eux, n'auront-ils pas choisi dans les terres de leur nouveau domaine celles qui leur convenaient le mieux, tant pour la chaleur que pour la salubrité de l'air et des eaux ? Ils auront fixé leur domicile à une hauteur médiocre dans les montagnes ; ils se seront arrêtés sous le climat le plus favorable à leur multiplication ; et comme ils

avaient peu d'occasions de se mésallier, puisque toutes les terres voisines étaient désertes, ou du moins tout aussi nouvellement peuplées par un petit nombre d'hommes bien inférieurs en force, leur race gigantesque s'est propagée sans obstacle et presque sans mélange : elle a duré et subsisté jusqu'à ce jour, tandis qu'il y a nombre de siècles qu'elle a été détruite dans les lieux de son origine en Asie, par la très-grande et plus ancienne population de cette partie du monde (1).

(1) On ne peut pas douter qu'il n'y ait eu des individus géants dans tous les climats de la terre, puisque de nos jours on en voit encore naître en tout pays, et que récemment on en a vu un qui était né sur les confins de la Laponie, du côté de la Finlande. Mais on n'est pas également sûr qu'il y ait eu des races constantes et moins encore des peuples entiers de géants : cependant le témoignage de plusieurs auteurs anciens, et ceux de l'Écriture sainte, qui est encore plus ancienne, me paraissent indiquer assez clairement qu'il y a eu des races de géants en Asie ; et nous croyons devoir présenter ici les passages les plus positifs à ce sujet. Il est dit, *Nombres*, chap. XIII, verset 34 : « Nous avons vu les géants de la race d'Anak, aux yeux desquels nous ne devions paraître pas plus grands que des cigales. Et par une autre version il est dit : « Nous avons vu des monstres de la race d'Enac, auprès desquels nous n'étions pas plus grands que des sauterelles. » Quoique ceci ait l'air d'une exagération, assez ordinaire dans le style oriental, cela prouve néanmoins que ces géants étaient très-grands. *

Dans le second livre des *Rois*, chap. XXI, verset 20, il est parlé d'un homme très-grand « de la race d'Arapha, qui avait six doigts aux pieds et aux mains ; et l'on voit par le verset 48 que cette race d'Arapha était de *genere gigantum*.

On trouve encore dans le *Deutéronome* plusieurs passages qui prouvent l'existence des géants et leur destruction. Un peuple nombreux, est-il dit, et d'une grande hauteur, comme ceux d'Enacim, que le Seigneur a détruits. » (Chapitre II, verset 21.) Et il est dit, verset 49 et 20 : « Le pays d'Ammon est réputé pour un pays de géants, dans lequel ont autrefois habité les géants que les Ammonites appellent *Zomzomnim*.

Dans *Josué*, chapitre XI, verset 22, il est dit : « Les seuls géants de la race d'Enacim qui soient restés parmi les enfants d'Israël étaient dans les villes de Gaza, de Geth et d'Azot ; tous les autres géants de cette race ont été détruits.

Philon, saint Cyrille, et plusieurs autres auteurs, semblent croire que le mot de *géants* n'indique que des hommes superbes et impies, et non pas des hommes d'une grandeur de corps extraordinaire ; mais ce sentiment ne peut pas se soutenir, puisque souvent il est question de la hauteur et de la force de corps de ces mêmes hommes.

Dans le prophète Amos, il est dit que le peuple des Amorrhéens était si haut, qu'on les a comparés aux cèdres, sans donner d'autres mesures à leur grande hauteur.

Og, roi de Basan, avait la hauteur de neuf coudées, et Goliath, de dix coudées et une palme. Le lit d'Og avait neuf coudées de longueur, c'est-à-dire treize pieds et demi, et de largeur quatre coudées, qui font six pieds.

Le corselet de Goliath pesait 208 livres 4 onces, et le fer de sa lance pesait 23 livres.

Ces témoignages me paraissent suffisants pour qu'on puisse croire avec quelque fondement qu'il a autrefois existé dans le continent de l'Asie non-seulement des individus, mais des races de géants, qui ont été détruits, et dont les derniers subsistaient encore du temps de David. Et quelquefois la nature, qui ne perd jamais ses droits, semble remonter à ce même point de force de production et de développement ; car, dans presque tous les climats de la terre, il paraît de temps en temps des hommes d'une grandeur extraordinaire, c'est-à-dire de sept pieds et demi, huit, et même neuf pieds : car, indépendamment des géants bien avérés, et dont nous avons déjà fait mention, nous pourrions citer un nombre infini d'autres exemples, rapportés par les auteurs anciens et modernes, des géants de dix, douze, quinze, dix-huit pieds de hauteur, et même encore au delà ; mais je suis bien persuadé qu'il faut beaucoup rabattre de ces dernières mesures. On a souvent pris des os d'éléphant pour des os humains : et d'ailleurs la nature, telle qu'elle nous est connue, ne nous offre dans aucune espèce des proportions aussi grandes, excepté peut-être dans l'espèce de l'hippopotame, dont les dents trouvées dans le sein de la terre, sont au moins quatre fois plus grosses que les dents des hippopotames actuels.

Les os du prétendu roi Theutobochus, trouvés en Dauphiné, ont fait le sujet d'une dispute entre Habicot, chirurgien de Paris, et Riolan, docteur en médecine, célèbre anatomiste. Habicot a écrit, dans un petit ouvrage qui a pour titre *Gigantostéologie*, que ces os étaient dans un sépulcre de brique à 18 pieds de terre, entouré de sablon : il ne donne ni la description exacte, ni les dimensions, ni le nombre de ces os ; il prétend que ces os étaient vraiment des os humains, d'autant, dit-il, qu'aucun animal n'en possède de tels. Il ajoute que ce sont des maçons qui, travaillant chez le seigneur de Langon, gentilhomme du Dauphiné, trouvèrent, le 11 janvier 1613, ce tombeau, proche les masures du château de Chaumont ; que ce tombeau était de brique ; qu'il avait 20 pieds de longueur, 42 de largeur, et huit de profondeur, en comptant le chapiteau, au milieu duquel était une pierre grise sur laquelle était gravé *Theutobochus rex* ; que ce tombeau ayant été ouvert, on vit un squelette humain de 25 pieds 11 de longueur, 10 de largeur à l'endroit des épaules, et 5 d'épaisseur ; qu'avant de toucher ces os, on mesura la tête,

Mais autant les hommes se sont multipliés dans les terres qui sont actuellement chaudes et tempérées, autant leur nombre a diminué dans celles qui sont devenues trop froides. Le nord du Groenland, de la Laponie, du Spitzberg, de la Nouvelle-Zemble, de la terre des Samoïèdes, aussi bien qu'une partie de celles qui avoisinent la mer Glaciale jusqu'à l'extrémité de l'Asie au nord de Kamtschatka, sont actuellement désertes ou plutôt dépeuplées depuis un temps assez moderne. On voit même,

qui avait 5 pieds de longueur et 10 en rondeur. (Je dois observer que la proportion de la longueur de la tête humaine avec celle du corps n'est pas d'un cinquième, mais d'un septième et demi ; en sorte que cette tête de 5 pieds supposerait un corps humain de 37 pieds 1/2 de hauteur.) Enfin il dit que la mâchoire inférieure avait 6 pieds de tour, les orhites des yeux 7 pouces de tour, chaque clavicule 4 pieds de long, et que la plupart de ces ossements se mirent en poudre après avoir été frappés de l'air.

Le docteur Riolan publia, la même année 1613, un écrit sous le nom de *Gigantomachie*, dans lequel il dit que le chirurgien Habicot a donné, dans sa *Gigantostéologie*, des mesures fausses de la grandeur du corps et des os du prétendu géant Theutobochus ; que lui, Riolan, a mesuré l'os de la cuisse, celui de la jambe, avec l'astragale joint au calcaneum, et qu'il ne leur a trouvé que 6 pieds 1/2, y compris l'os pubis ; ce qui ne ferait que 13 pieds au lieu de 25 pour la hauteur du géant.

Il donne ensuite les raisons qui lui font douter que ces os soient des os humains ; et il conclut en disant que ces os présentés par Habicot ne sont pas des os humains, mais des os d'éléphant.

Un an ou deux après la publication de la *Gigantostéologie* d'Habicot, et de la *Gigantomachie* de Riolan, il parut une brochure sous le titre de *l'Imposture découverte des os humains supposés, et faussement attribués au roi Theutobochus*, dans laquelle on ne trouve autre chose sinon que ces os ne sont pas des os humains, mais des fossiles engendrés par la vertu de la terre ; et encore un autre livret, sans nom d'auteur, dans lequel il est dit qu'à la vérité il y a parmi ces os des os humains, mais qu'il y en avait d'autres qui n'étaient pas humains.

Ensuite, en 1618, Riolan publia un écrit, sous le nom de *Gigantologie*, où il prétend non-seulement que les os en question ne sont pas des os humains, mais encore que les hommes en général n'ont jamais été plus grands qu'ils le sont aujourd'hui.

Habicot répondit à Riolan dans la même année 1618 ; et il dit qu'il a offert au roi Louis XIII sa *Gigantostéologie*, et qu'en 1613, sur la fin de juillet, on exposa aux yeux du public les os énoncés dans cet ouvrage, et que ce sont vraiment des os humains : il cite un grand nombre d'exemples, tirés des auteurs anciens et modernes, pour prouver qu'il y a eu des hommes d'une grandeur excessive. Il persiste à dire que les os calcaneum, tibia et fémur, du géant Theutobochus, étant joints les uns avec les autres, portaient plus de 41 pieds de hauteur.

Il donne ensuite les lettres qui lui ont été écrites dans le temps de la découverte de ces os, et qui semblent confirmer la réalité du fait du tombeau et des os du géant Theutobochus. Il paraît par la lettre du seigneur de Langon, datée de Saint-Marcellin en Dauphiné, et par une autre du sieur Masurier, chirurgien à Beaurepaire, qu'on avait trouvé des monnaies d'argent avec les os. La première lettre est conçue dans les termes suivants :

Comme sa majesté désire d'avoir le reste des os du roi Theutobochus, avec la monnaie d'argent qui s'y est trouvée, je puis vous dire d'avance que vos parties adverses sont très-mal fondées, et que s'ils savaient leur métier, ils ne donteraient pas que ces os ne soient véritablement des os humains. Les docteurs en médecine de Montpellier se sont transportés ici, et auraient bien voulu avoir ces os pour de l'argent. M. le maréchal de Lesdiguières les a fait porter à Grenoble pour les voir, et les médecins et chirurgiens de Grenoble les ont reconnus pour os humains ; de sorte qu'il n'y a que les ignorants qui puissent nier cette vérité, etc.

Signé, LANGON

An reste, dans cette dispute, Riolan et Habicot, l'un médecin et l'autre chirurgien, se sont dit plus d'injures qu'ils n'ont écrit de faits et de raisons : ni l'un ni l'autre n'ont eu assez de sens pour décrire exactement les os dont il est question ; mais tous deux, emportés par l'esprit de corps et de parti, ont écrit d'une manière à ôter toute confiance. Il est donc très-difficile de prononcer affirmativement sur l'espèce de ces os ; mais s'ils ont été en effet trouvés dans un tombeau de brique, avec un couvercle de pierre, sur lequel était l'inscription *Theutobochus rex* ; s'il s'est trouvé des monnaies dans ce tombeau, s'il ne contenait qu'un seul cadavre de 24 ou 25 pieds de longueur, si la lettre du seigneur de Langon contient la vérité, on ne pourrait guère douter du fait essentiel, c'est-à-dire de l'existence d'un géant de 24 pieds de hauteur, à moins de supposer un concours fort extraordinaire de circonstances mensongères ; mais aussi le fait n'est pas prouvé d'une manière assez positive pour qu'on ne doive pas en douter beaucoup. Il est vrai que plusieurs auteurs, d'ailleurs dignes de foi, ont parlé de géants aussi grands et encore plus grands. Pline rapporte que, par un tremblement de terre en Crète, une montagne s'étant entr'ouverte, on y trouva un corps de 16 coudées, que les uns ont dit être le corps d'Otus, et d'autres celui d'Orion. Les 16 coudées donnent 24 pieds de longueur, c'est-à-dire la même que celle du roi Theutobochus.

par les cartes russes, que depuis les embouchures des fleuves Oleneck, Lena et Jana, sous les 73° et 75° degrés, la route, tout le long des côtes de cette mer Glaciale jusqu'à la terre des Tschutschis, était autrefois fort fréquentée, et qu'actuellement elle est impraticable, ou tout au moins si difficile, qu'elle est abandonnée. Ces mêmes cartes nous montrent que des trois vaisseaux partis en 1648 de l'embouchure commune des fleuves de Kolima et Olomon, sous le 72° degré, un seul a doublé le cap

On trouve dans un mémoire de M. Le Cat, académicien de Rouen, une énumération de plusieurs géants d'une grandeur excessive ; savoir, deux géants dont les squelettes furent trouvés par les Athéniens près de leur ville, l'un de 36 et l'autre de 34 pieds de hauteur ; un autre de 30 pieds, trouvé en Sicile, près de Palerme, en 1548 ; un autre de 33 pieds, trouvé de même en Sicile en 1550 ; encore un autre trouvé de même en Sicile près de Mazarino, qui avait 30 pieds de hauteur.

Malgré tous ces témoignages, je crois qu'on aura bien de la peine à se persuader qu'il ait jamais existé des hommes de 30 ou 36 pieds de hauteur ; ce serait déjà bien trop que de ne pas se refuser à croire qu'il y en a eu de 24 : cependant les témoignages se multiplient, deviennent plus positifs, et vont pour ainsi dire par nuances d'accroissement à mesure que l'on descend. M. Le Cat rapporte que l'on trouva en 1705 près des bords de la rivière Morderi, au pied de la montagne de Crussol, le squelette d'un géant de 22 pieds 1/2 de hauteur, et que les Dominicains de Valence ont une partie de sa jambe avec l'articulation du genou.

Platerus, médecin célèbre, atteste qu'il a vu à Lucerne le squelette d'un homme de 19 pieds au moins de hauteur.

Le géant Ferragus, tué par Roland, neveu de Charlemagne, avait 18 pieds de hauteur.

Dans les cavernes sépulcrales de l'île de Ténériffe, on a trouvé le squelette d'un Guanche qui avait 15 pieds de hauteur, et dont la tête avait 80 dents. Ces trois faits sont rapportés, comme les précédents, dans le mémoire de M. Le Cat sur les géants. Il cite encore un squelette, trouvé dans un fossé près du couvent des Dominicains de Rouen, dont le crâne tenait un boisseau de blé, et dont l'os de la jambe avait environ 4 pieds de longueur ; ce qui donne pour la hauteur du corps entier 17 à 18 pieds. Sur la tombe de ce géant était une inscription gravée, où on lisait. *Ci-git noble et puissant seigneur le chevalier Ricon de Valmon et ses os.*

On trouve dans le *Journal Littéraire* de l'abbé Nazari que, dans la Haute-Calabre, au mois de juin 1665, on déterra dans les jardins du seigneur de Tivoli un squelette de 18 pieds romains de longueur ; que la tête avait 2 pieds 1/2 ; que chaque dent molaire pesait environ une once et un tiers, et les autres dents trois quarts d'once, et que ce squelette était couché sur une masse de bitume.

Hector Boetius, dans son *Histoire de l'Ecosse*, liv. VII, rapporte que l'on conserve encore quelques os d'un homme, nommé par contre-vérité le *Petit-Jean*, qu'on croit avoir eu 14 pieds de hauteur, c'est-à-dire 13 pieds 2 pouces 6 lignes de France.

On trouve dans le *Journal des Savants*, année 1672, une lettre du P. Gentil, prêtre de l'Oratoire, professeur de philosophie à Angers, où il dit qu'ayant eu avis de la découverte qui s'était faite d'un cadavre gigantesque dans le bourg de Lassé, à neuf lieues de cette ville, il fut lui-même sur les lieux pour s'informer du fait. Il apprit que le curé du lieu ayant fait creuser dans son jardin, on avait trouvé un sépulcre qui renfermait un corps de 17 pieds 2 pouces de long, qui n'avait plus de peau. Ce cadavre avait d'autres corps entre ses bras et ses jambes, qui pouvaient être ses enfants. On trouva dans le même lieu quatorze ou quinze autres sépulcres, les uns de 10 pieds, les autres de 12, et d'autres même de 14 pieds, qui renfermaient des corps de même longueur. Le sépulcre de ce géant resta exposé à l'air pendant plus d'un an, mais comme cela attirait trop de visites au curé, il l'a fait recouvrir de terre, et planter trois arbres sur la place. Ces sépulcres sont d'une pierre semblable à la craie.

Thomas Molineux a vu, aux écoles de médecine de Leyde, un os frontal humain prodigieux : sa hauteur, prise depuis sa jonction aux os du nez jusqu'à la suture sagittale, était de 9 1/12 pouces, sa largeur de 12 1/10 pouces, son épaisseur d'un demi-pouce ; c'est-à-dire que chacune de ces dimensions était double de la dimension correspondante à l'os frontal, tel qu'il est dans les hommes de taille ordinaire ; en sorte que l'homme à qui cet os gigantesque appartenait était probablement une fois plus grand que les hommes ordinaires, c'est-à-dire qu'il avait 11 pieds de haut. Cet os était très-certainement un os frontal humain ; et il ne paraît pas qu'il eût acquis ce volume par un vice morbifique, car son épaisseur était proportionnée à ses autres dimensions, ce qui n'a pas lieu dans les os viciés.

Dans le cabinet de M. Witreu, à Amsterdam, M. Klein dit avoir vu un os frontal d'après lequel il lui parut que l'homme auquel il appartenait avait 18 pieds 4 pouces de hauteur, c'est-à-dire environ 12 pieds 1/2 de France.

D'après tous les faits que je viens d'exposer, et ceux que j'ai discutés ci-devant au sujet des Patagons, je laisse à mes lecteurs le même embarras où je suis, pour pouvoir prononcer sur l'existence réelle de ces géants de 24 pieds ; je ne puis me persuader qu'en aucun temps et par aucun moyen, aucune circonstance, le corps humain ait pu s'élever à des dimensions aussi démesurées ; mais je crois en même temps qu'on ne peut guère douter qu'il

de la terre des Tschutschis sous le 75° degré, et seul est arrivé, disent les mêmes cartes, aux îles d'Anadir, voisines de l'Amérique sous le cercle polaire. Mais autant je suis persuadé de la vérité de ces premiers faits, autant je doute de celle du dernier; car cette même carte, qui présente par une *suite de points* la route de ce vaisseau russe autour de la terre des Tschutschis, porte en même temps *en toutes lettres* qu'on ne connaît pas l'étendue de cette terre: or, quand même on aurait, en 1648, parcouru cette mer et fait le tour de cette pointe de l'Asie, il est sûr que depuis ce temps les Russes, quoique très-intéressés à cette navigation pour arriver au Kamtschatka, et de là au Japon et à la Chine, l'ont entièrement abandonnée; mais peut-être aussi se sont-ils réservés pour eux seuls la connaissance de cette route autour de cette terre des Tschutschis, qui forme l'extrémité la plus septentrionale et la plus avancée du continent de l'Asie.

Quoi qu'il en soit, toutes les régions septentrionales au delà du 76° degré, depuis le nord de la Norvège jusqu'à l'extrémité de l'Asie, sont actuellement dénuées d'habitants, à l'exception de quelques malheureux que les Danois et les Russes ont établis pour la pêche, et qui seuls entretiennent un reste de population et de commerce dans ce climat glacé. Les terres du nord, autrefois assez chaudes pour faire multiplier les éléphants et les hippopotames, s'étant déjà refroidies au point de ne pouvoir nourrir que des ours blancs et des rennes, seront, dans quelques milliers d'années, entièrement dénuées et désertes par les seuls effets du refroidissement. Il y a même de très-fortes raisons qui me portent à croire que la région de notre pôle qui n'a pas été reconnue ne le sera jamais: car ce refroidissement glacial me paraît s'être emparé du pôle jusqu'à la distance de sept ou huit degrés, et il est plus que probable que toute cette plage polaire, autrefois terre ou mer, n'est aujourd'hui que glace; et si cette présomption est fondée, le circuit et l'étendue de ces glaces, loin de diminuer, ne pourront qu'augmenter avec le refroidissement de la terre.

Or si nous considérons ce qui se passe sur les hautes montagnes, même dans nos climats, nous y trouverons une nouvelle preuve démonstrative de la réalité de ce refroidissement, et nous en tirerons en même temps une comparaison qui me paraît frappante. On trouve au-dessus des Alpes, dans une longueur de plus de soixante lieues sur vingt et même trente de largeur en certains endroits, depuis les montagnes de la Savoie et du canton de Berne jusqu'à celles du Tyrol, une étendue immense et presque continue de vallées, de plaines et d'éminences de glaces (1) la plupart sans mélanges d'aucune autre matière, et presque toutes per-

n'y ait eu des géants de 40, 42, et peut-être de 45 pieds de hauteur, et qu'il est presque certain que, dans les premiers âges de la nature vivante, il a existé non-seulement des individus gigantesques en grand nombre, mais même quelques races constantes et successives de géants, dont celle des Patagons est la seule qui se soit conservée. (*Atl. Buff.*)

(1) Voici ce que M. Grouner et quelques autres bons observateurs et témoins oculaires rapportent à ce sujet.

Dans les plus hautes régions des Alpes, les eaux provenant annuellement de la fonte des neiges se gèlent dans tous les aspects et à tous les points de ces montagnes, depuis leur base jusqu'à leur sommet, surtout dans le

manentes, et qui ne fondent jamais en entier. Ces grandes plages de glace loin de diminuer dans leur circuit, augmentent et s'étendent de plus en plus; elles gagnent de l'espace sur les terres voisines les plus basses: ce fait est démontré par les cimes des grands arbres, et même par une pointe de clocher, qui sont enveloppés dans ces masses de glaces, et qui ne paraissent que dans certains étés très-chauds, pendant lesquels ces glaces diminuent de quelques pieds de hauteur; mais la masse

vallons et sur le penchant de celles qui sont groupées; en sorte que les eaux ont dans ces vallées formé des montagnes qui ont des roches pour noyau, et d'autres montagnes qui sont entièrement de glace, lesquelles ont six, sept à huit lieues d'étendue en longueur, sur une lieue de largeur, et souvent mille à douze cents toises de hauteur? elles rejoignent les autres montagnes par leur sommet. Ces énormes amas de glace gagnent de l'étendue en se prolongeant dans les vallées; en sorte qu'il est démontré que toutes les glaciers s'accroissent successivement, quoique, dans les années chaudes et pluvieuses, non seulement leur progression soit arrêtée, mais même leur masse immense diminuée.....

La hauteur de la congélation fixée à 2440 toises sous l'équateur, pour les hautes montagnes isolées, n'est point une règle pour les groupes de montagnes gelées depuis leur base jusqu'à leur sommet; elles ne dégèlent jamais. Dans les Alpes, la hauteur du degré de congélation pour les montagnes isolées est fixée à 1500 toises d'élévation, et toute la partie au-dessous de cette hauteur se dégèle entièrement, tandis que celles qui sont entassées gèlent à une moindre hauteur, et ne dégèlent jamais dans aucun point de leur élévation depuis leur base, tant le degré de froid est augmenté par les masses de matières congelées réunies dans un même espace.....

Toutes les montagnes glaciales de la Suisse, réunies, occupent une étendue de 66 lieues du levant au couchant, mesurée en ligne droite, depuis les bornes occidentales du canton de Vallis, vers la Savoie, jusqu'aux bornes orientales du canton de Bendner, vers le Tyrol, ce qui forme une chaîne interrompue, dont plusieurs bras s'étendent du midi au nord sur une longueur d'environ 36 lieues. Le grand Gothard, le Fourk et le Grimsel sont les montagnes les plus élevées de cette partie: elles occupent le centre de ces chaînes qui divisent la Suisse en deux parties; elles sont toujours couvertes de neiges et de glace, ce qui leur a fait donner le nom générique de *glacières*.

L'on divise les glaciers en montagnes glacées, vallons de glace, champs de glace ou mers glaciales, et en *gletchers* ou amas de glaçons.

Les montagnes glacées sont ces grosses masses de rochers qui s'élèvent jusqu'aux nues, et qui sont toujours couvertes de neiges et de glace.

Les vallons de glace sont des enfoncements qui sont beaucoup plus élevés entre les montagnes que les vallons inférieurs; ils sont toujours remplis de neige qui s'y accumule et forme des monceaux de glace qui ont plusieurs lieues d'étendue, et qui rejoignent les hautes montagnes.

Les champs de glace, ou mers glaciales, sont les terrains en pente douce, qui sont dans le circuit des montagnes; ils ne peuvent être appelés vallons, parce qu'ils n'ont pas assez de profondeur: ils sont couverts d'une neige épaisse. Ces champs reçoivent l'eau de la fonte des neiges qui descendent des montagnes et qui regèlent: la surface de ces glaces fond et gèle alternativement, et tous ces endroits sont couverts de couches épaisses de neige et de glace.

Les *gletchers* sont des amas de glaçons formés par les glaces et les neiges qui sont précipitées des montagnes: ces neiges se regèlent et s'entassent en différentes manières; ce qui fait qu'on divise les *gletchers* en monts, en revêtements et en murs de glace.

Les monts de glace s'élèvent entre les sommets des hautes montagnes; ils ont eux-mêmes la forme de montagnes; mais il n'y a point de rochers dans leur structure: ils sont composés entièrement de pure glace, qui a quelquefois plusieurs lieues en longueur, une lieue de largeur, et une demi-lieue d'épaisseur.

Les revêtements de glaçons sont formés dans les vallées supérieures et sur les côtés des montagnes, qui sont recouvertes comme des draperies de glaces taillées en pointes; elles versent leurs eaux superflucs dans les vallées inférieures.

Les murs de glace sont des revêtements escarpés qui terminent les vallées de glace qui ont une forme aplatie, et qui paraissent de loin comme des mers agitées, dont les flots ont été saisis et glacés dans le moment de leur agitation. Ces murs ne sont point hérissés de pointes de glaces; souvent ils forment des colonnes, des pyramides et des tours énormes par leur hauteur et leur grosseur, taillées à plusieurs faces, quelquefois hexagones et de couleur bleue ou vert céladon.

Il se forme aussi sur les côtés et au pied des montagnes, des amas de neige qui sont ensuite arrosés par l'eau des neiges fondues et recouvertes de nouvelles neiges. L'on voit aussi des glaçons qui s'accumulent en tas, qui ne tiennent ni aux vallons ni aux monts de glace; leur position est ou horizontale ou inclinée: tous ces amas détachés se nomment *lits* ou *couches de glaces*.....

La chaleur intérieure de la terre mine plusieurs de ces montagnes de glace par dessous, et y entretient des

intérieure, qui, dans certains endroits, est épaisse de cent toises, ne s'est pas fondue de mémoire d'homme. Il est donc évident que ces forêts et ce clocher enfouis dans ces glaces épaisses et permanentes, étaient en-devant situés dans des terres découvertes, habitées, et par conséquent moins refroidies qu'elles ne le sont aujourd'hui; il est de même très-certain que cette augmentation successive de glace ne peut être attribuée à l'augmentation de la quantité de vapeurs aqueuses, puis-

courans d'eau qui fondent leurs surfaces inférieures; alors les masses s'affaissent insensiblement par leur propre poids, et leur hauteur est réparée par les eaux, les neiges et les glaces qui viennent successivement les recouvrir; ces affaissemens occasionnent souvent des craquemens horribles; les crevasses qui s'ouvrent dans l'épaisseur des glaces forment des précipices aussi fâcheux qu'ils sont multipliés. Ces abîmes sont d'autant plus perfides et funestes, qu'ils sont ordinairement recouverts de neige: les voyageurs, les curieux et les chasseurs qui courent les daims, les chamois, les bouquetins, ou qui font la recherche des mines de cristal, sont souvent engloutis dans les gouffres, et rejetés sur la surface par les flots qui s'élèvent du fond de ces abîmes.

Les pluies douces fondent promptement les neiges: mais toutes les eaux qui en proviennent ne se précipitent pas dans les abîmes inférieurs par les crevasses: une grande partie se règle, et, tombant sur la surface des glaces, en augmente le volume.

Les vents chauds du midi, qui règnent ordinairement dans le mois de mai, sont les agents les plus puissants qui détruisent les neiges et les glaces; alors leur fonte, annoncée par le bruissement des lacs glacés et par le fracas épouvantable des pierres et des glaces qui se précipitent confusément du haut des montagnes, portent de toutes parts, dans les vallées inférieures, les eaux des torrens qui tombent du haut des rochers de plus de 1200 pieds de hauteur.

Le soleil n'a que peu de prise sur les neiges et sur les glaces pour en opérer la fonte. L'expérience a prouvé que ces glaces formées pendant un laps de temps très-long, sous des fardeaux énormes, dans un degré de froid si multiplié, et d'eau si pure, que ces glaces, dis-je, étaient d'une matière si dense et si purgée d'air, que de petits glaçons exposés au soleil le plus ardent dans la plaine, pendant un jour entier, s'y fondaient à peine.

Quoique la masse de ces glaciers fonde en partie tous les ans dans les trois mois de l'été; que les pluies, les vents et la chaleur, plus actifs dans certaines années, détruisent les progrès que les glaces ont faits pendant plusieurs autres années, cependant il est prouvé que *ces glaciers prennent un accroissement constant, et qu'elles s'étendent*; les annales du pays le prouvent, des actes authentiques le démontrent, la tradition est invariable sur ce sujet. Indépendamment de ces autorités et des observations journalières, cette progression des glaciers est prouvée par des *forêts de mélèzes qui ont été absorbées par les glaces, et dont la cime de quelques-uns de ces arbres surpasse encore la surface des glaciers*; ce sont des témoins irréprochables qui attestent le progrès des glaciers, ainsi que *le haut des clochers d'un village qui a été englouti sous les neiges, et que l'on aperçoit lorsqu'il se fait des fontes extraordinaires*. Cette progression des glaciers ne peut avoir d'autre cause que l'augmentation de l'intensité du froid, qui s'accroît dans les montagnes glacées en raison des masses de glaces; et il est prouvé que, dans les glaciers de Suisse, le froid est aujourd'hui plus vif, mais moins long que dans l'Islande, dont les glaciers, ainsi que celles de Norwége, ont beaucoup de rapport avec celles de la Suisse.

Le massif des montagnes glacées de la Suisse est composé comme celui de toutes les hautes montagnes: le noyau est une roche vitreuse qui s'étend jusqu'à leur sommet; la partie au-dessous, à commencer du point où elles ont été couvertes des eaux de la mer, est composée en revêtement de pierre calcaire, ainsi que tout le massif des montagnes d'un ordre inférieur qui sont groupées sur la base des montagnes primitives de ces glaciers; enfin, ces masses calcaires ont pour base des schistes produits par le dépôt du limon des eaux.

Les masses vitreuses sont des rocs vifs, des granites, des quartz; leurs fentes sont remplies de métaux, de demi-métaux, de substances minérales et de cristaux.

Les masses calcinables sont des pierres à chaux, des marbres de toutes les espèces en couleurs et variétés, des craies, des gypses, des spaths et des albâtres, etc.

Les masses schisteuses sont des ardoises de différentes qualités et couleurs, qui contiennent des plantes et des poissons, et qui sont souvent posées à des hauteurs assez considérables: leur lit n'est pas toujours horizontal; il est souvent incliné, même sinueux, et perpendiculaire en quelques endroits.

L'on ne peut révoquer en doute l'ancien séjour des eaux de la mer sur les montagnes qui forment aujourd'hui ces glaciers; l'immense quantité de coquilles qu'on y trouve l'atteste, ainsi que les ardoises et les autres pierres de ce genre. Les coquilles y sont ou distribuées par familles, ou bien elles sont mêlées les unes avec les autres, et l'on y en trouve à de très-grandes hauteurs.

Il y a lieu de penser que ces montagnes n'ont pas formé de glaciers continus dans la haute antiquité, pas même depuis que les eaux de la mer les ont abandonnées, quoiqu'il paraisse, par leur très-grand éloignement des mers, qui est de près de cent lieues, et par leur excessive hauteur, qu'elles ont été les premières qui sont sorties des eaux sur les continents de l'Europe. Elles ont eu anciennement leurs volcans; il paraît que le dernier qui s'est éteint était celui de la montagne de Myssenperg, dans le canton de Schwitz: ses deux principaux sommets,

que tous les sommets des montagnes qui surmontent ces glacières ne sont point élevés, et se sont au contraire abaissés avec le temps et par la chute d'une infinité de rochers et de masses en débris, qui ont roulé soit au fond des glacières, soit dans les vallées inférieures. Dès lors l'agrandissement de ces contrées de glace est déjà, et sera dans la suite la preuve la plus palpable du refroidissement successif de la terre, duquel il est plus aisé de saisir les degrés dans ces pointes avancées du globe que partout ailleurs : si l'on continue donc d'observer les progrès de ces glacières permanentes des Alpes, on saura, dans quelques siècles, combien il faut d'années pour que le froid glacial s'empare d'une terre actuellement habitée, et de là on pourra conclure si j'ai compté trop ou trop peu de temps pour le refroidissement du globe.

Maintenant, si nous transportons cette idée sur la région du pôle, nous nous persuaderons aisément que non-seulement elle est entièrement glaciée, mais même que le circuit et l'étendue de ces glaces augmentent de siècle en siècle, et continueront d'augmenter avec le refroidissement du globe. Les terres du Spitzberg, quoiqu'à 10 degrés du pôle, sont presque entièrement glaciées, même en été : et par les nouvelles tentatives que l'on a faites pour approcher du pôle de plus près, il paraît que l'on a trouvé que des glaces, que je regarde comme des appendices de la grande glacière qui couvre cette région tout entière depuis le pôle jusqu'à 7 ou 8 degrés de distance. Les glaces immenses reconnues par le capitaine Phipps à 80 et 81 degrés, et qui partout l'ont empêché d'avancer plus loin, semblent prouver la vérité de ce fait important; car l'on ne doit pas présumer qu'il y ait sous le pôle des sources et des fleuves d'eau douce qui puissent produire et amener ces glaces, puisqu'en toutes saisons ces fleuves seraient glacés. Il paraît donc que les glaces qui ont empêché ce navigateur intrépide de pénétrer au delà du 82° degré, sur une longueur de plus de 24 degrés de longitude; il paraît, dis-je, que ces glaces conti-

qui sont très-hauts et isolés, sont terminés coniquement, comme toutes les bouches de volcan; et l'on voit encore le cratère de l'un de ces cônes qui est creusé à une très-grande profondeur.

M. Bourrit, qui eut le courage de faire un grand nombre de courses dans les glacières de Savoie, dit qu'on ne peut douter de l'accroissement de toutes les glacières des Alpes; que la quantité de neige qui y est tombée pendant les hivers l'a emporté sur la quantité fondue pendant les étés; que non-seulement la même cause subsiste, mais que ces amas de glace déjà formés doivent l'augmenter toujours plus, puisqu'il en résulte et plus de neige et moins de fonte... Ainsi il n'y a pas de doute que les glacières n'aillent en augmentant, et même dans une progression croissante.

Cet observateur infatigable a fait un grand nombre de courses dans les glacières; et en parlant de celles du *Glatchers* ou glacières des *Bossons*, il dit « qu'il paraît s'augmenter tous les jours; que le sol qu'il occupe présentement était, il y a quelques années, un champ cultivé et que les glaces augmentent encore tous les jours. Il rapporte que l'accroissement des glaces paraît démontré non-seulement dans cet endroit, mais dans plusieurs autres; que l'on a encore le souvenir d'une communication qu'il y avait autrefois de Chamouni à la Val-d'Aost, et que les glaces l'ont absolument fermée; que les glaces en général doivent s'être accrues en s'étendant d'abord de sommité en sommité, et ensuite de vallée en vallée, et que c'est ainsi que s'est faite la communication des glaces du Mont-Blanc avec celles des autres montagnes des glacières du Valais et de la Suisse. Il paraît, dit-il ailleurs, que tous ces pays de montagnes n'étaient pas anciennement aussi remplis de neige et de glaces qu'ils le sont aujourd'hui... L'on ne date que depuis quelques siècles les désastres arrivés par l'accroissement des neiges et des glaces, par leur accumulation dans plusieurs vallées, par la chute des montagnes elles-mêmes et des rochers : ce sont ces accidents presque continuels de cette augmentation annuelle des glaces qui peuvent seuls rendre raison de ce que l'on sait de l'histoire de ce pays touchant le peuple qui l'habitait anciennement. » (*Add. Buff.*)

nues forment une partie de la circonférence de l'immense glacière de notre pôle, produite par le refroidissement successif du globe; et si l'on veut supputer la surface de cette zone glacée, depuis le pôle jusqu'au 82° degré de latitude, on verra qu'elle est de plus de cent trente mille lieues carrées, et que par conséquent voilà déjà la deux-centième partie du globe envahie par le refroidissement et anéantie pour la nature vivante; et comme le froid est plus grand dans les régions du pôle austral, l'on doit présumer que l'envahissement des glaces y est aussi plus grand, puisqu'on en rencontre dans quelques-unes de ces plages australes dès le 47° degré. Mais pour ne considérer ici que notre hémisphère boréal, dont nous présumons que la glace a déjà envahi la centième partie, c'est-à-dire toute la surface de la portion de sphère qui s'étend depuis le pôle jusqu'à 8 degrés ou deux cents lieues de distance, l'on sent bien que s'il était possible de déterminer le temps où ces glaces ont commencé de s'établir sur le point du pôle, et ensuite le temps de la progression successive de leur envahissement jusqu'à deux cents lieues, on pourrait en déduire celui de leur progression à venir, et connaître d'avance quelle sera la durée de la nature vivante dans tous les climats jusqu'à celui de l'équateur. Par exemple, si nous supposons qu'il y ait mille ans que la glace permanente a commencé de s'établir sous le point du même pôle, et que dans la succession de ce millier d'années, les glaces se soient étendues autour de ce point jusqu'à deux cents lieues, ce qui fait la centième partie de la surface de l'hémisphère depuis l'équateur, on peut présumer qu'il s'écoulera encore quatre-vingt-dix-neuf mille ans avant qu'elles puissent l'envahir dans toute cette étendue, en supposant uniforme la progression du froid glacial, comme l'est celle du refroidissement du globe; et ceci s'accorde assez avec la durée de quatre-vingt-treize mille ans que nous avons donnée à la nature vivante, à dater de ce jour, et que nous avons déduite de la seule loi du refroidissement. Quoi qu'il en soit, il est certain que les glaces se présentent de tous côtés, à 8 degrés du pôle, comme des barrières et des obstacles insurmontables; car le capitaine Phipps a parcouru plus de la quinzième partie de cette circonférence vers le nord-est; et avant lui, Baffin et Smith en avaient reconnu tout autant vers le nord-ouest, et partout ils n'ont trouvé que glace. Je suis donc persuadé que si quelques autres navigateurs aussi courageux entreprennent de reconnaître le reste de cette circonférence, ils la trouveront de même bornée partout par des glaces qu'ils ne pourront pénétrer ni franchir, et que par conséquent cette région du pôle est entièrement et à jamais perdue pour nous. La brume continuelle qui couvre ces climats, et qui n'est que de la neige glacée dans l'air, s'arrêtant ainsi que toutes les autres vapeurs contre les parois de ces côtes de glaces, elle y forme de nouvelles couches et d'autres glaces, qui augmentent incessamment et s'étendront toujours de plus en plus, à mesure que le globe se refroidira davantage.

Au reste, la surface de l'hémisphère boréal présentant beaucoup plus de terre que celle de l'hémisphère austral, cette différence suffit, indépendamment des autres causes ci-devant indiquées, pour que ce dernier hémisphère soit plus

froid que le premier : aussi trouve-t-on des glaces dès le 47° ou 50° degré dans les mers australes, au lieu qu'on n'en rencontre qu'à 20 degrés plus loin dans l'hémisphère boréal. On voit d'ailleurs que, sous notre cercle polaire, il y a moitié plus de terre que d'eau, tandis que tout est mer sous le cercle antarctique : l'on voit qu'entre notre cercle polaire et le tropique du Cancer il y a plus de deux tiers de terre sur un tiers de mer ; au lieu qu'entre le cercle polaire antarctique et le tropique du Capricorne il y a peut-être quinze fois plus de mer que de terre. Cet hémisphère austral a donc été de tout temps, comme il l'est encore aujourd'hui, beaucoup plus aqueux et plus froid que le nôtre ; et il n'y a pas d'apparence que passé le 50° degré l'on y trouve jamais des terres heureuses et tempérées. Il est donc presque certain que les glaces ont envahi une plus grande étendue sous le pôle antarctique, et que leur circonférence s'étend peut-être beaucoup plus loin que celle des glaces du pôle arctique. Ces immenses glaciers des deux pôles, produites par le refroidissement, iront comme la glacière des Alpes, toujours en augmentant. La postérité ne tardera pas à le savoir, et nous nous croyons fondé à le présumer d'après notre théorie, et d'après les faits que nous venons d'exposer, auxquels nous devons ajouter celui des glaces permanentes qui se sont formées depuis quelques siècles contre la côte orientale du Groenland ; on peut encore y joindre l'augmentation des glaces près de la Nouvelle-Zemble, dans le détroit de Waigats, dont le passage est devenu plus difficile et presque impraticable ; et enfin l'impossibilité où l'on est de parcourir la mer Glaciale au nord de l'Asie ; car, malgré ce qu'en ont dit les Russes, il est très-douteux que les côtes de cette mer les plus avancées vers le nord aient été reconnues, et qu'ils aient fait le tour de la pointe septentrionale de l'Asie (1).

(1) M. Engel, qui regarde comme impossible le passage au nord-ouest par les baies d'Hudson et de Baffin, paraît au contraire persuadé qu'on trouvera un passage plus court et plus sûr par le nord-est ; et il ajoute, aux raisons assez faibles qu'il en donne, un passage de M. Gmelin, qui, parlant des tentatives faites par les Russes pour trouver ce passage au nord-est, dit que « la manière dont on a procédé à ces découvertes fera en son temps » le sujet du plus grand étonnement de tout le monde, lorsqu'on en aura la relation authentique ; ce qui dépend » uniquement, ajoute-t-il, de la haute volonté de l'impératrice. Quel sera donc, dit M. Engel, ce sujet d'étonnement, si ce n'est d'apprendre que le passage regardé jusqu'à présent comme impossible est très-praticable ? Voilà le seul fait, ajoute-t-il, qui puisse surprendre ceux qu'on a tâché d'effrayer par des relations publiées à dessein de rebuter les navigateurs, etc.

Je remarque d'abord qu'il faudrait être bien assuré des choses avant de faire à la nation russe cette imputation. En second lieu, elle me paraît mal fondée, et les paroles de M. Gmelin pourraient bien signifier tout le contraire de l'interprétation que leur donne M. Engel, c'est-à-dire qu'on sera fort étonné lorsque l'on saura qu'il n'existe point de passage praticable au nord-est ; et ce qui me confirme dans cette opinion, indépendamment des raisons générales que j'en ai données, c'est que les Russes eux-mêmes n'ont nouvellement tenté des découvertes qu'en remontant du Kamtschatka et point du tout en descendant de la pointe de l'Asie. Les capitaines Behring et Tschirikow ont, en 1741, reconnu des parties de côtes de l'Amérique jusqu'au 59° degré ; et ni l'un ni l'autre ne sont venus par la mer du Nord le long des côtes de l'Asie : cela prouve assez que le passage n'est pas aussi praticable que le suppose M. Engel ; on, pour mieux dire, cela prouve que les Russes savent qu'il n'est pas praticable, sans quoi ils eussent préféré d'envoyer leurs navigateurs par cette route, plutôt que de les faire partir du Kamtschatka pour faire la découverte de l'Amérique occidentale.

M. Muller, envoyé avec M. Gmelin par l'impératrice en Sibérie, est d'un avis bien différent de M. Engel : après avoir comparé toutes les relations, M. Muller conclut par dire qu'il n'y a qu'une très-petite séparation entre l'Asie et l'Amérique et que ce détroit offre une ou plusieurs îles qui servent de route ou de stations communes aux habitants des deux continents. Je crois cette opinion bien fondée, et M. Muller rassemble un grand nombre de faits pour l'appuyer. Dans les demeures souterraines des habitants de l'île de Karaga, on voit des poutres faites

Nous voilà, comme je me le suis proposé, descendus du sommet de l'échelle du temps jusqu'à des siècles assez voisins du nôtre; nous avons passé du chaos à la lumière, de l'incandescence du globe à son premier refroidissement, et cette période de temps a été de vingt-cinq mille ans. Le second degré de refroidissement a permis la chute des eaux, et a produit la dépuration de l'atmosphère, depuis vingt-cinq à trente mille ans. Dans la troisième époque s'est fait l'établissement

de grands arbres de sapin, que cette île ne produit point, non plus que les terres du Kamtschatka, dont elle est très-voisine : les habitants disent que ce bois leur vient par un vent d'est qui l'amène sur leurs côtes. Celles du Kamtschatka reçoivent, du même côté, des glaces que la mer orientale y pousse en hiver deux à trois jours de suite : on y voit en certains temps des vols d'oiseaux, qui, après un séjour de quelques mois, retournent à l'est, d'où ils étaient arrivés. Le continent opposé à celui de l'Asie vers le nord descend donc jusqu'à la latitude du Kamtschatka : ce continent doit être celui de l'Amérique occidentale. M. Muller, après avoir donné le précis de cinq ou six voyages tentés par la mer du Nord pour doubler la pointe septentrionale de l'Asie, finit par dire que tout annonce l'impossibilité de cette navigation ; et il le prouve par les raisons suivantes : cette navigation devrait se faire dans un été ; or l'intervalle depuis Archangel à l'Oby, et de ce fleuve au Jéuiséik, demande une belle saison tout entière. Le passage du Waigats a coûté des peines infinies aux Anglais et aux Hollandais : au sortir de ce détroit glacial, on rencontre des îles qui ferment le chemin ; ensuite le continent qui forme un cap entre les fleuves Piasida et Chatanga, s'avancant au delà du 76° degré de latitude, est de même bordé d'une chaîne d'îles qui laissent difficilement un passage à la navigation. Si l'on veut s'éloigner des côtes et gagner la haute mer vers le pôle, les montagnes des glaces presque immobiles qu'on trouve au Groenland et au Spitzberg n'annoncent-elles pas une continuité de glaces jusqu'au pôle ? si l'on veut longer les côtes, *cette navigation est moins aisée qu'elle ne l'était il y a cent ans* ; l'eau de l'Océan y a diminué insensiblement ; on voit encore loin des bords que baigne la mer Glaciale les bois qu'elle a jetés sur des terres qui jadis lui servaient de rivage ; ces bords y sont si peu profonds, qu'on ne pourrait y employer que des bateaux très-plats, qui, trop faibles pour résister aux glaces, ne sauraient fournir une longue navigation, ni se charger des provisions qu'elle exige. Quoique les Russes aient des ressources et des moyens que n'ont pas la plupart des autres nations européennes pour fréquenter ces mers froides, on voit que les voyages tentés sur la mer Glaciale, n'ont pas encore ouvert une route de l'Europe et de l'Asie à l'Amérique ; et ce n'est qu'en partant du Kamtschatka, ou d'un autre point de l'Asie la plus orientale, qu'on a découvert quelques côtes de l'Amérique occidentale.

Le capitaine Behring partit du port d'Awatscha au Kamtschatka, le 4 juin 1741. Après avoir couru au sud-est, et remonté au nord-est, il aperçut, le 18 du mois suivant, le continent de l'Amérique à 58 degrés 28' de latitude ; deux jours après, il mouilla près d'une île enfoncée dans une baie ; de là, voyant deux caps, il appela l'un à l'orient *Saint-Elie*, et l'autre au couchant *Saint-Hermogène*, ensuite il dépêcha Chitrev, l'un de ses officiers, pour reconnaître et visiter le golfe où il venait d'entrer. On le trouva coupé ou parsemé d'îles : une entre autres offrit des cabanes désertes : elles étaient de planches bien unies et même échancrées. On conjectura que cette île pouvait avoir été habitée par quelque peuple du continent de l'Amérique. M. Steller, envoyé pour faire des observations sur ces terres nouvellement découvertes, trouva une cave où l'on avait mis une provision de saumon fumé, et laissé des cordes, des meubles et des ustensiles ; plus loin, il vit fuir des Américains à son aspect. Bientôt on aperçut du feu sur une colline assez éloignée ; les sauvages sans doute s'y étaient retirés ; un rocher escarpé y couvrait leur retraite.

D'après l'exposé de ces faits, il est aisé de juger que ce ne sera jamais qu'en partant du Kamtschatka que les Russes pourront faire le commerce de la Chine et du Japon, et qu'il leur est aussi difficile, pour ne pas dire impossible, qu'aux autres nations de l'Europe, de passer par les mers du nord-ouest, dont la plus grande partie est entièrement glacée ; je ne crains donc pas de répéter que le seul passage possible est par le nord-ouest, au fond de la baie d'Hudson, et que c'est l'endroit auquel les navigateurs doivent s'attacher pour trouver ce passage si désiré et si évidemment utile.

Comme j'avais déjà livré à l'impression toutes les feuilles précédentes de ce volume, j'ai reçu de la part de M. le comte de Schouvaloff, ce grand homme d'Etat que toute l'Europe estime et respecte ; j'ai reçu, dis-je, en date du 27 octobre 1777, un excellent mémoire composé par M. de Domascheneff, président de la société impériale de Pétersbourg, et auquel l'impératrice a confié, à juste titre, le département de tout ce qui a rapport aux sciences et aux arts. Cet illustre savant m'a en même temps envoyé une copie faite à la main de la carte du pilote Otcheredin, dans laquelle sont représentées les routes et les découvertes qu'il a faites, en 1770 et 1773, entre le Kamtschatka et le continent de l'Amérique. M. de Domascheneff observe dans son mémoire que cette carte du pilote Otcheredin est la plus exacte de toutes, et que celle qui a été donnée en 1773 par l'Académie de Pétersbourg, doit être réformée en plusieurs points, et notamment sur la position des îles et le prétendu archipel qu'on y a représenté entre les îles Aleutes ou Aïéoutes et celle d'Anadir, autrement appelées îles d'Andrien. La carte du pilote Otcheredin semble démontrer en effet que ces deux groupes des îles Aleutes et des îles Andrien sont séparés par une mer libre de plus de cent lieues d'étendue. M. de Domascheneff assure que la grande carte

de la mer universelle, la production des premiers coquillages et des premiers végétaux, la construction de la surface de la terre par lits horizontaux, ouvrage de quinze ou vingt autres milliers d'années. Sur la fin de la troisième époque et au commencement de la quatrième s'est faite la retraite des eaux; les courants de la mer ont creusé nos vallons, et les feux souterrains ont commencé de ravager la terre par leurs explosions. Tous ces derniers mouvements ont duré dix mille ans de

générale de l'empire de Russie, qu'on vient de publier cette année 1777, représente exactement les côtes de toute l'extrémité septentrionale de l'Asie habitée par les Tschutschis. Il dit que cette carte a été dressée d'après les connaissances les plus récentes acquises par la dernière expédition du major Pawluski contre ce peuple. « Cette côte, dit M. de Domascheneff, termine la grande chaîne de montagnes, laquelle sépare toute la Sibérie de l'Asie méridionale, et finit en se partageant entre la chaîne qui parcourt le Kamtschatka et celles qui remplissent toutes les terres entre les fleuves qui coulent à l'est du Lena. Les îles reconnues entre les côtes du Kamtschatka et celles de l'Amérique sont montagneuses, ainsi que les côtes du Kamtschatka et celles du continent de l'Amérique: il y a donc une continuation bien marquée entre les chaînes de montagnes de ces deux continents dont les interruptions, jadis peut-être moins considérables, peuvent avoir été élargies par le dépérissement de la roche, par les courants continus qui entrent de la mer Glaciale vers la grande mer du Sud, et par les catastrophes du globe. »

Mais cette chaîne sous-marine, qui joint les terres du Kamtschatka avec celles de l'Amérique, est plus méridionale de 7 ou 8 degrés que celle des îles Anadir ou Andrien, qui, de temps immémorial, ont servi de passage aux Tschutschis pour aller en Amérique.

M. de Domascheneff dit qu'il est certain que cette traversée de la pointe de l'Asie au continent de l'Amérique se fait à la rame, et que ces peuples y vont trafiquer des ferrailles russes avec les Américains; que les îles qui sont sur ce passage sont si fréquentes, qu'on peut coucher toutes les nuits à terre, et que le continent de l'Amérique où les Tschutschis commercent est montagneux et couvert de forêts peuplées de renards, de martres et de zibelines, dont ils rapportent des fourrures de qualités et de couleurs toutes différentes de celles de Sibérie. Ces îles septentrionales, situées entre les deux continents, ne sont guère connues que des Tschutschis; elles forment une chaîne entre la pointe la plus orientale de l'Asie et le continent de l'Amérique, sous le 64° degré: et cette chaîne est séparée par une mer ouverte, de la seconde chaîne plus méridionale dont nous venons de parler, située sous le 56° degré entre le Kamtschatka et l'Amérique: ce sont les îles de cette seconde chaîne que les Russes et les habitants du Kamtschatka fréquentent pour la chasse des loutres marines et des renards noirs, dont les fourrures sont très-précieuses. On avait connaissance de ces îles, même des plus orientales dans cette dernière chaîne, avant l'année 1750: l'une de ces îles porte le nom du commandeur Behring, une autre assez voisine s'appelle l'île Medenoi; ensuite on trouve les quatre îles Aleutes ou Aléoutes, les deux premières situées un peu au-dessus et les dernières un peu au-dessous du 55° degré; ensuite on trouve environ au 56° degré les îles Atkou et Amlaigh, qui sont les premières de la chaîne des îles aux Renards, laquelle s'étend vers le nord-est jusqu'au 61° degré de latitude: le nom de ces îles est venu du nombre prodigieux de renards qu'on y a trouvés. Les deux îles du commandeur Behring et de Medenoi étaient inhabitées lorsqu'on en fit la découverte; mais on a trouvé dans les îles Aleutes, quoique plus avancées vers l'orient, plus d'une soixantaine de familles, dont la langue ne se rapporte ni à celle du Kamtschatka ni à aucune de celles de l'Asie orientale, et n'est qu'un dialecte de la langue qu'on parle dans les autres îles voisines de l'Amérique, ce qui semblerait indiquer qu'elles ont été peuplées par les Américains, et non par les Asiatiques.

Les îles nommées par l'équipage de Behring l'île Saint-Julien, Saint-Théodore, Saint-Abraham, sont les mêmes que celles qu'on appelle aujourd'hui les îles Aleutes; et de même l'île de Chommaghin, de Saint-Dolmat, indiquées par ce navigateur, font partie de celles qu'on appelle îles aux Renards.

« La grande distance, dit M. de Domascheneff, et la mer ouverte et profonde qui se trouve entre les îles Aleutes et les îles aux Renards, jointes au gisement différent de ces dernières, peuvent faire présumer que ces îles ne forment pas une chaîne marine continue; mais que les premières, avec celles de Medenoi et de Behring, font une chaîne marine qui vient du Kamtschatka, et que les îles aux Renards en représentent une autre issue de l'Amérique; que l'une et l'autre de ces chaînes vont généralement se perdre dans la profondeur de la grande mer, et sont des promontoires des deux continents. La suite des îles aux Renards, dont quelques-unes sont d'une grande étendue, est entremêlée d'écueils et de brisants, et se continue sans interruption jusqu'au continent de l'Amérique; mais celles qui sont les plus voisines de ce continent de l'Amérique; sont très-peu fréquentées par les barques des chasseurs russes, parce qu'elles sont fort peuplées, et qu'il serait dangereux d'y séjourner. Il y a plusieurs de ces îles voisines de la terre-ferme de l'Amérique, qui ne sont pas encore bien reconnues. Quelques navires ont cependant pénétré jusqu'à l'île de Kadjak, qui est très-voisine du continent de l'Amérique; l'on en est assuré, tant sur le rapport des insulaires, que par d'autres raisons: une de ces raisons est, qu'au lieu que toutes les îles plus occidentales ne produisent que des arbrisseaux rabougris et rampants, que les vents de pleine mer empêchent de s'élever; l'île de Kadjak, au contraire, et les

plus ; et en somme totale, ces grands événements, ces opérations et ces constructions supposent au moins une succession de soixante mille années, après quoi la nature, dans son premier moment de repos, a donné ses productions les plus nobles ; la cinquième époque nous présente la naissance des animaux terrestres. Il est vrai que ce repos n'était pas absolu ; la terre n'était pas encore tout à fait tranquille, puisque ce n'est qu'après la naissance des premiers animaux terrestres que

petites îles voisines, produisent des bosquets d'aunes, qui semblent indiquer qu'elles se trouvent moins à découvert, et qu'elles sont garanties au nord et à l'est par un continent voisin. De plus on y a trouvé des loutres d'eau douce qui ne se voient point aux autres îles, de même qu'une petite espèce de marmotte, qui paraît être la marmotte du Canada ; enfin l'on y a remarqué des traces d'ours et de loups, et les habitants sont vêtus de peaux de rennes qui leur viennent du continent de l'Amérique, dont ils sont très-voisins.

On voit, par la relation d'un voyage poussé jusqu'à l'île de Kadjak, sous la conduite d'un certain Géottof, que les insulaires nomment *Atakthan* le continent de l'Amérique : ils disent que cette grande terre est montagneuse et toute couverte de forêts ; ils placent cette grande terre au nord de leur île, et nomment l'embouchure d'un grand fleuve, *Alagschak*, qui s'y trouve... D'autre part, l'on ne saurait douter que Behring, aussi bien que Tschirikow, n'ait effectivement touché à ce grand continent, puisqu'au cap Elie, où sa frégate mouilla, l'on vit des bords de la mer le terrain s'élever en montagne continue et toute revêtue d'épaisses forêts : le terrain y était d'une nature toute différente de celui du Kamtschatka ; nombre de plantes américaines y furent recueillies par Steller. »

M. de Domascheneff observe de plus que toutes les îles aux Renards, ainsi que les îles Aleutes et celle de Behring, sont montagneuses ; que leurs côtes sont, pour la plupart, hérissées de rochers, coupés par des précipices, et environnés d'écueils jusqu'à une assez grande distance : que le terrain s'élève depuis les côtes jusqu'au milieu de ces îles en montagnes fort roides, qui forment de petites chaînes dans le sens de la longueur de chaque île ; au reste, il y a eu et il y a encore des volcans dans plusieurs de ces îles, et celles où ces volcans sont éteints ont des sources d'eau chaude. On ne trouve point de métaux dans ces îles à volcans, mais seulement des calcédoines et quelques autres pierres colorées de peu de valeur. On n'a d'autres bois dans ces îles que les tiges ou branches d'arbres flottés par la mer, et qui n'y arrivent pas en grande quantité ; il s'en trouve plus sur l'île Behring et sur les Aleutes : il paraît que ces bois flottés viennent, pour la plupart, des plages méridionales ; car on y a observé le bois de camphre du Japon.

Les habitants de ces îles sont assez nombreux ; mais, comme ils mènent une vie errante, se transportant d'une île à l'autre il n'est pas possible de fixer leur nombre. On a généralement observé que plus les îles sont grandes, plus elles sont voisines de l'Amérique, et plus elles sont peuplées. Il paraît aussi que les insulaires des îles aux Renards sont d'une même nation, à laquelle les habitants des Aleutes et des îles d'Andrien peuvent aussi se rapporter, quoiqu'ils en diffèrent par quelques coutumes. Tout ce peuple a une très-grande ressemblance pour les mœurs, la façon de vivre et de se nourrir, avec les Esquimaux et les Groenlandais. Le nom de *Kanaghist*, dont ces insulaires s'appellent dans leur langue, peut-être corrompu par les marins, est encore très-ressemblant à celui de *Karalit*, dont les Esquimaux et leurs frères les Groenlandais se nomment. On n'a trouvé aux habitants de toutes ces îles, entre l'Asie et l'Amérique, d'autres outils que des haches de pierre, des cailloux taillés en scalpel, et des omoplates d'animaux aiguës pour couper l'herbe ; ils ont aussi des dards, qu'ils lancent de la main à l'aide d'une palette, et desquels la pointe est armée d'un callou pointu et artistement taillé : aujourd'hui ils ont beaucoup de ferrailles volées ou enlevées aux Russes. Ils font des canots et des espèces de pirogues comme les Esquimaux, il y en a d'assez grandes pour contenir vingt personnes ; la charpente en est de bois léger, recouvert partout de peaux de phoques et d'autres animaux marins.

Il paraît par tous ces faits, que de temps immémorial les Tschutschis qui habitent la pointe la plus orientale de l'Asie, entre le 55° et le 70° degré, ont eu commerce avec les Américains, et que ce commerce était d'autant plus facile pour ces peuples accoutumés à la rigueur du froid, que l'on peut faire le voyage, qui n'est peut-être pas de cent lieues, en se reposant tous les jours d'île en île, et dans de simples canots, conduits à la rame en été, et peut-être sur la glace en hiver. L'Amérique a donc pu être peuplée par l'Asie sous ce parallèle ; et tout semble indiquer que, quoiqu'il y ait aujourd'hui des interruptions de mer entre les terres de ces îles, elles ne faisaient autrefois qu'un même continent, par lequel l'Amérique était jointe à l'Asie ; cela semble indiquer aussi qu'au delà de ces îles Anadir ou Andrien, c'est-à-dire entre le 70° et le 75° degré, les deux continents sont absolument réunis par un terrain où il ne se trouve plus de mer, mais qui est peut-être entièrement couvert de glace. La reconnaissance de ces plages au delà du 70° degré est une entreprise digne de l'attention de la grande souveraine de la Russie, et il faudrait la confier à un navigateur aussi courageux que M. Phipps. Je suis bien persuadé qu'on trouverait les deux continents réunis ; et s'il en est autrement, et qu'il y ait une mer ouverte au delà des îles Andrien, il me paraît certain qu'on trouverait les appendices de la grande glacière du pôle à 81 ou 82 degrés, comme M. Phipps les a trouvés à la même hauteur entre le Spitzberg et le Groenland. (*Add. Buff.*)

s'est faite la séparation des continents, et que sont arrivés les grands changements que je viens d'exposer dans cette sixième époque.

Au reste, j'ai fait ce que j'ai pu pour proportionner dans chacune de ces périodes la durée du temps à la grandeur des ouvrages ; j'ai tâché, d'après mes hypothèses, de tracer le tableau successif des grandes révolutions de la nature, sans néanmoins avoir prétendu la saisir à son origine, et encore moins l'avoir embrassée dans toute son étendue ; et mes hypothèses fussent-elles contestées, et mon tableau ne fût-il qu'une esquisse très-imparfaite de celui de la nature, je suis convaincu que tous ceux qui de bonne foi voudront examiner cette esquisse et la comparer avec le modèle trouveront assez de ressemblance pour pouvoir au moins satisfaire leurs yeux et fixer leurs idées sur les plus grands objets de la philosophie naturelle.

SEPTIÈME ET DERNIÈRE ÉPOQUE.

LORSQUE LA PUISSANCE DE L'HOMME A SECONDÉ CELLE DE LA NATURE.

Les premiers hommes témoins des mouvements convulsifs de la terre, encore récents et très-fréquents, n'ayant que les montagnes pour asiles contre les inondations, chassés souvent de ces mêmes asiles par le feu des volcans, tremblants sur une terre qui tremblait sous leurs pieds, nus d'esprit et de corps, exposés aux injures de tous les éléments, victimes de la fureur des animaux féroces, dont ils ne pouvaient éviter de devenir la proie ; tous également pénétrés du sentiment commun d'une terreur funeste, tous également pressés par la nécessité, n'ont-ils pas très-promptement cherché à se réunir, d'abord pour se défendre par le nombre, ensuite pour s'aider et travailler de concert à se faire un domicile et des armes ? Ils ont commencé par aiguïser en forme de haches ces cailloux durs, ces jades, ces *pierres de foudre*, que l'on a vues tombées des nues et formées par le tonnerre, et qui néanmoins ne sont que les premiers monuments de l'art de l'homme dans l'état de pure nature : il aura bientôt tiré du feu de ces mêmes cailloux en les frappant les uns contre les autres ; il aura saisi la flamme des volcans, ou profité du feu de leurs laves brûlantes pour le communiquer, pour se faire jour dans les forêts, les broussailles ; car, avec le secours de ce puissant élément, il a nettoyé, assaini, purifié les terrains qu'il voulait habiter ; avec la hache de pierre, il a tranché, eoupé les arbres, menuisé le bois, façonné ses armes et les instruments de première nécessité. Et après s'être munis de massues et d'autres armes pesantes et défensives, ces premiers hommes n'ont-ils pas trouvé le moyen d'en faire d'offensives plus légères, pour atteindre de loin ? Un nerf, un tendon d'animal, des fils d'aloès, ou l'écorce souple d'une plante ligneuse leur ont servi de corde pour réunir

les deux extrémités d'une branche élastique dont ils ont fait leur arc; ils ont armé d'autres petits cailloux pour en armer la flèche. Bientôt ils auront eu des filets, des radeaux, des canots, et s'en sont tenus là tant qu'ils n'ont formé que de petites nations composées de quelques familles, ou plutôt de parents issus d'une même famille, comme nous le voyons encore aujourd'hui chez les sauvages, qui veulent demeurer sauvages, et qui le peuvent, dans les lieux où l'espace libre ne leur manque pas plus que le gibier, le poisson et les fruits. Mais dans tous ceux où l'espace s'est trouvé confiné par les eaux, ou resserré par les hautes montagnes, ces petites nations, devenues trop nombreuses, ont été forcées de partager leur terrain entre elles; et c'est de ce moment que la terre est devenue le domaine de l'homme: il en a pris possession par ses travaux de culture, et l'attachement à la patrie a suivi de très-près les premiers actes de sa propriété. L'intérêt particulier faisant partie de l'intérêt national, l'ordre, la police et les lois ont dû succéder, et la société prendre de la consistance et des forces.

Néanmoins ces hommes, profondément affectés des calamités de leur premier état, et ayant encore sous les yeux les ravages des inondations, les incendies des volcans, les gouffres ouverts par les secousses de la terre, ont conservé un souvenir durable et presque éternel de ces malheurs du monde: l'idée qu'il doit périr par un déluge universel, ou par un embrasement général; le respect pour certaines montagnes (1) sur lesquelles ils s'étaient sauvés des inondations; l'horreur pour ces autres montagnes qui lançaient des feu plus terribles que ceux du tonnerre, la vue de ces combats de la terre contre le ciel, fondement de la fable des Titans et des assauts contre les dieux; l'opinion de l'existence réelle d'un être malfaisant, la crainte et la superstition qui en sont le premier produit, tous ces sentiments fondés sur la terreur se sont dès lors emparés à jamais du cœur et de l'esprit de l'homme: à peine est-il encore aujourd'hui rassuré par l'expérience des temps, par le calme qui a succédé à ces siècles d'orage, enfin par la connaissance des effets et des opérations de la nature; connaissance qui n'a pu s'acquérir qu'après l'établissement de quelque grande société dans les terres paisibles.

Ce n'est point en Afrique, ni dans les terres de l'Asie les plus avancées vers le midi, que les grandes sociétés ont pu d'abord se former; ces contrées étaient encore brûlantes et désertes; ce n'est point en Amérique, qui n'est évidemment, à l'exception de ses chaînes de montagnes, qu'une terre nouvelle; ce n'est pas même en Europe, qui n'a reçu que fort tard les lumières d'Orient, que se sont établis les premiers hommes civilisés, puisqu'avant la fondation de Rome, les con-

(1) Les montagnes en vénération dans l'Orient sont le mont Carmel et quelques endroits du Caucase; le mont Pirpangel au nord de l'Indostan; la montagne Pora dans la province d'Aracan; celle de Chaq-Pechan à la source du fleuve Sangari, chez les Tartares Mantchoux, d'où les Chinois croient qu'est venu Fo-li; le mont Altaï à l'orient des sources du Selinga en Tartarie, le mont Pecha au nord-ouest de la Chine, etc. Celles qui étaient en horreur étaient les montagnes à volcan, parmi lesquelles on peut citer le mont Ararath, dont le nom même signifie *montagne de malheur*, parce qu'en effet cette montagne était un des plus grands volcans de l'Asie, comme cela se reconnaît encore aujourd'hui par sa forme et par les matières qui environnent son sommet, où l'on voit les cratères et les autres signes de ses anciennes éruptions. (*Id. Buff.*)

trées les plus heureuses de cette partie du monde, telles que l'Italie, la France et l'Allemagne, n'étaient encore peuplées que d'hommes plus qu'à demi sauvages. Lisez Tacite, sur les mœurs des Germains; c'est le tableau de celles des Hurons, ou plutôt des habitudes de l'espèce humaine entière sortant de l'état de nature. C'est donc dans les contrées septentrionales de l'Asie que s'est élevée la tige des connaissances de l'homme, et c'est sur ce tronc de l'arbre de la science que s'est élevé le tronc de sa puissance : plus il a su, plus il a pu ; mais aussi moins il a fait, moins il a su. Tout cela suppose des hommes actifs dans un climat heureux, sous un ciel pur pour l'observer, sur une terre féconde pour la cultiver, dans une contrée privilégiée, à l'abri des inondations, éloignée des volcans, plus élevée et par conséquent plus anciennement tempérée que les autres. Or toutes ces conditions, toutes ces circonstances se sont trouvées réunies dans le centre du continent de l'Asie, depuis le 40^e degré de latitude jusqu'au 53^e. Les fleuves qui portent les eaux dans la mer du Nord, dans l'Océan oriental, dans les mers du Midi et dans la Caspienne, partent également de cette région élevée qui fait aujourd'hui partie de la Sibérie méridionale et de la Tartarie. C'est dans cette terre plus élevée, plus solide que les autres, puisqu'elle leur sert de centre, et qu'elle est éloignée de près de cinq cents lieues de tous les océans; c'est dans cette contrée privilégiée que s'est formé le premier peuple digne de porter ce nom, digne de tous nos respects, comme créateur des sciences, des arts et de toutes les institutions utiles. Cette vérité nous est également démontrée par les monuments de l'histoire naturelle et par les progrès presque inconcevables de l'ancienne astronomie. Comment des hommes si nouveaux ont-ils pu trouver la période *lunisolaire* de six cents ans (1)? Je me borne

(1) La période de six cents ans dont Josèphe dit que se servaient les anciens patriarches avant le déluge est une des plus belles et des plus exactes que l'on ait jamais inventées. Il est de fait que, prenant le mois lunaire de 29 jours 12 heures 44 minutes 3 secondes, on trouve que 249 mille 146 jours $\frac{1}{2}$ font 7 mille 421 mois lunaires; et ce même nombre de 249 mille 146 jours $\frac{1}{2}$ donne 600 années solaires, chacune de 365 jours 5 heures 51 minutes 36 secondes d'où résulte le mois lunaire à une seconde près, tel que les astronomes modernes l'ont déterminé, et l'année solaire plus juste qu'Hipparque et Ptolémée ne l'ont donnée plus de deux mille ans après le déluge. Josèphe a cité, comme ses garants, Manéthon, Béroze et plusieurs autres anciens auteurs dont les écrits sont perdus il y a longtemps.. Quel que soit le fondement sur lequel Josèphe a parlé de cette période, il faut qu'il y ait eu réellement et de temps immémorial une telle période ou grande année, qu'on avait oubliée depuis plusieurs siècles, puisque les astronomes qui sont venus après cet historien s'en seraient servis préférablement à d'autres hypothèses moins exactes, pour la détermination de l'année solaire et du mois lunaire s'ils l'avaient connue, ou s'en seraient fait honneur s'ils l'avaient imaginée.

« Il est constant, dit le savant astronome Dominique Cassini, que dès le premier âge du monde, les hommes avaient déjà fait de grands progrès dans la science du mouvement des astres; on pourrait même avancer qu'ils en avaient beaucoup plus de connaissances que l'on en a eu longtemps depuis le déluge, s'il est bien vrai que l'année dont les anciens patriarches se servaient fût de la grandeur de celles qui composent la grande période de six cents ans dont il est fait mention dans les Antiquités des Juifs, écrites par Josèphe. Nous ne trouvons dans les monuments qui nous restent de toutes les autres nations aucun vestige de cette période de six cents ans, qui est une des plus belles que l'on ait encore inventées.»

M. Cassini s'en rapporte, comme on voit, à Josèphe, et Josèphe avait pour garants les historiographes égyptiens, babyloniens, phéniciens et grecs; Manéthon, Béroze, Moélins, Hestiésus, Jérôme l'Egyptien, Hésiode, Hécatée, etc., dont les écrits pouvaient subsister et subsistaient vraisemblablement de son temps.

Or, cela posé, et quoi qu'on puisse opposer au témoignage de ces auteurs, M. de Mairan dit, avec raison, que l'incompétence des juges ou des témoins ne saurait avoir lieu ici. Le fait dépose par lui-même son authenticité il suffit qu'une semblable période ait été nommée, il suffit qu'elle ait existé, pour qu'on soit en droit d'en conclure qu'il aura donc aussi existé des siècles d'observations, et en grand nombre, qui l'ont précédée; que l'oubli dont elle fut suivie est aussi bien ancien, car on doit remarquer comme

à ce seul fait, quoiqu'on puisse en citer beaucoup d'autres tout aussi merveilleux et tout aussi constants. Ils savaient donc autant d'astronomie qu'en savait de nos jours Dominique Cassini, qui le premier a démontré la réalité et l'exactitude de cette période de six cents ans; connaissance à laquelle ni les Chaldéens, ni les Egyptiens, ni les Grecs, ne sont pas arrivés; connaissance qui suppose celle des mouvements précis de la lune et de la terre, et qui exige une grande perfection dans les instruments nécessaires aux observations; connaissance qui ne peut s'acquérir qu'après avoir tout acquis, laquelle n'étant fondée que sur une longue suite de recherches, d'études et de travaux astronomiques, suppose au moins deux ou trois mille ans de culture à l'esprit humain pour y parvenir.

Ce premier peuple a été très-heureux, puisqu'il est devenu très-savant : il a joui, pendant plusieurs siècles, de la paix, du repos, du loisir nécessaire à cette culture de l'esprit, de laquelle dépend le fruit de toutes les autres cultures. Pour se douter de la période de six cents ans, il fallait au moins douze cents ans d'observations; pour l'assurer comme fait certain, il en a fallu plus du double : voilà donc déjà trois mille ans d'études astronomiques; et nous n'en serons pas étonnés, puisqu'il a fallu ce même temps aux astronomes, en les comptant depuis les Chaldéens jusqu'à nous, pour reconnaître cette période; et ces premiers trois mille ans, d'observations astronomiques n'ont-ils pas été nécessairement précédés de quelques siècles où la science n'était pas née? Six mille ans, à compter de ce jour, sont-ils suffisants pour remonter à l'époque la plus noble de l'histoire de l'homme, et même pour le suivre dans les premiers progrès qu'il a faits dans les arts et dans les sciences?

Mais malheureusement elles ont été perdues, ces hautes et belles sciences; elles ne nous sont parvenues que par débris trop informes pour nous servir autrement qu'à reconnaître leur existence passée. L'invention de la formule d'après laquelle les brames calculent les éclipses, suppose autant de science que la construction de nos éphémérides, et cependant ces mêmes brames n'ont pas la moindre idée de la composition de l'univers; ils n'en ont que de fausses sur le mouvement, la grandeur et la position des planètes; ils calculent les éclipses sans en connaître la théorie, guidés comme des machines par une gamme fondée sur des formules savantes qu'ils ne comprennent pas, et que probablement leurs ancêtres n'ont point inventées, puisqu'ils n'ont rien perfectionné, et qu'ils n'ont pas transmis le moindre rayon de la science à leurs descendants : ces formules ne sont entre leurs mains que des méthodes de pratique; mais elles supposent des connaissances profondes dont ils n'ont pas les éléments, dont ils n'ont pas même conservé les moindres vestiges, et qui par conséquent ne leur ont jamais appartenu. Ces méthodes ne peuvent

temps d'oubli tout celui où l'on a ignoré la justesse de cette période, où l'on a dédaigné d'en approfondir les éléments et de s'en servir pour rectifier la théorie des mouvements célestes, et où l'on s'est avisé d'y en substituer de moins exactes. Donc si Hipparque, Méton, Pythagore, Thalès et tous les anciens astronomes de la Grèce, ont ignoré la période de six cents ans, on est fondé à dire qu'elle était oubliée non-seulement chez les Grecs, mais aussi en Egypte, dans la Phénicie et dans la Chaldée, où les Grecs avaient tous été puiser leur grand savoir en astronomie. (*Add. Buff.*)

donc venir que de cet ancien peuple savant qui avait réduit en formules les mouvements des astres, et qui, par une longue suite d'observations, était parvenu non-seulement à la prédiction des éclipses, mais à la connaissance bien plus difficile de la période de six cents ans, et de tous les faits astronomiques que cette connaissance exige et suppose nécessairement.

Je crois être fondé à dire que les brames n'ont pas imaginé ces formules savantes, puisque toutes leurs idées physiques sont contraires à la théorie dont ces formules dépendent, et que s'ils eussent compris cette théorie, même dans le temps qu'ils en ont reçu les résultats, ils eussent conservé la science, et ne se trouveraient pas réduits aujourd'hui à la plus grande ignorance, et livrés aux préjugés les plus ridicules sur le système du monde : car ils croient que la terre est immobile, et appuyée sur la cime d'une montagne d'or; ils pensent que la lune est éclipsée par des dragons aériens, que les planètes sont plus petites que la lune, etc. Il est donc évident qu'ils n'ont jamais eu les premiers éléments de la théorie astronomique, ni même la moindre connaissance des principes que supposent les méthodes dont ils se servent. Mais je dois renvoyer ici à l'excellent ouvrage que M. Bailli vient de publier sur l'ancienne astronomie, dans lequel il discute à fond tout ce qui est relatif à l'origine et au progrès de cette science : on verra que ses idées s'accordent avec les miennes; et d'ailleurs il a traité ce sujet important avec une sagacité de génie et une profondeur d'érudition qui méritent des éloges de tous ceux qui s'intéressent au progrès des sciences.

Les Chinois, un peu plus éclairés que les brames, calculent assez grossièrement les éclipses, et les calculent toujours de même depuis deux ou trois mille ans : puisqu'ils ne perfectionnent rien, ils n'ont jamais rien inventé; la science n'est donc pas plus née à la Chine qu'aux Indes. Quoique aussi voisins que les Indiens du premier peuple savant, les Chinois ne paraissent pas en avoir rien tiré; ils n'ont pas même ces formules astronomiques dont les brames ont conservé l'usage, et qui sont néanmoins les premiers et grands monuments du savoir et du bonheur de l'homme. Il ne paraît pas non plus que les Chaldéens, les Perses, les Égyptiens et les Grecs, aient rien reçu de ce premier peuple éclairé; car, dans ces contrées du Levant, la nouvelle astronomie n'est due qu'à l'opiniâtre assiduité des observateurs chaldéens, et ensuite aux travaux des Grecs (1), qu'on ne doit dater que du

(1) Les astronomes et les philosophes grecs avaient puisé en Égypte et aux Indes la plus grande partie de leurs connaissances. Les Grecs étaient donc des gens très-nouveaux en astronomie en comparaison des Indiens, des Chinois et des Atlantes, habitants de l'Afrique occidentale; Uranus et Atlas chez ces derniers peuples, Fo-hi à la Chine, Mercure en Égypte, Zoroastre en Perse, etc.

Les Atlantes, chez qui régnait Atlas, paraissent être les plus anciens peuples de l'Afrique, et beaucoup plus anciens que les Égyptiens. La théogonie des Atlantes, rapportée par Diodore de Sicile, s'est probablement introduite en Égypte, en Ethiopie et en Phénicie, dans le temps de cette grande irruption dont il est parlé dans le *Timée* de Platon, d'un peuple innombrable qui sortit de l'île Atlantide et se jeta sur une grande partie de l'Europe, de l'Asie et de l'Afrique.

Dans l'occident de l'Asie, dans l'Europe, dans l'Afrique, tout est fondé sur les connaissances des Atlantes, tandis que les peuples orientaux, chaldéens, indiens et chinois, n'ont été instruits que plus tard, et ont toujours formé des peuples qui n'ont pas eu de relations avec les Atlantes, dont l'irruption est plus ancienne que la première date d'aucun de ces derniers peuples.

temps de la fondation de l'école d'Alexandrie. Néanmoins cette science était encore bien imparfaite après deux mille ans de nouvelle culture, et même jusqu'à nos derniers siècles. Il me paraît donc certain que ce premier peuple, qui avait inventé et cultivé si heureusement et si longtemps l'astronomie, n'en a laissé que des débris et quelques résultats qu'on pouvait retenir de mémoire, comme celui de la période de six cents ans, que l'historien Josèphe nous a transmise sans la comprendre.

La perte des sciences, cette première plaie faite à l'humanité par la hache de la barbarie, fut sans doute l'effet d'une malheureuse révolution qui aura détruit peut-être en peu d'années l'ouvrage et les travaux de plusieurs siècles; car nous ne pouvons douter que ce premier peuple, aussi puissant d'abord que savant, ne se soit longtemps maintenu dans sa splendeur, puisqu'il a fait de si grands progrès dans les sciences, et par conséquent dans tous les arts qu'exige leur étude. Mais il y a toute apparence que quand les terres situées au nord de cette heureuse contrée ont été trop refroidies, les hommes qui les habitaient, encore ignorants, farouches et barbares, auront reflué vers cette même contrée riche, abondante et cultivée par les arts; il est même assez étonnant qu'ils s'en soient emparés, et qu'ils y aient détruit non-seulement les germes, mais même la mémoire de toute science; en sorte que trente siècles d'ignorance ont peut-être suivi les trente siècles de lumières qui les avaient précédés. De tous ces beaux et premiers fruits de l'esprit humain il n'est resté que le maré; la métaphysique religieuse, ne pouvant être comprise, n'avait pas besoin d'étude, et ne devait ni s'altérer, ni se perdre faute de mémoire, laquelle ne manque jamais quand elle est frappée du merveilleux. Aussi cette mé-

Atlas, fils d'Uranus et frère de Saturne, vivait, selon Manéthon et Dicéarque, 3 mille 900 ans environ avant l'ère chrétienne.

Quoique Diogène-Laërce, Hérodote, Diodore de Sicile, Pomponius Mela, etc., donnent à l'âge d'Uranus, les uns 48 mille 860 ans, les autres 23 mille ans, etc., cela n'empêche pas qu'en réduisant ces années à la vraie mesure du temps dont on se servait dans différents siècles chez ces peuples, ces mesures ne reviennent au même, c'est-à-dire à 3 mille 890 ans avant l'ère chrétienne.

Le temps du déluge, selon les Septante, a été 2 mille 236 ans après la création.

L'astronomie a été cultivée en Égypte plus de 3 mille ans avant l'ère chrétienne; on peut le démontrer par ce que rapporte Ptolémée sur le lever héliaque de Sirius: ce lever de Sirius était très-important chez les Égyptiens, parce qu'il annonçait le débordement du Nil.

Les Chaldéens paraissent plus nouveaux dans la carrière astronomique que les Égyptiens.

Les Égyptiens connaissaient le mouvement du soleil plus de 3 mille ans avant Jésus-Christ, et les Chaldéens plus de 2473 ans.

Il y avait chez les Phrygiens un temple dédié à Hercule, qui paraît avoir été fondé 2 mille 800 ans avant l'ère chrétienne, et l'on sait qu'Hercule a été dans l'antiquité l'emblème du soleil.

On peut aussi dater les connaissances astronomiques chez les anciens Perses plus de 3 mille 200 ans avant Jésus-Christ.

L'astronomie chez les Indiens est tout aussi ancienne, ils admettent quatre âges, et c'est au commencement du quatrième qu'est liée leur première époque astronomique: cet âge durait en 1762 depuis 4 mille 863 ans, ce qui remonte à l'année 3102 ans avant Jésus-Christ. Ce dernier âge des Indiens est réellement composé d'années solaires: mais les trois autres, dont le premier est de 4 million 728 mille années, le second de 1 million 296 mille, et le troisième de 864 mille années, sont évidemment composés d'années, ou plutôt de révolutions de temps beaucoup plus courtes que les années solaires.

Il est aussi démontré par les époques astronomiques, que les Chinois avaient cultivé l'astronomie plus de 3 mille ans avant Jésus-Christ, et dès le temps de Fo-hi.

Il y a donc une espèce de niveau entre les peuples égyptiens, chaldéens ou perses, indiens, chinois et tartares. Ils ne s'élèvent pas plus les uns que les autres dans l'antiquité, et cette époque remarquable de 3 mille ans d'ancienneté pour l'astronomie est à peu près la même partout.

taphysique s'est-elle répandue de ce premier centre des sciences à toutes les parties du monde; les idoles de Calicut se sont trouvées les mêmes que celles de Séléginskoi. Les pèlerinages vers le grand Lama, établis à plus de deux mille lieues de distance; l'idée de la métempsychose portée encore plus loin, adoptée comme article de foi par les Indiens, les Ethiopiens, les Atlantes; ces mêmes idées défigurées, reçues par les Chinois, les Perses, les Grecs, et parvenues jusqu'à nous; tout semble nous démontrer que la première souche et la tige commune des connaissances humaines appartient à cette terre de la Haute-Asie (1), et que les rameaux stériles ou dégénérés des nobles branches de cette ancienne souche se sont étendus dans toutes les parties de la terre chez les peuples civilisés.

Et que pouvons-nous dire de ces siècles de barbarie qui se sont écoulés en pure perte pour nous? Ils sont ensevelis pour jamais dans une nuit profonde: l'homme d'alors, replongé dans les ténèbres de l'ignorance, a pour ainsi dire cessé d'être homme: car la grossièreté, suivi de l'oubli des devoirs, commença par relâcher les liens de la société, la barbarie achève de les rompre; les lois méprisées ou prosaïques, les mœurs dégénérées en habitudes farouches; l'amour de l'humanité, quelque gravé en caractères sacrés, effacés dans les cœurs; l'homme enfin sans éducation, sans morale, réduit à mener une vie solitaire et sauvage, n'offre, au lieu de sa haute nature, que celle d'un être dégradé au-dessous de l'animal.

Néanmoins, après la perte des sciences, les arts utiles auxquels elles avaient donné naissance se sont conservés: la culture de la terre devenue plus nécessaire à mesure que les hommes se trouvaient plus nombreux, plus serrés; toutes les pratiques qu'exige cette même culture, tous les arts que supposent la construction des édifices, la fabrication des idoles et des armes, la texture des étoffes, etc., ont survécu à la science; ils se sont répandus de proche en proche, perfectionnés de loin en loin; ils ont suivi le cours des grandes populations: l'ancien empire de la Chine s'est élevé le premier, et presque en même temps celui des Atlantes en Afrique; ceux du continent de l'Asie, celui de l'Égypte, d'Éthiopie, se sont successivement établis, et enfin celui de Rome, auquel notre Europe doit son existence civile. Ce n'est donc que depuis environ trente siècles que la puissance de l'homme s'est réunie à celle de la nature et s'est étendue sur la plus grande partie de la terre: les trésors de sa fécondité jusqu'alors étaient enfouis, l'homme les a mis au grand jour; ses autres richesses, encore plus profondément enterrées, n'ont pu se dérober à ses recherches, et sont devenues le prix de ses travaux. Partout lorsqu'il s'est conduit avec sagesse, il a suivi les lois de la nature, profité de ses exemples, employé ses moyens, et choisi dans son immensité tous les objets qui pouvaient lui servir ou lui plaire. Par son intelligence, les animaux ont été apprivoisés, subjugués, domptés, réduits à lui obéir à jamais; par ses travaux, les marais ont été

(1) Les cultures, les arts, les bourgs épars dans cette région (dit le savant naturaliste M. Pallas), sont les restes encore vivants d'un empire ou d'une société florissante, dont l'histoire même est ensevelie avec ses cités, ses temples, ses armes et ses monuments, dont on déterre à chaque pas d'énormes débris; ces peuplades sont les membres d'une énorme nation, à laquelle il manque une tête.

desséchés, les fleuves contenus, leurs cataractes effacées, les forêts éclaircies, les landes cultivées; par sa réflexion, les temps ont été comptés, les espaces mesurés, les mouvements célestes reconnus, combinés, représentés, le ciel et la terre comparés, l'univers agrandi et le Créateur dignement adoré; par son art émané de la science, les mers ont été traversées, les montagnes franchies, les peuples rapprochés, un nouveau monde découvert, mille autres terres isolées sont devenues son domaine; enfin, la face entière de la terre porte aujourd'hui l'empreinte de la puissance de l'homme, laquelle, quoique subordonnée à celle de la nature, souvent a fait plus qu'elle, ou du moins l'a si merveilleusement secondée, que c'est à l'aide de nos mains qu'elle s'est développée dans toute son étendue, et qu'elle est arrivée par degrés au point de perfection et de magnificence où nous la voyons aujourd'hui.

Comparez en effet la nature brute à la nature cultivée (1); comparez les petites nations sauvages de l'Amérique avec nos grands peuples civilisés; comparez même celles de l'Afrique, qui ne le sont qu'à demi; voyez en même temps l'état des terres que ces nations habitent; vous jugerez aisément du peu de valeur de ces hommes par le peu d'impression que leurs mains ont faite sur le sol. Soit stupidité, soit paresse, ces hommes à demi bruts, ces nations non poliees, grandes ou petites, ne font que peser sur le globe sans soulager la terre, l'affamer sans la féconder, détruire sans édifier, tout user sans rien renouveler. Néanmoins, la condition la plus méprisable de l'espèce humaine n'est pas celle du sauvage, mais celle de ces nations au quart poliees, qui de tous temps ont été les vrais fléaux de la nature, et que les peuples civilisés ont encore peine à contenir aujourd'hui : ils ont, comme nous l'avons dit, ravagé la première terre heureuse, ils en ont arraché les germes du bonheur et détruit les fruits de la science. Et de combien d'autres invasions cette première irruption des barbares n'a-t-elle pas été suivie ! C'est de ces mêmes contrées du nord, où se trouvaient autrefois tous les biens de l'espèce humaine, qu'ensuite sont venus tous ses maux. Combien n'a-t-on pas vu de ces débordements d'animaux à face humaine, toujours venant du nord, ravager les terres du midi ! Jetez les yeux sur les annales de tous les peuples, vous y compterez vingt siècles de désolation pour quelques années de paix et de repos.

Il a fallu six cents siècles à la nature pour construire ces grands ouvrages, pour attiédir la terre, pour en façonner la surface et arriver à un état tranquille : combien n'en faudra-t-il pas pour que les hommes arrivent au même point et cessent de s'inquiéter, de s'agiter et de s'entre-détruire ? Quand reconnaîtront-ils que la jouissance paisible des terres de leur patrie suffit à leur bonheur ? Quand seront-ils assez sages pour rabattre de leurs prétentions, pour renoncer à des dominations imaginaires, à des possessions éloignées, souvent ruineuses, ou du moins plus à charge qu'utiles ? L'empire de l'Espagne, aussi étendu que celui de la France en Europe, et dix fois plus grand en Amérique, est-il dix fois plus puissant ? l'est-il même autant que si cette fière et grande nation se fût bornée à tirer de son heu-

(1) Voyez le discours qui a pour titre *de la Nature*, première vue.

reuse terre tous les biens qu'elle pouvait fournir? Les Anglais, ce peuple si sensé, si profondément pensant, n'ont-ils pas fait une grande faute en étendant trop loin les limites de leurs colonies? Les anciens me paraissent avoir eu des idées plus saines de ces établissements; ils ne projetaient des émigrations que quand leur population les surchargeait, et que leurs terres et leur commerce ne suffisaient plus à leurs besoins. Les invasions des barbares, qu'on regarde avec horreur, n'ont-elles pas eu des causes encore plus pressantes lorsqu'ils se sont trouvés trop serrés dans des terres ingrates, froides et dénuées, et en même temps voisines d'autres terres cultivées, fécondes et ouvertes de tous les biens qui leur manquaient? Mais aussi que de sang ont coûté ces funestes conquêtes! Que de malheurs, que de pertes les ont accompagnées et suivies!

Ne nous arrêtons pas plus longtemps sur le triste spectacle de ces révolutions de mort et de dévastation, toutes produites par l'ignorance; espérons que l'équilibre, quoique imparfait, qui se trouve actuellement entre les puissances des peuples civilisés se maintiendra, et pourra même devenir plus stable à mesure que les hommes sentiront mieux leurs véritables intérêts, qu'ils reconnaîtront le prix de la paix et du bonheur tranquille, qu'ils en feront le seul objet de leur ambition, que les princes dédaigneront la fausse gloire des conquérants, et mépriseront la petite vanité de ceux qui, pour jouer un rôle, les excitent à de grands mouvements.

Supposons donc le monde en paix, et voyons de plus près combien la puissance de l'homme pourrait influer sur celle de la nature. Rien ne paraît plus difficile, pour ne pas dire impossible, que de s'opposer au refroidissement successif de la terre et de réchauffer la température d'un climat; cependant l'homme le peut faire et l'a fait. Paris et Québec sont à peu près sous la même latitude et à la même élévation sur le globe : Paris serait donc aussi froid que Québec si la France et toutes les contrées qui l'avoisinent étaient aussi dépourvues d'hommes, aussi ouvertes de bois, aussi baignées par les eaux que le sont les terres voisines du Canada. Assainir, défricher et peupler un pays, c'est lui rendre de la chaleur pour plusieurs milliers d'années; et ceci prévient la seule objection raisonnable que l'on puisse faire contre mon opinion, ou, pour mieux dire, contre le fait réel du refroidissement de la terre.

Selon votre système, me dira-t-on, toute la terre doit être plus froide aujourd'hui qu'elle ne l'était il y a deux mille ans; or, la tradition semble nous prouver le contraire. Les Gaules et la Germanie nourrissaient des élans, des loups-cerviers, des ours et d'autres animaux qui se sont retirés depuis dans les pays septentrionaux : cette progression est bien différente de celle que vous leur supposez du nord au midi. D'ailleurs, l'histoire nous apprend que tous les ans la rivière de Seine était ordinairement glacée pendant une partie de l'hiver : ces faits ne paraissent-ils pas être directement opposés au prétendu refroidissement successif du globe? Ils le seraient, je l'avoue, si la France et l'Allemagne d'aujourd'hui étaient semblables à la Gaule et à la Germanie; si l'on n'eût pas abattu les forêts, desséché les marais, contenu les torrents, dirigé les fleuves et défriché toutes les terres trop ouvertes

et surchargées des débris même de leurs productions. Mais ne doit-on pas considérer que la déperdition de la chaleur du globe se fait d'une manière insensible ; qu'il a fallu soixante-seize mille ans pour l'attiédir au point de la température actuelle, et que dans soixante-seize autres mille ans, il ne sera pas encore assez refroidi pour que la chaleur particulière de la nature vivante y soit anéantie ? Ne faut-il pas comparer ensuite à ce refroidissement si lent le froid prompt et subit qui nous arrive des régions de l'air, se rappeler qu'il n'y a néanmoins qu'un trente-deuxième de différence entre le plus grand chaud de nos étés et le plus grand froid de nos hivers, et l'on sentira déjà que les causes extérieures influent beaucoup plus que la cause intérieure sur la température de chaque climat, et que, dans tous ceux où le froid de la région supérieure de l'air est attiré par l'humidité ou poussé par des vents qui le rabattent vers la surface de la terre, les effets de ces causes particulières l'emportent de beaucoup sur le produit de la cause générale ? Nous pouvons en donner un exemple qui ne laissera aucun doute sur ce sujet, et qui prévient en même temps toute objection de cette espèce.

Dans l'immense étendue des terres de la Guyane, qui ne sont que des forêts épaisses où le soleil peut à peine pénétrer, où les eaux répandues occupent de grands espaces ; où les fleuves, très-voisins les uns des autres, ne sont ni contenus ni dirigés, où il pleut continuellement pendant huit mois de l'année, l'on a commencé seulement depuis un siècle à défricher autour de Cayenne un très-petit canton de ces vastes forêts ; et déjà la différence de température, dans cette petite étendue de terrain défriché, est si sensible qu'on y éprouve trop de chaleur, même pendant la nuit, tandis que dans toutes les autres terres couvertes de bois, il fait assez froid la nuit pour qu'on soit forcé d'allumer du feu. Il en est de même de la quantité et de la continuité des pluies : elles cessent plus tôt et commencent plus tard à Cayenne que dans l'intérieur des terres ; elles sont aussi moins abondantes et moins continues. Il y a quatre mois de sécheresse absolue à Cayenne ; au lieu que dans l'intérieur du pays, la saison sèche ne dure que trois mois, et encore y pleut-il tous les jours par un orage assez violent qu'on appelle *le grain de midi*, parce que c'est vers le milieu du jour que cet orage se forme : de plus, il ne tonne presque jamais à Cayenne, tandis que les tonnerres sont violents et très-fréquents dans l'intérieur du pays, où les nuages sont noirs, épais et très-bas. Ces faits, qui sont certains, ne démontrent-ils pas qu'on ferait cesser ces pluies continuelles de huit mois, et qu'on augmenterait prodigieusement la chaleur dans toute cette contrée, si l'on détruisait les forêts qui la couvrent, si l'on y resserrait les eaux en dirigeant les fleuves, et si la culture de la terre, qui suppose le mouvement et le grand nombre des animaux et des hommes, chassait l'humidité froide et superflue que le nombre infiniment trop grand des végétaux attire, entretient et répand ?

Comme tout mouvement, toute action, produit de la chaleur, et que tous les êtres doués du mouvement progressif sont eux-mêmes autant de petits foyers de chaleur, c'est de la proportion du nombre des hommes et des animaux à celui des végétaux que dépend (toutes choses égales d'ailleurs) la température locale de

chaque terre en particulier; les premiers répandent de la chaleur, les seconds ne produisent que de l'humidité. L'usage habituel que l'homme fait du feu ajoute beaucoup à cette température artificielle dans tous les lieux où il habite en nombre, A Paris, dans les grands froids, les thermomètres, au faubourg Saint-Honoré, marquent 2 ou 3 degrés de froid de plus qu'au faubourg Saint-Marc, parce que le vent du nord se tempère en passant sur les chemins de cette grande ville. Une seule forêt de plus ou de moins dans un pays suffit pour en changer la température: tant que les arbres sont sur pied, ils attirent le froid, ils diminuent par leur ombrage la chaleur du soleil; ils produisent des vapeurs humides qui forment des nuages et retombent en pluie, d'autant plus froide qu'elle descend de plus haut: et si ces forêts sont abandonnées à la seule nature, ces mêmes arbres, tombés de vétusté, pourrissent froidement sur la terre, tandis qu'entre les mains de l'homme ils servent d'aliment à l'élément du feu, et deviennent les causes secondaires de toute chaleur particulière. Dans les pays de prairie, avant la récolte des herbes, on a toujours des rosées abondantes, et très-souvent de petites pluies qui cessent dès que ces herbes sont levées. Ces petites pluies deviendraient donc plus abondantes, et ne cesseraient pas, si nos prairies, comme les savanes de l'Amérique, étaient toujours couvertes d'une même quantité d'herbes, qui, loin de diminuer, ne peut qu'augmenter par l'engrais de toutes celles qui se dessèchent et pourrissent sur la terre.

Je donnerais aisément plusieurs autres exemples (1), qui tous concourent à démontrer que l'homme peut modifier les influences du climat qu'il habite, et en

(1) « Ceux qui résident depuis longtemps dans la Pensylvanie et dans les colonies voisines ont observé, dit M. Hugues Williamson, que leur climat a considérablement changé depuis quarante ou cinquante ans, et que les hivers ne sont point aussi froids... »

La température de l'air dans la Pensylvanie est différente de celles des contrées de l'Europe situées sous le même parallèle. Pour juger de la chaleur d'un pays, il faut non-seulement avoir égard à sa latitude, mais encore à sa situation et aux vents qui ont coutume d'y régner, puisque ceux-ci ne sauraient changer sans que le climat change aussi. La face d'un pays peut être entièrement métamorphosée par la culture; et l'on se convaincra, en examinant la cause des vents, que leur cours peut pareillement prendre de nouvelles directions...

« Depuis l'établissement de nos colonies, continue M. Williamson, nous sommes parvenus non-seulement à donner plus de chaleur au terrain des cantons habités, mais encore à changer en partie la direction des vents. Les marins, qui sont le plus intéressés à cette affaire, nous ont dit qu'il leur fallait autrefois quatre ou cinq semaines pour aborder sur nos côtes, tandis qu'aujourd'hui ils y abordent avec la moitié moins de temps. On convient encore que le froid est moins rude, la neige moins abondante et moins continue qu'elle ne l'a jamais été, depuis que nous sommes établis dans cette province... »

Il y a plusieurs autres causes qui peuvent augmenter ou diminuer la chaleur de l'air; mais on ne saurait m'alléguer cependant un seul exemple du changement de climat qu'on puisse attribuer au défrichement du pays où il a lieu. On m'objectera celui qui est arrivé depuis dix-sept cents ans dans l'Italie et dans quelques contrées de l'Orient, comme une exception à cette règle générale. On nous dit que l'Italie était mieux cultivée du temps d'Auguste qu'elle ne l'est aujourd'hui, et que cependant le climat y est beaucoup plus tempéré... Il est vrai que l'hiver était plus rude en Italie il y a dix-sept cents ans qu'il ne l'est aujourd'hui... mais on peut en attribuer la cause aux vastes forêts dont l'Allemagne, qui est au nord de Rome, était couverte dans ce temps-là... Il s'élevait de ces déserts incultes des vents du nord perçants, qui se répandaient comme un torrent dans l'Italie, et y causaient un froid excessif.. et l'air était autrefois si froid dans ces régions incultes, qu'il devait détruire la balance dans l'atmosphère de l'Italie, ce qui n'est plus de nos jours.

« On peut donc raisonnablement conclure que dans quelques années d'ici, et lorsque nos descendants auront défriché la partie intérieure de ce pays, ils ne seront presque plus sujets ni à la gelée, ni à la neige, et que leurs hivers seront extrêmement tempérés. »

Ces vues de M. Williamson sont très-justes, et je ne doute pas que notre postérité ne les voie confirmées par l'expérience. (*Add. Buff.*)

fixer pour ainsi dire la température au point qui lui convient. Et ce qu'il y a de singulier, c'est qu'il lui serait plus difficile de refroidir la terre que de la réchauffer : maître de l'élément du feu, qu'il peut augmenter et propager à son gré, il ne l'est pas de l'élément du froid, qu'il ne peut saisir ni communiquer. Le principe du froid n'est pas même une substance réelle, mais une simple privation, ou plutôt une diminution de chaleur, diminution qui doit être très-grande dans les hautes régions de l'air, et qui l'est assez à une lieue de distance de la terre pour y convertir en grêle et en neige les vapeurs aqueuses ; car les émanations de la chaleur propre du globe suivent la même loi que toutes les autres quantités ou qualités physiques qui partent d'un centre commun ; et leur intensité décroissant en raison inverse du carré de la distance, il paraît certain qu'il fait quatre fois plus froid à deux lieues qu'à une lieue de hauteur dans notre atmosphère, en prenant chaque point de la surface de la terre pour centre. D'autre part, la chaleur intérieure du globe est constante, dans toutes les saisons, à 10 degrés au-dessus de la congélation : ainsi, tout froid plus grand, ou plutôt toute chaleur moindre de 10 degrés, ne peut arriver sur la terre que par la chute des matières refroidies dans la région supérieure de l'air, où les effets de cette chaleur propre du globe, diminuent d'autant plus qu'on s'élève plus haut. Or, la puissance de l'homme ne s'étend pas si loin ; il ne peut faire descendre le froid comme il fait monter le chaud ; il n'a d'autre moyen pour se garantir de la trop grande ardeur du soleil, que de créer l'ombre : mais il est bien plus aisé d'abattre des forêts à la Guyane pour en réchauffer la terre humide, que d'en planter en Arabie pour en rafraîchir les sables arides ; cependant une seule forêt dans le milieu de ces déserts brûlants, suffirait pour les tempérer, pour y ramener les eaux du ciel, pour rendre à la terre tous les principes de sa fécondité, et par conséquent pour y faire jouir l'homme de toutes les douceurs d'un climat tempéré.

C'est de la différence de température que dépend la plus ou moins grande énergie de la nature ; l'accroissement, le développement et la production même de tous les êtres organisés, ne sont que des effets particuliers de cette cause générale : ainsi l'homme en la modifiant peut en même temps détruire ce qui lui nuit, et faire éclore tout ce qui lui convient. Heureuses les contrées où tous les éléments de la température se trouvent balancés, et assez avantageusement combinés pour n'opérer que de bons effets ! Mais en est-il aucune qui, dès son origine, ait eu ce privilège ? aucune où la puissance de l'homme n'ait pas secondé celle de la nature, soit en attirant ou détournant les eaux, soit en détruisant les herbes inutiles et les végétaux nuisibles ou superflus, soit en se conciliant les animaux utiles et les multipliant ? Sur trois cents espèces d'animaux quadrupèdes et quinze cents espèces d'oiseaux qui peuplent la surface de la terre, l'homme en a choisi dix-neuf ou vingt (1) ; et ces vingt espèces figurent seules plus grandement dans la nature, et

(1) L'éléphant, le chameau, le cheval, l'âne, le bœuf, la brebis, la chèvre, le cochon, le chien, le chat, le lama, la vigogne, le buffle. Les poules, les oies, les dindons, les canards, les paons, les faisans, les pigeons.

font plus de bien sur la terre que toutes les autres espèces réunies. Elles figurent plus grandement, parce qu'elles sont dirigées par l'homme, et qu'il les a prodigieusement multipliées : elles opèrent de concert avec lui tout le bien qu'on peut attendre d'une sage administration de forces et de puissance pour la culture de la terre, pour le transport et le commerce de ses productions, pour l'augmentation des subsistances; en un mot, pour tous les besoins, et même pour les plaisirs du seul maître qui puisse payer leurs services par ses soins.

Et dans ce petit nombre d'espèces d'animaux dont l'homme a fait choix, celles de la poule et du cochon, qui sont les plus fécondes, sont aussi les plus généralement répandues, comme si l'aptitude à la plus grande multiplication était accompagnée de cette vigueur de tempérament qui brave tous les inconvénients. On a trouvé la poule et le cochon dans les parties les moins fréquentées de la terre, à Otahiti, et dans les autres îles de tout temps inconnues et les plus éloignées des continents : il semble que ces espèces aient suivi celle de l'homme dans toutes ses émigrations. Dans le continent isolé de l'Amérique méridionale, où nul de nos animaux n'a pu pénétrer, on a trouvé le pécarî et la poule sauvage, qui, quoique plus petits et un peu différents du cochon et de la poule de notre continent, doivent néanmoins être regardés comme espèces très-voisines, qu'on pourrait de même réduire en domesticité; mais l'homme sauvage n'ayant point d'idée de la société, n'a pas même cherché celle des animaux. Dans toutes les terres de l'Amérique méridionale les sauvages n'ont point d'animaux domestiques; ils détruisent indifféremment les bonnes espèces comme les mauvaises; ils ne font choix d'aucune pour les élever et les multiplier : tandis qu'une seule espèce féconde, comme celle du *hocco* (1), qu'ils ont sous la main, leur fournirait sans peine, et seulement avec un peu de soin, plus de subsistance qu'ils ne peuvent s'en procurer par leurs chasses pénibles.

Aussi le premier trait de l'homme qui commence à se civiliser est l'empire qu'il sait prendre sur les animaux; et ce premier trait de son intelligence devient ensuite le plus grand caractère de sa puissance sur la nature : car ce n'est qu'après se les être soumis qu'il a, par leur secours, changé la face de la terre, converti les déserts en guérets et les bruyères en épis. En multipliant les espèces utiles d'animaux, l'homme augmente sur la terre la quantité de mouvement et de vie; il ennoblit en même temps la suite entière des êtres, et s'ennoblit lui-même, en transformant le végétal en animal, et tous deux en sa propre substance, qui se répand ensuite par une nombreuse multiplication : partout il produit l'abondance, toujours suivie de la grande population; des millions d'hommes existent dans le même espace qu'occupaient autrefois deux ou trois cents sauvages, des milliers d'animaux où il y avait à peine quelques individus; par lui et pour lui les germes précieux sont les seuls développés, les productions de la classe la plus noble les seules cultivées; sur

(1) Gros oiseau très-fécond, et dont la chair est aussi bonne que celle du faisán.

l'arbre immense de la fécondité les branches à fruits seules subsistantes et toutes perfectionnées.

Le grain dont l'homme fait son pain n'est point un don de la nature, mais le grand, l'utile fruit de ses recherches et de son intelligence dans le premier des arts ; nulle part sur la terre on n'a trouvé du blé sauvage, et c'est évidemment une herbe perfectionnée par ses soins : il a donc fallu reconnaître et choisir entre mille et mille autres cette herbe précieuse ; il a fallu la semer, la recueillir nombre de fois pour s'apercevoir de sa multiplication, toujours proportionnée à la culture et à l'engrais des terres. Et cette propriété, pour ainsi dire unique, qu'a le froment de résister, dans son premier âge, au froid de nos hivers, quoique soumis, comme toutes les plantes annuelles, à périr après avoir donné sa graine ; et la qualité merveilleuse de cette graine, qui convient à tous les hommes, à tous les animaux, à presque tous les climats, qui d'ailleurs se conserve longtemps sans altération, sans perdre la puissance de se reproduire ; tout nous démontre que c'est la plus belle découverte que l'homme ait jamais faite, et que, quelque ancienne qu'on veuille la supposer, elle a néanmoins été précédée de l'art de l'agriculture, fondé sur la science et perfectionné par l'observation.

Si l'on veut des exemples plus modernes et même récents de la puissance de l'homme sur la nature des végétaux, il n'y a qu'à comparer nos légumes, nos fleurs et nos fruits, avec les mêmes espèces telles qu'elles étaient il y a cent cinquante ans : cette comparaison peut se faire immédiatement et très-précisément en parcourant des yeux la grande collection de dessins coloriés commencée dès le temps de Gaston d'Orléans, et qui se continue encore aujourd'hui au Jardin du Roi : on y verra peut-être avec surprise que les plus belles fleurs de ce temps, renoncules, œillets, tulipes, oreilles-d'ours, etc., seraient rejetées aujourd'hui, je ne dis pas par nos fleuristes, mais par les jardiniers de village. Ces fleurs, quoique déjà cultivées alors, n'étaient pas encore bien loin de leur état de nature : un simple rang de pétales, de longs pistils et des couleurs dures ou fausses, sans velouté, sans variété, sans nuances, tous caractères agrestes de la nature sauvage. Dans les plantes potagères, une seule espèce de chicorée et deux sortes de laitues, toutes deux assez mauvaises ; tandis qu'aujourd'hui nous pouvons compter plus de cinquante laitues et chicorées, toutes très-bonnes au goût. Nous pouvons de même donner la date très-moderne de nos meilleurs fruits à pépin et à noyau, tous différents de ceux des anciens, auxquels ils ne ressemblent que de nom. D'ordinaire les choses restent, et les noms changent avec le temps ; ici c'est le contraire, les noms sont demeurés et les choses ont changé : nos pêches, nos abricots, nos poires, sont des productions nouvelles auxquelles on a conservé les vieux noms des productions antérieures. Pour n'en pas douter, il ne faut que comparer nos fleurs et nos fruits avec les descriptions ou plutôt les notices que les auteurs grecs ou latins nous en ont laissées ; toutes leurs fleurs étaient simples, et tous leurs arbres fruitiers n'étaient que des sauvageons assez mal choisis dans chaque genre, dont les petits fruits, âpres ou secs, n'avaient ni la saveur, ni la beauté des nôtres.

Ce n'est pas qu'il y ait aucune de ces bonnes et nouvelles espèces qui ne soit originairement issue d'un sauvageon; mais combien de fois n'a-t-il pas fallu que l'homme ait tenté la nature pour en obtenir ces espèces excellentes! combien de milliers de germes n'a-t-il pas été obligé de confier à la terre pour qu'elle les ait enfin produits! Ce n'est qu'en semant, élevant, eultivant, et mettant à fruit un nombre presque infini de végétaux de la même espèce, qu'il a pu reconnaître quelques individus portant des fruits plus doux et meilleurs que les autres, et cette première découverte, qui suppose déjà tant de soins, serait encore demeurée stérile à jamais s'il n'en eût fait une seconde, qui suppose autant de génie que la première exigeait de patience; c'est d'avoir trouvé le moyen de multiplier par la greffe ces individus précieux, qui malheureusement ne peuvent faire une lignée aussi noble qu'eux, ni propager par eux-mêmes leurs excellentes qualités: et cela seul prouve que ce ne sont en effet que des qualités purement individuelles, et non des propriétés spéeifiques; car les pepins ou noyaux de ces excellents fruits ne produisent, comme les autres, que de simples sauvageons, et par conséquent ils ne forment pas des espèces qui en soient essentiellement différentes; mais, au moyen de la greffe, l'homme a, pour ainsi dire, créé des espèces secondaires, qu'il peut propager et multiplier à son gré. Le bouton ou la petite branche qu'il joint au sauvageon renferme cette qualité individuelle qui ne peut se transmettre par la graine, et qui n'a besoin que de se développer pour produire les mêmes fruits que l'individu dont on les a séparés pour les unir au sauvageon, lequel ne leur communique aucune de ces mauvaises qualités, parce qu'il n'a pas contribué à leur formation, qu'il n'est pas une mère, mais une simple nourrice, qui ne sert qu'à leur développement par la nutrition.

Dans les animaux, la plupart des qualités qui paraissent individuelles ne laissent pas de se transmettre et de se propager par la même voie que les propriétés spéeifiques: il était donc plus facile à l'homme d'influer sur la nature des animaux que sur celle des végétaux. Les races, dans chaque espèce d'animal, ne sont que des variétés constantes qui se perpétuent par la génération; au lieu que, dans les espèces végétales, il n'y a point de races, point de variétés assez constantes pour être perpétuées par la reproduction. Dans les seules espèces de la poule et du pigeon, l'on a fait naître très-récemment de nouvelles races en grand nombre, qui toutes peuvent se propager d'elles-mêmes: tous les jours, dans les autres espèces, on relève, on ennoblit les races en les croisant; de temps en temps on acclimate, on civilise quelques espèces étrangères ou sauvages. Tous ces exemples modernes et récents prouvent que l'homme n'a connu que tard l'étendue de sa puissance, et que même il ne la connaît pas encore assez; elle dépend en entier de l'exercice de son intelligence: ainsi plus il observera, plus il cultivera la nature, plus il aura de moyens pour se la soumettre, et de facilités pour tirer de son sein des richesses nouvelles, sans diminuer les trésors de son inépuisable fécondité.

Et que ne pourrait-il pas sur lui-même, je veux dire sur sa propre espèce, si la volonté était toujours dirigée par l'intelligence! Qui sait jusqu'à quel point l'homme

pourrait perfectionner sa nature, soit au moral, soit au physique? Y a-t-il une seule nation qui puisse se vanter d'être arrivée au meilleur gouvernement possible, qui serait de rendre tous les hommes non pas également heureux, mais moins également malheureux, en veillant à leur conservation, à l'épargne de leurs sueurs et de leur sang par la paix, par l'abondance des subsistances, par les aisances de la vie et les facilités pour leur propagation? Voilà le but moral de toute société qui cherche à s'améliorer. Et, pour la physique, la médecine et les autres arts dont l'objet est de nous conserver, sont-ils aussi avancés, aussi connus que les arts destructeurs enfantés par la guerre? Il semble que de tous temps l'homme ait fait moins de réflexions sur le bien que de recherches pour le mal; toute société est mêlée de l'un et de l'autre; et comme de tous les sentiments qui affectent la multitude, la crainte est le plus puissant, les grands talents dans l'art de faire du mal ont été les premiers qui aient frappé l'esprit de l'homme; ensuite ceux qui l'ont amusé ont occupé son cœur; et ce n'est qu'après un trop long usage de ces deux moyens de faux honneur et de plaisir stérile, qu'enfin il a reconnu que sa vraie gloire est la science, et la paix son vrai bonheur.



EXPLICATION DE LA CARTE GÉOGRAPHIQUE

Cette carte représente les deux parties polaires du globe depuis le 45° degré de latitude : on y a marqué les glaces tant flottantes que fixes, aux points où elles ont été reconnues par les navigateurs.

Dans celle du pôle arctique, on voit les glaces flottantes trouvées par Barents à 70 degrés de latitude, près du détroit de Waigats, et les glaces immobiles qu'il trouva à 77 et 78 degrés de latitude à l'ouest de ce détroit, qui est aujourd'hui entièrement obstrué par les glaces. On a aussi indiqué le grand banc de glaces immobiles reconnues par Wood, entre le Spitzberg et la Nouvelle-Zemble, et celui qui se trouve entre le Spitzberg et le Groenland, que les vaisseaux de la pêche de la baleine rencontrent constamment à la hauteur de 77 ou 78 degrés, et qu'ils nomment *le banc de l'Ouest*, en le voyant s'étendre sans bornes de ce côté, et vraisemblablement jusqu'aux côtes du *vieux Groenland*, qu'on sait être aujourd'hui perdus dans les glaces. La route du capitaine Phipps est marquée sur cette carte avec la continuité des glaces qui l'ont arrêté au nord et à l'ouest du Spitzberg.

On a aussi tracé sur cette carte les glaces flottantes rencontrées par Ellis dès le 58° ou 59° degré, à l'est du cap *Farewell* ; celles que Forbisher trouva dans son détroit, qui est actuellement obstrué, et celles qu'il vit à 62 degrés vers la côte de Labrador ; celles que rencontra Baffin dans la baie de son nom, par les 72° et 73° degrés, et celles qui se trouvent dans la baie d'Hudson dès le 63° degré, selon Ellis, et dont le *Welcome* est quelquefois couvert ; celles de la baie de *Repulse*, qui en est remplie, selon Middleton. On y voit aussi celles dont presque en tout temps

le détroit de Davis est obstrué, et celles qui souvent assiègent celui de l'Hudson, quoique plus méridional de 6 ou 7 degrés. L'île *Baëren* ou *île aux Ours*, qui est au-dessous du Spitzberg à 74 degrés, se voit ici au milieu des glaces flottantes. L'île *Jean de Mayen*, située près du vieux Groenland à 70 degrés $\frac{1}{2}$, est engagée dans les glaces par ses côtes occidentales.

On a aussi désigné sur cette carte les glaces flottantes le long des côtes de la Sibérie et aux embouchures de toutes les grandes rivières qui arrivent à cette mer glaciale, depuis l'*Irtisch* joint à l'*Oby* jusqu'au fleuve *Kolima* : ces glaces flottantes incommode la navigation, et dans quelques endroits la rendent impraticable. Le banc de la glace solide du pôle descend déjà à 76 degrés sur le cap *Plasida*, et engage cette pointe de terre, qui n'a pu être doublée ni par l'ouest du côté de l'*Oby*, ni par l'est du côté de la *Lena*, dont les bouches sont semées de glaces flottantes ; d'autres glaces immobiles au nord-est de l'embouchure de la *Jana*, ne laissent aucun passage ni à l'est ni au nord. Les glaces flottantes devant l'*Olenek* et le *Chantaga* descendent jusqu'aux 74° et 73° degrés : on les trouve à la même hauteur devant l'*Indigirka* et vers les embouchures du *Kolima*, qui paraît être le dernier terme où aient atteint les Russes par ces navigations coupées sans cesse par les glaces. C'est d'après leurs expéditions que ces glaces ont été tracées sur notre carte : il est plus que probable que des glaces permanentes ont engagé le cap *Szalaginski*, et peut-être aussi la côte nord-est de la terre des *Tschutschis* ; car ces dernières côtes n'ont pas été découvertes par la navigation, mais par des expéditions sur terre, d'après lesquelles on les a figurées. Les navigations qu'on prétend s'être faites autrefois autour de ce cap et de la terre des *Tschutschis*, ont toujours été suspectes, et vraisemblablement sont impraticables aujourd'hui ; sans cela les Russes, dans leurs tentatives pour la découverte des terres de l'Amérique, seraient partis des fleuves de la Sibérie, et n'auraient pas pris la peine de faire par terre la traversée immense de ce vaste pays pour s'embarquer au *Kamtschatka*, où il est extrêmement difficile de construire des vaisseaux, faute de bois, de fer, et de presque tout ce qui est nécessaire pour l'équipement d'un navire.

Ces glaces qui viennent gagner les côtes du nord de l'Asie ; celles qui ont déjà envahi les parages de la *Zemble*, du *Spitzberg* et du vieux Groenland, celles qui couvrent en partie les baies de *Baffin*, d'*Hudson* et leurs détroits, ne sont que comme les bords ou les appendices de la glacière de ce pôle, qui en occupe toutes les régions adjacentes jusqu'au 80° ou 81° degré, comme nous l'avons représenté en jetant une ombre sur cette portion de la terre à jamais perdue pour nous.

La carte du pôle antarctique présente la reconnaissance des glaces faite par plusieurs navigateurs, et particulièrement par le célèbre capitaine *Cook* dans ses deux voyages, le premier en 1769 et 1770, et le second en 1773, 1774 et 1775. La relation de ce second voyage n'a été publiée en français que cette année 1778, et je n'en ai eu connaissance qu'au mois de juin, après l'impression de ce volume entièrement achevée ; mais j'ai vu avec la plus grande satisfaction mes conjectures confirmées par les faits. On vient de lire, dans plusieurs endroits de ce volume, les

raisons que j'ai données du froid plus grand dans les régions australes que dans les boréales; j'ai dit et répété que la portion de sphère depuis le pôle arctique jusqu'à 9 degrés de distance n'est qu'une région glacée, une calotte de glace solide et continue, et que, selon toutes les analogies, la portion glacée de même dans les régions australes est bien plus considérable, et s'étend à 18 ou 20 degrés. Cette présomption était donc bien fondée, puisque M. Cook, le plus grand de tous les navigateurs, ayant fait le tour presque entier de cette zone australe, a trouvé partout des glaces, et n'a pu pénétrer nulle part au delà du 71° degré, et cela dans un point au nord-ouest de l'extrémité de l'Amérique. Les appendices de cette immense glacière du pôle antarctique s'étendent même jusqu'au 60° degré en plusieurs lieux, et les énormes glaçons qui s'en détachent voyagent jusqu'au 50°, et même jusqu'au 48° degré de latitude en certains endroits. On verra que les glaces les plus avancées vers l'équateur se trouvent vis-à-vis les mers les plus étendues et les plus éloignées du pôle : on en trouve aux 48°, 49°, 50° et 51° degrés sur une étendue de 10 degrés en longitude à l'ouest, et de 33 de longitude à l'est, et tout l'espace entre le 50° et le 60° degré de latitude est rempli de glaces brisées, dont quelques-unes forment des îles d'une grandeur considérable. On voit que sous ces mêmes longitudes les glaces deviennent encore plus fréquentes et presque continues aux 60° et 61° degrés de latitude, et enfin que tout passage est fermé par la continuité de la glace aux 66° et 67° degrés, où M. Cook a fait une autre pointe, et s'est trouvé forcé de retourner pour ainsi dire sur ses pas, en sorte que la masse continue de cette glace solide et permanente qui couvre le pôle austral et toute la zone adjacente, s'étend dans ces parages jusqu'au delà du 66° degré de latitude.

On trouve de même des îles et des plaines de glaces dès le 49° degré de latitude, à 60 degrés de longitude est (1), et en plus grand nombre à 80 et 90 degrés de longitude sous la latitude de 57 degrés, et encore en plus grand nombre sous le 60° et le 61° degré de latitude, dans tout l'espace compris depuis le 90° degré jusqu'au 143° degré de longitude est.

De l'autre côté, c'est-à-dire à 39 degrés environ de longitude ouest, M. Cook a fait la découverte de la terre Sandwich à 59 degrés de latitude, et de l'île Georgie sous le 55°, et il a reconnu des glaces au 59° degré de latitude, dans une étendue de 10 ou 12 degrés de longitude ouest, avant d'arriver à la terre Sandwich, qu'on peut regarder comme le Spitzberg des régions australes, c'est-à-dire comme la terre la plus avancée vers le pôle antarctique : il a trouvé de pareilles glaces en beaucoup plus grand nombre aux 60° et 61° degrés de latitude, depuis le 29° degré de longitude ouest jusqu'au 51°; et le capitaine Furneaux en a trouvé sous le 63° degré, à 63 et 60 degrés de longitude ouest.

On a aussi marqué les glaces immobiles que Davis a vues sous les 63° et 66° degrés de latitude, depuis le 29° degré de longitude ouest jusqu'au 51°; et le capitaine

(1) Ces positions, données par le capitaine Cook sur le méridien de Londres, sont réduites sur la carte à celui de Paris, et doivent s'y rapporter, par le changement facile de deux degrés et demi en moins du côté de l'est, et en plus du côté de l'ouest.

Furieux en a trouvé sous le 63° degré, à 65 et 60 degrés de longitude ouest.

On a aussi marqué les places immobiles que Davis a vues sous les 65° et 66° degrés de latitude vis-à-vis du cap Horn, et celles dans lesquelles le capitaine Cook a fait une pointe jusqu'au 71° degré de latitude : ces glaces s'étendent depuis le 110° degré de longitude ouest jusqu'au 120°. Ensuite on voit les glaces flottantes depuis le 130° degré de longitude ouest jusqu'au 170° sous les latitudes de 60 à 70 degrés; en sorte que, dans toute l'étendue de la circonférence de cette grande zone polaire antarctique, il n'y a qu'environ 40 ou 45 degrés en longitude dont l'espace n'ait pas été reconnu, ce qui ne fait pas la huitième partie de cette immense calotte de glace : tout le reste de ce circuit a été vu et bien reconnu par M. Cook, dont nous ne pourrions jamais louer assez la sagesse, l'intelligence et le courage; car le succès d'une pareille entreprise suppose toutes ces qualités réunies.

On vient d'observer que les glaces les plus avancées du côté de l'équateur dans ces régions australes se trouvent sur les mers les plus éloignées des terres, comme dans les mers des Grandes-Indes et vis-à-vis le cap de Bonne-Espérance, et qu'au contraire les glaces les moins avancées se trouvent dans le voisinage des terres, comme à la pointe de l'Amérique et des deux côtés de cette pointe, tant dans la mer Atlantique que dans la mer Pacifique. Ainsi la partie la moins froide de cette grande zone antarctique est vis-à-vis l'extrémité de l'Amérique, qui s'étend jusqu'au 56° degré de latitude; tandis que la partie la plus froide de cette même zone est vis-à-vis la pointe de l'Afrique, qui ne s'avance qu'au 34° degré, et vers la mer de l'Inde, où il n'y a point de terre. Or s'il en est de même du côté du pôle arctique, la région la moins froide serait celle de Spitzberg et du Groenland, dont les terres s'étendent à peu près jusqu'au 86° degré, et la région la plus froide serait celle de la partie de mer entre l'Asie et l'Amérique, en supposant que cette région soit en effet une mer.

De toutes les reconnaissances faites par M. Cook, on doit inférer que la portion du globe envahie par les glaces depuis le pôle antarctique jusqu'à la circonférence de ces régions glaciées est en superficie, au moins cinq ou six fois plus étendue que l'espace envahi par les glaces autour du pôle arctique; ce qui provient de deux causes assez évidentes : la première est le séjour du soleil, plus court de sept jours trois quarts par an dans l'hémisphère austral que dans le boréal; la seconde et plus puissante cause est la quantité de terres infiniment plus grande dans cette portion de l'hémisphère boréal que dans la portion égale et correspondante de l'hémisphère austral; car les continents de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique s'étendent jusqu'au 70° degré et au delà vers le pôle arctique, tandis que dans les régions australes, il n'existe aucune terre depuis le 50° ou même le 45° degré que celle de la pointe de l'Amérique, qui ne s'étend qu'au 56°, avec les îles Falkland, la petite île de Georgie et celle de Sandwiah, qui est moitié terre et moitié glace; en sorte que cette grande zone australe étant entièrement maritime et aqueuse, et la boréale presque entièrement terrestre, il n'est pas étonnant que le froid soit

beaucoup plus grand et que les glaces occupent une bien plus vaste étendue dans ces régions australes que dans les boréales.

Et comme ces glaces ne feront qu'augmenter par le refroidissement successif de la terre, il sera dorénavant plus inutile et plus téméraire qu'il ne l'était ci-devant de chercher à faire des découvertes au delà du 80° degré vers le pôle boréal, et au delà du 55° vers le pôle austral. La Nouvelle-Zélande, la pointe de la Nouvelle-Hollande, et celles des terres Magellaniques, doivent être regardées comme les seules et dernières terres habitables dans cet hémisphère austral.

J'ai fait représenter toutes les îles et plaines de glaces reconnues par les différents navigateurs, et notamment par les capitaines Cook et Furneaux, en suivant les points de longitude et de latitude indiqués dans leurs cartes de navigation. Toutes ces reconnaissances des mers australes ont été faites dans les mois de novembre, décembre, janvier et février, c'est-à-dire dans la saison d'été de cet hémisphère austral; car quoique ces glaces ne soient pas toutes permanentes, et qu'elles voyagent selon qu'elles sont entraînées par les courants ou poussées par les vents, il est néanmoins presque certain que comme elles ont été vues dans cette saison d'été, elles s'y trouveraient de même et en bien plus grande quantité que dans les autres saisons, et que par conséquent on doit les regarder comme permanentes, quoiqu'elles ne soient pas stationnaires aux mêmes points.

Au reste, il est indifférent qu'il y ait des terres ou non dans cette vaste région australe, puisqu'elle est entièrement couverte de glaces depuis le 60° degré de latitude jusqu'au pôle; et l'on peut concevoir aisément que toutes les vapeurs aqueuses qui forment les brumes et les neiges, se convertissant en glaces, elles se gèlent et s'accumulent sur la surface de la mer comme sur celle de la terre. Rien ne peut donc s'opposer à la formation ni même à l'augmentation successive de ces glaciers polaires, et au contraire tout s'oppose à l'idée qu'on avait ci-devant de pouvoir arriver à l'un ou à l'autre pôle par une mer ouverte ou par des terres praticables.

Toute la partie des côtes du pôle boréal a été réduite et figurée d'après les cartes les plus étendues, les plus nouvelles et les plus estimées. Le nord de l'Asie, depuis la Nouvelle-Zemble et Archangel au cap Szalaginski, la côte des Tschutschis et du Kamtschatka, ainsi que les îles Aleutes, ont été réduites sur la grande carte de l'empire de Russie, publiée l'année dernière 1777. Les *îles aux Renards* (1) ont été relevées sur la carte manuscrite de l'expédition du pilote Ocheredin en 1774, qui m'a été envoyée par M. de Domascheneff, président de l'académie de Saint-Petersbourg; celles d'*Anadir*, ainsi que *Stachta nitada*, grande terre à l'est où les Tschut-

(1) Il est aussi fait mention de ces îles aux Renards dans un voyage fait en 1776 par les Russes, sous la conduite de M. Solowiew : il nomme *Unalashka* l'une de ces îles, et dit qu'elle est à dix-huit cents werstes de Kamtschatka, et qu'elle est longue d'environ deux cents werstes : la seconde de ces îles s'appelle *Umnack*; elle est longue d'environ cent cinquante werstes : une troisième, *Akuten*, a environ quatre-vingts werstes de longueur ; enfin une quatrième, qui s'appelle *Radjack* ou *Kadjak*, est la plus voisine de l'Amérique. Ces quatre îles sont accompagnées de quatre autres îles plus petites : ce voyageur dit aussi qu'elles sont toutes assez peuplées, et il décrit les habitudes naturelles de ces insulaires, qui vivent sous la terre la plus grande partie de l'année. On a donné le nom d'*îles aux Renards* à ces îles, parce qu'on y trouve beaucoup de renards bruns, noirs et roux.

schis commercerent, et les pointes des côtes de l'Amérique reconnues par Tschirikow et Behring, qui ne sont pas représentées dans la grande carte de l'empire de Russie, le sont ici d'après celle que l'académie de Pétersbourg a publiée en 1773 : mais il faut avouer que la longitude de ces pointes est encore incertaine, et que cette côte occidentale de l'Amérique est bien peu connue au delà du cap Blanc, qui gît environ sous le 43° degré de latitude. La position du Kamtschatka est aujourd'hui bien déterminée dans la carte russe de 1777, mais celle des terres de l'Amérique vis-à-vis le Kamtschatka n'est pas aussi certaine; cependant on ne peut guère douter que la grande terre désignée sous le nom de *Stachta nitada*, et les terres découvertes par Behring et Tschirikow, ne soient des portions du continent de l'Amérique. On assure que le roi d'Espagne a envoyé nouvellement quelques personnes pour reconnaître cette côte occidentale de l'Amérique depuis le cap Mendocin jusqu'au 56° degré de latitude : ce projet me paraît bien conçu; car c'est depuis le 43° au 56° degré qu'il est à présumer qu'on trouvera une communication de la mer Pacifique avec la baie d'Hudson.

La position et la figure du Spitzberg sont tracées sur notre carte d'après celles du capitaine Phipps; le Groenland, les baies de Baffin et d'Hudson, et les grands laes de l'Amérique, le sont d'après les meilleures cartes des différents voyageurs qui ont découvert ou fréquenté ces parages. Par cette réunion, on aura sous les yeux les gisements relatifs de toutes les parties des continents polaires et des passages tentés pour tourner par le nord et à l'est de l'Asie : on y verra les nouvelles découvertes qui se sont faites dans cette partie de mer, entre l'Asie et l'Amérique jusqu'au cercle polaire; et l'on remarquera que la terre avancée de Szalaginski s'étendant jusqu'au 73° ou 74° degré de latitude, il n'y a nulle apparence qu'on puisse doubler le cap, et qu'on le tenterait sans succès soit en venant par la mer Glaciale le long des côtes septentrionales de l'Asie, soit en remontant du Kamtschatka et tournant autour de la terre des Tschutschis; de sorte qu'il est plus que probable que toute cette région au delà du 74° degré est actuellement glacée et inabordable. D'ailleurs tout nous porte à croire que les deux continents de l'Amérique et de l'Asie peuvent être contigus à cette hauteur, puisqu'ils sont voisins aux environs du cercle polaire, n'étant séparés que par des bras de mer, entre les îles qui se trouvent dans cet espace, et dont l'une paraît être d'une très-grande étendue.

J'observerai encore qu'on ne voit pas sur la nouvelle carte de l'empire de Russie la navigation faite en 1646 par trois vaisseaux russes dont on prétend que l'un est arrivé au Kamtschatka par la mer Glaciale : la route de ce vaisseau est même tracée par des points dans la carte publiée par l'académie de Pétersbourg en 1773. J'ai donné ci-devant les raisons qui me faisaient regarder comme très-suspecte cette navigation; et aujourd'hui ces mêmes raisons me paraissent bien confirmées, puisque, dans la nouvelle carte russe faite en 1777, on a supprimé la route de ce vaisseau, quoique donnée dans la carte de 1773; et quand même, contre toute apparence, ce vaisseau unique aurait fait cette route en 1646, l'augmentation des glaces depuis cent trente-deux ans pourrait bien la rendre impraticable aujour-

d'hui, puisque, dans le même espace de temps, le détroit de Waigats s'est entièrement glacé, et que la navigation de la mer du nord de l'Asie, à commencer de l'embouchure de l'Oby jusqu'à celle de Kolima, est devenue bien plus difficile qu'elle ne l'était alors, au point que les Russes l'ont pour ainsi dire abandonnée, et que ce n'est qu'en partant de Kamtschatka qu'ils ont tenté des découvertes sur les côtes occidentales de l'Amérique : ainsi nous présumons que si l'on a pu passer autrefois de la mer Glaciale dans celle du Kamtschatka, ce passage doit être aujourd'hui fermé par les glaces. On assure que M. Cook a entrepris un troisième voyage, et que ce passage est l'un des objets de ses recherches : nous attendons avec impatience le résultat de ses découvertes, quoique je sois persuadé d'avance qu'il ne reviendra pas en Europe par la mer Glaciale de l'Asie ; mais ce grand homme de mer fera peut-être la découverte du passage au nord-ouest, depuis la mer Pacifique à la baie d'Hudson.

Nous avons ci-devant exposé les raisons qui semblent prouver que les eaux de la baie d'Hudson communiquent avec cette mer ; les grandes marées venant de l'ouest dans cette baie suffisent pour le démontrer : il ne s'agit donc que de trouver l'ouverture de cette baie vers l'ouest. Mais on a jusqu'à ce jour vainement tenté cette découverte, par les obstacles que les glaces opposent à la navigation dans le détroit d'Hudson et dans la baie même ; je suis donc persuadé que M. Cook ne la tentera pas de ce côté-là, mais qu'il se portera au-dessus de la côte de Californie, et qu'il trouvera le passage sur cette côte au delà du 43° degré. Dès l'année 1592, *Juan de Fuca*, pilote espagnol, trouva une grande ouverture sur cette côte sous les 46° et 48° degrés, et y pénétra si loin qu'il crut être arrivé dans la mer du Nord. En 1602, d'Aguilar trouva cette côte ouverte sous le 43° degré ; mais il ne pénétra pas bien avant dans ce détroit. Enfin on voit, par une relation publiée en anglais, qu'en 1640 l'amiral de Fonte, Espagnol, trouva sous le 54° degré un détroit ou large rivière, et qu'en la remontant il arriva à un grand archipel, et ensuite à un lac de cent soixante lieues de longueur sur soixante de largeur, aboutissant à un détroit de deux ou trois lieues de largeur, où la marée portant à l'est était très-violente, et où il rencontra un vaisseau venant de Boston. Quoique l'on ait regardé cette relation comme très-suspecte, nous ne la rejeterons pas en entier, et nous avons cru devoir présenter ici ces reconnaissances d'après la carte de M. de l'Isle, sans prétendre les garantir ; mais en réunissant la probabilité de ces découvertes de Fonte avec celle de d'Aguilar et de Juan de Fuca, il en résulte que la côte occidentale de l'Amérique septentrionale au-dessus du cap Blane est ouverte par plusieurs détroits ou bras de mer, depuis le 43° degré jusqu'au 54° ou 55°, et que c'est dans cet intervalle où il est presque certain que M. Cook trouvera la communication avec la baie d'Hudson ; et cette découverte achèverait de le combler de gloire.

Ma présomption à ce sujet est non-seulement fondée sur les reconnaissances faites par d'Aguilar, Juan de Fuca et de Fonte, mais encore sur une analogie physique qui ne se dément dans aucune partie du globe ; c'est que toutes les grandes

côtes des continents sont pour ainsi dire hachées et entamées du midi au nord, et qu'ils finissent tous en pointe vers le midi. La côte nord-ouest de l'Amérique présente une de ces hachures, et c'est la mer Vermeille; mais au-dessus de la Californie, nos cartes ne nous offrent, sur une étendue de quatre cents lieues, qu'une terre continue, sans rivières et sans autres coupures que les trois ouvertures reconnues par d'Aguilar, Fuca et de Fonte : or cette continuité des côtes, sans anfractuosités, ni baies, ni rivières, est contraire à la nature; et cela seul suffit pour démontrer que ces côtes n'ont été tracées qu'au hasard sur toutes nos cartes, sans avoir été reconnues, et que quand elles le seront, on y trouvera plusieurs golfes et bras de mer par lesquels on arrivera à la baie d'Hudson, ou dans les mers intérieures qui la précèdent du côté de l'ouest.



SUITE DE L'HISTOIRE DES MINÉRAUX

DE LA FIGURATION DES MINÉRAUX.

Comme l'ordre de nos idées doit être ici le même que celui de la succession des temps, et que le temps ne peut nous être représenté que par le mouvement et par ses effets, c'est-à-dire par la succession des opérations de la nature, nous la considérerons d'abord dans les grandes masses qui sont les résultats de ses premiers et grands travaux sur le globe terrestre; après quoi nous essaierons de la suivre dans ses procédés particuliers, et tâcherons de saisir la combinaison des moyens qu'elle emploie pour former les petits volumes de ces matières précieuses dont elle paraît d'autant plus avare, qu'elles sont en apparence plus pures et plus simples; et quoiqu'en général les substances et leurs formes soient si différentes qu'elles paraissent être variées à l'infini, nous espérons qu'en suivant de près la marche de la nature en mouvement, dont nous avons déjà tracé les plus grands pas dans ses époques, nous ne pourrons nous égarer que quand la lumière nous manquera, faute de connaissances acquises par l'expérience encore trop courte des siècles qui nous ont précédés.

Divisons, comme l'a fait la nature, en trois grandes classes toutes les matières brutes et minérales qui composent le globe de la terre; et d'abord considérons-les une à une, en les combinant ensuite deux à deux, et enfin en les réunissant ensemble toutes trois.

La première classe embrasse les matières qui, ayant été produites par le feu primitif, n'ont point changé de nature, et dont les grandes masses sont celles de la roche intérieure du globe et des éminences qui forment les appendices extérieurs

de cette roche, et qui, comme elle, sont solides et vitreuses : on doit donc y comprendre le roc vif, le quartz, les jaspes, le feldspath, les schoris, les micas, les grès, les porphyres, les granites, et toutes les pierres de première et même de seconde formation qui ne sont pas calcinables, et encore les sables vitreux, les argiles, les schistes, les ardoises, et toutes les autres matières provenant de la décomposition et des débris des matières primitives que l'eau aura délayées, dissoutes ou dénaturées.

La seconde classe comprend les matières qui ont subi une seconde action du feu, et qui ont été frappées par les foudres de l'électricité souterraine, ou fondus par le feu des volcans, dont les grosses masses sont les laves, les basaltes, les pierres poncees, les pouzzolanes, et les autres matières volcaniques, qui nous présentent en petit des produits assez semblables à ceux de l'action du feu primitif : et ces deux classes sont celles de la *nature brute* ; car toutes les matières qu'elles contiennent ne portent que peu ou point de traces d'organisation.

La troisième classe contient les substances calcinables, les terres végétales, et toutes les matières formées du détriment et des dépouilles des animaux et des végétaux par l'action ou l'intermède de l'eau, dont les grandes masses sont les rochers et les bancs de marbres, des pierres calcaires, des craies, des plâtres, et la couche universelle de terre végétale qui couvre la surface du globe, ainsi que les couches particulières de tourbes, de bois fossiles et de charbons de terre, qui se trouvent dans son intérieur.

C'est surtout dans cette troisième classe que se voient tous les degrés et toutes les nuances qui remplissent l'intervalle entre la matière brute et les substances organisées ; et cette matière intermédiaire, pour ainsi dire mi-partie de brut et d'organique, sert également aux productions de la nature active dans les deux empires de la vie et de la mort : car comme la terre végétale et toutes les substances calcinables contiennent beaucoup plus de parties organiques que les autres matières produites ou dénaturées par le feu, ces parties organiques, toujours actives, ont fait de fortes impressions sur la matière brute et passive ; elles en ont travaillé toutes les surfaces et quelquefois pénétré l'épaisseur ; l'eau développe, délaie, entraîne et dépose ces éléments organiques sur les matières brutes : aussi la plupart des minéraux figurés ne doivent leurs différentes formes qu'au mélange et aux combinaisons de cette matière active avec l'eau qui lui sert de véhicule. Les productions de la nature organisée, qui, dans l'état de vie et de végétation, représentent sa force et font l'ornement de la terre, sont encore, après la mort, ce qu'il y a de plus noble dans la nature brute : les détriments des animaux et des végétaux conservent des molécules organiques actives, qui communiquent à cette matière passive les premiers traits de l'organisation en lui donnant la forme extérieure. Tout minéral figuré a été travaillé par ces molécules organiques provenant du détriment des êtres organisés, ou par les premières molécules organiques existantes avant leur formation : ainsi les minéraux figurés tiennent tous de près ou de loin à la nature organisée ; et il n'y a de matières entièrement brutes que celles qui ne

portent aucun trait de figuration; car l'organisation a, comme toute autre qualité de la matière, ses degrés et ses nuances, dont les caractères les plus généraux, les plus distincts, et les résultats les plus évidents, sont la vie dans les animaux, la végétation dans les plantes, et la figuration dans les minéraux.

Le grand et le premier instrument avec lequel la nature opère toutes ses merveilles, est cette force universelle, constante et pénétrante, dont elle anime chaque atome de matière en leur imprimant une tendance mutuelle à se rapprocher et à s'unir. Son autre grand moyen est la chaleur, et cette seconde force tend à séparer tout ce que la première a réuni : néanmoins elle lui est subordonnée; car l'élément du feu, comme toute autre matière, est soumis à la puissance générale de la force attractive. Celle-ci est d'ailleurs également répartie dans les substances organisées, comme dans les matières brutes; elle est toujours proportionnelle à la masse : toujours présente, sans cesse active, elle peut travailler la matière dans les trois dimensions à la fois, dès qu'elle est aidée de la chaleur, parce qu'il n'y a pas un point qu'elle ne pénètre à tout instant, et que par conséquent la chaleur ne puisse étendre et développer, dès qu'elle se trouve dans la proportion qu'exige l'état des matières sur lesquelles elle opère. Ainsi, par la combinaison de ces deux forces actives, la matière ductile, pénétrée et travaillée dans tous ses points, et par conséquent dans les trois dimensions à la fois, prend la forme d'un germe organisé, qui bientôt deviendra vivant ou végétant par la continuité de son développement et de son extension proportionnelle en longueur, largeur et profondeur. Mais si ces deux forces pénétrantes et productrices, l'attraction et la chaleur, au lieu d'agir sur des substances molles et ductiles, viennent à s'exercer sur des matières sèches et dures qui leur opposent trop de résistance, alors elles ne peuvent agir que sur la surface, sans pénétrer l'intérieur de cette matière trop dure; elles ne pourront donc, malgré toute leur activité, la travailler que dans deux dimensions au lieu de trois, en traçant à sa superficie quelques linéaments; et cette matière n'étant travaillée qu'à la surface, ne pourra prendre d'autre forme que celle d'un minéral figuré. La nature opère ici comme l'art de l'homme, il ne peut que tracer des figures et former des surfaces; mais dans ce genre même de travail, le seul où nous puissions l'imiter, elle nous est encore si supérieure, qu'aucun de nos ouvrages ne peut approcher des siens.

Le germe de l'animal ou du végétal étant formé par la réunion des molécules organiques avec une petite portion de matière ductile, ce moule intérieur une fois donné et bientôt développé par la nutrition, suffit pour communiquer son empreinte, et rendre sa même forme à perpétuité, par toutes les voies de la reproduction et de la génération; au lieu que, dans le minéral, il n'y a point de germe, point de moule intérieur capable de se développer par la nutrition, ni de transmettre sa forme par la reproduction.

Les animaux et les végétaux, se reproduisant également par eux-mêmes, doivent être considérés ici comme des êtres semblables pour le fond et les moyens d'organisation; les minéraux, qui ne peuvent se reproduire par eux-mêmes, et qui néan-

moins se produisent toujours sous la même forme, en différent par l'origine et par leur structure, dans laquelle il n'y a que des traces superficielles d'organisation. Mais, pour bien saisir cette différence originelle, on doit se rappeler (1) que, pour former un moule d'animal ou de végétal capable de se reproduire, il faut que la nature travaille la matière dans les trois dimensions à la fois, et que la chaleur y distribue les molécules organiques dans les mêmes proportions, afin que la nutrition et l'accroissement suivent cette pénétration intime, et qu'enfin la reproduction puisse s'opérer par le superflu de ces molécules organiques, renvoyées de toutes les parties du corps organisé lorsque son accroissement est complet : or dans le minéral, cette dernière opération, qui est le suprême effort de la nature, ne se fait ni ne tend à se faire ; il n'y a point de molécules organiques superflues qui puissent être renvoyées pour la reproduction. L'opération qui la précède, c'est-à-dire celle de la nutrition, s'exerce dans certains organisés qui ne se reproduisent pas, et qui ne sont produits eux-mêmes que par une génération spontanée : mais cette seconde opération est encore supprimée dans le minéral ; il ne se nourrit ni ne s'accroît par cette intus-susception qui, dans tous les êtres organisés, étend et développe leurs trois dimensions à la fois en égale proportion : sa seule manière de croître est une augmentation de volume par la juxtaposition successive de ses parties constituantes, qui toutes n'étant travaillées que sur deux dimensions, c'est-à-dire en longueur et en largeur, ne peuvent prendre d'autre forme que celle de petites lames infiniment minces et de figures semblables ou différentes ; et ces lames figurées, superposées et réunies, composent, par leur agrégation, un volume plus ou moins grand et figuré de même. Ainsi, dans chaque sorte de minéral figuré, les parties constituantes, quoique excessivement minces, ont une figure déterminée qui borne le plan de leur surface, et leur est propre et particulière ; et comme les figures peuvent varier à l'infini, la diversité des minéraux est aussi grande que le nombre de ces variétés de figure.

Cette figuration dans chaque lame mince, est un trait, un vrai linéament d'organisation, qui, dans les parties constituantes de chaque minéral, ne peut être tracé que par l'impression des éléments organiques ; et en effet la nature, qui travaille si souvent la matière dans les trois dimensions à la fois, ne doit-elle pas opérer encore plus souvent en n'agissant que dans deux dimensions, et en n'employant à ce dernier travail qu'un petit nombre de molécules organiques, qui se trouvant alors surechargées de la matière brute, ne peuvent en arranger que les parties superficielles, sans en pénétrer l'intérieur pour en disposer le fond, et par conséquent sans pouvoir animer cette masse minérale d'une vie animale ou végétative ? et quoique ce travail soit beaucoup plus simple que le premier, et que, dans le réel, il soit plus aisé d'effleurer la matière dans deux dimensions que de la brasser dans toutes trois à la fois, la nature emploie néanmoins les mêmes moyens et les mêmes agents ; la force pénétrante de l'attraction, jointe à celle de la chaleur, produisent

(1) Voyez les articles où il est traité de la nutrition et de la reproduction.

les molécules organiques, et donnent le mouvement à la matière brute en la déterminant à telle ou telle forme, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, lorsqu'elle est travaillée dans les trois dimensions, et c'est de cette matière que se sont formés les germes des végétaux et des animaux; mais, dans les minéraux, chaque petite lame infiniment mince n'étant travaillée que dans deux dimensions par un plus ou moins grand nombre d'éléments organiques, elle ne peut recevoir qu'autour de sa surface une figuration plus ou moins régulière; et si l'on ne peut nier que cette figuration ne soit un premier trait d'organisation, c'est aussi le seul qui se trouve dans les minéraux; or, cette figure une fois donnée à chaque lame mince, à chaque atome du minéral, tous ceux qui l'ont reçue se réunissent par la force de leur affinité respective, laquelle, comme je l'ai dit (1), dépend ici plus de la figure que de la masse; et bientôt ces atomes en petites lames minces, tous figurés de même, composent un volume sensible et de même figure; les prismes du cristal, les rhombes des spaths calcaires, les cubes du sel marin, les aiguilles du nitre, etc., et toutes les figures anguleuses, régulières ou irrégulières des minéraux, sont tracées par les molécules organiques, et particulièrement par les molécules qui proviennent du résidu des animaux et végétaux dans les matières calcaires, et dans celles de la couche universelle de terre végétale qui couvre la superficie du globe; c'est donc à ces matières mêlées d'organique et de brut, que l'on doit rapporter l'origine primitive des minéraux figurés.

Ainsi, toute décomposition, tout détriment de matière animale ou végétale, sert non-seulement à la nutrition, au développement et à la reproduction des êtres, mais cette même matière active opère encore comme cause efficiente la figuration des minéraux: elle seule, par son activité différemment dirigée, suivant les résistances de la matière inerte, peut donner la figure aux parties constituantes de chaque minéral, et il ne faut qu'un très-petit nombre de molécules organiques pour imprimer cette trace superficielle d'organisation dans le minéral, dont elles ne peuvent travailler l'intérieur; et c'est par cette raison que ces corps étant toujours bruts dans leur substance, ils ne peuvent croître par la nutrition comme les êtres organisés, dont l'intérieur est actif dans tous les points de la masse, et qu'ils n'ont que la faculté d'augmenter de volume par une simple agrégation superficielle de leurs parties.

Quoique cette théorie, sur la figuration des minéraux, soit plus simple d'un degré que celle de l'organisation des animaux et des végétaux, puisque la nature ne travaille ici que dans deux dimensions au lieu de trois; et quoique cette idée ne soit qu'une extension ou même une conséquence de mes vues sur la nutrition, le développement et la reproduction des êtres, je ne m'attends pas à la voir universellement accueillie, ni même adoptée de sitôt par le plus grand nombre. J'ai reconnu que les gens peu accoutumés aux idées abstraites, ont peine à concevoir les moules intérieurs et le travail de la nature sur la matière dans les trois dimensions à la

(1) Voyez de la Nature, seconde Vue.

fois ; dès lors ils ne concevront pas mieux qu'elle ne travaille que dans deux dimensions pour figurer les minéraux : cependant rien ne me paraît plus clair, pourvu qu'on ne borne pas ses idées à celles que nous présentent nos moules artificiels ; tous ne sont qu'extérieurs, et ne peuvent que figurer des surfaces, c'est-à-dire opérer sur deux dimensions ; mais l'existence du moule intérieur et son extension, c'est-à-dire ce travail de la nature dans les trois dimensions à la fois, sont démontrées par le développement de tous les germes dans les végétaux, de tous les embryons dans les animaux, puisque toutes leurs parties, soit extérieures, soit intérieures, croissent proportionnellement ; ce qui ne peut se faire que par l'augmentation du volume de leur corps dans les trois dimensions à la fois. Ceci n'est donc point un système idéal fondé sur des suppositions hypothétiques, mais un fait constant démontré par un effet général, toujours existant, et à chaque instant renouvelé dans la nature entière : tout ce qu'il y a de nouveau dans cette grande vue, c'est d'avoir aperçu qu'ayant à sa disposition la force pénétrante de l'attraction et celle de la chaleur, la nature peut travailler l'intérieur des corps et brasser la matière dans les trois dimensions à la fois, pour faire croître les êtres organisés, sans que leur forme s'altère en prenant trop ou trop peu d'extension dans chaque dimension. Un homme, un animal, un arbre, une plante, en un mot tous les corps organisés, sont autant de moules intérieurs dont toutes les parties croissent proportionnellement, et par conséquent s'étendent dans les trois dimensions à la fois ; sans cela l'adulte ne ressemblerait pas à l'enfant, et la forme de tous les êtres se corromprait dans leur accroissement : car, en supposant que la nature manquât totalement d'agir dans une des trois dimensions, l'être organisé serait bientôt non-seulement défiguré, mais détruit, puisque son corps cesserait de croître à l'intérieur par la nutrition, et dès lors le solide, réduit à la surface, ne pourrait augmenter que par l'application successive des surfaces les unes contre les autres, et par conséquent d'animal ou végétal, il deviendrait minéral, dont effectivement la composition se fait par la superposition de petites lames presque infiniment minces qui n'ont été travaillées que sur les deux dimensions de leur surface en longueur et en largeur ; au lieu que les germes des animaux et des végétaux ont été travaillés non-seulement en longueur et en largeur, mais encore dans tous les points de l'épaisseur, qui fait la troisième dimension ; en sorte qu'il n'augmente pas par agrégation comme le minéral, mais par la nutrition, c'est-à-dire par la pénétration de la nourriture dans toutes les parties de son intérieur, et c'est par cette intus-susception de la nourriture que l'animal et le végétal se développent et prennent leur accroissement sans changer de forme.

On a cherché à reconnaître et distinguer les minéraux par le résultat de l'agrégation ou cristallisation de leurs particules : toutes les fois qu'on dissout une matière soit par l'eau, soit par le feu, et qu'on la réduit à l'homogénéité, elle ne manque pas de se cristalliser, pourvu qu'on tienne cette matière dissoute assez longtemps en repos pour que les particules similaires et déjà figurées puissent exercer leur force d'affinité, s'attirer réciproquement, se joindre et se réunir. Notre art peut imiter ici

la nature dans tous les cas où il ne faut pas trop de temps, comme pour la cristallisation des sels, des métaux et de quelques autres minéraux ; mais quoique la substance du temps ne soit pas matérielle, néanmoins le temps entre comme élément général, comme ingrédient réel, et plus nécessaire qu'aucun autre, dans toutes les compositions de la matière : or la dose de ce grand élément ne nous est point connue ; il faut peut-être des siècles pour opérer la cristallisation d'un diamant, tandis qu'il ne faut que quelques minutes pour cristalliser un sel. On peut même croire que, toutes choses égales d'ailleurs, la différence de la dureté des corps provient du plus ou du moins de temps que leurs parties sont à se réunir ; car comme la force d'affinité, qui est la même que celle de l'attraction, agit à tout instant et ne cesse pas d'agir, elle doit avec plus de temps produire plus d'effet : or la plupart des productions de la nature, dans le règne minéral, exigent beaucoup plus de temps que nous ne pouvons en donner aux compositions artificielles par lesquelles nous cherchons à l'imiter. Ce n'est donc pas la faute de l'homme ; son art est borné par une limite qui est elle-même sans bornes ; et quand, par ses lumières, il pourrait reconnaître tous les éléments que la nature emploie, quand il les aurait à sa disposition, il lui manquerait encore la puissance de disposer du temps, et de faire entrer des siècles dans l'ordre de ses combinaisons.

Ainsi les matières qui paraissent être les plus parfaites, sont celles qui, étant composées de parties homogènes, ont pris le plus de temps pour se consolider, se durcir et augmenter de volume et de solidité autant qu'il est possible. Toutes ces matières minérales sont figurées ; les éléments organiques traacent le plan figuré de leurs parties constituantes jusque dans les plus petits atomes, et laissent faire le reste au temps, qui, toujours aidé de la force attractive, a d'abord séparé les particules hétérogènes pour réunir ensuite celles qui sont similaires, par de simples agrégations, toutes dirigées par leurs affinités. Les autres minéraux qui ne sont pas figurés, ne présentent qu'une matière brute, qui ne porte aucun trait d'organisation ; et comme la nature va toujours par degrés et nuances, il se trouve des minéraux mi-partis d'organique et de brut, lesquels offrent des figures irrégulières, des formes extraordinaires, des mélanges plus ou moins assortis, et quelquefois si bizarres qu'on a grand'peine à deviner leur origine, et même à démêler leurs diverses substances.

L'ordre que nous mettrons dans la contemplation de ces différents objets sera simple et déduit des principes que nous avons établis ; nous commencerons par la matière la plus brute, parce qu'elle fait le fond de toutes les autres matières, et même de toutes les substances plus ou moins organisées : or, dans ces matières brutes, le verre primitif est celle qui s'offre la première comme la plus ancienne, et comme produite par le feu dans le temps où la terre liquéfiée a pris sa consistance. Cette masse immense de matière vitreuse, s'étant consolidée par le refroidissement, a formé des boursouffures et des aspérités à sa surface ; elle a laissé en se resserrant une infinité de vides et de fentes, surtout à l'extérieur, lesquels se sont bientôt remplis par la sublimation ou la fusion de toutes les matières métalliques ;

elle s'est durcie en roche solide à l'intérieur, comme une masse de verre bien recuit se consolide et se durcit lorsqu'il n'est point exposé à l'action de l'air. La surface de ce globe immense s'est divisée, fêlée, fendillée, réduite en poudre, par l'impression des agents extérieurs; ces poudres de verre furent ensuite saisies, entraînées et déposées par les eaux, et formèrent dès lors les couches de sables vitreux, qui, dans ces premiers temps, étaient bien plus épaisses et plus étendues qu'elles ne le sont aujourd'hui; car une grande partie de ces débris de verre qui ont été transportés les premiers par le mouvement des eaux, ont ensuite été réunis en blocs de grès, ou décomposés et convertis en argile par l'action et l'intermède de l'eau. Ces argiles, durcies par le desséchement, ont formé les ardoises et les schistes; et ensuite les bancs calcaires produits par les coquillages, les madrépores et tous les détriments des productions de la mer, ont été déposés au-dessus des argiles et des schistes, et ce n'est qu'après l'établissement local de toutes ces grandes masses, que se sont formés la plupart des autres minéraux.

Nous suivrons donc cet ordre, qui de tous est le plus naturel; et au lieu de commencer par les métaux les plus riches ou par les pierres précieuses, nous présenterons les matières les plus communes, et qui, quoique moins nobles en apparence, sont néanmoins les plus anciennes, et celles qui tiennent, sans comparaison, la plus grande place dans la nature, et méritent par conséquent d'autant plus d'être considérées, que toutes les autres en tirent leur origine.

DES VERRES PRIMITIFS.

Si l'on pouvait supposer que le globe terrestre, avant sa liquéfaction, eût été composé des mêmes matières qu'il l'est aujourd'hui, qu'ayant tout à coup été saisi par le feu, toutes ces matières se fussent réduites en verre, nous aurions une juste idée des produits de la vitrification générale, en les comparant avec ceux des vitrifications particulières qui s'opèrent sous nos yeux par le feu des volcans; ce sont des verres de toutes sortes, très-différents les uns des autres par la densité, la dureté, les couleurs, depuis les basaltes et les laves les plus solides et les plus noires, jusqu'aux pierres poncees les plus blanches, qui semblent être les plus légères de ces productions de volcan: entre ces deux termes extrêmes on trouve tous les autres degrés de pesanteur et de légèreté dans les laves plus ou moins compactes, et plus ou moins poreuses ou mélangées; de sorte qu'en jetant un coup d'œil sur une collection bien rangée de matières volcaniques, on peut aisément reconnaître les différences, les degrés, les nuances, et même la suite des effets et du produit de cette vitrification par le feu des volcans. Dans cette supposition, il y aurait eu autant de sortes de matières vitrifiées par le feu primitif que par celui des volcans,

et ces matières seraient aussi de même nature que les pierres poncees, les laves et les basaltes; mais le quartz et les matières vitreuses de la masse du globe étant très-différents de ces verres de volcans, il est évident qu'on n'aurait qu'une fausse idée des effets et des produits de la vitrification générale, si l'on voulait comparer ces matières premières aux productions volcaniques.

Ainsi la terre, lorsqu'elle a été vitrifiée, n'était point telle qu'elle est aujourd'hui, mais plutôt telle que nous l'avons dépeinte à l'époque de sa formation (1); et pour avoir une idée plus juste des effets et du produit de la vitrification générale, il faut se représenter le globe entier pénétré de feu et fondu jusqu'au centre, et se souvenir que cette masse en fusion, tournant sur elle-même, s'est élevée sous l'équateur par la force centrifuge, et en même temps abaissée sous les pôles, ce qui n'a pu se faire sans former des cavernes et des boursouffures dans les couches extérieures à mesure qu'elles prenaient de la consistance. Tâchons donc de concevoir de quelle manière les matières vitrifiées ont pu se disposer et devenir telles que nous les trouvons dans le sein de la terre.

Toute la masse du globe, liquéfiée par le feu, ne pouvait d'abord être que d'une substance homogène et plus pure que celle de nos verres et des laves de volcan, puisque toutes les matières qui pouvaient se sublimer étaient alors reléguées dans l'atmosphère avec l'eau et les autres substances volatiles. Ce verre homogène et pur nous est représenté par le quartz, qui est la base de toutes les autres matières vitreuses; nous devons donc le regarder comme le verre primitif. Sa substance est simple, dure, et résistante à toute action des acides ou du feu; sa cassure vitreuse démontre son essence, et tout nous porte à penser que c'est le premier verre qu'ait produit la nature.

Et, pour se former une idée de la manière dont ce verre a pu prendre autant de consistance et de dureté, il faut considérer qu'en général le verre en fusion n'acquiert aucune solidité s'il est frappé par l'air extérieur, et que ce n'est qu'en le laissant recuire lentement et longtemps dans un four chaud et bien fermé qu'on lui donne une consistance solide; plus les masses de verre sont épaisses, et plus il faut de temps pour les consolider et les recuire: or, dans le temps que la masse du globe, vitrifiée par le feu, s'est consolidée par le refroidissement, l'intérieur de cette masse immense aura eu tout le temps de se recuire et d'acquérir de la solidité et de la dureté; tandis que la surface de cette même masse, frappée du refroidissement, n'a pu, faute de recuit, prendre aucune solidité. Cette surface, exposée à l'action des éléments extérieurs, s'est divisée, fêlée, fendillée, et même réduite en écailles, en paillettes et en poudre, comme nous le voyons dans nos verres en fusion exposés à l'action de l'air. Ainsi le globe, dans ce premier temps, a été couvert d'une grande quantité de ces écailles ou paillettes du verre primitif, qui n'aurait pu se recuire assez pour prendre de la solidité; et ces parcelles ou paillettes du premier verre, nous sont aujourd'hui représentées par les micas et les grains

(1) Voyez la première époque.

décrépités du quartz, qui sont ensuite entrés dans la composition des granites et de plusieurs matières vitreuses.

Les micas n'étant, dans leur première origine, que des exfoliations du quartz frappé par le refroidissement, leur essence est au fond la même que celle du quartz, seulement la substance du mica est un peu moins simple; car il se fond à un feu très-violent, tandis que le quartz y résiste; et nous verrons dans la suite qu'en général plus la substance d'une matière est simple et homogène, moins elle est fusible. Il paraît donc que quand la couche extérieure du verre primitif s'est réduite en paillettes par la première action du refroidissement, il s'est mêlé à sa substance quelques parties hétérogènes contenues dans l'air dont il a été frappé; et dès lors la substance des micas, devenue moins pure que celle du quartz, est aussi moins réfractaire à l'action du feu.

Peu de temps avant que le quartz se soit entièrement consolidé en se recuisant lentement sous cette enveloppe de ses fragments décrépités et réduits en micas, le fer, qui, de tous les métaux, est le plus résistant au feu, a le premier occupé les fentes qui se formaient de distance en distance par la retraite que prenait la matière du quartz en se consolidant, et c'est dans ces mêmes interstices que s'est formé le jaspé, dont la substance n'est au fond qu'une matière quartzéuse, mais imprégnée de matières métalliques qui lui ont donné de fortes couleurs, et qui néanmoins n'ont point altéré la simplicité de son essence, car il est aussi infusible que le quartz. Nous regarderons donc le quartz, le jaspé et le mica, comme les trois premiers verres primitifs, et en même temps comme les trois matières les plus simples de la nature.

Ensuite, et à mesure que la grande chaleur diminuait à la surface du globe, les matières sublimées tombant de l'atmosphère se sont mêlées en plus ou moins grande quantité avec le verre primitif, et de ce mélange ont résulté deux autres verres dont la substance, étant moins simple, s'est trouvée bien plus fusible; ces deux verres sont le feldspath et le schorl: leur base est également quartzéuse; mais le fer et d'autres matières hétérogènes s'y trouvent mêlés au quartz, et c'est ce qui leur a donné une fusibilité à peu près égale à celle de nos verres factices.

On pourrait donc dire en toute rigueur qu'il n'y a qu'un seul verre primitif, qui est le quartz, dont la substance, modifiée par la teinture du fer, a pris la forme de jaspé et celle de mica par les exfoliations de tous deux; et ce même quartz, avec une plus grande quantité de fer et d'autres matières hétérogènes, s'est converti en feldspath et en schorl: c'est à ces cinq matières que la nature paraît avoir borné le nombre des premiers verres produits par le feu primitif, et desquels ont ensuite été composées toutes les substances vitreuses du règne minéral.

Il y a donc eu, dès ces premiers temps, des verres plus ou moins purs, plus ou moins recuits et plus ou moins mélangés de matières différentes: les uns composés des parties les plus fixes de la matière en fusion, et qui, comme le quartz, ont pris plus de dureté et plus de résistance au feu que nos verres et que ceux des volcans;

d'autres presque aussi durs, aussi réfractaires, mais qui, comme les jaspes, ont été fortement colorés par le mélange des parties métalliques; d'autres qui, quoique durs, sont comme le feldspath et le schorl, très-aisément fusibles; d'autres enfin, comme le mica, qui, faute de recuit, étaient si spumeux et si friables, qu'au lieu de se durcir, ils se sont écartés et dispersés en paillettes, ou réduits en poudre par le plus petit et premier choc des agents extérieurs.

Ces verres de qualités différentes se sont mêlés, combinés et réunis ensemble en proportions différentes : les granites, les porphyres, les ophites et les autres matières vitreuses en grandes masses, ne sont composés que des débris de ces cinq verres primitifs; et la formation de ces substances mélangées a suivi de près celle de ces premiers verres, et s'est faite dans le temps qu'ils étaient encore en demi-fusion : ce sont là les premières et les plus anciennes matières de la terre; elles méritent toutes d'être considérées à part, et nous commencerons par le quartz, qui est la base de toutes les autres, et qui nous paraît être de la même nature que la roche de l'intérieur du globe.

Mais je dois auparavant prévenir une objection qu'on pourrait me faire avec quelque apparence de raison. Tous nos verres factices, et même toutes les matières vitreuses produites par le feu des volcans, telles que les basaltes et les laves, cèdent à l'impression de la lime, et sont fusibles aux feux de nos fourneaux : le quartz et le jaspe, au contraire, que vous regardez, me dira-t-on, comme les premiers verres de la nature, ne peuvent ni s'entamer par la lime ni se fondre par notre art; et de vos cinq verres primitifs, qui sont le quartz, le jaspe, le mica, le feldspath et le schorl, il n'y a que les trois derniers qui soient fusibles, et encore le mica ne peut se réduire en verre qu'au feu le plus violent; et dès lors le quartz et les jaspes pourraient bien être d'une essence ou tout au moins d'une texture différente de celle du verre. La première réponse que je pourrais faire à cette objection, c'est que tout ce que nous connaissons non-seulement dans la classe des substances vitreuses produites par la nature, mais même dans nos verres factices composés par l'art, nous fait voir que les plus purs et les plus simples de ces verres sont en même temps les plus réfractaires, et que quand ils ont été fondus une fois, ils se refusent et résistent ensuite à l'action de la même chaleur qui leur a donné cette première fusion, et ne cèdent plus qu'à un degré de feu de beaucoup supérieur : or, comment trouver un degré de feu supérieur à un embrasement presque égal à celui du soleil, et tel que le feu qui a fondu ces quartz et ces jaspes? car, dans ce premier temps de la liquéfaction du globe, l'embrasement de la terre était presque égal à celui de cet astre; et puisque aujourd'hui même la plus grande chaleur que nous puissions produire, est celle de la réunion d'une portion presque infiniment petite de ses rayons par les miroirs ardents, quelle idée ne devons-nous pas avoir de la violence du feu primitif! et pouvons-nous être étonnés qu'il ait produit le quartz et d'autres verres plus durs et moins fusibles que les basaltes et les laves des volcans?

Quoique cette réponse soit assez satisfaisante, et qu'on puisse très-raisonnable-

ment s'en tenir à mon explication, je pense que, dans des sujets aussi difficiles, on ne doit rien prononcer affirmativement, sans exposer toutes les difficultés et les raisons sur lesquelles on pourrait fonder une opinion contraire. Ne se pourrait-il pas, dira-t-on, que le quartz, que vous regardez comme le produit immédiat de la vitrification générale, ne fût lui-même, comme toutes les autres substances vitreuses, que le dérivé d'une matière primitive que nous ne connaissons pas, faute d'avoir pu pénétrer à d'assez grandes profondeurs dans le sein de la terre, pour y trouver la vraie masse qui en remplit l'intérieur? L'analogie doit faire adopter ce sentiment plutôt que votre opinion; car les matières qui, comme le verre, ont été fondues par nos feux, peuvent l'être de nouveau, et par le même élément du feu, tandis que celles qui, comme le cristal de roche, l'argile blanche et la craie pure, ne sont formées que par l'intermédiaire de l'eau, résistent, comme le quartz, à la plus grande violence du feu : dès lors ne doit-on pas penser que le quartz n'a pas été produit par ce dernier élément, mais formé par l'eau, comme l'argile et la craie pures, qui sont également réfractaires à nos feux? et si le quartz a en effet été produit primitivement par l'intermédiaire de l'eau, à plus forte raison le jaspe, le porphyre et les granites, auront été formés par le même élément.

J'observerai d'abord que, dans cette objection, le raisonnement n'est appuyé que sur la supposition idéale d'une matière inconnue, tandis que je pars au contraire d'un fait certain, en présentant pour matière primitive les deux substances les plus simples qui se soient jusqu'ici rencontrées dans la nature; et je réponds, en second lieu, que l'idée sur laquelle ce raisonnement est fondé n'est encore qu'une autre supposition démentie par les observations; car il faudrait alors que les eaux eussent non-seulement surmonté les pics des plus hautes montagnes de quartz et de granite, mais encore que l'eau eût formé les masses immenses de ces mêmes montagnes par des dépôts accumulés et superposés jusqu'à leurs sommets : or cette double supposition ne peut ni se soutenir ni même se présenter avec quelque vraisemblance, dès que l'on vient à considérer que la terre n'a pu prendre sa forme renflée sous l'équateur et abaissée sous les pôles, que dans son état de liquéfaction par le feu, et que les boursouffures et les grandes éminences du globe ont de même nécessairement été formées par l'action de ce même élément dans le temps de la consolidation. L'eau, en quelque quantité et dans quelque mouvement qu'on la suppose, n'a pu produire ces chaînes de montagnes primitives qui font la charpente de la terre, et tiennent à la roche qui en occupe l'intérieur. Loin d'avoir travaillé ces montagnes primitives dans toute l'épaisseur de leur masse, ni par conséquent d'avoir pu changer la nature de cette prétendue matière primitive, pour en faire du quartz ou des granites, les eaux n'ont eu aucune part à leur formation; car ces substances ne portent aucune trace de cette origine, et n'offrent pas le plus petit indice du travail ou du dépôt de l'eau. On ne trouve aucune production marine ni dans le quartz ni dans le granite; et leurs masses, au lieu d'être disposées par couches comme le sont toutes les matières transportées ou déposées par les eaux, sont au contraire comme fondues d'une seule pièce, sans lits ni divi-

sions que celles des fentes perpendiculaires qui se sont formées par la retraite de la matière sur elle-même dans le temps de sa consolidation par le refroidissement. Nous sommes donc bien fondés à regarder le quartz et toutes les matières en grandes masses dont il est la base, telles que les jaspes, les porphyres, les granites, comme des produits du feu primitif, puisqu'ils diffèrent en tout des matières travaillées par les eaux.

Le quartz forme la roche du globe; les appendices de cette roche servent de noyau aux plus hautes éminences de la terre. Le jaspé est aussi un produit immédiat du feu primitif, et il est, après le quartz, la matière vitreuse la plus simple; car il résiste également à l'action des acides et du feu. Il n'est pas tout à fait aussi dur que le quartz, et il est presque toujours fortement coloré; mais ces différences ne doivent pas nous empêcher de regarder le jaspé en grandes masses comme un produit du feu, et comme le second verre primitif, puisqu'on n'y voit aucune trace de composition, ni d'autre indice de mélange que celui des parties métalliques qui l'ont coloré; du reste, il est d'une essence aussi pure que le quartz, qui lui-même a reçu quelquefois des couleurs, et particulièrement le rouge du fer. Ainsi, dans le temps de la vitrification générale, les quartz et les jaspes, qui en sont les produits les plus simples, n'ont reçu par sublimation ou par mixtion qu'une petite quantité de particules métalliques dont ils sont colorés; et la rareté des jaspes, en comparaison du quartz, vient peut-être de ce qu'ils n'ont pu se former que dans les endroits où il s'est trouvé des matières métalliques, au lieu que le quartz a été produit en tous lieux. Quoiqu'il en soit, le quartz et le jaspé sont réellement les deux substances vitreuses les plus simples de la nature, et nous devons dès lors les regarder comme les deux premiers verres qu'elle ait produits.

L'infusibilité, ou plutôt la résistance à l'action du feu, dépend en entier de la pureté ou simplicité de la matière: la craie et l'argile pure sont aussi infusibles que le quartz et le jaspé; toutes les matières mixtes ou composées sont au contraire très-aisément fusibles. Nous considérerons donc d'abord le quartz et le jaspé comme étant les deux matières vitreuses les plus simples; ensuite nous placerons le mica, qui, étant un peu moins réfractaire au feu, paraît être un peu moins simple; et enfin nous présenterons le feldspath et le schorl, dont la grande fusibilité semble démontrer que leur substance est mélangée: après quoi nous traiterons des matières composées de ces cinq substances primitives, lesquelles ont pu se mêler et se combiner ensemble deux à deux, trois à trois, ou quatre à quatre, et dont le mélange a réellement produit toutes les autres matières vitreuses en grandes masses.

Nous ne mettrons pas au nombre des substances du mélange, celles qui donnent les couleurs à ces différentes matières, parce qu'il ne faut qu'une si petite quantité de métal pour colorer de grandes masses, qu'on ne peut regarder la couleur comme partie intégrante d'aucune substance; et c'est par cette raison que les jaspes peuvent être regardés comme aussi simples que le quartz, quoiqu'ils soient presque toujours fortement colorés. Ainsi nous présenterons d'abord ces

cinq verres primitifs ; nous suivrons leurs combinaisons et leurs mélanges entre eux ; et, après avoir traité de ces grandes masses vitreuses formées et fondues par le feu, nous passerons à la considération des masses argileuses et calcaires qui ont été produites et entassées par le mouvement des eaux.

DU QUARTZ.

Le quartz est le premier des verres primitifs ; c'est même la matière première dont on peut concevoir qu'est formée la roche intérieure du globe. Ses appendices extérieurs, qui servent de base et de noyau aux plus grandes éminences de la terre, sont aussi de cette même matière primitive : ces noyaux des plus hautes montagnes se sont trouvés d'abord environnés et couverts de fragments décrépités de ce premier verre, ainsi que des écailles du jaspe, des paillettes du mica, et des petites masses cristallisées du feldspath et du schorl, qui dès lors ont formé par leur réunion les grandes masses de granite, de porphyre, et de toutes les autres roches vitreuses composées de ces premières matières produites par le feu primitif ; les eaux n'ont agi que longtemps après sur ces mêmes fragments et poudres de verre, pour en former les grès, les talcs, et les convertir enfin, par une longue décomposition, en argile et en schiste. Il y a donc eu d'abord, à la surface du globe, des sables décrépités de tous les verres primitifs, et c'est de ces premiers sables que les roches vitreuses en grandes masses ont été composées ; ensuite ces sables, transportés par le mouvement des eaux, et réunis par l'intermède de cet élément, ont formé les grès et les talcs ; et enfin ces mêmes sables, par un long séjour dans l'eau, se sont atténués, ramollis et convertis en argile. Voilà la suite des altérations et les changements successifs de ces premiers verres ; toutes les matières qui en ont été formées avant que l'eau les eût pénétrées, sont demeurées sèches et dures ; celles au contraire qui n'ont été produites que par l'action de l'eau, lorsque ces mêmes verres ont été imbus d'humidité, ont conservé quelque mollesse ; car tout ce qui est humide est en même temps mou, c'est-à-dire moins dur que ce qui est sec : aussi n'y a-t-il de parfaitement solide que ce qui est entièrement sec ; les verres primitifs et les matières qui en sont composées, telles que les porphyres, les granites, qui tous ont été produits par le feu, sont aussi durs que secs ; les métaux, même les plus purs, tels que l'or et l'argent, que je regarde aussi comme des produits du feu, sont de même d'une sécheresse entière (1).

(1) L'expérience m'a démontré que ces métaux ne contiennent aucune humidité dans leur intérieur.

Ayant exposé au foyer de mon miroir ardent, à quarante et cinquante pieds de distance, des assiettes d'argent et d'assez larges plaques d'or, je fus d'abord un peu surpris de les voir fumer longtemps avant de se fondre : cette fumée était assez épaisse pour faire une ombre très-sensible sur le terrain éclairé, comme le miroir, par la lumière du soleil ; elle avait tout l'air d'une vapeur humide ; et s'en tenant à cette première apparence, on aurait pu

Mais toute matière ne conserve sa sécheresse et sa dureté qu'autant qu'elle est à l'abri de l'action des éléments humides, qui, dans un temps plus ou moins long, la pénètrent, l'altèrent et semblent quelquefois en changer la nature en lui donnant une forme extérieure toute différente de la première. Les cailloux les plus durs, les laves des volcans, et tous nos verres factices, se convertissent en terre argileuse par la longue impression de l'humidité de l'air; le quartz et tous les autres verres produits par la nature, quelque durs qu'ils soient, doivent subir la même altération, et se convertir à la longue en terre plus ou moins analogue à l'argile.

Ainsi le quartz, comme toute autre matière, doit se présenter dans des états différents : le premier, en grandes masses dures et sèches, produites par la vitrification primitive, et telles qu'on les voit au sommet et sur les flancs de plusieurs montagnes; le second de ces états est celui où le quartz se présente en petites masses brisées et décrépitées par le premier refroidissement; et c'est sous cette seconde forme qu'il est entré dans la composition des granites et de plusieurs autres matières vitreuses; le troisième enfin est celui où ces petites masses sont dans un état d'altération ou de décomposition, produit par les vapeurs de la terre ou par l'infiltration de l'eau. Le quartz primitif est aride au toucher; celui qui est altéré par les vapeurs de la terre, ou par l'eau, est plus doux; et celui qui sert de gangue aux métaux est ordinairement onctueux; il y en a aussi qui est cassant, d'autre qui est feuilleté, etc. : mais l'un des caractères généraux du quartz dur, opaque ou transparent, est d'avoir la cassure vitreuse, c'est-à-dire par ondes convexes et concaves, également polies et luisantes, et ce caractère très-marqué suffirait pour indiquer que le quartz est un verre, quoiqu'il ne soit pas fusible au feu de nos fourneaux, et qu'il soit moins transparent et beaucoup plus dur que nos verres factices. Indépendamment de sa dureté, de sa résistance au feu, et de sa cassure vitreuse, il prend souvent un quatrième caractère, qui est la cristallisation si connue du cristal de roche : or le quartz dans son premier état, c'est-à-dire en grandes masses produites par le feu, n'est point cristallisé; et ce n'est qu'après avoir été décomposé par l'impression de l'eau, que ses particules prennent, en se réunissant, la forme des prismes du cristal : ainsi le quartz, dans ce second état, n'est qu'un extrait formé par stillation de ce qu'il y a de plus homogène dans sa propre substance.

Le cristal est en effet de la même nature que le quartz; il n'en diffère que par sa forme et par sa transparence; tous deux, frottés l'un contre l'autre, deviennent lumineux; tous deux jettent des étincelles par le choc de l'acier; tous deux résistent à l'action des acides, et sont également réfractaires au feu; enfin tous deux sont à peu près de la même densité, et par conséquent leur substance est la même.

penser que ces métaux contiennent une bonne quantité d'eau; mais ces mêmes vapeurs étant interceptées, reçues et arrêtées par une plaque d'autre matière, elles l'ont dorée ou argentée. Ce dernier effet démontre donc que ces vapeurs, loin d'être aqueuses, sont purement métalliques, et qu'elles ne se séparent de la masse du métal que par une sublimation causée par la chaleur du foyer auquel il était exposé.

On trouve aussi du quartz de seconde formation en petites masses opaques et non cristallisées, mais seulement feuilletées et trouées, comme si cette matière de quartz eût coulé dans les interstices et les fentes d'une terre molle qui lui aurait servi de moule ; ce quartz feuilleté n'est qu'une stalactite grossière du quartz en masse, et cette stalactite est composée, comme le grès, de grains quartzeux qui ont été déposés et réunis par l'intermède de l'eau. Nous verrons, dans la suite, que ce quartz troué sert quelquefois de base aux agates et à d'autres matières du même genre.

M. de Gensanne attribue aux vapeurs de la terre l'altération et même la production des quartz qui accompagnent les filons des métaux ; il a fait sur cela de bonnes observations et quelques expériences que je ne puis citer qu'avec éloge. Il assure que ces vapeurs, d'abord condensées en concrétions assez molles, se cristallisent ensuite en quartz. « C'est, dit-il, une observation que j'ai suivie plusieurs années de suite à la mine de Cramailot, à Planche-lès-Mines en Franche-Comté ; les eaux qui suintent à travers les roches de cette mine forment des stalactites au ciel des travaux, et même sur les bois, qui ressemblent aux glaçons qui pendent aux toits pendant l'hiver, et qui sont un véritable quartz. Les extrémités de ces stalactites, qui n'ont pas encore pris une consistance solide, donnent une substance grenue, cristalline, qu'on écrase facilement entre les doigts ; et comme c'est un filon de cuivre, il n'est pas rare, parmi ces stalactites, d'y en voir quelques-unes qui forment de vraies malachites d'un très-beau vert. Lorsque les travaux d'une mine ont été abandonnés, et que les puits sont remplis d'eau, il n'est pas rare de trouver, au bout d'un certain temps, la surface de ces puits plus ou moins couverte d'une espèce de matière blanche cristallisée, qui est un véritable quartz, c'est-à-dire un *guhr* cristallisé. J'ai vu de ces concrétions qui avaient plus d'un pouce d'épaisseur. »

Je ne suis point du tout éloigné de ces idées de M. de Gensanne : jusqu'à lui les physiciens n'attribuaient aucune formation réelle et solide aux vapeurs de la terre ; mais ces observations et celles que M. de Lassone a faites sur l'émail des grès, semblent démontrer que, dans plusieurs circonstances, les vapeurs minérales prennent une forme solide et même une consistance très-dure.

Il paraît donc que le quartz, suivant ses différents degrés de décomposition et d'atténuation, se réduit en grains et petites lames qui se rassemblent en masses feuilletées, et que ses stillations plus épurées produisent le cristal de roche : il paraît de même qu'il passe de l'opacité à la transparence par nuances, comme on le voit dans plusieurs montagnes, et particulièrement dans celles des Vosges, où M. l'abbé Bexon nous assure avoir observé le quartz dans plusieurs états différents : il y a trouvé des quartz opaques ou laiteux, et d'autres transparents ou demi-transparentes ; les uns disposés par veines, et d'autres par blocs, et même par grandes masses, faisant partie des montagnes : et tous ces quartz sont souvent accompagnés de leurs cristaux colorés ou non colorés. M. Guettard a observé les grands rochers de quartz blancs de Chipclu et d'Oursière en Dauphiné, et il fait aussi

mention des quartz des environs d'Allevard dans cette même province. M. Bowles rapporte que, dans le terrain de la Nata, en Espagne, il y a une veine de quartz qui sort de la terre, s'étend à plus d'une demi-lieue, et se perd ensuite dans la montagne : il dit avoir coupé un morceau de ce quartz, qui était à demi transparent et presque aussi fin que du cristal de roche; il forme comme une bande ou ruban de quatre doigts de large, entre deux lisières d'un autre quartz plus obscur, et le long de cette même veine il se trouve des morceaux de quartz couverts de cristaux réguliers de couleur de lait. M. Guettard a trouvé de semblables cristaux sur le quartz, en Auvergne; la plupart de ces cristaux étaient transparents, et quelques-uns étaient opaques, bruns et jaunâtres, ordinairement très-distingués les uns des autres, souvent hérissés de beaucoup d'autres cristaux très-petits, parmi lesquels il y en avait plusieurs d'un beau rouge de grenat. Il en a vu de même sur les bancs de granite; et lorsque ces cristaux sont transparents et violets, on leur donne en Auvergne le nom d'*améthyste*, et celui d'*émeraude* lorsqu'ils sont verts. Je dois observer ici, pour éviter toute erreur, que l'améthyste est en effet un cristal de roche coloré, mais que l'émeraude est une pierre très-différente qu'on ne doit pas mettre au nombre des cristaux, parce qu'elle en diffère essentiellement dans sa composition, l'émeraude étant formée de lames superposées, au lieu que le cristal et l'améthyste sont composés de prismes réunis. Et d'ailleurs cette prétendue émeraude ou cristal vert d'Auvergne n'est autre chose qu'un spath fluor, qui est, à la vérité, une substance vitreuse, mais différente du cristal.

On trouve souvent du quartz en gros blocs détachés du sommet ou séparés du noyau des montagnes. M. Montel, habile minéralogiste, parle de semblables masses qu'il a vues dans les Cévennes, au diocèse d'Alais. « Ces masses de quartz, dit-il, n'affectent aucune figure régulière; leur couleur est blanche; et comme ils n'ont que peu de gerçures, ils n'ont été pénétrés d'aucune terre colorée: ils sont opaques; et quand on les casse, ils se divisent en morceaux inégaux, anguleux... La fracture représente une vitrification: elle est luisante et réfléchit les rayons de lumière, surtout si c'est un quartz cristallin, car on en trouve quelquefois de cette espèce parmi ces gros morceaux. On ne voit point de quartz d'une forme ronde dans ces montagnes; il ne s'en trouve que dans les rivières ou dans les ruisseaux, et il n'a pris cette forme qu'à force de rouler dans le sable. »

Ces quartz en morceaux arrondis et roulés que l'on trouve dans le lit et les vallées des rivières qui descendent des grandes montagnes primitives, sont les débris et les restes des veines ou masses de quartz qui sont tombées de la crête et des flancs de ces mêmes montagnes, minées et en partie abattues par le temps; et non-seulement il se trouve une très-grande quantité de quartz en morceaux arrondis dans le lit de ces rivières, mais souvent on voit, sur les collines voisines, des couches entières composées de ces cailloux de quartz arrondis et roulés par les eaux: ces collines ou montagnes inférieures sont évidemment de seconde formation; et quelquefois ces quartz roulés s'y trouvent mêlés avec la pierre calcaire, et

tous deux ont également été transportés et déposés par le mouvement des eaux.

Avant de terminer cet article du quartz, je dois remarquer que j'ai employé partout, dans mes Discours sur la théorie de la terre et dans ceux des Epoques de la nature, le mot de *roc vif* pour exprimer la roche quartzreuse de l'intérieur du globe et du noyau des montagnes : j'ai préféré le nom de *roc vif* à celui de *quartz*, parce qu'il présente une idée plus familière et plus étendue, et que cette expression, quoique moins précise, suffisait pour me faire entendre ; d'ailleurs j'ai souvent compris sous la dénomination de *roc vif*, non-seulement le quartz pur, mais aussi le quartz mêlé de mica, les jaspes, les porphyres, granites, et toutes les roches vitreuses en grandes masses que le feu ne peut calciner, et qui par leur dureté étincellent avec l'acier. Les rocs vitreux primitifs diffèrent des rochers calcaires non-seulement par leur essence, mais aussi par leur disposition : ils ne sont pas posés par bancs ou par couches horizontales, mais ils sont en pleines masses, comme s'ils étaient fondus d'une seule pièce : autre preuve qu'ils ne tirent pas leur origine du transport et du dépôt des eaux. La dénomination générique du *roc vif* suffisait aux objets généraux que j'avais à traiter ; mais aujourd'hui qu'il faut entrer dans un plus grand détail, nous ne parlerons du *roc vif* que pour le comparer quelquefois à la *roche morte*, c'est-à-dire à ce même roc quand il a perdu sa dureté et sa consistance par l'impression des éléments humides à la surface de la terre, ou lorsqu'il a été décomposé dans son sein par les vapeurs minérales.

Je dois encore avertir que quand je dis et je dirai que le quartz, le jaspe, l'argile pure, la craie et d'autres matières, sont infusibles, et qu'au contraire le feldspath, le schorl, la glaise ou argile impure, la terre limoneuse et d'autres matières, sont fusibles, je n'entends jamais qu'un degré relatif de fusibilité ou d'infusibilité ; car je suis persuadé que tout dans la nature est fusible, puisque tout a été fondu, et que les matières qui, comme le quartz et le jaspe, nous paraissent les plus réfractaires à l'action de nos feux, ne résisteraient pas à celle d'un feu plus violent. Nous ne devons donc pas admettre, en histoire naturelle, ce caractère d'infusibilité dans un sens absolu, puisque cette propriété n'est pas essentielle, mais dépend de notre art, et même de l'imperfection de cet art, qui n'a pu nous fournir encore les moyens d'augmenter assez la puissance du feu pour refondre quelques-unes de ces mêmes matières fondues par la nature.

Nous avons dit ailleurs que le feu s'employait de trois manières, et que, dans chacune, les effets et le produit de cet élément étaient très-différents : la première de ces manières est d'employer le feu en grand volume, comme dans les fourneaux de réverbère pour la verrerie et pour la porcelaine ; la seconde, en plus petit volume, mais avec plus de vitesse au moyen des soufflets ou des tuyaux d'aspiration ; et la troisième en très-petit volume, mais en masse concentrée au foyer des miroirs. J'ai éprouvé, dans un fourneau de glacerie, que le feu en grand volume ne peut fondre la mine de fer en grains, même en y ajoutant des fondants ; et néanmoins le feu, quoiqu'en moindre volume, mais animé par l'air des soufflets, fond cette même mine de fer sans addition d'aucun fondant. La troisième manière

par laquelle on concentre le volume du feu au foyer des miroirs ardents est la plus puissante et en même temps la plus sûre de toutes, et l'on verra, si je puis achever mes expériences au *miroir à échelons*, que la plupart des matières regardées jusqu'ici comme infusibles, ne l'étaient que par la faiblesse de nos feux. Mais, en attendant cette démonstration, je erois qu'on peut assurer, sans craindre de se tromper, qu'il ne faut qu'un certain degré de feu pour fondre ou brûler, sans aucune exception, toutes les matières terrestres, de quelque nature qu'elles puissent être : la seule différence c'est que les substances pures et simples sont toujours plus réfractaires au feu que les matières composées, parce que, dans tout mixte, il y a des parties que le feu saisit et dissout plus aisément que les autres; et ces parties, une fois dissoutes, servent de fondant pour liquéfier les premières.

Nous exclurons donc de l'histoire naturelle des minéraux ce caractère d'infusibilité absolue d'autant que nous ne pouvons le connaître que d'une manière relative, même équivoque, et jusqu'ici trop incertaine pour qu'on puisse l'admettre; et nous n'emploierons, 1° que celui de la fusibilité relative; 2° le caractère de la calcination ou non-calcination avant la fusion, caractère beaucoup plus essentiel, et par lequel on doit établir les deux grandes divisions de toutes les matières terrestres, dont les unes ne se convertissent en verre qu'après s'être calcinées, et dont les autres se fondent sans se calciner auparavant; 3° le caractère de l'effervescence avec les acides, qui accompagne ordinairement celui de la calcination; et ces deux caractères suffisent pour nous faire distinguer les matières vitreuses des substances calcaires ou gypseuses; 4° celui d'étinceler ou faire feu contre l'acier trempé; et ce caractère indique plus qu'aucun autre la sécheresse et la dureté des corps; 5° la cassure vitreuse, spathique, terreuse ou grenue, qui présente à nos yeux la texture intérieure de chaque substance; 6° enfin les couleurs qui démontrent la présence des parties métalliques, dont les différentes matières sont imprégnées. Avec ces six caractères, nous tâcherons de nous passer de la plupart de ceux que les chimistes ont employés; ils ne serviraient ici qu'à confondre les productions de la nature avec celles d'un art qui quelquefois, au lieu de l'analyser, ne fait que la défigurer. Le feu n'est pas un simple instrument dont l'action soit bornée à diviser ou à dissoudre les matières; le feu est lui-même une matière qui s'unit aux autres, et qui en sépare et enlève les parties les moins fixes; en sorte qu'après le travail de cet élément, les caractères naturels de la plupart des substances sont ou détruits ou changés, et que souvent même l'essence de ces substances en est entièrement altérée.

Le naturaliste, en traitant des minéraux, doit donc se borner aux objets que lui présente la nature, et renvoyer aux artistes tout ce que l'art a produit: par exemple, il décrira les sels qui se trouvent dans le sein de la terre, et ne parlera des sels formés dans nos laboratoires que comme d'objets accessoires et presque étrangers à son sujet; il traitera de même des terres argileuses, calcaires, gypseuses et végétales, et non des terres qu'on doit regarder comme artificielles, telles que la terre alumineuse, la terre sedlitienne et nombre d'autres qui ne sont que les

produits de nos combinaisons ; car, quoique la nature ait pu former en certaines circonstances tout ce que nos arts semblent avoir créé, puisque toutes les substances, et mêmes les éléments, sont convertibles par ses seules puissances, et que, pourvue de tous les principes, elle ait pu faire tous les mélanges, nous devons d'abord nous borner à la saisir par les objets qu'elle nous présente, et nous en tenir à les exposer tels qu'ils sont, sans vouloir la surcharger de toutes les petites combinaisons secondaires, que l'on doit renvoyer à l'histoire de nos arts.

DU JASPE.

Le jaspé n'est qu'un quartz plus ou moins pénétré de parties métalliques ; elles lui donnent les couleurs et rendent sa cassure moins nette que celle du quartz ; il est aussi plus opaque : mais comme à la couleur près, le jaspé n'est composé que d'une seule substance, nous croyons qu'on peut le regarder comme une sorte de quartz, dans lequel il n'est entré d'autres mélanges que des vapeurs métalliques ; car du reste le jaspé, comme le quartz, résiste à l'action du feu et à celle des acides ; il étincelle de même avec l'acier ; et s'il est un peu moins dur que le quartz, on peut encore attribuer cette différence à la grande quantité de ces mêmes parties métalliques dont il est imprégné. Le quartz, le jaspé, le mica, le feldspath et le schorl, doivent être regardés comme les seuls verres primitifs ; toutes les autres matières vitreuses en grandes masses, telles que les porphyres, les granites et les grès, ne sont que des mélanges ou des débris de ces mêmes verres, qui ont pu, en se combinant deux à deux, former dix matières différentes (1), et, combinées trois à trois, ont de même pu former encore dix autres matières (2), et enfin combinées quatre à quatre, ou mêlées toutes cinq ensemble, ont encore pu former cinq matières différentes (3).

Quoique tous les jaspés aient la cassure moins brillante que celle du quartz, ils reçoivent néanmoins également le poli dans tous les sens : leur tissu très-serré a retenu les atomes métalliques dont ils sont colorés ; et les métaux ne se trouvant en grande quantité qu'en quelques endroits du globe, il n'est pas surprenant qu'il y ait dans la nature beaucoup moins de jaspés que de quartz ; car il fallait, pour former les jaspés, cette circonstance de plus, c'est-à-dire un grand nombre d'exha-

(1) 1° Quartz et jaspé ; 2° quartz et mica ; 3° quartz et feldspath ; 4° quartz et schorl ; 5° jaspé et mica ; 6° jaspé et feldspath ; 7° jaspé et schorl ; 8° mica et feldspath ; 9° mica et schorl ; 10° feldspath et schorl.

(2) 1° Quartz, jaspé et mica ; 2° quartz, jaspé et feldspath ; 3° quartz, jaspé et schorl ; 4° quartz, mica et feldspath ; 5° quartz, mica et schorl ; 6° quartz, feldspath et schorl ; 7° jaspé, mica et feldspath ; 8° jaspé, mica et schorl ; 9° jaspé, feldspath et schorl ; 10° mica, feldspath et schorl.

(3) 1° Quartz, jaspé, mica et feldspath ; 2° quartz, jaspé, mica et schorl ; 3° quartz, jaspé, feldspath et schorl ; 4° jaspé, mica, feldspath et schorl ; 5° enfin quartz, jaspé, mica, feldspath et schorl : en tout vingt-cinq combinaisons ou matières différentes.

laisons métalliques, qui ne pouvaient être sublimées que dans les lieux abondants en métal. L'on peut donc présumer que c'est par cette raison qu'il y a beaucoup moins de jaspes que de quartz, et qu'ils sont en masses moins étendues.

Mais de la même manière que nous avons distingué deux états dans le quartz, l'un, très-ancien, produit par le feu primitif, et l'autre, plus nouveau, occasionné par la stillation des eaux, de même nous distinguerons deux états dans le jaspé : le premier, où, comme le quartz, il a été formé en grandes masses (1) dans le temps de la vitrification générale ; et le second, où la stillation des eaux a produit de nouveaux jaspes aux dépens des premiers ; et ces nouveaux jaspes étant des extraits du jaspé primitif, comme le cristal de roche est un extrait du quartz, ils sont, pour la plupart, encore plus purs et d'un grain plus fin que celui dont ils tirent leur origine. Mais nous devons renvoyer à des articles particuliers l'examen des cristaux de roches et des autres pierres vitreuses, opaques, ou transparentes, que nous ne regardons que comme des stalactites du quartz, du jaspé et des autres matières primitives (2) ; ces substances secondaires, quoique de même nature que les premières, n'ayant été produites que par l'intermède de l'eau, ne doivent être considérées qu'après avoir examiné les matières dont elles tirent leur origine, et qui ont été formées par le feu primitif. Je ne vois donc dans toute la nature que le quartz, le jaspé, le mica, le feldspath et le schorl, qu'on puisse regarder comme des matières simples, et auxquelles on peut ajouter encore le grès pur, qui n'est qu'une agrégation de grains quartzeux, et le talc, qui de même n'est composé que de paillettes micacées. Nous séparons donc de ces verres primitifs tous leurs produits secondaires, tels que les cailloux, agates, cornalines, sardoines, jaspes agatés et autres pierres opaques ou demi-transparentes, ainsi que les cristaux de roche et les pierres précieuses, parce qu'elles doivent être mises dans la classe des substances de dernière formation.

Le jaspé primitif a été produit par le feu presque en même temps que le quartz, et la nature montre elle-même en quelques endroits comment elle a formé le jaspé dans le quartz. « On voit dans les Vosges lorraines, dit un de nos plus habiles naturalistes (3), une montagne où le jaspé traverse et serpente entre les masses de quartz par larges veines sinueuses, qui représentent les soupiraux par lesquels

(1) M. Ferber a vu (à Florence, dans le cabinet de M. Targioni Tozzetti) du jaspé rouge sanguin, veiné de blanc, provenant de Barga, dans les Apennins de la Toscane, où des couches considérables, et même des montagnes entières, sont, dit-il, formées de jaspé.

Les murs de la *capella di Santo-Lorenzo* à Florence sont revêtus de très-belles et grandes plaques de ce jaspé, qui prend très-bien le poli.

Un peu au-dessous du château de *Montieri*, dans le pays de Siéne, est la *montagna di Montieri*, formée de schiste micacé ; on y trouve d'anciennes minières d'argent, de cuivre et de plomb, et une grande couche, au moins de trois toises d'épaisseur, d'un gros jaspé rouge, qui s'étend jusqu'au *castello di Gersalco* ; mais, ce lit étant composé de plusieurs petites couches minces qui ont beaucoup de fentes, on ne peut s'en servir. (*Lettres sur la minéralogie*, etc., page 109.)

(2) Le jaspé rouge dans lequel M. Ferber dit avoir vu des coquilles pétrifiées, est certainement un de ces jaspes de seconde formation. Il s'explique lui-même de manière à n'en laisser aucun doute. Ce jaspé produit dans des couches calcaires est une stillation vitreuse, comme le silex avec lequel il se trouve.

(3) M. l'abbé Bexon, grand-chantre de la Sainte-Chapelle de Paris.

s'exhalaient les sublimations métalliques : car toutes ces veines sont diversement colorées ; et partout où elles commencent à prendre des couleurs, la pâte quartzreuse s'adoucit et semble se fondre en jaspé, en sorte qu'on peut avoir dans le même échantillon, et la matière quartzreuse et le filon jaspé. Ces veines de jaspé sont de différentes dimensions ; les unes sont larges de plusieurs pieds, et les autres seulement de quelques pouces : et partout où la veine n'est pas pleine, mais laisse quelques bouillons ou interstices vides, on voit de belles cristallisations, dont plusieurs sont colorées. On peut contempler en grand ces effets de la nature dans cette belle montagne : elle est coupée à pic par différents groupes, sur trois ou quatre cents pieds de hauteur ; et sur ses flancs, couverts d'énormes quartiers rompus et entassés comme de vastes ruines, s'élèvent encore d'énormes pyramides de ce même rocher, tranché et mis à pic du côté du vallon. Cette montagne, la dernière des Vosges lorraines, sur les confins de la Franche-Comté, à l'entrée du canton nommé *le Val-d'Ajol* (1), fermait en effet un vallon très-profond, dont les eaux, par un effort terrible, ont rompu la barrière de roche, et se sont ouvert un passage au milieu de la masse de la montagne, dont les hautes ruines sont suspendues de chaque côté. Au fond coule un torrent, dont le bruit accroît l'émotion qu'inspirent l'aspect menaçant et la sauvage beauté de cet antique temple de la nature, l'un des lieux du monde peut-être où l'on peut voir une des plus grandes coupes d'une montagne vitreuse, et contempler plus en grand le travail de la nature dans ces masses primitives du globe. »

On trouve en Provence, comme en Lorraine, de grandes masses de jaspé, particulièrement dans la forêt d'Esterelle ; il s'en trouve encore plus abondamment en Allemagne, en Bohême, en Saxe et notamment à Freyberg. J'en ai vu des tables de trois pieds de longueur, et l'on m'a assuré qu'on en avait tiré des morceaux de huit à neuf pieds dans une carrière de l'archevêché de Salzbourg.

Il y a aussi des jaspes en Italie (2), en Pologne, aux environs de Varsovie et de Grodno, et dans plusieurs autres contrées de l'Europe. On en retrouve en Sibérie ; il y a même près d'Argun une montagne entière de jaspé vert : enfin on a reconnu des jaspes jusqu'en Groenland. Quelques voyageurs m'ont dit qu'il y en a des montagnes entières dans la Haute-Egypte, à quelques lieues de distance de la rive orien-

(1) Les gens du pays nomment la montagne *Chanaroux*, et sa vallée *les Vargottes* : elle est située à deux lieues, au midi, de la ville de Remiremont, et une lieue, à l'orient, du bourg de Plombières, fameux par ses eaux minérales chaudes.

(2) On trouve dans les églises, dans les palais et dans les cabinets d'antiquités de Rome et d'autres villes d'Italie :

1^o Le *diaspro sanguigno* ou *cliotropio*, qui est oriental ; il est vert, avec de petites taches couleur de sang :

2^o *Diaspro rosso* ; on tire la majeure partie de ce jaspé de la Sicile et de Barga en Toscane ; il y en a très-peu qui soit antique ;

3^o *Diaspro giallo* ; il est brun-jannâtre, avec de petites veines ondulées vertes et blanches ;

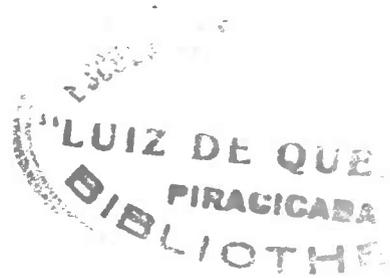
4^o *Diaspro fiorito reticellato* ; il est très-beau, le fond est blanc, transparent, agatisé, avec des taches brunes foncées, plus ou moins grandes, irrégulières et des raies ou rubans de la même couleur : les taches sont entourées d'une ligne blanche opaque, couleur de lait, et quelquefois jaune. On voit, dans la belle maison de campagne de *Mondragone* et autre part, de très-belles tables composées de plusieurs petits morceaux réunis de cette espèce de pierre ; elle est antique et très-rare. On a aussi du *diaspro fiorito* de Sicile, d'Espagne et de Constantinople, qui ressemble au *diaspro fiorito reticellato*. (*Lettres sur la minéralogie*, par M. Ferber, pages 335 et 336.)

tale du Nil. Il s'en trouve dans plusieurs endroits des Grandes-Indes, ainsi qu'à la Chine et dans d'autres provinces de l'Asie; on en a vu de même en assez grande quantité et de plusieurs couleurs différentes dans les hautes montagnes de l'Amérique.

Plusieurs jaspes sont d'une seule couleur, verte, rouge, jaune, grise, brune, noire et même blanche, et d'autres sont mélangés de ces diverses couleurs; on les nomme *jaspes tachés*, *jaspes veinés*, *jaspes fleuris*, etc. Les jaspes verts et les rouges sont les plus communs; le plus rare est le jaspe sanguin, qui est d'un beau vert foncé, avec de petites taches d'un rouge vif et semblables à des gouttes de sang, et c'est de tous les jaspes celui qui reçoit le plus beau poli. Le jaspe d'un beau rouge est aussi fort rare; et il y en a de seconde formation, puisqu'un morceau de ce jaspe rouge, cité par M. Ferber, contenait des impressions de coquilles. Tous les jaspes qui ne sont pas purs et simples, et qui sont mélangés de matières étrangères, sont aussi de seconde formation, et l'on ne doit pas les confondre avec ceux qui ont été produits par le feu primitif, lesquels sont d'une substance uniforme, et ne sont ordinairement que d'une seule couleur dans toute l'épaisseur de leur masse.

Le jade, que plusieurs naturalistes ont regardé comme un jaspe, me paraît approcher beaucoup plus de la nature du quartz (1); il est aussi dur, il étincelle de même par le choc de l'acier; il résiste également aux acides, à la lime et à l'action du feu; il a aussi un peu de transparence; il est doux au toucher, et ne prend jamais qu'un poli gras (2). Tous ces caractères conviennent mieux au quartz qu'au jaspe, d'autant plus que tous les jades des Grandes-Indes ou de la Chine sont blancs ou blanchâtres comme le quartz, et que de ces jades blancs au jade vert, on trouve toutes ces nuances du blanc au verdâtre et au vert. On a donné à ce jade vert le nom de *Pierre des Amazones*, parce qu'on le trouve en grande quantité dans ce fleuve, qui descend des hautes montagnes du Pérou, et entraîne ces morceaux de jade avec les débris du quartz et des granites qui forment la masse de ces montagnes primitives.

DU MICA ET DU TALC.



Le mica est une matière dont la substance est presque aussi simple que celle du quartz et du jaspe, et tous trois sont de la même essence. La formation du mica

(1) M. de Saussure dit avoir remarqué, dans certains granites, que « le quartz y semble changer de nature, devenir plus dense et plus compacte, et prendre, par gradation, les caractères du jade. » (*Voyage dans les Alpes*, tome I, page 104.)

(2) L'*igiala* des minéralogistes italiens paraît être une espèce de jade; mais si cela est, M. Ferber a tort de regarder l'*igiala* comme un produit de la pierre ollaire verte; il y aurait bien plus de raison de regarder la pierre ollaire comme une décomposition de la substance du jade en pâte argileuse.

est contemporaine à celle de ces deux premiers verres; il ne se trouve pas, comme eux, en grandes masses solides et dures, mais presque toujours en paillettes et en petites lames minces et disséminées dans plusieurs matières vitreuses : ces paillettes de mica ont ensuite formé les talcs, qui sont de la même nature, mais qui se présentent en lames beaucoup plus étendues. Ordinairement les matières en petit volume proviennent de celles qui sont en grandes masses; ici c'est le contraire : le talc en grand volume ne se forme que des parcelles du mica qui a existé le premier, et dont les particules étant réunies par l'intermède de l'eau, ont formé le talc, comme le sable quartzeux s'est réuni par le même moyen pour former le grès.

Ces petites parcelles de mica n'affectent que rarement une forme de cristallisation; et comme le talc réduit en petites particules devient assez semblable au mica, on les a souvent confondus, et il est vrai que les talcs et les micas ont à peu près les mêmes qualités intrinsèques : néanmoins ils diffèrent en ce que les talcs sont plus doux au toucher que les micas, et qu'ils se trouvent en grandes lames, et quelquefois en couches d'une certaine étendue, au lieu que les micas sont toujours réduits en parcelles, qui, quoique très-minces, sont un peu rudes ou arides au toucher. On pourrait donc dire qu'il y a deux sortes de micas, l'un produit immédiatement par le feu primitif, l'autre d'une formation bien postérieure, et provenant des débris mêmes du talc, dont il a les propriétés. Mais tout talc paraît avoir commencé par être mica; cette douceur au toucher, qui fait la qualité spécifique et la différence du talc au mica, ne vient que de la plus grande atténuation de ses parties par la longue impression des éléments humides. Le mica est donc un verre primitif en petites lames et paillettes très-minces, lesquelles, d'une part, ont été sublimées par le feu ou déposées dans certaines matières, telles que les granites au moment de leur consolidation, et qui, d'autre part, ont ensuite été entraînées par les eaux, et mêlées avec les matières molles, telles que les argiles, les ardoises et les schistes.

Nous avons dit ailleurs que le verre longtemps exposé à l'air, s'irise et s'exfolie par petites lames minces, et qu'en se décomposant il produit une sorte de mica, qui d'abord est assez aigre, et devient ensuite doux au toucher, et enfin se convertit en argile. Tous les verres primitifs ont dû subir ces mêmes altérations lorsqu'ils ont été très-longtemps exposés aux éléments humides, et il en résulte des substances nouvelles dont quelques-unes ont conservé les caractères de leur première origine : les micas en particulier, lorsqu'ils ont été entraînés par les eaux, ont formé des amas et même des masses en se réunissant; ils ont produit les talcs quand ils se sont trouvés sans mélange, ou bien ils se sont réunis pour faire corps avec des matières qui leur sont analogues; ils ont alors formé des masses plus ou moins tendres. Le crayon noir ou molybdène, la craie de Briançon, la craie d'Espagne, les pierres ollaires, les stéatites, sont tous composés de particules micacées qui ont pris de la solidité; et l'on trouve aussi des micas en masses pulvérulentes, et dans lesquelles les paillettes micacées ne sont point agglutinées et ne forment

pas des blocs solides. « Il y a, dit M. l'abbé Bexon, des amas assez considérables de cette sorte de mica au-dessous de la haute chaîne des Vosges, dans des montagnes subalternes, toutes composées de débris éboulés des grandes montagnes de granite qui sont derrière et au-dessus. Ces amas de mica en paillettes ne forment que des veines courtes et sans suite, ou des blocs isolés; le mica y est en parcelles sèches et de différentes couleurs, souvent aussi brillantes que l'or et l'argent, et on le distribue dans le pays sous le nom de *poudre dorée*, pour servir de poussière à mettre sur l'écriture.

» J'ai saisi, continue cet ingénieux observateur, la nuance du mica au talc sur des morceaux d'un granite de seconde formation, remplis de paquets de petites feuilles talqueuses empilées comme celles d'un livre, et l'on peut dire que ces feuilles sont de *grand mica* ou de *petit talc*; car elles ont depuis un demi-pouce jusqu'à un pouce ou plus de diamètre, et elles ont en même temps une partie de la douceur, de la transparence et de la flexibilité du talc (1). »

De tous les talcs le blanc est le plus beau; on l'appelle *verre fossile* en Moscovie et en Sibérie, où il se trouve en assez grands volumes: il se divise aisément en lames minces et aussi transparentes que le verre; mais il se ternit à l'air au bout de quelques années, et perd beaucoup de sa transparence. On en peut faire un bon usage pour les petites fenêtres des vaisseaux, parce qu'étant plus souple et moins fragile que le verre, il résiste mieux à toute commotion brusque, et en particulier à celle du canon.

Il y a des talcs verdâtres, jaunes et même noirs; et ces différentes couleurs, qui altèrent leur transparence, n'en changent pas les autres qualités. Ces talcs colorés sont à peu près également doux au toucher, souples et pliants sous la main, et ils résistent, comme le talc blanc, à l'action des acides et du feu.

Ce n'est pas seulement en Sibérie et en Moscovie que l'on trouve des veines ou des masses de talc; il y en a dans plusieurs autres contrées, à Madagascar, en Arabie, en Perse, où néanmoins il n'est pas en feuillet aussi minces que celui de Sibérie. M. Cook parle aussi d'un talc vert qu'il a vu dans la Nouvelle-Zélande, dont les habitants font commerce entre eux: il s'en trouve de même dans plusieurs endroits du continent et des îles de l'Amérique, comme à Saint-Domingue, en Virginie et au Pérou, où il est d'une grande blancheur et très-transparent. Mais, en citant les relations de ces voyageurs, je dois observer que quelques-uns d'entre eux pourraient s'être trompés en prenant pour du talc des gypses avec lesquels il est aisé de le confondre; car il y a des gypses si ressemblants au talc qu'on ne peut guère les distinguer qu'à l'épreuve du feu de calcination. Ces gypses sont aussi doux au toucher, aussi transparents que le talc; j'en ai vu moi-même dans de vieux vitraux d'église qui n'avaient pas encore perdu toute leur transparence; et même il paraît que le gypse résiste, à cet égard, plus longtemps que le talc aux impressions de l'air.

(1) Mémoires sur l'histoire naturelle de la Lorraine, communiqués par M. l'abbé Bexon.

Il paraît aussi assez difficile de distinguer le talc de certains spaths autrement que par la cassure; car le talc, quoique composé de lames brillantes et minces, n'a pas la cassure spathique et chatoyante comme les spaths, et il ne se rompt jamais qu'obliquement et sans direction déterminée.

La matière qu'on appelle *talc de Venise*, et fort improprement *craie d'Espagne*, *craie de Briançon*, est différente du talc de Moseovie; elle n'est pas comme ce talc en grandes feuilles minces, mais seulement en petites lames; et elle est encore plus douce au toucher et plus propre à faire le blanc de fard qu'on applique sur la peau.

On trouve aussi du talc en Scanie, qui n'a que peu de transparence. En Norwége il y en a de deux espèces : la première, blanchâtre ou verdâtre, dans le diocèse de Christiania; et la seconde, brune ou noirâtre, dans les mines d'Aruda (1). « En Suisse le talc est fort commun, dit M. Guettard, dans le canton d'Uri; les montagnes en donnent qui se lève en feuilles flexibles que l'on peut plier, et qui ressemble en tout à celui qu'on appelle communément *verre de Moscovie*. » On tire aussi du talc de la Hongrie, de la Bohême, de la Silésie, du Tyrol, du comté de Holberg, de la Styrie, du mont Bructer, de la Suède, de l'Angleterre, de l'Espagne, etc.

Nous avons cru devoir citer tous les lieux où l'on a découvert du talc en masse, par la raison que, quoique les micas soient répandus, et pour ainsi dire disséminés dans la plupart des substances vitreuses, ils ne forment que rarement des couches de talc pur qu'on puisse diviser en grandes feuilles minces.

En résumant ce que j'ai ci-devant exposé, il me paraît que le mica est certainement un verre, mais qui diffère des autres verres primitifs en ce qu'il n'a pas pris, comme eux de la solidité; ce qui indique qu'il était exposé à l'action de l'air, et que c'est par cette raison qu'il n'a pu recuire assez pour devenir solide : il formait donc la couche extérieure du globe vitrifié; les autres verres se sont recuits sous cette enveloppe et ont pris toute leur consistance : les micas, au contraire, n'en ayant point acquis par la fusion, faute de recuit, sont demeurés friables, et bientôt ont été réduits en particules et en paillettes; c'est là l'origine de ce verre qui diffère du quartz et du jaspé en ce qu'il est un peu moins réfractaire à l'action du feu, et qui diffère en même temps du feldspath et du schorl en ce qu'il est beaucoup moins fusible et qu'il ne se convertit qu'en une espèce de scorie de couleur obscure, tandis que le feldspath et le schorl donnent un verre compacte et communément blanchâtre.

Tous les micas blancs ou colorés sont également aigres et arides au toucher : mais lorsqu'ils ont été atténués et ramollis par l'impression des éléments humides, ils sont devenus plus doux et ont pris la qualité du talc; ensuite les particules

(1) *Actes de Copenhague*, année 1677. M. Pott fait à ce sujet une remarque qui me paraît fondée; il dit que Borrichius confond ici le talc avec la pierre ollaire, et il ajoute que Broémel est tombé dans la même erreur, en parlant de la pierre ollaire dont on fait des pots et plusieurs sortes d'autres vases dans le Semptland; en effet la pierre ollaire, comme la molybdène, quoique contenant beaucoup de talc, doivent être distinguées et séparées des talcs purs. (Voyez les *Mémoires de l'Académie de Berlin*, année 1746, pages 65 et suiv.)

talqueuses rassemblées en certains endroits par l'infiltration ou le dépôt des eaux se sont réunies par leur affinité, et ont formé les petites couches horizontales ou inclinées dans lesquelles se trouvent les talcs plus ou moins purs et en plaques plus ou moins étendues.

Cette origine du mica et cette composition du talc me paraissent très-naturelles; mais comme tous les micas ne se présentent qu'en petites lames minces, rarement cristallisées, on pourrait croire que toutes ces paillettes ne sont que des exfoliations détachées par les éléments humides, et enlevées de la surface de tous les verres primitifs en général. Cet effet est certainement arrivé; et l'on ne peut pas douter que les parcelles exfoliées des jaspes, du feldspath et du schorl, ne se soient incorporées avec plusieurs matières, soit par sublimation dans le feu primitif, soit par la stillation des eaux : mais il n'en faut pas conclure que les exfoliations de ces trois derniers verres aient formé les vrais micas; car si c'était là leur véritable origine, ces micas auraient conservé, du moins en partie, la nature de ces verres dont ils se seraient détachés par exfoliation, et l'on trouverait des micas d'essence différente, les uns de celle du jaspe, les autres de celle du feldspath ou du schorl; au lieu qu'ils sont tous à peu près de la même nature et d'une essence qui paraît leur être propre et particulière. Nous sommes donc bien fondé à regarder le mica comme un troisième verre de nature, produit par le feu primitif, et qui, s'étant trouvé à la surface du globe, n'a pu se recuire ni prendre de la solidité comme le quartz et le jaspe.

DU FELDSPATH.

Le feldspath est une matière vitreuse, et dont néanmoins la cassure est spathique; il n'est nulle part en grandes masses comme le quartz et le jaspe, et on ne le trouve qu'en petits cristaux incorporés dans les granites et les porphyres, ou quelquefois en petits morceaux isolés dans les argiles les plus pures ou dans les sables qui proviennent de la décomposition des porphyres et des granites : car ce spath est une des substances constituantes de ces deux matières; on l'y voit en petites masses ordinairement cristallisées et colorées. C'est le quatrième de nos verres primitifs : mais comme il semble ne pas exister à part, les anciens naturalistes ne l'ont ni distingué ni désigné par aucun nom particulier; et comme il est presque aussi dur que le quartz, et qu'ils se trouvent presque toujours mêlés ensemble, on les avait toujours confondus; mais les chimistes allemands, ayant examiné ces deux matières de plus près, ont reconnu que celle du feldspath était différente de celle du quartz, en ce qu'elle est très-aisément fusible, et qu'elle a la cassure spathique; ils lui ont donné les noms de *feldspath* (spath des champs) (1), *fluss-spath* (spath

(1) Sans doute parce que c'est dans les cailloux graniteux répandus dans les champs qu'on l'a remarqué d'abord.

fusible) (1); et on pourrait l'appeler plus proprement *spath dur* ou *spath étincelant*, parce qu'il est le seul des spaths qui soit assez dur pour étinceler sous le choc de l'acier (2).

Comme nous devons juger de la pureté ou plutôt de la simplicité des substances par la plus grande résistance qu'elles opposent à l'action du feu avant de se réduire en verre, la substance du feldspath est moins simple que celle du quartz et du jaspe, que nous ne pouvons fondre par aucun moyen; elle est de même moins simple que celle du mica, qui se fond à un feu très-violent; car le feldspath est non-seulement fusible par lui-même et sans addition au feu ordinaire de nos fourneaux, mais même il communique la fusibilité au quartz, au jaspe et au mica, avec lesquels il est intimement lié dans les granites et les porphyres.

Le feldspath est quelquefois opaque comme le quartz; mais plus souvent il est presque transparent: les diverses teintes de violet ou de rouge dont ses petites masses en cristaux sont souvent colorées, indiquent une grande proximité entre l'époque de sa formation et le temps où les sublimes métalliques pénétraient les jaspes et les teignaient de leurs couleurs; cependant les jaspes, quoique plus fortement colorés, résistent à un feu bien supérieur à celui qui met le feldspath en fusion: ainsi sa fusibilité n'est pas due aux parties métalliques qui ne l'ont que légèrement coloré, mais au mélange de quelque autre substance. En effet, dans le temps où la matière quartzreuse du globe était encore en demi-fusion, les substances salines, jusqu'alors reléguées dans l'atmosphère avec les matières encore plus volatiles, ont dû tomber les premières; et en se mélangeant avec cette pâte quartzreuse, elles ont formé le feldspath et le schorl, tous deux fusibles, parce que tous deux ne sont pas des substances simples, et qu'ils ont reçu dans leur composition cette matière étrangère.

Et l'on ne doit pas confondre le feldspath avec les autres spaths, auxquels il ne ressemble que par sa cassure *lamellée*, tandis que par toutes ses autres propriétés il en est essentiellement différent; car c'est un vrai verre qui se fond au même degré de feu que nos verres factices: sa forme cristallisée ne doit pas nous empêcher de le regarder comme un véritable verre produit par le feu, puisque la cristallisation peut également s'opérer par le moyen du feu comme par celui de l'eau, et que, dans toute matière liquide ou liquéfiée, nous verrons qu'il ne faut que du temps, de l'espace et du repos, pour qu'elle se cristallise. Ainsi la cristallisation du feld-

(1) Ce nom devrait être réservé pour le véritable spath fusible ou spath phosphorique, qui accompagne les filons des mines, et dont il sera parlé à l'article des matières vitreuses de seconde formation.

(2) Caractères du feldspath suivant M. Bergman:

Il étincelle avec l'acier.

Il se fond au feu sans bouillonnement.

Il ne se dissout qu'imparfaitement dans l'alcali minéral par la voie sèche, mais il fait effervescence avec cet alcali comme le quartz; il se dissout au feu dans le verre de borax sans effervescence, avec bien plus de facilité que le quartz.

Nous ajouterons à ces caractères donnés par M. Bergman, que le feldspath est presque toujours cristallisé en rhombes, et composé de lames brillantes appliquées les unes contre les autres; que, de plus, sa cassure est spatique, c'est-à-dire par lames longitudinales et chatoyantes.

spath a pu s'opérer par le feu : mais quelque similitude qu'il y ait entre ces cristallisations produites par le feu et celles qui se forment par le moyen de l'eau, la différence des deux causes n'en reste pas moins réelle ; elle est même frappante dans la comparaison que l'on peut faire de la cristallisation du feldspath et de celle du cristal de roche ; car il est évident que la cristallisation de celui-ci s'opère par le moyen de l'eau, puisque nous voyons le cristal se former, pour ainsi dire, sous nos yeux, et que la plupart des cailloux creux en contiennent des aiguilles naissantes ; au lieu que le feldspath, quoique cristallisé dans la masse des porphyres et des granites, ne se forme pas de nouveau ni de même sous nos yeux, et paraît être aussi ancien que ces matières dont il fait partie, quelquefois si considérable, qu'elle excède dans certains granites la quantité du quartz, et dans certains porphyres celle du jaspe, qui cependant sont les bases de ces deux matières.

C'est par cette même raison de sa grande quantité qu'on ne peut guère regarder le feldspath comme un extrait ou une exsudation du quartz ou du jaspe, mais comme une substance concomitante aussi ancienne que ces deux premiers verres. D'ailleurs on ne peut pas nier que le feldspath n'ait une très-grande affinité avec les trois autres matières primitives ; car, saisi par le jaspe, il a fait les porphyres ; mêlé avec le quartz, il a formé certaines roches dont nous parlerons sous le nom de *pierres de Laponie* ; et joint au quartz, au schorl et au mica, il a composé les granites : au lieu qu'on ne le trouve jamais intimement mêlé dans les grès ni dans aucune autre matière de seconde formation ; il n'y existe qu'en petits débris, comme on le voit dans la belle argile blanche de Limoges. Le feldspath a donc été produit avant ces dernières matières, et semble s'être incorporé avec le jaspe, et mêlé avec le quartz dans un temps voisin de leur fusion, puisqu'il se trouve généralement dans toute l'épaisseur des grandes masses vitreuses qui ont ces matières pour base, et dont la fonte ne peut être attribuée qu'au feu primitif, et que, d'autre part, il ne contracte aucune union avec toutes les substances formées par l'intermède de l'eau : car on ne le trouve pas cristallisé dans les grès ; et s'il y est quelquefois mêlé, ce n'est qu'en petits fragments : le grès pur n'en contient point du tout ; et la preuve en est que ce grès est aussi infusible que le quartz, et qu'il serait fusible si sa substance était mêlée de feldspath. Il en est de même de l'argile blanche de Limoges, qui est tout aussi réfractaire au feu que le quartz ou le grès pur, et qui, par conséquent, n'est pas composée de débris de feldspath, quoiqu'on y trouve de petits morceaux isolés de ce spath qui ne s'est pas réduit en poudre comme le quartz dont cette argile paraît être une décomposition.

Le grès pur n'étant formé que de grains de quartz agglutinés, tous deux ne sont qu'une seule et même substance ; et ceci semble prouver encore que le feldspath n'a pu s'unir avec le quartz et le jaspe que dans un état de liquéfaction par le feu, et que, quand il est décomposé par l'eau, il ne conserve aucune affinité avec le quartz ; et qu'il ne reprend pas dans cet élément la propriété qu'il eut dans le feu de se cristalliser, puisque nulle part dans le grès on ne trouve ce spath sous une forme distincte ni cristallisée de nouveau, quoiqu'on ne puisse néanmoins douter

que les grès feuilletés et micacés, qui sont formés de sables graniteux, ne contiennent aussi les détriments du feldspath en quantité peut-être égale à ceux du quartz.

Et puisque ce spath ne se trouve qu'en très-petit volume et toujours mêlé par petites masses et comme par doses dans les porphyres et granites, il paraît n'avoir coulé dans ces matières, et ne s'être uni à leur substance que comme un alliage additionnel auquel il ne fallait qu'un moindre degré de feu pour demeurer en fusion; et l'on ne doit pas être surpris que, dans la vitrification générale, le feldspath et le schorl, qui se sont formés les derniers, et qui ont reçu dans leur composition les parties hétérogènes qui tombaient de l'atmosphère, n'aient pris en même temps beaucoup plus de fusibilité que les trois autres premiers verres, dont la substance n'a été que peu ou point mêlée : d'ailleurs ces deux derniers verres sont demeurés plus longtemps liquides que les autres, parce qu'il ne leur fallait qu'un moindre degré de feu pour les tenir en fusion; ils ont donc pu s'allier avec les fragments décrépités et les exfoliations du quartz et du jaspe, qui déjà étaient à demi consolidés.

Au reste, le feldspath, qui n'a été bien connu en Europe que dans ces derniers temps, entrain néanmoins dans la composition des anciennes porcelaines de la Chine, sous le nom de *pétun-sé*; et aujourd'hui nous l'employons de même pour nos porcelaines, et pour faire les émaux blancs des plus belles faïences.

Dans les porphyres et les granites, le feldspath est cristallisé tantôt régulièrement en rhombes et quelquefois confusément et sans figure déterminée. Nous n'en connaissons que de deux couleurs, l'un blanc ou blanchâtre, et l'autre rouge ou rouge violet; mais on a découvert depuis peu un feldspath vert, qui se trouve, dit-on, dans l'Amérique septentrionale, et auquel on a donné le nom de *Pierre de Labrador* : cette pierre, dont on n'a vu que de petits échantillons, est chatoyante et composée, comme le feldspath, de cristaux en rhombes; elle a de même la cassure spathique; elle se fond aussi aisément et se convertit, comme le feldspath, en un verre blanc. Ainsi l'on ne peut douter que cette pierre ne soit de la même nature que ce spath, quoique sa couleur soit différente : cette couleur est d'un assez beau vert, et quelquefois d'un vert bleuâtre et toujours à reflets chatoyants. La grande dureté de cette pierre la rend susceptible d'un très-beau poli, et il serait à désirer qu'on pût l'employer comme le jaspe : mais il y a toute apparence qu'on ne la trouvera pas en grandes masses, puisqu'elle est de la même nature que le feldspath, qui ne s'est trouvé nulle part en assez grand volume pour en faire des vases ou des plaques de quelques pouces d'étendue.

DU SCHORL.

Le schorl est le dernier de nos cinq verres primitifs; et comme il a plusieurs caractères communs avec le feldspath, nous verrons, en les comparant ensemble par leurs ressemblances et par leurs différences, que tous deux ont une origine commune, et qu'ils se sont formés en même temps et par les mêmes effets de la nature lors de la vitrification générale.

Le schorl est un verre spathique, c'est-à-dire composé de lames longitudinales comme le feldspath; il se présente même en petites masses cristallisées, et ses cristaux sont des prismes surmontés de pyramides, au lieu que ceux du feldspath sont en rhombes : ils sont tous deux également fusibles sans addition; seulement la fusion du feldspath s'opère sans bouillonnement, au lieu que celle du schorl se fait en bouillonnant. Le schorl blanc donne, comme le feldspath, un verre blanc, et le schorl brun ou noirâtre donne un verre noir : tous deux étincellent sous le choc de l'acier; tous deux ne font aucune effervescence avec les acides. La base de tous les deux est également quartzreuse : mais il paraît que le quartz est encore plus mélangé de matières étrangères dans le schorl que dans le feldspath; car ses couleurs sont plus fortes et plus foncées, ses cristaux plus opaques, sa cassure moins nette, et sa substance moins homogène. Enfin tous deux entrent comme parties constituantes dans la composition de plusieurs matières vitreuses en grandes masses, et en particulier dans celle des porphyres et des granites.

Je sais que quelques naturalistes récents ont voulu regarder comme un schorl les grandes masses d'une matière qui se trouve en Limousin, et qu'ils ont indiquée sous les noms de *basalte antique* ou de *gabro* : mais cette matière, qui ne me paraît être qu'une sorte de *trapp*, est très-différente du schorl primitif; elle ne se présente pas en petites masses cristallisées en prismes surmontés de pyramides, elle est au contraire en masses informes; et personne assurément ne pourra se persuader que les cristaux de schorl que nous voyons dans les porphyres et les granites, soient de cette matière de *trapp* ou de *gabro*, qui diffère du vrai schorl tant par l'origine que par la figuration, et par le temps de leur formation, puisque le schorl a été formé par le feu primitif, et que ce *trapp* ou ce *gabro* n'a été produit que par le feu des volcans.

Souvent les naturalistes, et plus souvent encore les chimistes, lorsqu'ils ont observé quelques rapports communs entre deux ou plusieurs substances, n'hésitent pas de les rapporter à la même dénomination : c'est là l'erreur majeure de tous les méthodistes; ils veulent traiter la nature par genres, même dans les minéraux, où il n'y a que des sortes et point d'espèces; et ces sortes plus ou moins différentes entre elles ne peuvent par conséquent être indiquées par la même dénomination; aussi les méthodes ont-elles mis plus de confusion dans l'histoire de la nature que les observations n'y ont apporté de connaissances; un seul trait de ressemblance

suffit souvent pour faire classer dans le même genre des matières dont l'origine, la formation, la texture et même la substance, sont très-différentes; et pour ne parler que du schorl, on verra avec surprise, chez ces *créateurs* de genres, que les uns ont mis ensemble le schorl, le basalte, le trapp et la zéolithe; que d'autres l'ont associé non-seulement à toutes ces matières, mais encore aux grenats, aux amiantes, au jade, etc.; d'autres à la pierre d'azur, et même aux cailloux. Est-il nécessaire de peser ici sur l'obscurité et la confusion qui résultent de ces assemblages mal assortis, et néanmoins présentés avec confiance sous une dénomination commune, et comme choses de même genre?

C'est du schorl qui se trouve incorporé dans les porphyres et les granites qu'il est ici question; et certainement ce schorl n'est ni basalte, ni trapp, ni caillou, ni grenat, et il faut même le distinguer des tourmalines, des pierres de croix et des autres schorls de seconde formation, qui ne doivent leur origine qu'à la stillation des eaux. Ces schorls secondaires sont différents du schorl primitif, et nous en traiterons, ainsi que de la pierre de corne et du trapp, dans des articles particuliers; mais le vrai, le premier schorl, est, comme le feldspath, un verre primitif qui fait partie constituante des plus anciennes matières vitreuses, et qui quelquefois se trouve dans des produits de leur décomposition, comme le cristal de roche, les chrysolithes, les grenats, etc.

Au reste, les rapports du feldspath et du schorl sont même si prochains, si nombreux, qu'on pourrait en rigueur ne regarder le schorl que comme un feldspath un peu moins pur et plus mélangé de matières étrangères, d'autant plus que tous deux sont entrés en même temps dans la composition des matières vitreuses dont nous allons parler.

DES ROCHES VITREUSES DE DEUX ET TROIS SUBSTANCES,

ET EN PARTICULIER DU PORPHYRE.

Après avoir parlé du quartz, du jaspé, du mica, du feldspath et du schorl, qui sont les cinq substances les plus simples que la nature ait produites par le moyen du feu, nous allons suivre les combinaisons qu'elle en a faites en les mêlant deux, trois ou quatre, et même toutes cinq ensemble, pour composer d'autres matières par le même moyen du feu, dans les premiers temps de la consolidation du globe: ces cinq verres primitifs, en se combinant seulement deux à deux, ont pu former dix matières différentes, et de ces dix combinaisons il n'y en a que trois qui n'existent pas, ou du moins qui ne soient pas connues.

Les dix combinaisons de ces cinq verres primitifs pris deux à deux sont:

1° Le quartz et le jaspé. Cette matière se trouve dans les fentes perpendiculaires

et dans les autres endroits où le jaspé est contigu au quartz; ils sont même quelquefois comme confondus ensemble dans leur jonction, et quelquefois aussi le quartz forme des veines dans le jaspé. J'ai vu une plaque de jaspé noir traversée d'une veine de quartz blanc.

2° Le quartz et le mica. Cette matière est fort commune, et se trouve par grandes masses, et même par montagnes : on pourrait l'appeler *quartz micacé* (1).

3° Le quartz et le feldspath. Il y a des rochers de cette matière en Provence et en Laponie, d'où M. de Maupertuis nous en a apporté un échantillon (2). Quelques naturalistes ont appelé cette pierre *granite simple*, parce qu'elle ne contient que du quartz et du feldspath, sans mélange de mica ni de schorl; et c'est de cette même composition qu'est formée la roche de Provence, décrite par M. Angerstein (3) sous le nom mal appliqué de *pétrosilex*.

(1) La pierre, dit M. Ferber, que les Allemands appellent *schiste corné* ou *schiste de corne*, est formée de quartz et de mica, et ce schiste de corne n'est pas la même chose que la pierre de corne; celle-ci est une espèce de silice ou pierre à fusil.

Nous ne pouvons nous dispenser d'observer que cet habile minéralogiste est ici tombé dans une double méprise. D'abord il n'y a aucun schiste qui soit formé de quartz et de mica; et il n'eût point dû appliquer à ce composé de quartz et de mica le nom de *schiste de corne*, puisqu'il dit que ce schiste de corne n'a rien de commun avec la pierre de corne qui, selon lui, est un silice : ce qui est une seconde méprise; car la pierre de corne n'est point un silice, mais une pierre composée de schiste et de matière calcaire. Tout quartz mêlé de mica doit être appelé *quartz micacé*, tant que le mica n'a pas changé de nature; et lorsque, par sa décomposition, il s'est converti en argile ou en schiste, il faut nommer *quartz schisteux* ou *schiste quartzeux* la pierre composée des deux.

Il y a dans le Piémont, continue M. Ferber, des montagnes calcaires et des montagnes quartzieuses; celles-ci ont des raies plus ou moins fortes de mica, et c'est de cette espèce de pierres que sont formées les montagnes voisines de Turin : on les nomme *sarris*; on s'en sert pour les fondations des bâtiments, pour des colonnes, etc. » (*Lettres sur la minéralogie*, par M. Ferber, page 456.)

Le même M. Ferber (page 344), en parlant d'un prétendu granite à deux substances, quartz et mica s'exprime encore dans les termes suivants : Quand il n'entre point du tout de spath dur (feldspath) dans la composition des granites, on nomme alors ce mélange de quartz et de mica *hornberg*, *hornfels*, *gestellstein*; ce qui vient de l'usage qu'on en fait dans les fourneaux de fonderie. Lorsque le mica y est plus abondant, la pierre est schisteuse. »

Le nom de *gestellstein* (pierre de fondement, ou base des fourneaux) me paraît aussi impropre que celui de *schiste corné*, pour désigner la matière vitreuse qui n'est composée que de quartz et de mica, et non de schiste; et M. le baron de Dietrich remarque avec raison (pages 491 et 492 des *Lettres sur la minéralogie*, note du traducteur) « qu'il y a beaucoup de roches composées qui n'ont aucune dénomination; que d'autres, au contraire, en ont tant et de si indéterminées, que l'on ne s'entend point lorsqu'on se sert de ces noms; par exemple, le granite la roche cornée, ce qu'on nomme en allemand *gestellstein*, sont des noms que l'on confond souvent, et que l'on applique mal. Chaque granite proprement dit doit renfermer du quartz, du spath dur (feldspath) et du mica : mais on nomme aussi *granite* cette même espèce de pierre, quand il n'y a pas de feldspath, tandis qu'alors elle doit être nommée *roche cornée* (en suédois, *græberg*); car les parties essentielles de la roche cornée sont du quartz dans lequel il y a des taches ou des raies grossières de mica, séparées les unes des autres. Mais lorsque ces raies de mica sont très-rapprochées, et que par là la roche devient schisteuse ou feuilletée, on la nomme en allemand *gestellstein*, d'après l'usage que l'on en fait pour les fourneaux... On désigne aussi par *roche de corne* quelques cailloux (*pétrosilex*)... On ne devrait donner le nom de *schiste corné* qu'à l'espèce de pierre dans laquelle le quartz est intimement lié avec le mica, de manière qu'ils ne sauraient être distingués l'un de l'autre à la vue.

Le savant traducteur finit, comme l'on voit, à l'égard du prétendu schiste corné, par tomber dans la mauvaise application des noms qu'il censure.

(2) Il s'en est trouvé aussi dans les Alpes.

(3) « Dans la forêt de l'Esterelle en Provence, entre Cannes et Fréjus, il y a une montagne de roche grossière et grisâtre entremêlée de mica, de quartz et de feldspath, les mêmes espèces qui entrent dans la composition des granites, avec cette différence qu'elles sont plus mâres, plus fines et plus compactes dans ceux-ci que dans l'autre... Et plus loin on trouve une pierre rougeâtre appelée *pétrosilex*, c'est-à-dire caillou de roche, qui est la mère des porphyres et des jaspés, de même que la pierre brute grise, dont je viens de parler, est la mère des granites. On trouve des *pétrosilex* qui sont noirs, bruns, rongés, verts et bleuâtres.

A mesure qu'on avance, cette pierre devient plus dure; on y voit des taches opaques d'un petit feldspath

4° Le quartz et le schorl. Cette matière est composée de quartz blanc ou blanchâtre, et de schorl tantôt noir et tantôt vert, ou verdâtre, distribué par taches irrégulières. Ce premier mélange, taché de noir sur un fond blanc, a été nommé improprement *jaspe d'Égypte* et *granite oriental*, et le second mélange a été tout aussi mal nommé *porphyre vert*. Nous ne croyons pas qu'il soit nécessaire d'avertir que cette pierre quartzreuse tachetée de noir ou de vert, par le mélange d'un schorl de l'une ou de l'autre de ces couleurs, n'est ni jaspe, ni granite, ni porphyre. J'ignore si cette matière se trouve en grandes masses; mais je sais qu'elle reçoit un beau poli, et qu'elle frappe agréablement les yeux par le contraste des couleurs.

5° Le jaspe et le mica. Cette combinaison n'existe peut-être pas dans la nature, du moins je ne connais aucune substance qui la représente; et lorsque le mica se trouve avec le jaspe, il est seulement uni légèrement à sa surface, et non pas incorporé dans sa substance.

6° Le jaspe et le feldspath, et 7° le jaspe et le schorl. Ces deux mélanges forment également des porphyres.

8° Le mica et le feldspath. Il en est de ce mélange à peu près comme du cinquième,

semblables à celles qu'on voit dans les porphyres d'Égypte : on y aperçoit aussi de petites taches de plomb, lesquelles se trouvent aussi, quoique rarement, dans les porphyres antiques; ces taches sont cristallisées comme les autres, mais on juge par la couleur que c'est un minéral qu'on appelle *molybdène*, lequel, aussi bien que le schorl ou le *corneus cristallisatus*, peut être compté parmi les minéraux inconnus... Vers le sommet de la montagne de l'Esterelle, ce même porphyre acquiert encore une autre sorte de taches qui, par leur transparence, ressemblent au verre, étant formées en cristaux spatheux, pyramidaux et pointus aux deux bouts; mais, à mesure que les taches nouvelles s'accroissent, les autres disparaissent. Ce nouveau porphyre est plus beau que l'autre dans son poli, et ses taches deviennent entièrement transparentes, quand on le scie en plaques minces.

Je remarquerai que cette pierre, que M. Angerstein a ci-devant regardée comme la *mère du porphyre*, devient ici une matière dont la finesse de grain, la dureté et la consistance l'ont déterminé à placer cette pierre parmi les jaspes.

« En avançant quelques lieues, continue-t-il, dans le bois de l'Esterelle, on ne remarque plus qu'une continuité de ce changement alternatif de porphyre et de jaspe; mais dans certains endroits, et surtout du côté de Fréjus, ces deux sortes de pierres sont amoncelées et congelées l'une avec l'autre, et forment un produit qui a le caractère du marbre sérancolin des Pyrénées.

Au sud-ouest, on trouve, au pied de la montagne, le *pétrosilex* : dans cet endroit, il est tantôt rouge-brun, tantôt tirant sur le bleu céleste, tantôt sur le vert; ce qui fait présumer que l'on pourrait y trouver encore des jaspes et des porphyres verts et bleuâtres, parce qu'on a vu ci-devant que le *pétrosilex* ou le caillou de roche d'un rouge brun a donné l'origine aux jaspes et aux porphyres de la même couleur.

» En dernier lieu, on remarque une petite colline d'une pierre appelée *corneus*, d'un gris foncé, mêlée de fibres en forme de petits filets, et de taches de spath cristallisé à quatorze pans, et quelquefois congelées en forme de grappes : arrivé à Fréjus, toutes ces pierres disparaissent. » (*Remarques sur les montagnes de Provence*, par M. Angerstein, dans les *Mémoires des savants étrangers*, tome II.)

Nous devons faire observer que cette idée de M. Angerstein, de regarder la roche grossière et grisâtre de la forêt de l'Esterelle en Provence comme la *mère des granites*, est sans aucun fondement : car les granites ne sont pas des pierres enfantées immédiatement par d'autres pierres; et cette prétendue mère des granites n'est elle-même qu'un granite gris qui ressemble aux autres par sa composition, puisqu'il contient du quartz, du mica et du feldspath, de l'aven même de l'auteur. Il dit même que son *pétrosilex* est la *mère des porphyres et des jaspes*; ce qui n'est pas plus fondé, puisque ni le jaspe ni le porphyre ne contiennent point de quartz; tandis que ce prétendu *pétrosilex*, étant composé de quartz et de feldspath, n'a point de rapport avec les jaspes : il est du nombre des matières de la troisième combinaison dont nous venons de parler, ou, si l'on veut, il fait la nuance entre cette pierre et les granites, parce qu'on y voit quelques taches de *plomb noir* ou *molybdène*, qui, comme l'on sait, est une matière micacée; il n'est donc pas possible que ce *pétrosilex* ait produit des jaspes, puisqu'il n'en contient pas la matière. Ainsi la distinction que cet observateur fait entre le granite, la roche grisâtre, *mère des granites*, et son *pétrosilex*, *mère des porphyres et des jaspes*, ne me paraît pas établie sur une juste comparaison; et, de plus, nous verrons que le vrai *pétrosilex* est une matière différente de celle à laquelle M. Angerstein en applique ici le nom.

c'est-à-dire de celui du jaspe et du mica : on trouve en effet du feldspath couvert et chargé de mica, mais qui n'est point incorporé dans sa substance.

9° Le mica et le schorl. Cette combinaison ne m'est pas mieux connue, et peut-être n'existe pas plus dans la nature que la précédente et la cinquième.

10° Le feldspath et le schorl. Ce mélange est celui qui a formé la matière des ophites, dont il y a plusieurs variétés, mais toutes composées de feldspath plus ou moins mêlé de schorl de différentes couleurs.

Des dix compositions de ces mêmes cinq verres primitifs pris trois à trois, et qui, dans la spéculation, paraissent être également possibles, nous n'en connaissons néanmoins que trois, dont deux forment les granites, et la troisième un porphyre différent des deux premiers : car, 1° le quartz, le feldspath et le mica, composent la substance de plusieurs granites; 2° d'autres granites, au lieu de mica, sont mêlés de schorl; et 3° il y a du porphyre composé de jaspe, de feldspath et de schorl.

Enfin des quatre combinaisons des cinq verres primitifs pris quatre à quatre, nous n'en connaissons qu'une qui est encore un granite, dans la composition duquel le quartz, le mica, le feldspath et le schorl, se trouvent réunis. Je doute qu'il y ait aucune matière de première formation qui contienne ces matières ensemble; tant il est vrai que la nature ne s'est jamais soumise à nos abstractions : car de ces vingt-cinq combinaisons, toutes également possibles en spéculation, nous n'en pouvons compter en réalité que onze, et peut-être même dans ce nombre y en a-t-il quelques-unes qui n'ont pas été produites, comme les autres, par le feu primitif, et qui n'ont été formées que des détriments des premières, réunis par l'intermède de l'eau.

Quoi qu'il en soit, le porphyre est la plus précieuse de ces matières composées; c'est, après le jaspe, la plus belle des substances vitreuses en grandes masses. Il est, comme nous venons de le dire, formé de jaspe, de feldspath et de petites parties de schorl incorporées ensemble. On ne peut le confondre avec les jaspes, puisque ceux-ci sont d'une substance simple, et ne contiennent ni feldspath ni schorl; on ne doit pas non plus mettre le porphyre au nombre des granites, parce qu'aucun granite ne contient de jaspe, et qu'ils sont composés de trois et même de quatre autres substances, qui sont le quartz, le feldspath, le schorl et le mica : de ces trois ou quatre substances, il n'y a que le feldspath et le schorl qui soient communs aux deux. Le porphyre a donc sa nature propre et particulière, et il paraît être plus éloigné du granite que du jaspe, car le quartz, qui entre toujours dans la composition des granites, ne se trouve point dans les porphyres, qui tous ne contiennent que du jaspe, du feldspath et du schorl.

Le nom de *porphyre* semblerait désigner exclusivement une matière d'un rouge de pourpre, et c'est en effet la couleur du plus beau porphyre; mais cette dénomination s'est étendue à tous les porphyres, de quelque couleur qu'ils soient : car il en est des porphyres comme des jaspes, il y en a de plus ou moins colorés de rouge, de brun, de vert, et de différentes nuances de quelques autres couleurs. Le

porphyre rouge est semé de très-petites taches plus ou moins blanches, et quelquefois rougeâtres; ces taches présentent les parties du feldspath et du schorl, qui sont disséminées et incorporées dans la pâte du jaspe; et le caractère essentiel de tous les porphyres, et par lequel ils sont toujours reconnaissables, c'est ce mélange du feldspath ou du schorl, ou de tous deux ensemble, avec la matière du jaspe: ils sont d'autant plus opaques et plus colorés que le jaspe est entré en plus grande quantité dans leur composition; et ils prennent au contraire un peu de transparence lorsque le feldspath y est en grande quantité. Nous pouvons, à ce sujet, observer qu'en général, dans les matières vitreuses produites par le feu primitif, plus il y a de transparence, et plus il y a de dureté, au lieu que dans les matières calcinables, toutes formées par l'intermède de l'eau, la transparence indique la mollesse. Ainsi moins un porphyre est opaque, plus il est dur; et, au contraire, plus un marbre est transparent, plus il est tendre: on le voit évidemment dans le marbre de Paros et dans les albâtres. Cette différence vient de ce que le spath calcaire est plus tendre que la pâte du marbre dans laquelle il est mêlé, et que le feldspath et le schorl sont aussi durs que le quartz et le jaspe, avec lesquels ils sont incorporés dans les porphyres et les granites.

Il n'y a ni quartz ni mica dans les porphyres, et il est aisé de les distinguer des granites, qui contiennent toujours du quartz, et souvent du mica; il y a plus de cohérence entre les parties de la matière dans les porphyres que dans les granites. surtout dans ceux où le mélange du mica diminue non-seulement la cohésion des parties, mais aussi la densité de la masse. Dans le porphyre c'est le fond, ou la pâte, qui est profondément coloré, et les grains de feldspath et de schorl sont blancs, ou quelquefois ils sont de la couleur du fond, et alors seulement d'une teinte plus faible: dans le granite, au contraire, c'est le feldspath et le schorl qui sont colorés, et le quartz, que l'on peut regarder comme sa pâte, est toujours blanc; et c'est ce qui prouve que le porphyre a la matière du jaspe pour base, comme le granite celle du quartz.

Quelques naturalistes, en convenant avec moi que le feldspath et le schorl entrent comme parties constituantes dans les porphyres, se refusent à croire que la matière qui en fait la pâte soit réellement du jaspe, et ils se fondent sur ce que la cassure du porphyre n'est pas aussi nette que celle du jaspe; mais ils ne font pas attention que parmi les jaspes, il y en a qui ont la cassure un peu terreuse, comme le porphyre, et qu'on ne doit le comparer qu'aux jaspes communs, qui se trouvent en grandes masses, et non aux jaspes fins, qui sont de seconde formation. Ces nouveaux jaspes ont la cassure plus brillante que celle des anciens, desquels ils tirent leur origine; et ces anciens jaspes ne diffèrent pas par leur cassure, de la matière qui fait la pâte des porphyres.

Quoique beaucoup moins commun que les granites, le porphyre ne laisse pas de se trouver en fortes masses et même par grands blocs en quelques endroits (1):

(1) On en voit à Constantinople de très-hautes colonnes d'une seule pièce, dans l'église de Sainte-Sophie; on croit que ces colonnes viennent de la Thébàide.

il est ordinairement voisin des jaspes, et tous deux portent, comme le granite, sur des roches quartzzeuses; et cette proximité indique entre eux une formation contemporaine. La solidité très-durable de la substance du porphyre atteste de même son affinité avec le jaspe; ils ne se ternissent tous deux que par une très-longue impression des éléments humides; et de toutes les matières du globe que l'on peut employer en grand volume, le quartz, le jaspe et le porphyre sont les plus inaltérables: le temps a effacé et détruit en partie les caractères hiéroglyphiques des colonnes et des pyramides du granite égyptien, au lieu que les jaspes et les porphyres, dans les monuments les plus anciens, ne paraissent avoir reçu que de légères atteintes du temps, et il est à croire qu'il en serait de même des ouvrages faits de quartz, si les anciens l'eussent employé; mais comme il n'a ni couleurs brillantes ni variétés dans sa substance, et que sa grande dureté le rend très-difficile à travailler et à polir, on l'a toujours rejeté; et, d'autre part, les porphyres et les jaspes ne se trouvant que rarement en grandes masses continues, on a de tout temps préféré les granites à ces premières matières pour les grands monuments.

Le quartz, qui forme la roche intérieure du globe, est en même temps la base universelle des autres matières vitreuses; il soutient les masses des granites et celles des porphyres et des jaspes, et tous sont plus ou moins contigus à cette roche primitive à laquelle ils tiennent comme à leur matrice ou mère commune, qui semble les avoir nourris des vapeurs qu'elle a laissées transpirer, et qui leur a fait part des trésors de son sein en les teignant des plus riches couleurs.

M. Ferber, ayant curieusement examiné tous les porphyres en Italie, les distingue en cinq sortes: 1° le porphyre rouge qui est le plus commun, et dont le fond est d'un rouge foncé avec de petites taches blanches et oblongues, souvent irrégulières ou parallépipèdes. Le fond de ce porphyre est d'un rouge plus ou moins foncé, et quelquefois si brun, qu'il tire sur le noir. « On ne peut nier, dit-il, que la matière de ces taches ne soit du spath dur, opaque, compacte, blanc de lait, et en même temps de la nature du *schorl*; ce que la forme et la simple vue indiquent assez. Il en est de même des autres sortes de porphyres, et il me paraît que ces taches sont d'une espèce de pierre qui tient le milieu entre le feldspath et le *schorl*. En général, continue-t-il, il y a très-peu de différence essentielle entre le *schorl*, le spath dur ou feldspath, le quartz, les autres cailloux et les grenats. »

Je dois observer que tout ce que dit ici M. Ferber, loin de répandre de la lumière sur ce sujet, y porte de la confusion. Le *schorl* ne doit pas être confondu avec le feldspath; il n'y a point de pierre dont la substance tienne le milieu entre le feldspath et le *schorl*. La substance qui, dans les porphyres, se trouve incorporée avec la matière du jaspe, n'est pas uniquement du *schorl*, mais aussi du feldspath. La différence du *schorl* au feldspath est bien connue, et certainement le *schorl*, le *spath dur* (feldspath), le quartz, les *cailloux* et les grenats, ont chacun entre eux des différences essentielles que ce minéralogiste n'aurait pas dû perdre de vue.

« 2° Le porphyre taché de blanc, continue M. Ferber, dont il y a deux variétés :

la première est le porphyre noir, proprement dit, dont le fond est entièrement noir avec de petites taches oblongues, et qui ne diffère du porphyre rouge que par cette couleur du fond; la seconde variété est la *serpentine noire antique*, dont le fond est noir avec de grandes taches blanches oblongues ou parallépipèdes.

» 3° Le porphyre à fond brun avec de grandes taches verdâtres oblongues; il s'en trouve aussi dont le fond est d'un brun rougeâtre avec des taches d'un vert clair, et d'autres dont le fond est d'un brun noirâtre avec des taches moitié noirâtres et moitié verdâtres.

» 4° Le porphyre vert, dont il y a plusieurs variétés : 1° la serpentine verte antique, dont le fond est vert, et les taches oblongues ou parallépipèdes sont d'un vert plus ou moins clair, et de la nature du *feldspath* ou du *schorl*. On trouve quelquefois dans ces pierres des bulles telles que celles qui se forment dans les matières fondues par la sortie de l'air qui y est renfermé; on y voit aussi assez souvent des taches blanches et transparentes arrondies irrégulièrement, et qui paraissent être de la nature de l'agate. 2° Le porphyre à fond vert taché de blanc. 3° Le porphyre à fond vert foncé avec des taches noires. 4° Le porphyre à fond vert clair, ou plutôt jaune verdâtre taché de noir.

» 5° Le porphyre vert, proprement dit, qui a plusieurs variétés : la première à fond vert foncé presque noir, de la nature du jaspe, avec des taches blanches distinctes, oblongues, *en forme de schorl*, plus grandes que les taches du porphyre noir, et plus petites que celles de la serpentine noire antique. La seconde variété est à fond de la nature du jaspe, d'un vert foncé avec de petites taches blanches, rondes et longues, et ressemble à la couleur près, au porphyre rouge. La troisième à fond vert foncé, qui est de la nature du *trapp*; les taches sont blanches, quartzenses, irrégulières, et quelquefois si grandes et si nombreuses, qu'on dirait, avec raison, que le fond est blanc : de temps en temps le fond s'est cristallisé en rayons de schorl; alors cette espèce de porphyre vert se rapproche beaucoup de l'espèce du granite qui est mêlé de schorl au lieu de mica. La quatrième à fond vert foncé de la nature du *trapp*, comme celle du précédent, avec de petites taches blanches serrées, oblongues comme du schorl, rarement d'une figure régulière ou déterminée, mais entrelacées les unes dans les autres, et repliées comme de petits vers : les ouvriers appellent cette variété *porphyre vert fleuri*. La cinquième d'un fond vert clair de la nature du *trapp*, avec de petites taches oblongues, de figure déterminée, et détachées les unes des autres, et de petits rayons de schorl noir. »

Je ne puis m'empêcher d'observer encore que cet habile minéralogiste confond ici le schorl avec le feldspath dans sa description de la première variété du porphyre vert, et qu'en même temps qu'il semble attribuer au feu la formation de cette pierre, il dit qu'on y trouve des agates; or, l'agate étant formée par l'eau, il n'est pas probable que cette pierre de porphyre ait été pour le reste produite par le feu, à moins d'imaginer que l'agate s'est produite par infiltration dans les bulles dont M. Ferber remarque que cette pierre est soufflée.

Je remarquerai aussi que sur ces cinq variétés, il n'y a que les deux premières

qui soient de vrais porphyres, et qu'à l'égard des trois dernières variétés dont le fond n'est pas de jaspe, mais de la matière tendre appelée *trapp*, on ne doit pas les mettre au nombre des porphyres, puisqu'elles en diffèrent non-seulement par leur moindre dureté, mais même par leur composition, et autant que le jaspe diffère du trapp. Ceci nous démontre que M. Ferber a confondu, sous le nom de *porphyre*, plusieurs substances qui sont d'une autre essence, et que celles qu'il nomme *serpentine noires antiques* et *serpentine vertes antiques* sont peut-être, comme le trapp, des matières différentes du porphyre; nous pouvons même dire que ceux qui, comme M. Ferber, dans le Vicentin, et M. Soulavie, dans le Vivarais, n'ont observé la nature qu'en désordre, n'ont pu prendre que de fausses idées de ces ouvrages, et se méprendre sur leur formation. Dans ces terrains bouleversés, les matières produites par le feu primitif, mêlées à celles qui ont ensuite été formées par le transport ou l'intermède de l'eau, et toutes confondues avec celles qui ont été altérées, dénaturées, ou fondues par le feu des volcans, se présentent ensemble; ils n'ont pu reconnaître leur origine, ni même les distinguer assez pour ne pas tomber dans de grandes erreurs sur leur formation et leur essence. Il me paraît donc que, quoique M. Ferber soit l'un des plus attentifs de ces observateurs, on ne peut rien conclure de ses descriptions et observations, sinon qu'il se trouve dans ces terrains volcanisés des matières presque semblables aux vrais porphyres; et si cela est, n'y a-t-il pas toute raison de penser avec moi que le feu primitif a formé les premiers porphyres, dans lesquels je n'ai admis que le mélange du jaspe, du feldspath et du schorl, parce que je n'ai jamais vu dans le porphyre des parties quartzesques, et que je pense qu'il faut distinguer les vrais et anciens porphyres, produits par le feu primitif, de ceux qui l'ont été postérieurement par celui des volcans? ceux-ci peuvent être mêlés de plusieurs autres matières de seconde formation; au lieu que les premiers ne pouvaient être composés que des verres primitifs, seules matières qui existaient alors.

Après le quartz, le jaspe, le mica, le feldspath et le schorl, qui sont les substances les plus simples, on peut donc dire que, de toutes les autres matières en grandes masses et produites par le feu, le porphyre et les roches vitreuses, dont nous venons de parler, sont les plus simples, puisqu'elles ne contiennent que deux ou trois de ces premières substances; cependant ces mêmes roches vitreuses et les porphyres ne sont pas, à beaucoup près, aussi communs que le granite, qui contient trois et souvent quatre de ces substances primitives; c'est de toutes les matières vitreuses la plus abondante, et celle qui se trouve en plus grandes masses, puisque le granite forme les chaînes de la plupart des montagnes primitives sur tout le globe de la terre; c'est même cette grande quantité de granite qui a fait penser à quelques naturalistes qu'on devait le regarder comme la pierre primitive de laquelle toutes les pierres vitreuses avaient tiré leur origine. Je conviens avec eux que le granite a donné naissance à un grand nombre d'autres substances par ses différentes exsudations et décompositions; mais, comme il est lui-même composé de trois ou quatre matières très-évidemment reconnaissables, il faut néces-

sairement admettre la priorité de l'existence de ces mêmes matières, et par cette raison regarder le quartz, le mica, le feldspath et le schorl qu'il contient, comme des substances dont la formation est antérieure à la sienne.

En suivant l'ordre qui nous conduit des substances simples aux matières composées, et toujours en grandes masses, nous avons donc d'abord le quartz, le jaspé, le mica, le feldspath et le schorl, que nous regardons comme des matières simples; ensuite les roches vitreuses, qui ne contiennent que deux de ces cinq premières substances; après quoi viennent les porphyres et les granites, qui en contiennent trois ou quatre. On verra qu'en général le développement des causes et des effets dans la formation des masses primitives du globe, s'est fait dans une succession relative aux différents degrés de leur densité, solidité et fusibilité respective, et que, de tous les mélanges ou combinaisons qui se sont faites des cinq verres primitifs, celle de la réunion du quartz, du mica, du feldspath et du schorl, est non-seulement la plus commune, mais qu'elle est tellement universelle et si générale, que les granites semblent avoir exclu les résultats de la plupart des autres combinaisons de ces verres primitifs.

DU GRANITE.

De toutes les matières produites par le feu primitif, le granite est la moins simple et la plus variée : il est ordinairement composé de quartz, de feldspath, de schorl et de mica : de ces quatre substances primitives, les plus fusibles sont le feldspath et le schorl. Ces verres de nature se fondent sans addition au même degré de feu que nos verres factices, tandis que le quartz résiste au plus grand feu de nos fourneaux; le feldspath et le schorl sont aussi beaucoup plus fusibles que le mica, auquel il faut appliquer le feu le plus violent pour le réduire en verre, ou plutôt en scories spumeuses. Enfin le feldspath et le schorl communiquent la fusibilité aux matières dans lesquelles ils se trouvent mélangés, telles que les porphyres, les ophites et les granites, qui tous peuvent se fondre sans aucune addition ni fondant étranger (1); or, ces différents degrés de fusibilité respective dans les matières qui composent le granite, et particulièrement la grande fusibilité du feldspath et du

(1) 1° Un morceau de très-beau granite rouge très-vif, très-dur, faisant feu dans tous les points, enfermé dans un petit creuset de Hesse, et recouvert d'un autre, a coulé en verre noir en moins de deux heures.

2° Un morceau de granite noir et blanc, très-dur, du poids de cinq gros vingt-deux grains, a formé dans le même temps une seule masse vitreuse noire très-compacte, très-homogène.

3° Un morceau de porphyre très-brun, piqué de blanc, très-dur, de deux gros vingt-huit grains, a coulé au point d'enduire absolument le creuset de verre noir. Ces trois morceaux antiques ont été trouvés à Autun.

4° J'ai exposé au même feu de beau quartz blanc d'Auvergne : il a pris un blanc plus mat, plus opaque, y est devenu plus tendre, plus aisé à égrener au doigt, mais sans aucune fusion, pas même aux endroits où il touchait le creuset. (*Lettre de M. de Morveau à M. de Buffon, Dijon, 27 octobre 1778.*)



schorl, me semblent suffire pour expliquer d'une manière satisfaisante la formation du granite.

En effet, le feu qui tenait le globe de la terre en liquéfaction a nécessairement eu des degrés différents de force et d'action ; le quartz ne pouvait se fondre que par le feu le plus violent, et n'a pu demeurer en fusion qu'autant de temps qu'a duré cette extrême chaleur ; dès qu'elle a diminué, le quartz s'est d'abord consolidé ; et sa surface, frappée du refroidissement, s'est fendue, écaillée, égrenée, comme il arrive à toute espèce de verre exposé à l'action de l'air. Toute la superficie du globe devait donc être couverte de ces premiers débris de la décrépitation du quartz, immédiatement après sa consolidation ; et les groupes élançés des montagnes isolées, les sommets des grandes boursouffures du globe, qui dès lors s'étaient faites dans la masse quartzreuse, ont été les premiers lieux couverts de ces débris du quartz, parce que ces éminences, qui présentaient toutes leurs faces au refroidissement, en ont été plus complètement et plus vivement frappées que toutes les autres portions de la terre.

Je dis refroidissement, par rapport à la prodigieuse chaleur qui avait jusqu'alors tenu le quartz en fusion ; car, dans le moment de sa consolidation, le feu était encore assez violent pour dissiper les micas, dont l'exfoliation ne fut que le second détriment du quartz, déjà brisé en écailles et en grains par le premier degré du refroidissement. Le feldspath et le schorl, bien plus fusibles que le mica, étaient encore en pleine fonte au point de feu où le quartz, déjà consolidé, s'égrenait faute de recuit, et formait les micas par ses exfoliations.

Le feldspath et le schorl doivent donc être considérés comme les dernières fontes des matières vitreuses ; ces deux derniers verres, en se refroidissant, durent s'amalgamer avec les détriments des premiers. Le feu qui avait tenu le quartz en fusion était bien plus violent que celui qui tenait dans ce même état le feldspath et le schorl ; et ce n'est qu'après la consolidation du quartz, et même après sa réduction en débris, que les micas se sont formés de ses exfoliations ; et ce n'est encore qu'après ce temps que le feldspath et le schorl, auxquels il ne faut qu'un feu médiocre pour rester en fusion, ont pu se réunir avec les détriments de ces premiers verres. Ainsi le feldspath et le schorl ont rempli, comme des ciments additionnels, les interstices que laissaient entre eux les grains de quartz ou de jaspe et les particules de mica ; ils ont lié ensemble ces débris, qui de nouveau prirent corps et formèrent les granites et les porphyres ; car c'est en effet sous la forme d'un ciment introduit et agglutiné dans les porphyres et les granites qu'ils s'y présentent.

En effet les quartz en grains décrépités, ou exfoliés en micas, devaient couvrir généralement la surface du globe, à l'exception des fentes perpendiculaires qui venaient de s'ouvrir par la retraite que fit sur elle-même toute la matière liquéfiée en se consolidant : le feu de l'intérieur exhalait par ces fentes, comme par autant de soupiraux, les vapeurs métalliques qui, s'étant incorporées avec la substance du quartz, l'ont modifiée, colorée et convertie en jaspe, lequel ne diffère en effet du

quartz que par ces impressions de vapeurs métalliques, et qui, s'étant consolidé et recuit dans ces fentes du quartz, et à l'abri de l'action des éléments humides, est demeuré solide, et n'a fourni à l'extérieur qu'une petite quantité de détriments que le feldspath et le schorl aient pu saisir. Les jaspes ne présentant que leur sommet, et étant du reste contenus dans les fentes perpendiculaires de la grande masse quartzreuse, ne purent recevoir le feldspath et le schorl que dans cette partie supérieure, sur laquelle se fit une décrépitation semblable à celle du quartz, parce que cette partie de leur masse était en effet la seule qui pût être réduite en débris par le refroidissement.

Et de fait, les porphyres, qui n'ont pu se former qu'à la superficie des jaspes, sont infiniment moins communs que les granites, qui se sont au contraire formés sur la surface entière de la masse quartzreuse : car les granites recouvrent encore aujourd'hui la plus grande partie du globe ; et quoique les quartz percent quelquefois au dehors, et se montrent en divers endroits sur de fortes épaisseurs et dans une grande étendue, ils n'occupent que de petits espaces à la surface de la terre en comparaison des granites, parce que les quartz ont été recouverts et rehaussés presque partout par ces mêmes granites, qui ont recueilli dans leur substance presque tous les débris des verres primitifs, et se sont consolidés et groupés sur la roche même du globe, à laquelle ils tiennent immédiatement, et qu'ils chargent presque partout. On trouve le granite, comme premier fond, au-dessous des bancs calcaires et des couches de l'argile et des schistes, quand on peut en percer l'épaisseur ; et nous ne devons pas oublier que ce fond actuel de notre terre était la surface du globe primitif avant le travail des eaux.

Or les granites sont non-seulement couchés sur cette antique surface, mais ils sont entassés encore plus en grand dans les groupes des montagnes primitives (1), et nous en avons d'avance indiqué la raison. Ces sommets, où les degrés du refroidissement furent plus rapides, atteignirent plutôt le point de la fusion et de la consolidation du feldspath et du schorl, en même temps qu'ils leur offraient à saisir de plus grandes épaisseurs de grains quartzreux décrépités.

Aussi les granites forment-ils la plupart de ces grands groupes et de ces hauts sommets élevés sur la base de la roche du globe, comme les obélisques de la nature, qui nous attestent ses formations antiques, et sont les premiers et grands ouvrages dans lesquels elle préparait la matière de toutes ses plus riches productions, et où elle indiquait déjà de loin le dessin sur lequel elle devait tracer les merveilles de l'organisation et de la vie : car on ne peut s'empêcher de reconnaître, dans la figuration généralement assez régulière des petits solides du feldspath et du schorl, cette tendance à la structure organique, prise dans un feu lent et tranquille, qui, en commençant l'union intime de la manière brute avec quelques

(1) « C'est une observation générale que, dans les grandes chaînes, on trouve au dehors les montagnes calcaires, puis les ardoises. (Saussure, *Voyage dans les Alpes*, page 492.)

L'auteur se fut mieux exprimé en disant les *schistes*, puis les *roches feuilletées primitives*, et enfin les granites.

molécules organiques, la dispose de loin à s'organiser, en y traçant les linéaments d'une figuration régulière. Nos fusions artificielles et plus encore les fusions produites par les volcans, nous offrent des exemples de cette figuration ou cristallisation par le feu dans un grand nombre de matières (1), et même dans tous les métaux et minéraux métalliques.

Si nous considérons maintenant que les grands bancs et les montagnes de granite s'offrent à la superficie de la terre dans tous les lieux où les argiles, les schistes et les couches calcaires, n'ont pas recouvert l'ancienne surface du globe, et où le feu des volcans ne l'a point bouleversée, en un mot partout où subsiste la structure primitive de la terre, on ne pourra donc guère se refuser à croire qu'ils sont l'ouvrage de la dernière fonte qui ait eu lieu à sa surface encore ardente, et que cette dernière fonte n'ait été celle du feldspath et du schorl, lesquels, des cinq verres primitifs, sont sans comparaison les plus fusibles ; et si l'on rapproche ici un fait qui, tout grand et tout frappant qu'il est, ne paraît pas avoir été remarqué des minéralogistes, savoir, qu'à mesure que l'on creuse ou qu'on fouille dans une montagne dont la cime et les flancs sont de granite, loin de trouver du granite plus solide et plus beau à mesure que l'on pénètre, l'on voit au contraire qu'au-dessous, à une certaine profondeur, le granite se change, se perd et s'évanouit à la fin, en reprenant peu à peu la nature brute du roc vif et quartzeux. On peut s'assurer de ce changement successif dans les fouilles de mines profondes : quoique ces profondeurs où nous pénétrons soient bien superficielles en comparaison de celles où la nature a pu travailler les matériaux de ses premiers ouvrages, on ne voit dans ces profondeurs que la roche quartzeuse, dont la partie qui touche aux filons des mines et forme les parois des fentes perpendiculaires est toujours plus ou moins altérée par les eaux ou par les exhalaisons métalliques ; tandis que celle qu'on taille dans l'épaisseur vive est une roche sauvage plus ou moins décidément quartzeuse, et dans laquelle on ne distingue plus rien qui ressemble aux grains réguliers du granite. En rapprochant ce second fait du premier, on ne pourra guère douter que les granites n'aient en effet été formés des détriments du quartz décrépité, jusqu'à de certaines profondeurs, et du ciment vitreux de feldspath et de schorl qui s'est ensuite interposé entre ces grains de quartz et les micas, qui n'en étaient que les exfoliations.

Il s'est formé des granites à plus grands et à plus petits cristaux de feldspath et de schorl, suivant que les grains quartzeux se sont trouvés plus ou moins rapprochés, plus ou moins gros, et selon qu'ils laissaient entre eux plus d'espace où le feldspath et le schorl pouvaient couler pour se cristalliser. Dans le granite à menus grains, le feldspath et le schorl, presque confondus et comme incorporés avec la pâte quartzeuse, n'ont point eu assez d'espace pour former une cristallisation bien distincte ; au lieu que, dans les beaux granites à gros grains réguliers, le

(1) Voyez l'article *des volcans*, sur les espèces de granites et de porphyres qui se forment quelquefois dans la lave.

feldspath et quelquefois le schorl sont cristallisés distinctement, l'un en rhombes, et l'autre en prismes.

Les teintes de rouge du feldspath et de brun noirâtre du schorl dans les granites, sont dues sans doute aux sublimations métalliques, qui de même ont coloré les jaspes, et se sont étendues dans la matière du feldspath et du schorl en fusion. Néanmoins cette teinture métallique ne les a pas tous colorés : car il y a des feldspaths et des schorls blancs ou blanchâtres ; et dans certains granites et plusieurs porphyres, le feldspath ne se distingue pas du quartz par la couleur.

Les sommets des montagnes granitiques sont généralement plus élevés que les montagnes schisteuses ou calcaires : ces sommets paraissent n'avoir jamais été surmontés ni travaillés par les eaux, dont la plus grande hauteur nous est indiquée par les bancs calcaires les plus élevés ; car on ne trouve aucun indice de coquilles ou d'autres productions marines dans l'intérieur de ces granites primitifs, à quelque niveau qu'on les prenne ; comme jamais aussi l'on ne voit de bancs calcaires interposés dans les masses de granites, ni de granites posés sur des couches calcaires, si ce n'est par fragments roulés et transportés, ou par bancs de seconde formation. Tous ces faits importants de l'histoire du globe ne sont que des conséquences nécessaires de l'ordre dans lequel nous venons de voir les grandes formations du feu précéder universellement l'ouvrage des eaux.

Les couches que l'eau a déposées sont étendues horizontalement, et c'est dans ce sens, c'est-à-dire en longueur et en largeur, que se présentent leurs plus grandes dimensions : les granites, au contraire, et tous les autres ouvrages du feu, sont groupés en hauteur ; leurs pyramides ont toujours plus d'élévation que de base. Il y a de ces masses ou pyramides solides de granite, sans fentes ni sutures, d'une très-grande hauteur et d'un volume énorme : on en peut juger non-seulement par l'inspection des montagnes granitiques, mais même par les monuments des anciens ; ils ont travaillé des blocs de granite de plus de vingt mille pieds cubes pour en former des colonnes et des obélisques d'une seule pièce (1). Et de nos jours on a remué des masses encore plus fortes ; car le bloc de granite qui sert de piédestal à la statue gigantesque du grand Pierre I^{er}, élevé par l'ordre d'une impératrice encore plus grande (2), contient trente-sept mille pieds cubes : cependant ce bloc a été trouvé dans un marais où il était isolé et détaché des hautes masses auxquelles il tenait avant sa chute. « Mais nulle part, nous dit M. l'abbé Bexon, on ne peut prendre une idée plus magnifique de ces masses énormes de granites que dans nos

(1) La colonne de Pompée, dont le fût est d'une seule pièce, passe pour être le plus grand monument des anciens de ce genre. « Cette colonne est, dit Thevenot, située à environ deux cents pas d'Alexandrie ; elle est posée sur un piédestal ou base carrée, large d'environ vingt pieds, et haute de deux cents ou environ, mais faite de plusieurs grosses pierres : pour le fût de la colonne, il est tout d'une seule pièce de granite, si haute qu'elle n'a pas au monde sa pareille, car elle a dix-huit cannes de haut, et est si grosse, qu'il faut six personnes pour l'embrasser. » (*Voyage au Levant*, tome I, page 227.) En supposant la canne de cinq pieds de longueur, le fût de cette colonne en a quatre-vingt-dix de hauteur, sur trente pieds de circonférence, parce que chaque homme, les bras étendus, embrasse aussi cinq pieds : ces dimensions donnent environ vingt mille pieds cubes.

(2) Catherine II, actuellement régnante, et dont l'Europe et l'Asie admirent et respectent également le grand caractère et le puissant génie.

montagnes des Vosges : elles en offrent en mille endroits des blocs plus grands que tous ceux que l'on admire dans les plus superbes monuments, puisque les larges sommets et les flancs escarpés de ces montagnes ne sont que des piles et des groupes d'immenses rochers de granite entassés les uns sur les autres (1). »

Plusieurs observateurs ont déjà reconnu que la plupart des sommets des montagnes, surtout des plus élevées, sont formés de granite (2). La plus grande hauteur où les eaux aient déposé des coquilles n'étant qu'à quinze cents ou deux mille toises au-dessus du niveau actuel de la mer, il y a par conséquent un grand nombre de sommets qui se trouvent au-dessus de cette hauteur : mais il s'en faut bien que toutes les pointes moins élevées aient été recouvertes des productions de la mer ou cachées sous l'argile, le schiste et les autres matières transportées par les eaux ; plusieurs montagnes, telles que les Vosges, moins hautes que ces grands sommets, sont composées de granites qui n'offrent aucun vestige de productions marines, et ces granites ne sont pas surmontés de bancs calcaires, quoique la mer ait porté dans d'autres endroits ses productions à de bien grandes hauteurs. Au reste, ce n'est que dans les plus hautes montagnes vitreuses que l'on peut voir à nu la structure ancienne et la composition primitive du globe en masses de quartz, en veines de jaspe, en groupes de granite et en filons métalliques.

Quelque solide et durable que soit la matière du granite, le temps ne laisse pas de la miner et de la détruire à la longue ; et des trois ou quatre substances dont il est composé, le quartz paraît être celle qui a le plus perdu de sa solidité, et cela est peut-être arrivé dès le premier temps qu'il s'est décrépité : car quoique, étant d'une substance plus simple, il soit en lui-même plus solide que le feldspath et le schorl, cependant ces derniers verres, et surtout le feldspath, sont ce qu'il y a de plus durable dans le granite ; du moins il est certain que, sur les faces des blocs

(1) On vient depuis peu de commencer à travailler ces granites des Vosges, et les premiers essais ont découvert dans ces montagnes les plus grandes richesses en ce genre ; elles offrent des granites très-beaux et très-variés pour le grain et pour les couleurs, et diverses espèces de porphyres ; on en tire aussi des jaspes richement colorés, et toutes ces matières s'y rencontrent partout dans une extrême abondance, quoique dans une exploitation commencée on n'ait encore attaqué aucune masse considérable, et qu'on se soit borné aux morceaux rompus, épars au penchant des montagnes, et que les habitants entassent en gros murs bruts pour enclorre leurs terrains. Le premier établissement de ce travail des granites des Vosges, fait d'abord à Giromagny dans la Haute-Alsace est actuellement transféré, pour plus grande abondance de matières et plus grande facilité de transports de l'autre côté de la montagne, en Lorraine, dans le vallon de la Moselle, environ quatre lieues au-dessous de sa source. Nous le devons au goût et à l'activité de M. Patu des Hauts-Champs, magistrat qui joint à l'honneur et aux distinctions héréditaires l'amour éclairé du bien public et de grandes connaissances dans les sciences et dans les arts. Son entreprise, qui nous semble très-digne de l'attention et de la faveur du gouvernement, mettrait en valeur des matières précieuses restées jusqu'à présent brutes entre nos mains, et pour lesquelles nous payons jusqu'ici un tribut à l'Italie.

(2) M. Ferber dit expressément, page 343, que la partie la plus élevée des Alpes, entre l'Italie et l'Allemagne, est de granite ; et il ajoute que ces granites européens ne diffèrent en aucune façon du granite oriental.

Tous les pays du monde offriront ces granites dans leurs chaînes de montagnes primitives ; et si les observations sur cet objet ne sont pas plus multipliées, c'est que de justes notions du règne minéral, pris en grand, paraissent avoir jusqu'ici manqué aux observateurs. Quoi qu'il en soit, toutes nos provinces montagneuses, l'Auvergne, le Dauphiné, la Provence, le Languedoc, la Lorraine, la Franche-Comté, et même la Bourgogne vers Semur, offrent des granites. La Bretagne, depuis la Loire, et partie de la Normandie, touchant à la Bretagne, et comprenant Mortain, Argentan, Lisieux, Bayeux, Cherbourg, est appuyée sur une masse de granite. La Suisse, l'Allemagne, l'Espagne, l'Italie, ont les leurs. Les montagnes de la Corse et celles de l'île d'Elbe sont formées.

de granite exposés à l'air aux flanes des montagnes, c'est la partie quartzeuse qui tombe en détriment la première avec le mica, et que les rhombes du feldspath restent nus et relevés à la surface du granite dépouillé du mica et des grains de quartz qui les environnaient. Cet effet se remarque surtout dans les granites où la quantité de feldspath est plus grande que celle du quartz ; et il provient de ce que les cristaux de cette même matière vitreuse sont en masses plus longues et plus profondément implantées que les grains du quartz dans presque tous les granites. Au reste, ces grains de quartz détachés par l'action des éléments humides et entraînés par les eaux, s'arrondissent en roulant, et se réduisent bientôt en sables quartzeux et micacés, lesquels, comme les sables de grès, se convertissent ensuite en terres argileuses.

On trouve, dans l'intérieur de la terre, des granites décomposés dont les grains n'ont que peu d'adhérence, et dont le ciment est ramolli (1); cette décomposition se remarque surtout dans les fentes perpendiculaires où les eaux extérieures peuvent pénétrer par infiltration, et aussi dans les endroits où la masse des rochers est humectée par les vapeurs qui s'élèvent des eaux souterraines. Toute humidité s'oppose à la dureté; et la preuve en est que toute masse pierreuse acquiert de la dureté en se séchant à l'air. Cette différence est plus sensible dans les marbres et autres pierres calcaires que dans les matières vitreuses; néanmoins elle se reconnaît dans les granites, et plus particulièrement encore dans le grès, qui est toujours humide dans sa carrière, et qui prend plus de dureté après s'être séché à l'air pendant quelques années.

Lorsque les exhalaisons métalliques sont abondantes, et en même temps mêlées d'acides et d'autres éléments corrosifs, elles détériorent avec le temps la substance des granites, et même elles altèrent celle du quartz: on le voit dans les parois de toutes les fentes perpendiculaires où se trouvent les filons des mines métalliques; le quartz paraît décomposé, et le granite adjacent est friable.

Mais cette décomposition d'une petite portion de granite dans l'intérieur de la terre, n'est rien en comparaison de la destruction immense et des débris que dut produire l'action des eaux lorsqu'elles vinrent battre pour la première fois les pics des montagnes primitives, plus élancés alors qu'ils ne le sont aujourd'hui; leurs flanes nus, exposés aux coups d'un océan terrible, durent s'ébranler, se fendre en mille endroits et de mille manières: de là ces blocs énormes qu'on en voit détachés et tombés à leur pied, et ces autres blocs qui, comme suspendus et menaçant les vallées, ne semblent plus tenir à leurs sommets que pour attester les efforts qui

(1) C'est mal à propos que M. de Saussure veut établir (*Voyage dans les Alpes*, tome I, page 106) diverses espèces de granite sur les degrés de dureté de cette pierre, et parce qu'il s'en trouve de tendre au point de *s'égrener entre les doigts*, puisque ce n'est ici qu'une décomposition ou destruction, par l'air et par l'eau, du *vrai granite*, si pourtant c'est de ce granite que l'observateur entend parler, de quoi l'on peut douter avec raison, puisqu'il attribue le vice de ces granites devenus tendres à l'effet de *quelque matière saline ou argileuse, entrée dans leur composition* (ibid.); mais plus bas il se rétracte, en observant que si, dès l'origine, ce principe de mollesse fût entré dans leur combinaison, les fragments roulés que l'on trouve de ces granites *n'eussent pu, sans se réduire en sable, supporter les chocs qui les ont arrondis* (ibid.).

se firent pour les en arracher. Mais tandis que la force des vagues renversait les masses qui offraient le plus de prise ou le moins de résistance, l'eau, par une action plus tranquille et toute aussi puissante, attaquait généralement et altérait partout les surfaces des matières primitives, et, transportant la poudre de leurs détriments, en composait de nouvelles substances, telles que les argiles et les grès : mais il dut y avoir aussi, dans les amas de ces débris, de gros sables qui n'étaient pas réduits en poudre; et les granites étant les plus composés, et par conséquent les plus destructibles des substances primitives, ils fournirent ces gros sables en plus grande quantité; et l'on conçoit qu'en égard à leur pesanteur, ces sables ne purent être transportés par les eaux à de très-grandes distances du lieu de leur origine : ils se déposèrent en grande quantité aux environs de leurs masses primitives, ils s'y accumulèrent en couches graniteuses; et ces grains, agglutinés de nouveau par l'intermède de l'eau, ont formé les granites secondaires, bien différents, comme l'on voit, quant à leur origine, des vrais granites primitifs. Et en effet l'on trouve en divers endroits ces nouveaux granites, soit en couches, soit en amas inclinés, et on reconnaît à plusieurs caractères qu'ils sont de seconde formation : 1° à leur position en couches, et quelquefois en saes entre des matières calcaires; 2° en ce qu'ils sont moins compactes, moins durs et moins durables que les granites antiques; 3° en ce que le feldspath et le schorl n'y sont pas en cristaux bien distincts, mais par petites masses qui paraissent résulter de l'agglutination de plusieurs fragments de ces mêmes substances, et qui n'offrent à l'œil qu'une teinte terne et mate, de couleur briquetée ou d'un gris rougeâtre; 4° en ce que les parcelles du mica y ont formé, par leur jonction, des feuilles assez grandes, et même de petites piles de ces feuilles qui ressemblent à du talc; 5° enfin en ce que l'empâtement de toute la pierre est grossier, imparfait, n'ayant ni la cohérence, ni la solidité, ni la cassure vive et vitreuse du vrai granite. On peut vérifier ces différences en comparant les granites des Vosges ou des Alpes avec celui qui se trouve à Semur en Bourgogne. Ce granite est de seconde formation; il est friable, peu compacte, mêlé de talc; il est disposé par lits et par couches presque horizontales : il présente donc toutes les empreintes d'un ouvrage de l'eau, au lieu que les granites primitifs n'ont d'autres caractères que ceux d'une vitrification.

On ne doit donc rien inférer, rien conclure de la formation de ces granites secondaires à celle du granite primitif dont ils ne sont que des détriments. Les grès sont, relativement au quartz, ce que ces seconds granites sont au premier; et vouloir les réunir pour expliquer leur formation par un principe commun, c'est comme si l'on prétendait rendre raison de l'origine du quartz par la formation du grès.

Ceux qui voudraient persister à croire qu'on doit rapporter à l'eau la formation de tous les granites, même de ceux qui sont élançés à pic et groupés en pyramides dans les montagnes primitives, ne voient pas qu'ils ne font que reculer ou plutôt éluder la réponse à la question; car ne doit-on pas leur demander d'où sont venus et par quel agent ont été formés ces fragments vitreux employés par l'eau pour composer les granites, et dès lors ne seront-ils pas forcés à rechercher l'origine des

masses dont ces fragments vitreux ont été détachés, et ne faut-il pas reconnaître que si l'eau peut se diviser, transporter, rassembler les matières vitreuses, elle ne peut en aucune façon les produire ?

La question resterait donc à résoudre dans toute son étendue, quand on voudrait, par prévention de système, ou qu'on pourrait, par suite d'analogie, établir que les granites primitifs ont été formés par l'eau ou dans le sein des eaux, et il resterait toujours pour fait constant que la grande masse vitreuse, dont les éléments de ces granites sont ou l'extrait ou les débris, est une matière antérieure et étrangère à l'eau, et dont la formation ne peut être attribuée qu'à l'action du feu primitif.

Les nouveaux granites sont souvent adossés aux flancs, ou stratifiés au pied des grandes masses antiques dont ils tirent leur origine ; ils sont étendus en couches ou en lits plus ou moins inclinés, et souvent horizontaux, au lieu d'être groupés en hauteur, entassés en pyramides, ou empilés en feuillets verticaux (1), comme le sont les véritables granites dans les grandes montagnes primitives : cette différence de position est un effet remarquable et frappant, qui, d'un côté, caractérise l'action du feu, dont la force expansive du centre à la circonférence ne pouvait qu'élançer, élever la matière et la grouper en hauteur, tandis que la seconde position présente l'ouvrage de l'eau, qui, soumise à la loi de l'équilibre, ne travaillant que par voie de transport et de dépôt, tend généralement à suivre la ligne horizontale.

Les granites secondaires se sont donc formés des premiers débris du granite primitif, et les fragments rompus des uns et des autres, et roulés par les eaux, ont postérieurement rempli plusieurs vallées, et ont même formé par leur entassement des montagnes subalternes. Il se trouve des carrières entières, et en bancs étendus, de ces fragments de granites roulés et souvent mêlés de pareils fragments de quartz arrondis, comme ceux de granite, en forme de cailloux. Mais ces couches sont, comme l'on voit, de seconde et même de troisième formation. Et dans le même temps que les eaux entraînaient, froissaient et entassaient ces fragments massifs, elles transportaient au loin, dispersaient et déposaient partout les parties les plus ténues et la poussière flottante de ces débris graniteux ou quartzeux ; dès lors ces poudres vitreuses ont été mêlées avec les poudres calcaires, et c'est de là

(1) C'est ce que M. de Saussure appelle *des couches perpendiculaires*, par une association de mots aussi insensibles que les idées qu'ils présentent sont incompatibles ; car qui dit couches dit dépôt stratifié, étendu, couché enfin sur une ligne plus ou moins voisine de la ligne horizontale, et dont les feuillets se divisent en ce sens ; or une telle masse, stratifiée horizontalement, ne peut rien offrir de perpendiculaire que les fissures ou sutures qui l'ont accidentellement divisée : la tranche perpendiculaire porte au contraire sa plus grande dimension sur la ligne de hauteur, elle se coupe en lames verticales ; et il est aussi impossible qu'elle ait été formée par la même cause que la couche horizontale qu'il l'est que cette dernière devienne jamais perpendiculaire, si ce n'est par accident ; car il est indubitable que toutes les couches stratifiées par la mer, et qui ne doivent pas leur inclinaison aux causes accidentelles, comme la chute des cavernes, la tiennent des inclinaisons mêmes, des pentes ou des coupes des masses primitives auxquelles elles sont venues s'adosser, s'adapter et se superposer, qui, en un mot, leur ont servi de base. Aussi M. de Saussure, après avoir fait la description et l'énumération de plusieurs de ces couches violemment inclinées ou presque perpendiculaires, rappelle-t-il tous ces faits particuliers à une observation qu'il regarde lui-même comme *générale et importante*, savoir, *que les montagnes secondaires sont d'autant plus irrégulières et plus inclinées qu'elles approchent plus des primitives.*

que proviennent originairement les sues quartzeux ou silicés qui transsudent dans les craies et autres couches calcaires formées par le dépôt des eaux.

Et comme le transport de ces débris du granite, du grès et des poudres d'argile, s'est longtemps fait dans le fond des mers, conjointement avec celui des détriments des craies, des marbres et des autres substances calcaires, les unes et les autres ont quelquefois été entraînées, réunies et consolidées ensemble : c'est de leur mélange que se sont formées les *brèches* et autres pierres mi-parties de calcaire et de vitreux ou argileux ; tandis que les fragments de quartz et de granite, unis de même par le ciment des eaux, ont formé les *poudingues* purement vitreux, et que les fragments des marbres et autres pierres de même nature ont formé les brèches purement calcaires.

DU GRÈS.

Le grès, lorsqu'il est pur, est d'une grande dureté, quoiqu'il ne soit composé que des débris du quartz réduits en petits grains qui se sont agglutinés par l'intermède de l'eau ; ce grès, comme le quartz, étincelle sous le choc de l'acier : il est également réfractaire à l'action du feu le plus violent. Les détriments du quartz ne formaient d'abord que des sables qui ont pris corps en se réunissant par leur affinité, et ont ensuite formé les masses solides des grès, dans lesquels on ne voit en effet que ces petits grains quartzeux plus ou moins rapprochés, et quelquefois liés par un ciment de même nature qui en remplit les interstices (1). Ce ciment a pu être porté dans le grès de deux manières différentes : la première, par les vapeurs qui s'élèvent de l'intérieur de la terre ; et la seconde, par la stillation des eaux. Ces deux causes produisent des effets si semblables, qu'il est assez difficile de les distinguer. Nous allons rapporter, à ce sujet, les observations faites récemment par un de nos plus savants académiciens, M. de Lassone, qui a examiné avec attention la plupart des grès de Fontainebleau, et qui s'exprime dans les termes suivants :

« Sur les parois extérieures et découvertes de plusieurs blocs de grès le plus

(1) Par ces mots de ciment ou *gluten*, je n'entends pas, comme l'on fait ordinairement, une matière qui a la propriété particulière de réunir des substances dissemblables, et pour ainsi dire d'une autre nature, en faisant un seul volume de plusieurs corps isolés ou séparés, comme la colle qui s'emploie pour le bois, le mortier pour la pierre, etc. L'habitude de cette acception du mot *ciment* pourrait en imposer ici : je dois donc avertir que je prends ce mot dans un sens plus général, qui ne suppose ni une matière différente de celle de la masse, ni une force attractive particulière, ni même la séparation absolue des parties avant l'interposition du ciment, mais qui consiste dans leur union encore plus intime, par l'accession de molécules de même nature, qui augmentent la densité de la masse, en sorte que la seule condition essentielle qui fera distinguer ce ciment des matières, sera le plus souvent la différence des temps où ce ciment y sera survenu et où elles auront acquis par là leur plus grande solidité.

compacte, et presque toujours sur les surfaces de ceux dont on a enlevé de grandes et larges pièces en les exploitant, j'ai observé un enduit vitreux très-dur : c'est une lame de deux ou trois lignes d'épaisseur, comme une espèce de couverture, naturellement appliquée, intimement inhérente, faisant corps avec le reste de la masse, et formée par une matière atténuée et subtile qui, en se condensant, a pris le caractère pierreux le plus décidé, une consistance semblable à celle du *silex*, et presque à celle de l'agate; cet enduit vitreux n'est pas bien longtemps à se démontrer sur les endroits qu'il revêt. Je l'ai vu établi au bout d'un an sur les surfaces de certains blocs entamés l'année précédente. On découvre et on distingue les nuances et la progression de cette nouvelle formation, et, ce qui est bien remarquable, cette substance vitrée ne paraît et ne se trouve que sur les surfaces entamées des blocs *encore engagés par leur base* dans la minière sableuse, qui doit être regardée comme leur matrice et le vrai lieu de leur génération. »

Cette observation établit, comme l'on voit, l'existence réelle d'un ciment pierreux, qui même forme, en s'accumulant, un émail silicé d'une épaisseur considérable : mais je dois remarquer que cet émail se produit non-seulement sur les blocs encore attachés ou enfouis par leur base, comme le dit M. de Lassone, mais même sur ceux qui en sont séparés; car on m'a fait voir nouvellement quelques morceaux de grès qui étaient revêtus de cet émail sur toutes leurs faces. Voilà donc le ciment quartzeux ou silicé clairement démontré, soit qu'il ait transsudé de l'intérieur de la pierre, soit que l'eau ou les vapeurs aient étendu cette couche à la superficie de ces morceaux de grès. On a des exemples tout aussi frappants sur le quartz, dans lequel il se forme de même une matière silicée par la stillation des eaux et par la condensation des vapeurs (1).

(1) M. de Gensanne, savant physicien et minéralogiste très-expérimenté, que j'ai eu souvent occasion de citer avec éloge, a fait des observations que j'ai déjà indiquées et qui me paraissent ne laisser aucun doute sur cette formation de la matière silicée ou quartzeuse par la seule condensation des vapeurs de la terre. « Étant descendu, dit-il, dans une galerie de mine (de plomb) de Pont-Pean, près de Rennes en Bretagne, dont les travaux étaient abandonnés, je vis au fond de cette galerie toutes les inégalités du roc presque remplies d'une matière très-blanche, semblable à de la céruse délayée, que je reconnus être un véritable *guhr* ou *sinter*... C'est une vapeur condensée qui, en se cristallisant, donne un véritable quartz. » M. de Gensanne voulut reconnaître si cette matière provenait de la circulation de l'air dans les travaux, ou si elle transpirait au travers du roc sur lequel elle se formait; pour cela, il commença par bien laver la surface du rocher avec une éponge pour ôter le *guhr* qui s'y trouvait. « Ensuite, dit-il, je pris quatre écuelles neuves de terre vernissée, que j'appliquai aux endroits du rocher où j'avais aperçu le plus de *guhr*, et avec de la bonne glaise bien pétrie, je les cimentai bien tout alentour, de deux bons pouces d'épaisseur; après quoi je plaçai des travers de bois vis-à-vis mes écuelles, qui formaient presque les quatre angles d'un carré. »

Au bout de huit mois, M. de Gensanne leva une de ces écuelles, et il fut fort surpris de voir que le *guhr* qui s'était formé dessous avait près d'un demi-pouce d'épaisseur, et formait un rond sur la surface du rocher de la grandeur de l'écuelle; il était très-blanc et avait à peu près la consistance du beurre frais ou de la cire molle; il en prit de la grosseur d'une noix, et remit l'écuelle comme auparavant, sans toucher les autres... Il laissa sécher cette matière à l'ombre: elle prit une consistance grenue et friable, et ressemblait parfaitement à une matière semblable, mais ordinairement tachetée, qu'on trouve dans les filons de différents minéraux, surtout dans ceux de plomb, et à laquelle les mineurs allemands donnent le nom de *leten*. Il y en a quantité dans celui de Pont-Pean, et le minéral y est répandu par grains la plupart cubiques, et souvent accompagnés de grains de pyrite. « Toute la différence que je trouvais, dit M. de Gensanne, entre ma matière et celle du filon, c'est que la matière était très-blanche, et que celle du filon était parsemée de taches violettes et roussâtres; je pris de celle du filon, qui ne contenait assurément aucun minéral, et la plus blanche que je pus trouver; j'en pris également de la mienne, et fondis poids égal de ces deux matières dans deux creusets séparés et au même feu; elles me paru-

Mais, si nous considérons en général les ciments naturels, il s'en faut bien qu'ils soient toujours et partout les mêmes; il faut d'abord en distinguer de deux sortes: l'un qui paraît homogène avec la matière dont il remplit les interstices, comme dans les nouveaux quartz et les grès, où il est plus apparent à la surface qu'à l'intérieur; l'autre qu'on peut dire hétérogène, parce qu'il est d'une substance plus ou moins différente de celle dont il remplit les interstices, comme dans les *poudingues* et les brèches: ce dernier ciment est ordinairement moins dur que les grains qu'il réunit. Nous connaissons d'ailleurs plusieurs espèces de ciments naturels, et nous en traiterons dans un article particulier. Ces ciments se mêlent et se combinent quelquefois dans la même matière, et souvent semblent faire le fond des substances solides. Mais ces ciments, de quelque nature qu'ils soient, peuvent avoir, comme nous venons de le dire, une double origine: la première est due aux vapeurs ou exhalaisons qui s'élèvent du fond de la terre au moyen de la chaleur intérieure du globe; la seconde, à l'infiltration des eaux qui détachent avec le temps les parties les plus ténues des masses qu'elles lavent ou pénètrent: elles entraînent donc ces particules détachées, et les déposent dans les interstices des autres matières; elles forment même des conerétions qui sont très-dures, telles que les cristaux de roche et autres stalactites du genre vitreux; et cette seconde source des extraits ou ciments pierreux, quoique très-abondante, ne l'est peut-être pas autant que la première, qui provient des vapeurs de la terre, parce que cette dernière cause agit à tout instant et dans toute l'étendue des couches extérieures du globe; au lieu que l'autre, étant bornée par des circonstances locales à des effets particuliers, ne peut agir que sur des masses particulières de matière.

On doit se rappeler ici que, dans le temps de la consolidation du globe, toutes les matières s'étant durcies et resserrées en se refroidissant, elles n'auront pu faire retraite sur elles-mêmes sans se séparer et se diviser par des fentes perpendiculaires en plusieurs endroits. Ces fentes, dont quelques-unes descendent à plusieurs centaines de toises, sont les grands soupiraux par où s'échappent les vapeurs grossières chargées de parties denses et métalliques. Les émanations plus subtiles,

rent également fusibles, et même donnèrent des scories entièrement semblables... Je soupçonnai dès lors que ces matières étaient absolument les mêmes... Quatorze mois se passèrent depuis le jour que j'avais visité la première écuille, jusqu'au temps de mon départ de ces travaux; je fus voir alors mon petit équipage: je trouvai que le *guhr* n'avait pas sensiblement augmenté sur la partie du roc qui était à découvert; et ayant visité l'écuille que j'avais visitée précédemment, j'aperçus l'endroit où j'avais enlevé le *guhr* recouvert de la même matière, mais fort mince et très-blanche, au lieu que la partie que je n'avais pas touchée, ainsi que toute la matière qui était sous les bennes que je n'avais pas remuées, était toute parsemée de taches roussâtres et violettes, et absolument semblables à celles qu'on trouve dans le filon de cette mine, avec cette différence que cette dernière renferme quantité de grains de mine de plomb dispersés dans les taches violettes, et qui n'avaient pas eu le temps de se former dans la première.

Il résulte de cette observation, que les *guhrs* se forment par une espèce de transpiration au travers des rochers, même les plus compactes, et qu'ils proviennent de certaines exhalaisons ou vapeurs qui circulent dans l'intérieur de la terre, et qui se condensent et se fixent dans les endroits où la température et les cavités leur permettent de s'accumuler...

Cette matière est une véritable vapeur condensée qui se trouve dans une infinité d'endroits, renfermée dans des roches inaccessibles à l'eau. Lorsque le *guhr* est dissous et chassé par l'eau, il se cristallise très-facilement et forme un vrai quartz. (*Histoire naturelle du Languedoc*, tome II, pages 22 et suiv.)

telles que celles du ciment silicé, sont les seules qui s'échappent partout, et qui aient pu pénétrer les masses entières du grès pur : aussi n'entre-t-il que peu ou point de substances métalliques dans leur composition, tandis que les fentes perpendiculaires qui séparent les masses du quartz, des granites et autres rochers vitreux sont remplies de métaux et de minéraux produits par les exhalaisons les plus denses, c'est-à-dire par les vapeurs chargées de parties métalliques. Ces émanations minérales, qui étaient très-abondantes lors de la grande chaleur de la terre, ne laissent pas de s'élever, mais en moindre quantité, dans son état actuel d'attiédissement : il peut donc se former encore tous les jours des métaux ; et ce travail de la nature ne cessera que quand la chaleur intérieure du globe sera si diminuée, qu'elle ne pourra plus enlever ces matières pesantes et métalliques. Ainsi le produit de ce travail, déjà petit aujourd'hui, sera peut-être nul dans quelques milliers d'années, tandis que les vapeurs plus subtiles et plus légères, qui n'ont besoin que d'une chaleur très-médiocre pour être sublimées, continueront à s'élever et à revêtir la surface, ou même à pénétrer l'intérieur des matières qui leur sont analogues.

Lorsque le grès est pur, il ne contient que du quartz réduit en grains plus ou moins menus, et souvent si petits qu'on ne peut les distinguer qu'à la loupe. Les grès impurs sont au contraire mélangés d'autres substances vitreuses ou métalliques (1), et plus souvent encore de matières calcaires ; et ces grès impurs sont d'une formation postérieure à celle des grès purs. En général il y a plus de grès mélangés de substances calcaires que de grès simples et purs, et ils sont rarement teints d'autres couleurs métalliques que celles du fer. On les trouve par collines, par banes en très-grandes masses, quelquefois séparés en gros blocs isolés, et seulement environnés du sable qui semble leur servir de matrice ; et comme ces amas ou couches de sable sont, dans toute leur épaisseur, perméables à l'eau, les grès sont toujours humectés par ces eaux filtrées : l'humidité pénètre et réside dans leurs pores ; car tous les grès sont humides au sortir de la carrière, et ce n'est qu'après avoir été exposés pendant quelques années à l'air, qu'ils perdent cette humidité dont ils sont imbus.

Les grès les plus purs, c'est-à-dire ceux dont le sable qui les compose n'a été ni transporté ni mélangé, sont entassés en gros blocs isolés ; mais il y en a beaucoup d'autres qui sont étendus en banes continus, et même en couches horizontales, à peu près disposées comme celles des pierres calcaires. Cette différence de position dans les grandes masses de grès paraît nous indiquer qu'elles ont été formées dans des temps différents, et que la formation des grès qui sont en banes horizontaux est postérieure à la production de ceux qui se présentent en blocs isolés : car celle-ci ne suppose que la simple agrégation du sable quartzeux dans le lieu même où il s'est trouvé après la vitrification générale, au lieu que la position des autres grès

(1) Il y a des grès mêlés de mica, et d'autres en plus grand nombre contiennent de petites masses ferrugineuses très-dures, que les ouvriers appellent des *crous*.

par couches horizontales suppose le transport de ces mêmes sables par le mouvement des eaux; et le mélange des matières étrangères qui se trouvent dans ces grès, semble prouver aussi qu'ils sont d'une formation moins ancienne que celle des grès purs.

Si l'on voulait douter que l'eau pût former le grès par la seule réunion des molécules du quartz, il serait aisé de le démontrer par la formation du cristal de roche, qui est aussi dur que le grès le plus pur, et qui néanmoins n'est formé que des mêmes molécules par la stillation des eaux; et d'ailleurs on voit un commencement de cette réunion des particules quartzieuses dans la consistence que prend le sable quand il est mouillé: plus ce sable est sec, et plus il est pulvérulent; et dans les lieux où les sables de grès couvrent la surface du terrain, les chemins ne sont jamais plus praticables que quand il a plu beaucoup, parce que l'eau consolide un peu ces sables en rapprochant leurs grains.

Les grès ne se trouvent communément que près des entrées de quartz, de granite et d'autres matières vitreuses, et rarement au milieu des terres où il y a des marbres, des pierres calcaires, ou des craies: cependant le grès, quoique voisin quelquefois du granite par sa situation, en diffère trop par sa composition pour qu'on puisse leur appliquer quelque dénomination commune; et plusieurs observateurs sont tombés dans l'erreur en appelant granite du grès à gros grains. La composition de ces deux matières est différente, en ce que, dans ces grès composés des débris du granite, jamais les molécules du feldspath n'ont repris une cristallisation distincte, ni celles du quartz un empâtement commun avec elles, non plus qu'avec les particules du mica: ces dernières sont comme semées sur les autres, et toute la couche, par sa disposition comme par sa texture, ne montre qu'un amas de sables grossièrement agglutinés par une voie bien différente de la fusion intime des grandes masses vitreuses; et l'on peut encore remarquer que ces grès composés de plusieurs espèces de sables, sont généralement plus grossiers, moins compactes, et d'un grain plus gros que le grès pur, qui toujours est plus solide et plus dur, et dont le grain plus fin porte évidemment tous les caractères d'une poudre de quartz.

Le grès pur est donc le produit immédiat des débris du quartz; et lorsqu'il se trouve réduit en poudre impalpable, cette poudre quartzieuse est si subtile, qu'elle pénètre les autres matières solides; et même l'on prétend s'être assuré qu'elle passe à travers le verre. MM. Leblanc et Clozier ayant placé une bouteille de verre vide et bien bouchée dans une carrière de grès des environs d'Etampes, ils s'aperçurent, au bout de quelques mois, qu'il y avait au dedans de cette bouteille une espèce de poussière qui était un sable très-fin de la même nature que la poudre de grès.

Il n'y a peut-être aucune matière vitreuse dont les qualités apparentes varient autant que celles du grès. « On en rencontre de si tendres, dit M. de Lassone, que leurs grains, à peine liés, se séparent aisément par la simple compression, et deviennent pulvérulents; d'autres dont la concrétion est plus ferme, et qui com-

meneent à résister davantage aux coups redoublés des instruments de fer ; d'autres enfin dont la masse, plus dure et plus lisse, est comme sonore, et ne se casse que très-difficilement ; et ces variétés ont plusieurs degrés intermédiaires. »

Le grès que les ouvriers appellent *grisar* est si dur et si difficile à travailler, qu'ils le rebutent même pour n'en faire que des pavés, tandis qu'il y a d'autres grès si tendres et si poreux, que l'eau crible aisément à travers leurs masses ; ce sont ceux dont on se sert pour faire les pierres à filtrer. Il y en a de si grossiers et de si terreux, qu'au lieu de se durcir à l'air ils s'y décomposent en assez peu de temps. En général, les grès les plus purs et les plus durables sont aussi ceux qui ont le grain le plus fin et le tissu le plus serré.

Les grès qu'emploient les paveurs à Paris sont, après le grès grisar, les plus durs de tous. Les grès dont on se sert pour aiguiser ou donner du tranchant au fer et à l'acier sont d'un grain fin, mais moins durs que les premiers, et néanmoins ils jettent de même des étincelles en faisant tourner à sec ces meules de grès contre le fer et l'acier. Le grès de Turquie (1) qu'on appelle *Pierre à rasoir*, à laquelle on donne sa qualité en la tenant pendant quelques mois dans l'huile, et qui sert à repasser et à affiler les rasoirs et autres instruments très-tranchants, n'a qu'un certain degré de dureté, quoique le grain en soit très-fin et la substance très-uniforme, et sans mélange d'aucune matière étrangère.

Au reste, le grès pur n'étant composé que des détriments du quartz, il en a toutes les propriétés ; il est aussi réfractaire au feu ; il résiste de même à l'action de tous les acides, et quelquefois il acquiert le même degré de dureté ; enfin le quartz ou le grès réduits en sable, servent également de base à tous nos verres factices, et entrent en plus ou moins grande quantité dans leur composition.

Les grès sont assez rarement colorés, et ceux qui ont une nuance de jaune, de rouge, ou de brun, ne doivent cette teinte qu'à l'infiltration de l'eau chargée des molécules ferrugineuses de la terre végétale qui couvre la superficie du terrain où l'on trouve ces grès colorés ; la plupart des jaspes sont au contraire très-colorés, et semblent avoir reçu leurs couleurs par la sublimation des matières métalliques dès le premier temps de leur formation. Il se peut aussi que quelques grès des plus anciens doivent leur couleur à ces mêmes émanations métalliques ; l'une des causes n'exclut pas l'autre, et les effets de toutes deux paraissent constatés par l'observation. « Il n'y a presque point de ces blocs *gréseux* de Fontainebleau, dit M. de Lassone, où l'on n'aperçoive quelques marques d'un principe ferrugineux. En général ceux dont les grains sableux sont les moins liés, sont aussi ceux où le principe ferrugineux est le plus apparent. Les portions les plus externes des blocs, celles par conséquent dont la formation ou la condensation est moins ancienne, ont souvent une teinte jaunâtre de couleur d'ocre ou de rouille de fer, tandis que les couches plus intérieures ne sont nullement colorées. Il semble donc que, dans

(1) M. Valmont de Bomare, dans son ouvrage sur la minéralogie, nous assure qu'il a trouvé un quartier de ce grès de Turquie en France, près de Morlaix, dans la province de Bretagne, et je suis d'ailleurs très-persuadé que cette espèce de grès n'appartient pas exclusivement à la Turquie, comme son nom semble l'indiquer.

certain grès, cette teinte disparaisse à mesure que leur densité ou que la concretion de leurs grains augmente ; cependant on remarque des blocs très-durs dont la masse entière est pénétrée uniformément de cette couleur ferrugineuse plus ou moins intense : il y en a parmi eux-ei quelques-uns où le principe ferrugineux est si apparent, qu'ils ont une teinte rougeâtre très-foncée. Le sable, même pulvérulent, et n'ayant encore éprouvé aucune condensation, coloré en plusieurs endroits par les mêmes teintes, semble aussi participer du fer, si l'on en juge simplement par la couleur : mais l'aimant n'en attire aucune parcelle de métal, non plus que du *détritus* des grès rougeâtres. »

Cette observation de M. de Lassone me semble prouver assez que les grès sont colorés par le fer, et plus souvent au moyen de l'infiltration des eaux que par la sublimation des vapeurs souterraines. J'ai vu moi-même dans plusieurs blocs d'un grès très-blanc de ces petits nœuds ou elous ferrugineux dont j'ai parlé et qui sont d'une si grande dureté qu'ils résistaient à la lime. On doit conclure de ces remarques que l'eau a beaucoup plus que le feu travaillé sur le grès. Ce dernier élément n'a fourni que la première matière, c'est-à-dire le quartz ; au lieu que l'eau a porté dans la plupart des grès, non-seulement des parties ferrugineuses, mais encore une très-grande quantité d'autres matières hétérogènes qui en altèrent la nature ou la forme, en leur donnant une figuration qu'ils ne prendraient pas d'eux-mêmes ; ce qu'on ne doit attribuer qu'aux substances hétérogènes dont ils sont mélangés.

On trouve dans quelques sables de grès des morceaux arrondis, isolés, et de différentes grosseurs, les uns entièrement solides et massifs, les autres creux en dedans comme des géodes : mais ce ne sont que des concrétions, des sablons agglutinés par le ciment dont nous avons parlé ; ces concrétions se forment dans les petites cavités de la grande masse de sable qui environne les autres blocs de grès, et elles sont de la même nature que ces sables. Mais les grès disposés par banes ou par couches sont presque tous plus ou moins mêlés d'autres matières : il y a des grès mélangés de terre limoneuse, d'autres sont entremêlés d'argile, et plusieurs autres, qui ne paraissent pas terreux, contiennent une grande quantité de matière calcaire. Tous ces grès ont évidemment été formés dans les sables transportés et déposés par les eaux ; et c'est par cette raison qu'on les trouve en couches horizontales, au lieu que les grès purs produits par la seule décomposition du quartz, se présentent en blocs irréguliers et tels qu'ils se sont formés dans le lieu même, sans avoir subi ni transport ni mélange : aussi ces grès purs, ne contenant aucune matière calcaire, ne font point effervescence avec les acides, et sont les seuls qu'on doive regarder comme de vrais grès. Cette distinction est plus importante qu'elle ne le paraît d'abord, et peut nous conduire à l'explication d'un fait reconnu depuis peu. Quelques observateurs ont trouvé plusieurs morceaux de grès à Bourbonne-les-Bains, à Nemours (1), à Fontainebleau, et ailleurs, qui affectaient une figure qua-

(1) M. Bezout, savant géomètre de l'Académie des Sciences, a reconnu le premier ces grès figurés dans les carrières de Nemours.

drangulaire, et qui étaient pour ainsi dire cristallisés en rhombes. Or cette espèce de cristallisation ou de figuration n'est pas une des propriétés du grès pur : c'est un effet accidentel qui n'est dû qu'au mélange de la matière calcaire avec celle du grès ; car, ayant fait dissoudre par un acide ces morceaux figurés en rhombes, il s'est trouvé qu'ils contenaient au moins un tiers de substance calcaire sur deux tiers de vrai grès, et qu'aucun des grès, qui n'était que peu ou point mélangé de cette substance calcaire, n'a pris cette figure rhomboïdale.

Après avoir considéré les principales matières solides et dures qui se présentent en grandes masses dans le sein ou à la surface de la terre, et qui, comme nous venons de l'exposer, sont ou des verres primitifs ou des agrégats de leurs parties divisées et réduites en grains, nous devons examiner de même les matières en grandes masses qui en tirent leur origine et qui en sont les détriments ultérieurs, telles que les argiles, les schistes et les ardoises, qui ne diffèrent des sables vitreux que par une plus grande décomposition de leurs parties intégrantes, mais qui, pour le premier fonds de leur substance, sont de même nature.

DES ARGILES ET DES GLAISES.

L'argile, comme nous venons de l'avancer, doit son origine à la décomposition des matières vitreuses qui, par l'impression des éléments humides, se sont divisées, atténuées et réduites en terre. Cette vérité est démontrée par les faits : 1° Si l'on examine les cailloux les plus durs et les autres matières vitreuses exposées depuis longtemps à l'air, on verra que leur surface a blanchi, et que dans cette partie extérieure le caillou s'est ramolli et décomposé ; tandis que l'intérieur a conservé sa dureté, sa sécheresse et sa couleur. Si l'on recueille cette matière blanche en la raclant, et qu'on la détrempe avec de l'eau, l'on verra que c'est une matière qui a déjà pris le caractère d'une terre spongieuse et ductile, et qui approche de la nature de l'argile. 2° Les laves des volcans et de tous nos verres factices, de quelque qualité qu'ils soient, se convertissent en terre argileuse (1). 3° Nous voyons les sables

(1) « Une partie des laves de la solfatare près de Naples est convertie en argile ; il y a des morceaux dont une partie est encore lave, et l'autre partie est changée en argile... On y voit encore des schorls blancs en forme de grenat, dont quelques-uns sont également convertis en argile... Ce changement des matières vitreuses en argile par l'intermède de l'acide sulfureux (ou vitriolique) qui les a pénétrées, en quelque façon dissoutes, est sans doute un phénomène remarquable et très-intéressant pour l'histoire naturelle. » (*Lettres de M. Ferber sur la minéralogie*, page 259.)

M. Ferber ajoute qu'une partie de cette argile est molle comme une terre, et que l'autre est dure, pierreuse, et assez semblable à une pierre à chaux blanche ; c'est vraisemblablement cette fausse apparence qui a fait dire à M. Fougereux de Bondaroy (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1765) que les pierres de la solfatare étaient calcaires. M. Hamilton a fait la même méprise : mais il paraît certain, dit le savant traducteur des *Lettres*

des granites et des grès, les paillettes du mica, et même les jaspes et les cailloux les plus durs, se ramollir, blanchir par l'impression de l'air, et prendre à leur surface tous les caractères de cette terre; et l'argile pénétrée par les pluies, et mêlée avec le limon des rosées et avec les débris des végétaux, devient bientôt une terre féconde.

Tous les micas, toutes les exfoliations du quartz, du jaspé, du feldspath et du schorl, tous les détriments des porphyres, des granites et des grès, perdent peu à peu leur sécheresse et leur dureté; ils s'atténuent et se ramollissent par l'humidité, et leurs molécules deviennent à la fin spongieuses et ductiles par la même impression des éléments humides. Cet effet, qui se passe en petit sous nos yeux, nous représente l'ancienne et grande formation des argiles après la première chute des eaux sur la surface du globe: ce nouvel élément saisit alors toutes les poudres des verres primitifs; et c'est dans ce temps que se fit la combinaison qui produisit l'acide universel par l'action du feu dont la terre et l'eau étaient également pénétrées, puisque la terre était encore brûlante et l'eau plus que bouillante.

L'acide se trouve en effet dans toutes les argiles, et ce premier produit de la combinaison du feu, de la terre et de l'eau, indique assez clairement le temps de la chute des eaux, et fixe l'époque de leur premier travail; car aucune des antiques matières vitreuses en grandes masses, telles que les quartz, les jaspes, ni même les granites, ne contient l'acide: par conséquent aucune de ces matières antérieures aux argiles n'a été touchée ni travaillée par l'eau, dont le seul contact eût produit l'acide par la combinaison nécessaire de cet élément avec le feu qui embrasait encore la terre (1).

L'argile serait donc par elle-même une terre très-pure, si, peu de temps après sa formation, elle n'eût été mêlée, par le mouvement des eaux, de tous les débris des productions qu'elles firent bientôt éclore; ensuite, après la retraite des eaux, toutes les argiles dont la surface était découverte reçurent le dépôt des poussières de l'air et du limon des pluies. Il n'est donc resté d'argiles pures que celles qui dès lors se trouvaient recouvertes par d'autres couches, qui les ont défendues de ces mélanges étrangers. La plus pure de ces argiles est la blanche; c'est la seule terre de cette espèce qui ne soit pas mêlée de matières hétérogènes: c'est un simple détriment du sable quartzéux, qui est aussi réfractaire au feu que le quartz même duquel

de Ferber, que le plancher de la solfatare et les collines qui l'environnent ne sont composés que de produits volcaniques convertis par les vapeurs du soufre en terre argileuse.

(1) Cette origine peut seule expliquer la triple affinité de l'acide avec le feu, la terre et l'eau, et sa formation par la combinaison de ces trois éléments, l'eau n'ayant pu s'unir à la terre vitreuse sans se joindre en même temps à la portion de feu dont cette terre était empreinte; j'observai de plus l'affinité marquée et subsistante entre les matières vitrescibles et l'acide argileux ou vitriolique, qui, de tous les acides, est le seul qui ait quelque prise sur ces substances: on a tenté leur analyse au moyen de cet acide, mais cette analyse ne prouvera rien de plus que la grande analogie établie entre le principe acide et la terre vitrescible, dès le temps où il fut universellement engendré dans cette terre à la première chute des eaux. Ces grandes vues de l'histoire naturelle confirment admirablement les idées de l'illustre Stahl, qui, de la seule force des analogies, et du nombre des combinaisons où il avait vu l'acide vitriolique se travestir et prendre la forme de presque tous les autres acides, avait déjà conclu qu'il était le principe salin, primitif, principal, universel. (*Remarque de M. l'abbé Beron.*)

cette argile tire son origine. La belle argile blanche de Limoges, celle de Normandie, dont on fait les pipes à fumer, et quelques autres argiles pures, quoiqu'un peu colorées, et dont on fait les creusets et pots de verrerie, doivent être regardées comme des argiles pures, et sont à peu près également réfractaires à l'action du feu : toutes les autres argiles sont mélangées de diverses matières qui les rendent fusibles, et leur donnent des qualités différentes de celles de l'argile pure; et ce sont ces argiles mélangées auxquelles on doit donner le nom de *glaises*.

La nature a suivi pour la formation des argiles les mêmes procédés que pour celle des grès : les grès les plus purs et les plus blancs sont formés par la simple réunion des sables quartzeux sans mélange, tandis que les grès impurs ont été composés de différentes matières mêlées avec ces sables quartzeux et transportées ensemble par les eaux ; de même les argiles blanches et pures ne se sont formées que des débris ultérieurs des sables du quartz, du grès et du mica, dont les molécules, très-atténuées dans l'eau, sont devenues spongieuses et ont pris la nature de cette terre, au lieu que les glaises, c'est-à-dire les argiles impures, sont composées de plusieurs matières hétérogènes que l'eau y a mêlées, et qu'elle a transportées ensemble pour en former les couches immenses qui recouvrent presque partout la masse intérieure du globe. Ces glaises servent aussi de fondement et de base aux couches horizontales des pierres calcaires; et de même qu'on ne trouve que peu de grès purs en comparaison des grès mélangés, on ne trouve aussi que rarement des argiles blanches et pures, au lieu que les glaises ou argiles impures sont universellement répandues.

Pour reconnaître par mes yeux dans quel ordre sont établis les dépôts successifs et les différentes couches de ces glaises, j'ai fait faire une fouille (1) à cinquante

(1) La ville de Montbard est située au milieu d'un vallon sur une montagne isolée de toutes parts, et ce monticule forme, entre les deux chaînes de montagnes qui bornent ce vallon dans sa longueur, deux espèces de gorges: ce fut dans l'une de ces gorges, qui est du côté du midi, qu'au mois d'août 1774 M. de Buffon fit faire une fouille de cinquante pieds de profondeur et de six pieds de large en carré. Le terrain où l'on creusa est inculte de temps immémorial, c'est un espace vague qui sert de pâturage et quoique ce terrain paraisse à l'œil à peu près au niveau du vallon, il est cependant plus élevé que la rivière qui l'arrose, d'environ trente pieds, et de huit pieds seulement plus qu'un petit étang, qui n'est éloigné de cette fouille que de cinquante pas.

Après qu'on eut enlevé le gazon, on trouva une couche de terre brune, d'un pied d'épaisseur, sous laquelle était une autre couche de terre grasse, ductile, d'un jaune foncé et rougeâtre, presque sans aucun gravier, qui était épaisse d'environ trois pieds.

L'argile était stratifiée immédiatement sous ces couches limoneuses, et les premiers lits, qui n'avaient que deux ou trois pouces d'épaisseur, étaient formés d'une terre grasse d'un gris blenâtre, mais marbré d'un jaune foncé, de la couleur de la couche supérieure : ces lits paraissaient exactement horizontaux, et étaient coupés, comme ceux des carrières, par des fentes perpendiculaires qui étaient si près les unes des autres, qu'il n'y avait pas entre les plus éloignées un demi ponce de distance. Cette terre était très-humide et molle ; on y trouva des bélemnites et une très-grande quantité de petits *peignes* ou *coquilles de Saint-Jacques*, qui n'avaient guère plus d'épaisseur qu'une feuille de papier, et pas plus de quatre ou cinq lignes de diamètre : ces coquilles étaient cependant toutes très-entières et bien conservées, et la plus grande partie était adhérente à une matière terreuse qui augmentait leur épaisseur d'environ une ligne ; mais cette croûte terreuse, qui n'était qu'à la partie convexe de la coquille, s'en séparait en se desséchant, et on la distinguait alors facilement de la vraie coquille. On y trouva encore de petits pétoncles de l'espèce de ceux qu'on nomme *cunei*, et ces coquilles étaient placées non pas dans les fentes horizontales des couches, mais entre leurs petites stratifications, et elles étaient toutes à plat et dans une situation parallèle aux couches. Il y avait aussi dans ces mêmes couches des pyrites vitrioliques ferrugineuses qui étaient aplaties et terminées irrégulièrement, et qui n'étaient point formées intérieurement par des rayons tendant au

pieds de profondeur dans le milieu d'un vallon surmonté des deux côtés par des collines de même glaise, couronnées de rochers calcaires jusqu'à trois cent cinquante ou quatre cents pieds de hauteur, et j'ai prié un de nos bons observateurs en ce genre, de tenir registre exact de ce que cette fouille présenterait. Il a eu la bonté de le faire avec la plus grande attention, comme on peut le voir par la note qu'il m'en a remise, et qui suffira pour donner une idée de la disposition des différents

centre comme elles le sont ordinairement : la coupe de ces terres s'étant ensuite desséchée, les couches limoneuses se séparèrent, par une grande gerçure, des couches argilcuses.

A huit pieds de profondeur, on s'aperçut d'une petite source d'eau qui avait son issue du côté de l'étang dont on a parlé, mais qui disparut le lendemain : on remarqua qu'à cette profondeur les couches commençaient à avoir une plus grande épaisseur, que leur couleur était plus brune, et qu'elles n'étaient plus marbrées de jaune intérieurement, comme les premières; cette couleur ne paraissait plus qu'à la superficie, et ne pénétrait dans les couches que de l'épaisseur de quelques lignes, et les fentes perpendiculaires étaient plus éloignées les unes des autres. La superficie des couches parut, à cette profondeur, toute parsemée de paillettes brillantes, transparentes et séléniteuses; ces paillettes, à la chaleur du soleil, devenaient presque dans l'instant blanches et opaques. Ces couches contenaient les mêmes espèces de coquillages que les précédentes, et à peu près dans la même quantité. On y trouva aussi un grand nombre de racines d'arbres aplaties et pourries, dans lesquelles les fibres ligneuses étaient encore très-apparences, quoiqu'il n'y ait point actuellement d'arbres dans ce terrain, et jusque-là on n'aperçut, dans ces couches, ni sable, ni gravier, ni aucune sorte de terre.

Depuis huit pieds jusqu'à douze, les couches d'argile se trouvèrent encore un peu plus brunes, plus épaisses et plus dures. Outre les coquilles des couches supérieures dont on a parlé, il y avait une grande quantité de petits pétoncles à stries demi-circulaires, que les naturalistes nomment *fasciati*, dont les plus grandes n'avaient qu'un pouce de diamètre, et qui étaient parfaitement conservées entre ces couches; et, à dix pieds de profondeur, on trouva un lit de pierre très-mince, coupé par un grand nombre de fentes perpendiculaires; et cette pierre, semblable à la plupart des pierres argileuses, était brune, dure, aigre et d'un grain très-fin.

A la profondeur de douze pieds jusqu'à seize, l'argile était à peu près de la même qualité; mais il y avait plus d'humidité dans les fentes horizontales, et la superficie était hérissée de petits grains un peu allongés, brillants et transparents, qui, dans un certain sens, s'exfoliaient comme le gypse, et qui, vus à la loupe, paraissaient avoir six faces, comme les aiguilles de cristal de roche, mais dont les extrémités étaient coupées obliquement et dans le même sens. Après avoir lavé une certaine quantité de ces concrétions et leur avoir fait éprouver une chaleur modérée, elles devinrent très-blanches : broyées et détrempées dans l'eau, elles se durcissent promptement comme le plâtre, et on reconnut évidemment que cette matière était de véritable pierre spéculaire, le germe, pour ainsi dire, de la pierre à plâtre. Comme j'examinais un jour les différentes matières qu'on tirait de cette fouille, un troupeau de cochons que le pâtre ramenait de la campagne passa près de là, et je ne fus pas peu surpris de voir tout à coup ces animaux se jeter brusquement sur la terre de cette fouille la plus molle, et la dévorer avec avidité; ce qui arriva encore en ma présence plusieurs fois de suite. Outre les coquillages des premières couches, celle-ci contenait des limas de mer lisses, d'autres limas hérissés de petits tubercules, des tellines, des cornes d'ammon de la plus petite espèce, et quelques autres plus grandes qui avaient environ quatre pouces de diamètre : elles étaient toutes extrêmement minces et aplaties, et cependant très-entières, malgré leur extrême délicatesse. Il y avait surtout une grande quantité de bélemnites, toutes conoïdes, dont les plus grandes avaient jusqu'à sept et huit pouces de longueur; elles étaient pointues comme un dard à l'une des extrémités; et l'extrémité opposée à leur base était terminée irrégulièrement et aplatie comme si elle eût été écrasée; elles étaient brunes au dehors et au dedans, et formées de matière disposée intérieurement en forme de stries transversales ou rayons qui se réunissaient à l'axe de la bélemnite. Cet axe était dans toutes un peu excentrique, et marqué, d'une extrémité à l'autre, par une ligne blanche presque imperceptible; et lorsque la bélemnite était d'une certaine grosseur, la base renfermait un petit cône plus ou moins long, composé d'alvéoles en forme de plateaux, emboîtés les uns dans les autres comme celui des nautilus, au sommet duquel se terminait alors la ligne blanche : ce petit cône était revêtu, dans toute sa longueur, d'une pellicule crustacée, jaunâtre et très-mince, quoique formée de plusieurs petites couches, et le corps de la bélemnite, disposé en rayons qui recouvraient le tout, devenait d'autant plus mince que le petit cône acquérait un plus grand diamètre. Telles étaient à peu près les bélemnites que l'on trouva éparses dans la terre que l'on avait tirée de la fouille; ce qui est commun à toutes celles de cette espèce.

Pour savoir dans quelle situation ces bélemnites étaient placées dans les couches de la terre, on en délita plusieurs morceaux avec précaution, et on reconnut qu'elles étaient toutes couchées à plat et parallèlement aux différents lits; mais ce qui nous surprit, et ce qui n'a pas encore été observé, c'est qu'on s'aperçut alors que l'extrémité de la base de toutes ces bélemnites était toujours adhérente à une sorte d'appendice de couleur jaunâtre, d'une substance semblable à celle des coquilles, et qui avait la forme de la partie évasée d'un entonnoir qui aurait été aplatie, dont plusieurs avaient près de deux pouces de longueur, un pouce de largeur à la partie supérieure, et environ six lignes à l'endroit où ils étaient adhérents à la base de la bélemnite; et en examinant de près ce

lits de glaise et de la nature des matières qui s'y trouvent mêlées, ainsi que des concrétions qui se forment entre les couches ou dans les fentes perpendiculaires qui en divisent la masse.

On voit que je n'admets ici que deux sortes d'argiles, l'une pure, l'autre impure, à laquelle j'applique spécialement le nom de *glaise*, pour qu'on ne puisse la confondre avec la première; de même qu'il faut distinguer les argiles simples et pures

prolongement testacé ou crustacé, qui est si fragile, qu'on ne peut presque le toucher sans le rompre, je remarquai que cette partie de la bélemnite qu'on n'a pas jusqu'ici connue n'est autre chose que la continuation de la coquille mince ou du test qui couvre le petit cône chambré dont j'ai parlé; en sorte qu'on peut dire que toutes les bélemnites qui sont actuellement dans les cabinets d'histoire naturelle ne sont point entières, et que ce que l'on en connaît n'est en quelque façon que l'étui ou l'enveloppe d'une partie de la coquille ou du test qui renfermait autrefois l'animal.

Jusqu'à présent les auteurs n'ont pu se concilier sur la nature des bélemnites: les uns, tels que Woodward (*Histoire naturelle de la terre*), les ont regardées comme une matière minérale du genre des talcs; M. Bourguet (*Lettres philosophiques*) a prétendu qu'elles n'étaient autre chose que des dents de ces poissons qu'on nomme *souffleurs*, et d'autres les ont prises pour des cornes d'animaux pétrifiées; mais la vraie forme de la bélemnite mieux connue, et surtout cette partie crustacée qui est à sa base lorsqu'elle est entière, pourront peut-être contribuer à fixer les doutes des naturalistes, et à la faire mettre au rang des crustacés ou des coquilles fossiles: ce qui me paraît d'autant plus évident qu'elle est calcinable dans toutes ses parties, comme le test des oursins et des coquilles, et au même degré de feu.

Depuis seize pieds jusqu'à vingt, les lits d'argile avaient jusqu'à dix pouces d'épaisseur; ils étaient beaucoup plus durs que les précédents, d'une couleur encore plus brune, et toujours coupés par des fentes perpendiculaires, mais plus éloignées les unes des autres que dans les lits supérieurs: leur superficie était d'un jaune couleur de rouille qui ne pénétrait pas ordinairement dans l'intérieur des couches; mais, lorsque les stillations des eaux avaient pu y introduire cette terre jaune qui avait coloré leur superficie, on trouvait souvent, entre leurs stratifications, des espèces de concrétions pyriteuses plates, rondes, d'un jaune brun, d'environ un pouce ou un pouce et demi de diamètre, et qui n'avaient pas un quart de pouce d'épaisseur: ces sortes de pyrites étaient placées dans les couches, sur la même ligne, à un pouce ou deux de distance et se communiquaient par un cordon cylindrique de même matière, un peu aplati, et de deux ou trois lignes d'épaisseur.

A cette profondeur, on continua de trouver, entre les couches, du gypse ou pierre spéculaire, dont les grains étaient plus gros, plus transparents et plus réguliers; il s'en trouva même des morceaux de la longueur d'un écu, qui étaient formés par des rayons tendant au centre. On commença aussi à apercevoir entre ces couches et dans leurs fentes perpendiculaires quelques concrétions de charbon de terre ou plutôt de véritable jayet, sous la forme de petites lames minces, dures, cassantes, très-noires et très-luisantes; ces couches contenaient encore à peu près les mêmes espèces de coquilles que les couches supérieures, et on trouva de plus dans celles-ci quantité de petites pinnes et de petits buccins. A la profondeur de seize pieds, l'eau se répandit dans la fouille, et elle paraissait sortir de toute sa circonférence par de petites sources qui fournissaient dix à onze pouces d'eau pendant la nuit.

A vingt pieds, même quantité d'argile, dont les couches avaient augmenté encore en épaisseur et en dureté, et dont la couleur était plus foncée: elles contenaient les mêmes espèces de coquilles, et toujours des concrétions de plâtre.

A vingt-quatre pieds, mêmes matières, sans aucun changement apparent; on trouva à cette profondeur une pinnule de près d'un pied de longueur. A vingt-huit pieds, la terre était presque aussi dure que la pierre, et on n'aperçut presque plus de gypse ou pierre spéculaire; on en trouva cependant encore un morceau de la longueur de la main, ces couches contenaient une grande quantité de coquilles fossiles, et surtout différentes espèces de cornes d'ammon, dont les plus grandes avaient près d'un pied de diamètre.

De vingt-huit pieds à trente-six, mêmes matières et de même qualité: à cette profondeur, on trouva un lit de pierres argileuses très-bonnes et de la couleur des couches terreuses, dans lesquelles on cessa absolument d'apercevoir du gypse; il y en avait cependant encore quelques veines dans l'intérieur de cette pierre, mais qui n'avaient plus la transparence de la sélénite ou pierre spéculaire. Cette pierre contenait aussi d'autres petites veines de charbon de terre; il s'en sépara même, en la cassant, quelques morceaux de la grandeur d'environ cinq ou six pouces en carré, et d'un doigt d'épaisseur, parmi lesquels il y en avait plusieurs qui étaient traversés de quelques filets d'un jaune brillant. Ce lit de pierre avait trois ou quatre pouces d'épaisseur; il couvrait toute la fouille, et était coupé, comme les couches terreuses, par des fentes perpendiculaires: la terre qui était dessous, dans l'espace de quelques pieds de profondeur, était un peu moins brune que celles des couches précédentes, et on y apercevait quelques veines jaunâtres. On trouva ensuite un autre lit de la même espèce de pierre sous lequel l'argile était très-noire, très-dure, et remplie de coquilles comme les couches supérieures: plusieurs de ces coquilles étaient revêtues, d'un côté, par une incrustation terreuse, disposée par rayons ou filets brillants, et les

des glaises ou argiles mélangées : l'on ne doit pas confondre, comme on l'a fait souvent, l'argile blanche avec la marne, qui en diffère essentiellement, en ce qu'elle est toujours plus ou moins mélangées de matière calcaire, ce qui la rend plus ou moins susceptible de calcination et d'effervescence avec les acides; au lieu que l'argile blanche résiste à leur action, et que, loin de se calciner, elle se durcit au feu. Au reste, il ne faut pas prendre dans un sens absolu la distinction que je fais ici de l'argile pure et de la glaise ou argile impure : car, dans la réalité, il n'y a aucune argile qui soit absolument pure, c'est-à-dire parfaitement uniforme et homogène dans toutes ses parties. L'argile la plus ductile et qui paraît la plus simple est encore mêlée de particules quartzes ou d'autres sables vitreux qui n'ont pas subi toutes les altérations qu'ils doivent éprouver pour se convertir en argile. Ainsi la plus pure des argiles sera seulement celle qui contiendra le moins de ses sables; mais, comme la substance de l'argile et celle de ces sables vitreux est au fond la même, on doit distinguer, comme nous le faisons ici, ces argiles dont la substance est simple, de toutes les glaises qui toujours sont mêlées de matières étrangères. Ainsi, toutes les fois qu'une argile ne sera mêlée que d'une petite quantité de particules de quartz, de jaspe, de feldspath, de schorl et de mica, on peut la regarder comme pure, parce qu'elle ne contient que des matières qui sont de sa même essence; et au contraire toutes les argiles mêlées de matières d'essence différente, telles que les substances calcaires, pyriteuses et métalliques, seront des glaises ou argiles impures.

coquilles elles-mêmes brillaient d'une belle couleur d'or, surtout les bélemnites, qui étaient aussi la plupart bronzées, particulièrement d'un côté. Cette couleur métallique, que les naturalistes ont nommée *armature*, est produite, à mon avis, sur la superficie des coquilles fossiles, par des sucs pyriteux dont les stillations des eaux se trouvent chargées, et l'acide vitriolique ou aluminieux qui entre toujours dans la composition des pyrites y fixe la terre métallique qui sert de base à ces concrétions, comme l'alun, dans les teintures, attache la matière collante sur les étoffes, de sorte que la dissolution d'une pyrite ferrugineuse communique une couleur de rouille, ou quelquefois de fer poli, aux matières qui en sont imprégnées; une pyrite cuivreuse, en se décomposant, teint en jaune brillant et couleur d'or la surface de ces mêmes matières, et la couleur des taies dorés peut être attribuée à la même cause.

On n'aperçut plus, dans la suite, ni plâtre ni charbon de terre : l'eau continuait toujours à se répandre; et l'ouvrage ayant été discontinué pendant huit jours, la fouille étant alors profonde de trente-six pieds elle s'éleva à la hauteur de dix; et, lorsqu'on l'eut épuisée pour continuer le travail, les ouvriers en trouvaient le matin un peu plus d'un pied, qui tombait pendant la nuit au fond de la fouille, de différentes petites sources.

A quarante pieds de profondeur, on trouva une couche de terre d'environ un pied d'épaisseur, à peu près de la couleur des couches précédentes, mais beaucoup moins dure, sur laquelle, au premier coup d'œil, on croyait apercevoir une infinité d'impressions de feuilles de plantes du genre des capillaires, qui paraissaient former sur cette terre une espèce de broderie d'une couleur moins brun que celle du fond de la couche, dont toutes les feuilles ou petites stratifications portaient de pareilles impressions, en quelque nombre de lames qu'on les divisât; mais, en examinant avec attention cette espèce de schiste, il me parut que ce que je prenais d'abord pour des impressions de feuilles de plantes, n'était qu'une sorte de végétation minérale qui n'avait pas la régularité que laisse l'impression des plantes sur les terres molles; cette matière s'enflammait dans le feu, et exhalait une odeur bitumineuse très-pénétrante: aussi la regarde-t-on ordinairement comme une annonce de la mine de charbon de terre.

De quarante à cinquante pieds, on ne trouva plus de cette sorte de terre, mais une argile noire beaucoup plus dure encore que celle des lits supérieurs, qu'on ne pouvait arracher qu'à l'aide de coins et de la masse, et qui se levait en très-grandes lames: cette terre contenait beaucoup moins de coquilles que les autres couches, et, malgré sa grande dureté, elle s'amollissait assez promptement à l'air, et s'exfoliait comme l'ardoise pourrie. En ayant mis un morceau dans le feu, elle y pétila jusqu'à ce qu'elle eût été réduite en poussière, et elle exhala une odeur bitumineuse très-forte; mais elle ne produisit cependant qu'une flamme très-faible. A cette profondeur, on cessa de creuser, et l'eau s'éleva peu à peu à la hauteur de trente pieds. (*Mémoire rédigé par M. Nadault.*)

On trouve les argiles pures dans les lieux dont le fond du terrain est de sable vitreux, de quartz, de grès, etc. On trouve aussi de cette argile en petite quantité dans quelques glaises : mais l'origine des argiles blanches qui gisent en grande masses ou en couches, doit être attribuée à la décomposition immédiate des sables quartzeux ; au lieu que les petites masses de cette argile qu'on trouve dans la glaise, ne sont que des sécrétions de ces mêmes sables décomposés, qui étaient contenus et mêlés avec les autres matières dans cette glaise, et qui s'en sont séparés par la filtration des eaux.

Il n'y a point de coquilles ni d'autres productions marines dans les masses d'argile blanche, tandis que toutes les couches de glaise en contiennent en grande quantité ; ce qui nous démontre encore pour les argiles les mêmes procédés de formation que pour le grès. L'argile et le grès pur ont donc également été formés par la simple agrégation ou par la décomposition des sables quartzeux, tandis que les grès impurs et les glaises ont été composés de matières mélangées, transportées et déposées par le mouvement des eaux.

Et ce qui prouve encore que l'argile blanche est une terre dont l'essence est simple, et que la glaise est une terre mélangée de matières d'essence différente, c'est que la première résiste à tous nos feux, sans éprouver aucune altération, et même sans prendre de la couleur ; au lieu que toutes les glaises deviennent rouges par l'impression d'un premier feu, et peuvent se fondre dans nos fourneaux ; de plus, les glaises se trouvent également dans les terrains calcaires et dans les terrains vitreux, au lieu que les argiles pures ne se rencontrent qu'avec les matières vitreuses : elles sont donc formées de leurs détriments sans autre mélange, et il paraît qu'elles n'ont pas été transportées par les eaux, mais produites dans la place même où elles se trouvent, au lieu que toutes les glaises ont subi les altérations que le mélange et le transport n'ont pu manquer d'occasionner.

De la même manière qu'il ne faut pas confondre la marne ni la craie avec l'argile blanche, on ne doit pas prendre pour des glaises les terres limoneuses, qui, quoique grasses et ductiles, ont une autre origine et des qualités différentes de la glaise : car ces terres limoneuses proviennent de la couche universelle de la terre végétale qui s'est formée des résidus ultérieurs des animaux et des végétaux ; leurs détriments se convertissent d'abord en terreau ou terre de jardin, et ensuite en limon aussi ductile que l'argile : mais cette terre limoneuse se boursoufle au feu, au lieu que l'argile s'y resserre ; et, de plus, cette terre limoneuse fond bien plus aisément que la glaise même la plus impure.

Il est évident, par le grand nombre de coquilles et autres productions marines qui se trouvent dans toutes les glaises, qu'elles ont été transportées avec les dépouilles des animaux marins, et qu'elles ont été déposées et stratifiées ensemble par couches horizontales dans presque tous les lieux de la terre par les eaux de la mer ; leurs couleurs indiquent aussi qu'elles sont imprégnées de parties minérales, et particulièrement de fer, qui paraît leur donner toutes leurs différentes couleurs. D'ailleurs on trouve presque toujours entre les lits de glaises des pyrites martiales,

dont les parties constituantes ont été entraînées de la couche de terre végétale par l'infiltration des eaux, et se sont réunis sous cette forme de pyrites entre les lits de ces argiles impures.

Le fer en plus ou moins grande quantité donne toutes les couleurs aux terres qu'il pénètre. La plus noire de toutes les argiles est celle qu'on a improprement appelée *creta nigra fabrilis*, et que les ouvriers connaissent sous le nom de *Pierre noire* : elle contient plus de parties ferrugineuses qu'aucune autre argile ; et la teinte rouge ou rougeâtre qu'elle prend, ainsi que toutes les glaises, à un certain degré de feu, achève de démontrer que le fer est le principe de leurs différentes couleurs.

Toutes les glaises se durcissent au feu, et peuvent y acquérir une si grande dureté, qu'elles étincellent par le choc de l'acier ; dans cet état, elles sont plus voisines de celui de la liquéfaction, car on peut les fondre et les vitrifier d'autant plus aisément qu'elles sont plus recuites au feu. Leur densité augmente à mesure qu'elles éprouvent une chaleur plus grande ; et lorsqu'on les a bien fait sécher au soleil, elles ne perdent ensuite que très-peu de leur poids spécifique, au feu même le plus violent. On a observé, en réduisant en poudre une masse d'argile cuite, que ses molécules avaient perdu leur qualité spongieuse, et qu'elles ne peuvent reprendre leur première ductilité.

Les hommes ont très-anciennement employé l'argile cuite en briques plates pour bâtir, et en vaisseaux creux pour contenir l'eau et les autres liqueurs ; et il paraît, par la comparaison des édifices antiques, que l'usage de l'argile cuite a précédé celui des pierres calcaires ou des matières vitreuses, qui, demandant plus de temps et de travail pour être mises en œuvre, n'auront été employées que plus tard et moins généralement que l'argile et la glaise, qui se trouvent partout, et qui se prêtent à tout ce qu'on veut en faire.

La glaise forme l'enveloppe de la masse entière du globe ; les premiers lits se trouvent immédiatement sous la couche de terre végétale, comme sous les bancs calcaires auxquels elle sert de base : c'est sur cette terre ferme et compacte que se rassemblent tous les filets d'eau qui descendent par les fentes des rochers, ou qui se filtrent à travers la terre végétale. Les couches de glaise comprimées par le poids des couches supérieures, et étant elles-mêmes d'une grande épaisseur, deviennent impénétrables à l'eau, qui ne peut qu'humecter leur première surface : toutes les eaux qui arrivent à cette couche argileuse, ne pouvant la pénétrer, suivent la première pente qui se présente, et sortent en forme de sources entre le dernier banc des rochers et le premier lit de glaise. Toutes les fontaines proviennent des eaux pluviales infiltrées et rassemblées sur la glaise ; et j'ai souvent observé que l'humidité retenue par cette terre est infiniment favorable à la végétation. Dans les étés les plus secs, comme celui de cette année 1778, les plantes agrestes, et surtout les arbres, avaient perdu presque toutes leurs feuilles dès les premiers jours de septembre, dans toutes les contrées dont les terrains sont de sable, de craie, de tuf, ou de ces matières mélangées, tandis que, dans les pays dont le fond est de glaise,

ils ont conservé leur verdure et leurs feuilles. Il n'est pas même nécessaire que la glaise soit immédiatement sous la terre végétale pour qu'elle puisse produire ce bon effet; car, dans mon jardin, dont la terre végétale n'a que trois ou quatre pieds de profondeur, et se trouve posée sur un plateau de pierre calcaire de cinquante-quatre pieds d'épaisseur, les charmilles élevées de vingt pieds, et les arbres hauts de quarante, étaient aussi verts que ceux du vallon après deux mois de sécheresse, parce que ces rochers de cinquante-quatre pieds d'épaisseur, portant sur la glaise, en laissent passer par leurs fentes perpendiculaires les émanations humides qui rafraîchissent continuellement la terre végétale où ces arbres sont plantés.

La glaise retient donc constamment à sa superficie une partie des eaux infiltrées dans les terres supérieures ou tombées par les fentes des rochers, et ce n'est que du superflu de ces eaux que se forment les sources et les fontaines qui sourdent au pied des collines. Toute l'eau que la glaise peut admettre dans sa propre substance, toute celle qui peut descendre des couches supérieures aux couches inférieures par les petites fentes qui les divisent perpendiculairement, sont retenues et contenues en stagnation presque sans mouvement entre les différents lits de cette glaise; et c'est dans cet état de repos que l'eau donne naissance aux productions hétérogènes qu'on trouve dans la glaise, et que nous devons indiquer ici.

1° Comme il y a dans toutes les argiles transportées et déposées par les eaux de la mer un très-grand nombre de coquilles, telles que cornes d'ammon, bélemnites et plusieurs autres dépouilles des animaux testacés et crustacés, l'eau les décompose et même les dissout peu à peu; elle se charge de ces molécules dissoutes, les entraîne et les dépose dans les petits vides ou cavités qu'elle rencontre entre les lits d'argile: ce dépôt de matière calcaire devient bientôt une pierre plus ou moins solide, ordinairement plate et en petit volume. Cette pierre, quoique formée de substance calcaire, ne contient jamais de coquilles, parce qu'elle n'est composée que de leurs débris, trop divisés pour qu'on puisse reconnaître les vestiges de leur forme. D'ailleurs les eaux pluviales, en s'infiltrant dans les rochers calcaires et dans les terres qui surmontent les glaises, entraînent un sable de la même nature que ces rochers ou ces terres; et ce sable calcaire, en se mêlant avec l'argile délayée par l'eau, forme souvent des pierres mi-parties de ces deux substances: on reconnaît ces pierres *argilo-calcaires* à leur couleur, qui est ordinairement bleue, brune ou noire; et comme elles se forment entre les lits de la glaise, elles sont plates et n'ont guère qu'un pouce ou deux d'épaisseur: elles ne sont séparées les unes des autres que par de petites fentes verticales, et elles forment une couche mince et horizontale entre les lits de glaise. Ces pierres mixtes sont presque toujours plus dures que les pierres calcaires pures: elles se calcinent plus difficilement et résistent à l'action des acides, d'autant plus qu'elles contiennent moins de matières calcaires.

2° L'on trouve aussi de petites couches de plâtre entre les lits de glaise. Or, le plâtre n'est qu'une matière calcaire pénétrée d'acides; et comme il y a dans toutes les glaises, indépendamment des coquilles, une quantité plus ou moins grande de

sable calcaire infiltrée par les eaux, et qu'en même temps on ne peut douter que l'acide n'y soit aussi très-abondamment répandu, puisqu'on trouve communément des pyrites martiales dans ces mêmes glaises, il paraît clair que c'est par la réunion de la matière calcaire à l'acide que se produisent les premières molécules gypseuses, qui, étant ensuite entraînées et déposées par la stillation des eaux, forment ces petites couches de plâtre qui se trouvent entre les lits des glaises.

3° Les pyrites qu'on trouve dans ces glaises sont ordinairement en forme aplatie, et toutes séparées les unes des autres, quoique disposées sur un même niveau entre les lits de glaise; et comme ces pyrites sont composées de la matière du feu fixe, de terre ferrugineuse et d'acide, elles démontrent dans les glaises non-seulement la présence de l'acide, mais encore celle du fer : et en effet, les eaux, en s'infiltrant, entraînent les molécules de la terre limoneuse qui contient la matière du feu fixe, ainsi que celle du fer; et ces molécules saisies par l'acide ont produit des pyrites, dont l'établissement s'est fait de la même manière que celui des petites couches de plâtre ou de pierre calcaire entre les lits de glaise : la seule différence est que ces dernières matières sont en petites couches continues et d'égale épaisseur, au lieu que les pyrites sont pelotonnées sur un centre, ou aplaties en forme de galets, et qu'elles n'ont entre elles ni continuité, ni contiguïté que par un petit cordon de matière pyriteuse, qui souvent communique d'une pyrite à l'autre.

4° L'on trouve aussi dans les glaises de petites masses de charbon de terre et de jayet, et de plus il me paraît qu'elles contiennent une matière grasse qui les rend imperméables à l'eau (1). Or ces matières huileuses ou bitumineuses, ainsi que le jayet et le charbon de terre, ne proviennent que des détriments des animaux et des végétaux, et ne se trouvent dans la glaise que parce que, originairement, lorsqu'elle a été transportée et déposée par les eaux de la mer, ces eaux étaient mêlées de terres limoneuses, et déjà fortement imprégnées des huiles végétales et animales produites par la pourriture et la décomposition des êtres organisés : aussi plus on descend dans la glaise, plus les couches paraissent être bitumineuses; et ces couches inférieures de la glaise se sont formées en même temps que les couches de charbon de terre : toutes ont été établies par le mouvement et par les sédiments des eaux qui ont transporté et mêlé les glaises avec les débris des coquilles et les détriments des végétaux.

5° Les glaises ont communément une couleur grise, bleue, brune ou noire, qu devient d'autant plus foncée, qu'on descend plus profondément : elles exhalent en même temps une odeur bitumineuse, et lorsqu'on les cuit au feu, elles répandent au loin l'odeur de l'acide vitriolique. Ces indices prouvent encore qu'elles doivent leur couleur au fer, et que les couches inférieures recevant les égouts des couches supérieures, la teinture du fer y est plus forte et la quantité des acides plus grande : aussi cette glaise des couches les plus basses est-elle non-seulement plus brune ou

(1) C'est probablement par l'affinité de son huile avec les autres huiles ou graisses, que la glaise peut s'en imbibber et les enlever sur les étoffes; c'est cette huile qui la rend pétrissable et douce au toucher; et lorsque cette huile se trouve mêlée avec des sels, elle forme une terre savonneuse telle que la terre à foulon.

plus noire, mais encore plus compacte, au point de devenir presque aussi dure que la pierre. Dans cet état, la glaise prend les noms de *schiste* et d'*ardoise*; et quoique ces deux matières ne soient vraiment que des argiles durcies, comme elles en ont dépouillé la ductilité, qu'elles semblent aussi avoir acquis de nouvelles qualités, nous avons cru devoir les séparer des argiles et des glaises, et en traiter dans l'article suivant.

DES SCHISTES ET DE L'ARDOISE.

L'argile diffère des schistes et de l'ardoise, en ce que ses molécules sont spongieuses et molles; au lieu que les molécules de l'ardoise ou du schiste ont perdu cette mollesse et cette texture spongieuse qui fait que l'argile peut s'imbiber d'eau. Le desséchement seul de l'argile peut produire cet effet, surtout si elle a été exposée à une longue et forte chaleur, puisque nous avons vu ci-devant qu'en réduisant cette argile cuite en poudre, on ne peut plus en faire une pâte ductile; mais il me paraît aussi que deux mélanges ont pu contribuer à diminuer cette mollesse naturelle de l'argile et à la convertir en schiste et en ardoise : le premier de ces mélanges est celui du *mica*, le second celui du *bitume*; car toutes les ardoises et les schistes sont plus ou moins parsemés ou pétris de mica, et contiennent aussi une certaine quantité de bitume plus grande dans les ardoises, moindre dans la plupart des schistes, et rendue sensible dans tous deux par la combustion.

Ce mélange de mica et cette teinture de bitume nous montrent la production des schistes et des ardoises comme une formation secondaire dans les argiles, et même en fixent l'époque par deux circonstances remarquables. La première est celle du mica disséminé, qui prouve que dès lors les eaux avaient enlevé des particules de la surface des roches vitreuses primitives, et surtout des granites, dont elles transportaient les débris; car, dans les argiles pures, il ne se trouve pas de mica, ou du moins il y a changé de nature par le travail intime de l'eau sur les poudres vitrescibles dont a résulté la terre argileuse. La seconde circonstance est celle du bitume dont les ardoises se trouvent plus ou moins imprégnées, ce qui, joint aux empreintes d'animaux et de végétaux sur ces matières, prouve démonstrativement que leur formation est postérieure à l'établissement de la nature vivante dont elles contiennent les débris.

La position des grandes couches, des schistes et des lits feuilletés des ardoises, mérite encore une attention particulière : les lits de l'ardoise n'ont pas régulièrement une position horizontale; ils sont souvent fort inclinés comme ceux des charbons de terre (1); analogie que l'on doit réunir à celle de la présence du bitume

(1) Dans les ardoisières d'Angers, les lits sont presque perpendiculaires : ils sont aussi fort inclinés à Mézières,

dans les ardoises : leurs feuillets se délitent suivant le plan de cette inclinaison ; ce qui prouve que les lits ont été déposés suivant la pente du terrain, et que les feuillets se sont formés par le desséchement et la retraite de la matière, suivant des lignes plus ou moins approchantes de la perpendiculaire.

Les couches des schistes, infiniment plus considérables et plus communes que les lits d'ardoises (1), sont généralement adossées aux flancs des montagnes primitives, et descendent avec elles pour s'enfouir dans les vallons et souvent reparaître au delà en se relevant sur la montagne opposée.

Après le quartz et le granite, le schiste est la plus abondante des matières solides du genre vitreux. Il forme des collines et enveloppe souvent les noyaux des montagnes jusqu'à une grande hauteur. La plupart des monts les plus élevés n'offrent à leur sommet que des quartz ou des granites ; et ensuite, sur leurs pentes et dans leurs contours, ces mêmes quartz et granites, qui composent le noyau de la montagne, sont environnés d'une grande épaisseur de schiste, dont les couches qui couvrent la base de la montagne, se trouvent quelquefois mêlées de quartz et de granites détachés du sommet.

On peut réduire tous les différents schistes à quatre variétés générales : la première, des schistes simples qui ne sont que des argiles plus ou moins dureies, et qui ne contiennent que très-peu de bitume et de mica ; la seconde, des schistes qui, comme l'ardoise, sont mêlés de beaucoup de mica et d'une assez grande quantité de bitume pour en exhaler l'odeur au feu ; la troisième, des schistes où le bitume est en telle abondance, qu'ils brûlent à peu près comme les charbons de terre de mauvaise qualité ; et enfin les schistes pyriteux, qui sont les plus durs de tous dans leur carrière, mais qui se décomposent dès qu'ils en sont tirés, et s'effleurissent à l'air et par l'humidité. Ces schistes mêlés et pénétrés de matière pyriteuse ne sont pas si communs que les schistes imprégnés de bitume ; néanmoins on en trouve des couches et des bancs très-considérables en quelques endroits. Nous verrons dans la suite que cette matière pyriteuse est très-abondante à la surface et dans les premières couches de la terre.

Tous les schistes sont plus ou moins mélangés de particules micacées ; il y en a dans lesquels le mica paraît être en plus grande quantité que l'argile (2). Ces

près de Charleville ; à *Lavagna*, dans l'Etat de Gênes : cependant, en Bretagne, les ardoises sont par lits horizontaux, comme les couches de l'argile.

(1) On n'a que deux ou trois bonnes carrières d'ardoise en France ; on n'en connaît qu'une ou deux en Angleterre, et une seule en Italie, à *Lavagna*, dans les Etats de Gênes : cette ardoise, quoique noire, est très-bonne, toutes les maisons de Gênes en sont couvertes, et l'on en revêt l'intérieur des citernes, dans lesquelles on conserve l'huile d'olive à Lucques et ailleurs : l'huile s'y conserve mieux que dans les citernes de plomb ou enduites de plâtre.

(2) Le *macigno* des Italiens est un schiste de cette espèce ; il y en a des collines entières à *Fiesoli*, près de Florence. « Les couches supérieures de ces carrières de *macigno*, dit M. Ferber, sont feuilletées et minces, entremêlées de petites couches argileuses. » (L'auteur aurait dû dire *limoneuses* ; car je suis persuadé que ces petites couches entremêlées sont de terre végétale, et non d'argile.) « Le *macigno* devient plus compacte en entrant dans la profondeur, et ne forme plus qu'une masse ; on en tire des gros blocs.... On trouve par-ci par-là, dans le *macigno* compacte, des rognons d'argile durcie, et une multitude de petites taches noires, quelquefois même des couches ou veines de charbon de terre. (Autre preuve que ce n'est pas de l'argile, mais de la terre

schistes ne contenant que peu de bitume et beaucoup de mica, sont les meilleures pierres dont on puisse se servir pour les fourneaux de fusion des mines de fer et de cuivre : ils résistent au feu plus longtemps que le grès, qui s'égrène, quelque dur qu'il soit; ils résistent aussi mieux que les granites, qui se fondent à un feu violent et se convertissent en émail; et ils sont bien préférables à la pierre calcaire, qui peut, à la vérité, résister pendant quelques mois à l'action de ces feux mais qui se réduit en poussière de chaux au moment qu'ils cessent, et que l'humidité de l'air la saisit; au lieu que les schistes conservent leur nature et leur solidité pendant et après l'action de ces feux continuée très-longtemps; car cette action se borne à entamer leur surface, et il faudrait un feu de plusieurs années pour en altérer la masse à quelques pouces de profondeur.

Les lits les plus extérieurs des schistes, c'est-à-dire ceux qui sont immédiatement sous la couche de terre végétale, se divisent en grands morceaux qui affectent une figure rhomboïdale, à peu près comme les grès qui sont mêlés de matière calcaire affectent cette même figure en petit : et, dans les lits inférieurs des schistes cette affectation de figure est beaucoup moins sensible et même ne se remarque plus; autre preuve que la figuration des minéraux dépend des parties organiques qu'ils renferment; car les premiers lits de schistes reçoivent, par la stillation des eaux, les impressions de la terre végétale qui les recouvre, et c'est par l'action des éléments actifs contenus dans cette terre, que les schistes du lit supérieur prennent une sorte de figuration régulière, dont l'apparence ne subsiste plus dans les lits inférieurs, parce qu'ils ne peuvent rien recevoir de la terre végétale, en étant trop éloignés et séparés par une grande épaisseur de matière impénétrable à l'eau.

Au reste, le schiste commun ne se délite pas en feuillets aussi minces que l'ardoise et il ne résiste pas aussi longtemps aux impressions des éléments humides : mais il résiste également à l'action du feu avant de se vitrifier; et comme il contient une petite quantité de bitume, il semble brûler avant de se fondre, et comme nous venons de le dire, il y a même des schistes qui sont presque aussi inflammables que le charbon de terre. Ce dernier effet a déçu quelques minéralogistes, et leur a fait penser que le fond du charbon de terre n'était, comme celui des schistes, que de l'argile mêlée de bitume; tandis que la substance de ce charbon est, au contraire, de la matière végétale plus ou moins décomposée, et que s'il se trouve de l'argile mêlée dans le charbon, ce n'est que comme matière étrangère : mais il est vrai que la quantité de bitume et de matière pyriteuse est peut-être aussi grande dans certains schistes que dans les charbons de terre impurs et de mauvaise qualité; il y a même des argiles, surtout dans les couches les plus basses, qui sont mêlées d'une assez grande quantité de bitume et de pyrite pour devenir inflammables; elles sont en même temps sèches et dures à peu près comme le schiste, et ce bitume des argiles et des schistes s'est formé dès les premiers temps de la nature

végétale ou limoneuse; c'est le bitume de cette terre limoneuse qui a formé les taches noires.) « Il y a du *macigno* de deux couleurs; le meilleur pour bâtir et le plus durable est celui qui est d'un jaune grisâtre, mêlé d'ocre ferrugineuse. » (*Lettres sur la minéralogie*, etc., page 4.)

vivante, par la décomposition des végétaux et des animaux, dont les huiles et les graisses, saisies par l'acide, se sont converties en bitumes; et les schistes, comme les argiles, contiennent ordinairement d'autant plus de bitume, qu'ils sont situés plus profondément, et qu'ils sont plus voisins des veines de charbon auxquelles ils servent de lits et d'enveloppe; car lorsqu'on ne trouve pas l'ardoise au-dessous des schistes, on ne peut espérer d'y trouver des charbons de terre.

Dans les couches les plus profondes, il y a aussi des argiles qui ressemblent aux schistes et même aux ardoises par l'apparence de leur dureté, de leur couleur et de leur inflammabilité: cependant cette argile exposée à l'air démontre bientôt les différences qui la séparent de l'ardoise; elle n'est pas longtemps sans s'exfolier, s'imbiber d'humidité, se ramollir et reprendre sa qualité d'argile; au lieu que les ardoises, loin de s'amollir à l'air, ne font que s'y durcir davantage, et l'on doit mettre les mauvais schistes au nombre de ces argiles dures.

Comme toutes les argiles, ainsi que les schistes et les ardoises, ont été primitivement formées des sables vitreux atténués et décomposés dans l'eau, on ne peut se dispenser d'admettre différents degrés de décomposition dans ces sables: aussi trouve-t-on dans l'argile des grains encore entiers de ce sable vitreux qui ne sont que peu ou point altérés; d'autres qui ont subi un plus grand degré de décomposition. On y trouve de même de petits lits de sable à demi décomposé, et dans les ardoises et les schistes le mica y est souvent aussi atténué, aussi doux au toucher que le talc, en sorte qu'on peut suivre les nuances successives de cette décomposition des sables vitreux, jusqu'à leur conversion en argile. Les glaises mélangées de ces sables vitreux, jusqu'à leur conversion en argile. Les glaises mélangées de ces sables vitreux trop peu décomposés n'ont point encore acquis leur entière ductilité; mais, en général, l'argile même la plus molle devient d'autant plus dure qu'elle est plus desséchée et plus imprégnée de bitume, et d'autant plus feuilletée qu'elle est plus mêlée de mica.

Je ne vois pas qu'on puisse attribuer à d'autres causes qu'au desséchement et au mélange du mica et du bitume, cette sécheresse des ardoises et des schistes qui se reconnaît jusque dans leurs molécules; et j'imagine que comme elles sont mêlées de particules micacées en assez grande quantité, chaque paillette de mica aura dû attirer l'humidité de chaque molécule d'argile, et que le bitume, qui se refuse à toute humidité, aura pu durcir l'argile au point de le rechanger en schiste et en ardoise: dès lors les molécules d'argile seront demeurées sèches et les schistes composés de ces molécules desséchées et de celles du mica auront acquis assez de dureté pour être, comme les bitumes, impénétrables à l'eau; car, indépendamment de l'humidité que les micas ont dû tirer de l'argile, on doit encore observer qu'étant mêlés en quantité dans tous les schistes et ardoises, le seul mélange de ces particules sèches, qui paraît être moins intime qu'abondant, a dû laisser de petits vides par lesquels l'humidité contenue dans les molécules d'argile a pu s'échapper.

Cette quantité de mica que contiennent les ardoises, me semble leur donner

quelques rapports avec les talcs; et si l'argile fait le fond de la matière de l'ardoise, on peut croire que le mica en est l'alliage et lui donne la forme : car les ardoises se délitent, comme le talc, en feuilles minces; elles participent de sa sécheresse, et résistent de même aux impressions des éléments humides; enfin elles se changent également en verre brun par un feu violent. L'ardoise paraît donc participer de la nature de ce verre primitif : on le voit en le considérant attentivement au grand jour; sa surface présente une infinité de particules micacées, d'autant plus apparentes que l'ardoise est de meilleure qualité.

La bonne ardoise ne se trouve jamais dans les premières couches du schiste : les ardoisières les moins profondes sont à trente ou quarante pieds; celles d'Angers sont à deux cents. Les derniers lits de l'ardoise, comme ceux de l'argile, sont plus noirs que les premiers; cette ardoise noire des lits inférieurs, exposée à l'air pendant quelque temps, prend néanmoins comme les autres la couleur bleuâtre que nous leur connaissons et que toutes conservent très-longtemps; elles ne perdent cette couleur bleue que pour en prendre une plus tendre d'un blanc grisâtre, et c'est alors qu'elles brillent de tous les reflets des particules micacées qu'elles contiennent, et qui se montrent d'autant plus, que ces ardoises ont été anciennement exposées aux impressions de l'air.

L'ardoise ne se trouve pas dans les argiles molles et pénétrées de l'humidité des eaux, mais dans les schistes, qui ne sont eux-mêmes que des ardoises grossières. Les minières d'ardoise s'annoncent ordinairement par un lit de schiste noirâtre de quelques pouces d'épaisseur, qui se trouve immédiatement sous la couche de terre végétale. Ce premier lit de pierre schisteuse est divisé par un grand nombre de fentes verticales, comme le sont les premiers lits des pierres calcaires, et l'on peut également en faire du moellon : mais ce schiste, quoique assez dur, n'est pas aussi sec que l'ardoise; il est même spongieux et se ramollit par l'humidité lorsqu'il y est longtemps exposé. Les bancs qui sont au-dessous de ce premier lit ont plus d'épaisseur et moins de fentes verticales; leur continuité augmente avec leur masse à mesure que l'on descend, et il n'est pas rare de trouver des bancs de cette pierre schisteuse de quinze ou vingt pieds d'épaisseur sans délits remarquables. La finesse du grain de ces schistes, leur sécheresse, leur pureté et leur couleur noire, augmentent aussi en raison de leur situation à de plus grandes profondeurs; et d'ordinaire c'est au plus bas que se trouve la bonne ardoise.

L'on voit sur quelques-uns de ces feuilletts d'ardoise des impressions de poissons à écailles, de crustacés et de poissons mous, dont les analogues vivants ne nous sont pas connus, et en même temps on n'y voit que très-peu ou point de coquilles. Ces deux faits paraissent, au premier coup d'œil, difficiles à concilier, d'autant que les argiles, dont on ne peut douter que les ardoises ne soient au moins en partie composées, contiennent une infinité de coquilles, et rarement des empreintes de poissons. Mais on doit observer que les ardoises, et surtout celles où l'on trouve des impressions de poissons, sont toutes situées à une grande profondeur, et qu'en même temps les argiles contiennent une plus grande quantité de coquilles dans

leurs lits supérieurs que dans les inférieurs, et que même, lorsqu'on arrive à une certaine profondeur, on n'y trouve plus de coquilles. D'autre part, on sait que le plus grand nombre des coquillages vivants n'habitent que les rivages ou les terrains élevés dans le fond de la mer, et qu'en même temps il y a quelques espèces de poissons et de coquillages qui n'en habitent que les vallées, à une profondeur plus grande que celle où se trouvent communément tous les autres poissons et coquillages. Dès lors on peut penser que les sédiments argileux, qui ont formé les ardoises à cette plus grande profondeur, n'auront pu saisir en se déposant que ces espèces, en petit nombre, de poissons ou de coquillages qui habitent les bas-fonds, tandis que les argiles qui sont situées plus haut que les ardoises, auront enveloppé tous les coquillages des rivages et des hauts-fonds, où ils se trouvent en bien plus grande quantité (1).

Nous ajouterons aux propriétés de l'ardoise que, quoiqu'elle soit moins dure que la plupart des pierres calcaires, il faut néanmoins employer la masse et les coins pour la tirer de sa carrière ; que la bonne ardoise ne fait pas effervescence avec les acides, et qu'aucune ardoise ni aucun schiste ne se réduit en chaux, mais qu'ils se convertissent par un feu violent en une sorte de verre brun, souvent assez spumeux pour nager sur l'eau. Nous observerons aussi qu'avant de se vitrifier, ils brûlent en partie, en exhalant une odeur bitumineuse ; et enfin que quand on les réduit en poudre, celle de l'ardoise est douce au toucher comme la poussière de l'argile séchée, mais que cette poudre d'ardoise détrempée avec de l'eau ne reprend pas en séchant sa dureté, ni même autant de consistance que l'argile.

Le même mélange de bitume et de mica qui donne à l'ardoise sa solidité, fait en même temps qu'elle ne peut s'imbiber d'eau ; aussi lorsqu'on veut éprouver la qualité d'une ardoise, il ne faut qu'en faire tremper dans l'eau le bord d'une feuille suspendue verticalement : si l'eau n'est pas pompée par succion capillaire, et qu'elle n'humecte pas l'ardoise au-dessus de son niveau, on aura la preuve de son excellente qualité ; car les mauvaises ardoises, et même la plupart de celles qu'on emploie à la couverture des bâtiments, sont encore spongieuses et s'imbibent plus ou moins de l'humidité, en sorte que la feuille d'ardoise dont le bord est plongé dans l'eau, s'humectera à plus ou moins de hauteur en raison de sa bonne ou mauvaise qualité. La bonne ardoise peut se polir, et on en fait des tables de toutes dimensions, on en a vu de dix à douze pieds en longueur, sur une largeur proportionnée.

Quoiqu'il y ait des schistes plus ou moins durs, cependant on doit dire qu'en

(1) Il se trouve aussi, quoique rarement, des poissons pétrifiés dans les substances calcaires au-dessus des montagnes ; mais les espèces de ces poissons ne sont pas inconnues ou perdues, comme celles qui se trouvent dans les ardoises. M. Ferber rapporte qu'on trouve dans la collection de M. Moréni de Vérone le poisson ailé et quelques poissons du Brésil, qui ne vivent ni dans la Méditerranée ni dans le golfe Adriatique ; la pinne marine, des os d'animaux, des plantes exotiques pétrifiées et imprimées sur un schiste calcaire, toutes tirées de la montagne du Véronais, appelée *Monte-Bolca*. (*Lettres sur la minéralogie*, par M. Ferber, page 27.)

Observons que ces poissons, dont les analogues vivants existent encore, n'ont été pétrifiés que bien longtemps après ceux dont les espèces sont perdues ; aussi se trouvent-ils au-dessus des montagnes, tandis que les autres ne se trouvent que dans les ardoises à de grandes profondeurs.

général ils sont encore plus tendres que l'ardoise, et que la plupart sont d'une couleur moins foncée. Ils ne se divisent pas en feuilletés aussi minces que l'ardoise, et néanmoins ils contiennent souvent une plus grande quantité de mica; mais l'argile qui en fait le fond est vraisemblablement composée de molécules grossières, et qui, quoiqu'en partie desséchées, conservent encore leur qualité spongieuse et peuvent s'imbiber d'eau; ou bien leur mica, plus aigre et moins atténué, n'a pas acquis, en s'adouissant, cette tendance à la conformation talqueuse ou feuilletée qu'il paraît communiquer aux ardoises: aussi lorsqu'on réduit le schiste en lames minces, il se détériore à l'air, et ne peut servir aux mêmes usages que l'ardoise; mais on peut l'employer en masses épaisses pour bâtir.

J'ai dit que les collines calcaires avaient l'argile pour base, et j'ai entendu non-seulement les glaises ou argiles molles communes, mais aussi les schistes ou argiles desséchées. La plupart des montagnes calcaires sont posées sur l'argile ou sur le schiste. « Les montagnes, dit M. Ferber, de la Styrie inférieure, de toute la Carniole, et jusqu'à Vienne en Autriche, sont formées de couches horizontales plus ou moins épaisses (de pierres calcaires), entassées les unes sur les autres, et ont pour base un véritable schiste argileux, c'est-à-dire une ardoise bleue ou noire, ou bien un *schiste de corne* mélangé de quartz et de mica, pénétré d'une petite partie d'argile. J'ai eu, dit-il, presque à chaque pas l'occasion de me convaincre que ce schiste s'étend sans interruption sous ces montagnes calcaires: quelquefois même on le voit à découvert s'élever au-dessus du rez de terre; mais lorsqu'il s'est montré pendant un certain temps, il s'enfouit de nouveau sous la pierre calcaire. »

L'argile, ou sous sa propre forme, ou sous celle d'ardoise et de schiste, compose donc la première terre, et forme les premières couches qui aient été transportées et disposées par les eaux; et ce fait s'unit à tous les autres pour prouver que les matières vitrescibles sont les substances premières et primitives, puisque l'argile formée de leurs débris est la première terre qui ait couvert la surface du globe. Nous avons vu de plus que c'est dans cette terre que se trouvent généralement les coquilles d'espèces anciennes, comme c'est aussi sur les ardoises qu'on voit les empreintes des poissons inconnus qui ont appartenu au premier Océan. Ajoutons à ces grands faits une observation non moins importante, et qui rappelle à la fois l'époque de la formation des couches d'argile et les grands mouvements qui bouleversaient encore alors la première nature; c'est qu'un grand nombre de ces lits de schistes et d'ardoises ne paraissent s'être inclinés que par violence, ayant été déposés sur les voûtes des grandes cavernes avant que leur affaissement fît pencher les masses dont elles étaient surmontées, tandis que les couches calcaires, déposées plus tard sur la terre affermie, offrent rarement de l'inclinaison dans leurs bancs, qui sont assez généralement horizontaux, ou beaucoup moins inclinés qu'ils ne le sont communément les lits des schistes et des ardoises.

DE LA CRAIE.

Jusqu'ici nous n'avons parlé que des matières qui appartiennent à la première nature : le quartz, le jaspe, les porphyres, les granites, produits immédiats du feu primitif ; les grès, les argiles, les ardoises, détriments de ces premières substances, et qui quoique, transportés, pénétrés, défigurés par les eaux, et même mélangés des premières productions de ce second élément, n'en appartiennent pas moins à la grande masse primitive des matières vitreuses, lesquelles, dans cette première époque, composaient seules le globe entier. Maintenant considérons les matières calcaires qui se trouvent en si grande quantité et en tant d'endroits sur cette première surface du globe, et qui sont proprement l'ouvrage de l'eau même et son produit immédiat. C'est dans cet élément que se sont en effet formées ces substances qui n'existaient pas auparavant, qui n'ont pu se produire que par l'intermède de l'eau, et qui non-seulement ont été transportées, entassées et disposées par ses mouvements, mais même ont été combinées, composées et produites dans le sein de la mer.

Cette production d'une nouvelle substance pierreuse par le moyen de l'eau, est un des plus étonnants ouvrages de la nature, et en même temps un des plus universels ; il tient à la génération la plus immense peut-être qu'elle ait enfantée dans sa première fécondité : cette génération est celle des coquillages, des madrépores, des coraux et de toutes les espèces qui filtrent le suc pierreux et produisent la matière calcaire, sans que nul autre agent, nulle autre puissance particulière de la nature puisse ou ait pu former cette substance. La multiplication de ces animaux à coquilles est si prodigieuse, qu'en s'amoncelant ils élèvent encore aujourd'hui en mille endroits des récifs, des bancs, des hauts-fonds, qui sont les sommets des collines sous-marines, dont la base et la masse sont également formées de l'entassement de leurs dépouilles (1). Et combien dut être encore plus immense le nombre de ces ouvriers du vieil Océan dans le fond de la mer universelle, lorsqu'elle saisit tous les principes de fécondité répandus sur le globe animé de sa première chaleur !

Sans cette réflexion, pourrions-nous soutenir la vue vraiment accablante des masses de nos montagnes calcaires, entièrement composées de cette matière toute formée des dépouilles de ces premiers habitants de la mer ? Nous en voyons à chaque pas les prodigieux amas ; nous en avons déjà recueilli mille preuves (2) : cha-

(1) Cette multitude d'îles basses et de bancs sur lesquels se perdit le navigateur Roggewein, ont été revus et reconnus par MM. Byron et Cook ; toutes ces îles ne sont soutenues que par des bancs de corail, élevés du fond de la mer jusqu'à sa surface. Ce fait étonnant a été si bien vu par ces bons observateurs, qu'on ne peut le révoquer en doute. Voyez de plus toutes les relations des navigateurs, sur les sondes tombées sur des rochers de coquillages, et sur les câbles et grelins des ancrs eoupés contre les récifs de madrépores et de coraux.

(2) Voyez tous les articles de la *Théorie de la terre* et des *Preuves*, sur les carrières et les montagnes composées de coquillages et autres dépouilles des productions marines.

que contrée peut en offrir de nouvelles, et les articles suivants les confirmeront encore par un plus grand développement (1).

Nous commencerons par la craie, non qu'elle soit la plus commune ou la plus noble des substances calcaires, mais parce que de ces matières, qui toutes également tirent leur origine des coquilles, la craie doit en être regardée comme le premier détri ment, dans lequel cette substance coquilleuse est encore toute pure, sans mélange d'aut re matière, et sans aucune de ces nouvelles formes de cristallisation spathique que la stillation des eaux donne à la plupart des pierres calcaires; car, en réduisant des coquilles en poudre, on aura une matière semblable à celle de la craie pulvérisée.

Il a donc pu se former de grands dépôts de ces poudres de coquilles, qui sont encore aujourd'hui sous cette forme pulvérulente, ou qui ont acquis avec le temps de la consistance et quelque solidité: mais les craies sont en général ce qu'il y a de plus léger et de moins solide dans ces matières calcaires, et la craie la plus dure est encore une pierre tendre; souvent, au lieu de se présenter en masses solides, la craie n'est qu'une poussière sans cohésion, surtout dans ses couches extérieures. C'est à ces lits de poussière de craie qu'on a souvent donné le nom de *marne*; mais je dois avertir, pour éviter toute confusion, que ce nom ne doit s'appliquer qu'à une terre limoneuse mêlée de craie et d'argile, ou de craie et de terre limoneuse, et que la craie est au contraire une matière simple, produite par le seul détri ment des substances purement calcaires.

Ces dépôts de poudre coquilleuse ont formé des couches épaisses et souvent très-étendues, comme on le voit dans la province de Champagne, dans les falaises de Normandie, dans l'Île-de-France, à la Roche-Guyon, etc.; et ces couches composées de poussières légères, ayant été déposées les dernières, sont exactement horizontales, et prennent rarement de l'inclinaison, même dans leurs lits les plus bas, où elles acquièrent plus de dureté que dans les lits supérieurs. Cette même différence de solidité s'observe dans toutes les carrières anciennement formées par les sédiments des eaux de la mer. La masse entière de ces bancs calcaires était également molle dans le commencement; mais les couches inférieures, formées avant les autres, se sont consolidées les premières; et en même temps elles ont reçu par infiltration toutes les particules pierreuses que l'eau a détachées et entraînées des lits supérieurs. Cette addition de substance a rempli les intervalles et les pores des pierres inférieures, et a augmenté leur densité et leur dureté à mesure qu'elles se formaient et prenaient de la consistance par la réunion de leurs propres parties. Cependant la dureté des matières calcaires est toujours inférieure à celle des matières vitreuses qui n'ont point été altérées ou décomposées par l'eau. Les substances coquilleuses dont les pierres calcaires tirent leur origine, sont, par leur nature, d'une consistance plus molle et moins solide que les matières vitreuses: mais quoiqu'il n'y ait point de pierres calcaires aussi dures que le quartz et les jaspes, quel-

(1) Voyez en particulier les articles de la *Pierre calcaire* et du *Marbre*.

ques-unes, comme les marbres, le sont néanmoins assez pour recevoir un beau poli.

La craie, même la plus durcie, n'est susceptible que du poli gras que prennent les matières tendres, et se réduit au moindre effort en une poussière semblable à la poudre des coquilles; mais quoiqu'une grande partie des craies ne soit en effet que le débris immédiat de la substance des coquilles, on ne doit pas borner à cette seule cause la production de toutes les couches de craie qui se trouvent à la surface de la terre: elles ont, comme les sables vitreux, une double origine; car la quantité de la matière coquilleuse réduite en poussière s'est considérablement augmentée par les détriments et les exfoliations qui ont été détachés de la surface des masses solides de pierres calcaires par l'impression des éléments humides. L'établissement local de ces masses calcaires paraît en plusieurs endroits avoir précédé celui des couches de craie. Par exemple, le grand terrain crétacé de la Champagne commence au-dessous de Troyes et finit au delà de Rethel; ce qui fait une étendue d'environ quarante lieues, sur dix ou douze de largeur moyenne; et la montagne de Reims qui fait saillie sur ce terrain, n'est pas de craie, mais de pierre calcaire dure: il en est de même du mont *Aimé*, qui est isolé au milieu de ces plaines de la craie, et qui est également composé de bancs de pierres dures très-différentes de craie, et qui sont semblables aux pierres des montagnes situées de l'autre côté de Vertus et de Bergères. Ces montagnes de pierre dure paraissent donc avoir surmonté de tous temps les collines et les plaines où gisent actuellement les craies, et dès lors on peut présumer que ces couches de craie ont été formées, du moins en partie, par les exfoliations et les poussières de pierres calcaires que les éléments humides auront détachées de ces montagnes, et que les eaux auront entraînées dans les lieux les plus bas où gît actuellement la craie. Mais cette seconde cause de la production des craies est subordonnée à la première, et même dans plusieurs endroits de ce grand terrain crétacé la craie présente sa première origine, et paraît purement coquilleuse; elle se trouve composée ou remplie de coquilles entières parfaitement conservées, comme on le voit à Courtagnon et ailleurs; en sorte qu'on ne peut douter que l'établissement local de ces couches de craie mêlées de coquilles, ne se soit fait dans le sein de la mer et par le mouvement de ses eaux. D'ailleurs on trouve souvent les dépôts ou lits de craie surmontés par d'autres matières qui n'ont pu être amenées que par alluvion, comme en Pologne, où les craies sont très-abondantes, et particulièrement dans le territoire de Sadki, où M. Guettard dit, d'après Rzaczynski, qu'on ne trouve la craie qu'au-dessous d'un lit de mine de fer qui est précédé de plusieurs autres couches de différentes matières.

Ces dépôts de craie formés au fond de la mer par le sédiment des eaux, n'étaient pas originellement d'une matière aussi simple et aussi pure qu'elle l'est aujourd'hui: car on trouve, entre les couches de cette matière crétacée, de petits lits de substance vitreuse; le *silex*, que nous nommons *Pierre à fusil*, n'est nulle part en aussi grande quantité que dans les craies. Ainsi cette poussière crétacée était mêlée de particules vitreuses et silicées, lorsqu'elle a été transportée et déposée par les eaux; et après l'établissement de ces couches de craie mêlées de parties silicées, l'eau les

aura pénétrées par infiltration, se sera chargée de ces particules silicées, et les aura déposées entre les couches de craie, où elles se seront réunies par leur force d'affinité; elles y ont pris la forme et le volume que les cavités ou les intervalles entre les couches leur ont permis de prendre. Cette sécrétion de silex se fait dans les craies de la même manière que celle de la matière calcaire se fait dans les argiles : ces substances hétérogènes, atténuées par l'eau et entraînées par sa filtration, sont également posées entre les grandes couches de craie et d'argile, et déposées de même en lits horizontaux; seulement on observe que les petites masses de pierres calcaires ainsi formées dans l'argile, sont ordinairement plates et assez minces, au lieu que les masses de silex formées dans la craie, sont presque toujours en petits blocs épais et arrondis. Cette différence peut provenir de ce que la résistance de l'argile est plus grande que celle de la craie; en sorte que la force de la masse silicée qui tend à se former, soulève ou comprime aisément la craie dont elle se trouve environnée; au lieu que la même force ne peut faire un aussi grand effet dans l'argile, qui, étant plus compacte et plus pesante, cède plus difficilement et se comprime moins. Il y a encore une différence très-apparente dans l'établissement de ces deux sécrétions, relativement à leur quantité : dans les collines de craie coupées à pic, on voit partout ces lits de silex, dont la couleur brune contraste avec le blanc de la couche de craie; souvent il se trouve de distance à autre plusieurs de ces lits posés horizontalement entre les grands lits de craie, dont l'épaisseur est de plusieurs pieds, en sorte que toute la masse de craie, jusqu'à la dernière couche, paraît être traversée horizontalement par ces petits lits de silex, au lieu que dans les argiles coupées de même à plomb, les petits lits de pierre calcaire ne se trouvent qu'entre les couches supérieures et n'ont jamais autant d'épaisseur et de continuité que les lits de silex, ce qui paraît encore provenir de la facilité de l'infiltration des eaux dans la craie, qu'elles pénètrent dans toute son épaisseur; au lieu qu'elles ne pénètrent que les premières couches d'argile, et ne peuvent par conséquent déposer des matières calcaires à une grande profondeur.

La craie est blanche, légère et tendre; et, selon ses degrés de pureté, elle prend différents noms. Comme toutes les autres substances calcaires, elle se convertit en chaux par l'action du feu, et fait effervescence avec les acides : elle perd environ un tiers de son poids par la calcination, sans que son volume en soit sensiblement diminué, et sans que sa nature en soit essentiellement altérée; car, en la laissant exposée à l'air et à la pluie, cette chaux de craie reprend peu à peu les parties intégrantes que le feu lui avait enlevées, et dans ce nouvel état, on peut la calciner une seconde fois, et en faire de la chaux d'aussi bonne qualité que la première. On peut même se servir de la craie crue pour faire du mortier, en la mêlant avec la chaux; car elle est de même nature que le gravier calcaire, dont elle ne diffère que par la petitesse de ses grains. La craie que l'on connaît sous le nom de *blanc d'Espagne* est l'une des plus fines, des plus pures et des plus blanches; on l'emploie pour dernier enduit sur les autres mortiers. Cette craie fine ne se trouve pas en grandes couches, ni même en bancs, mais dans les fentes des rochers calcaires et sur la

pente des collines crétacées ; elle y est conglomérée en pelotes plus ou moins grosses ; et quand cette craie fine est encore plus atténuée, elle forme d'autres concrétions d'une substance encore plus légère, auxquelles les naturalistes ont donné le nom de *lac lunæ* (nom très-impropre, puisqu'il ne désigne qu'un rapport chimérique), *medulla saxi* (qui ne convient guère mieux, puisque le mot *saxum*, traduit par ces mêmes naturalistes, ne désigne pas la pierre calcaire, mais le roc vitreux) : cette matière serait donc mieux désignée par le nom de *fleur de craie* ; car ce n'est en effet que la partie la plus ténue de la craie, que l'eau détache et dépose ensuite dans les cavités qu'elle rencontre. Et lorsque ce dépôt, au lieu de se faire en masses, ne se fait qu'en superficie, cette même matière prend la forme de lames et d'écaillés auxquelles ces mêmes nomenclateurs ont donné le nom d'*agaric minéral* (ce qui n'est fondé que sur une fausse analogie).

Les hommes, avant d'avoir construit des maisons, ont habité des cavernes : ils se sont mis à l'abri des rigueurs de l'hiver et de la trop grande ardeur de l'été, en se réfugiant dans les antres des rochers ; et lorsque cette commodité leur a manqué, ils ont cherché à se la procurer aux moindres frais possibles, en faisant des galeries et des excavations dans les matières les moins dures, telles que la craie. Le nom de *Troglodytes* (habitants des cavernes), donné aux peuples les plus antiques, en est la preuve, aussi bien que le grand nombre de ces grottes que l'on voit encore aux Indes, en Arabie, et dans tous les climats où le soleil est brûlant et l'ombre rare. La plupart de ces grottes ont été travaillées de main d'homme, et souvent agrandies au point de former de vastes habitations souterraines, où il ne manque que la facilité de recevoir le jour ; car, du reste, elles sont saines, et, dans ces climats chauds, fraîches sans humidité. On voit même dans nos coteaux et collines de craie des excavations à rez-de-chaussée, pratiquées avec avantage et moins de dépense qu'il ne faudrait pour construire des murs et des voûtes ; et les blocs tirés de ces excavations servent de matériaux pour bâtir les étages supérieurs. La craie des lits inférieurs est en effet une espèce de pierre assez tendre dans sa carrière, mais qui se durcit à l'air, et qu'on peut employer non-seulement pour bâtir, mais aussi pour les ouvrages de sculpture.

La craie n'est pas si généralement répandue que la pierre calcaire dure ; ces couches, quoique très-étendues en superficie, ont rarement autant de profondeur que celles des autres pierres, et, dans cinquante ou soixante pieds de hauteur perpendiculaire, on voit souvent les degrés du plus ou moins de solidité de la craie. Elle est ordinairement en poussière ou en moellon très-tendre dans le lit supérieur : elle prend plus de consistance à mesure qu'elle est située plus bas ; et comme l'eau la pénètre jusqu'à la plus grande profondeur, et se charge des molécules crétacées les plus fines, elle produit non-seulement les pelotes de blanc d'Espagne, de moelle de pierre (1), et de fleur de craie, mais aussi les stalactites solides ou en tuyaux

(1) On a aussi nommé cette moelle de pierre ou de craie *farina mineralis*, parce qu'elle ressemble à la farine par sa blancheur et sa légèreté, et qu'on a même prétendu, mais fort mal à propos, qu'elle peut devenir un aliment en la mêlant avec de la farine de grain (Voyez les *Ephémérides d'Allemagne*, déc. III, obs. 219.)

dont sont formés les tufs. Toutes ces concrétions qui proviennent des détriments de la craie ne contiennent point de coquilles ; elles sont, comme toutes les autres exsudations ou stillations, composées des particules les plus déliées que l'eau a enlevées et ensuite déposées sous différentes formes dans les fentes ou cavités des rochers, ou dans les lieux plus bas où elles se sont rassemblées.

Ces dépôts secondaires de matières crétaées se font assez promptement pour remplir en quelques années des trous de trois ou quatre pieds de diamètre, et d'autant de profondeur. Toutes les personnes qui ont planté des arbres dans les terrains de craie ont pu s'apercevoir d'un fait qui doit servir ici d'exemple. Ayant planté un bon nombre d'arbres fruitiers dans un terrain fertile en grains, mais dont le fond est d'une craie blanche et molle, et dont les couches ont une assez grande profondeur, les arbres y poussèrent assez vigoureusement la première et la seconde année, ensuite ils languirent et périrent. Ce mauvais succès ne rebuta pas le propriétaire du terrain ; on fit des tranchées plus profondes, dont on tira toute la craie, et on les remplit aussi de bonne terre végétale, dans laquelle on planta de nouveaux arbres : mais ils ne réussirent pas mieux, et tous périrent en cinq ou six années. On visita alors avec attention le terrain où ces arbres avaient été plantés, et l'on reconnut avec quelque surprise que la bonne terre qui avait été mise dans les tranchées, était si fort mêlée de craie, qu'elle avait presque disparu, et que cette très-grande quantité de matière crétaée n'avait été amenée que par la stillation des eaux (1).

Cependant cette même craie, qui paraît si stérile et même si contraire à la végétation, peut l'aider et en augmenter le produit en la répandant sur les terres argileuses trop dures et trop compactes : c'est ce que l'on appelle *marrer les terres*, et cette espèce de préparation leur donne de la fécondité pour plusieurs années ; mais comme les terres de différentes qualités demandent à être marnées de différentes façons, et que la plupart des marnes dont on se sert diffèrent de la craie, nous croyons devoir en faire un article particulier.



DE LA MARNE.

La marne n'est pas une terre simple, mais composée de craie mêlée d'argile ou de limon ; et selon la quantité plus ou moins grande de ces terres argileuses ou limoneuses, la marne est plus ou moins sèche ou plus ou moins grasse. Il faut donc, avant de l'employer à l'amendement d'un terrain, reconnaître la quantité de craie

(1) Note communiquée par M. Nadault.

contenue dans la marne qu'on y destine; et cela est aisé par l'épreuve des acides, et même en la faisant délayer dans l'eau. Or toute marne sèche et qui contiendra beaucoup plus de craie que d'argile ou de limon, conviendra pour marnier les terres dures et compactes, que l'eau ne pénètre que difficilement, et qui se dureissent et se crevassent par la sécheresse; et même la craie pure, mêlée avec ces terres, les rend plus meubles, et par conséquent susceptibles d'une culture plus aisée: elles deviennent aussi plus fécondes par la facilité que l'eau et les jeunes racines des plantes trouvent à les pénétrer et à vaincre la résistance que leur trop grande compacité opposait à la germination et au développement des graines délicates. La craie pure et même le sable fin, de quelque nature qu'il soit, peuvent donc être employés avec grand avantage pour marnier les terres trop compactes ou trop humides; mais il faut au contraire de la marne mêlée de beaucoup d'argile, ou mieux encore de terre limoneuse, pour les terres stériles par sécheresse, et qui sont elles-mêmes composées de craie, de tuf et de sable. La marne la plus grasse est la meilleure pour ces terrains maigres; et pourvu qu'il y ait dans la marne qu'on veut employer une assez grande quantité de parties calcaires pour que l'argile y soit divisée, cette marne presque entièrement argileuse, et même la terre limoneuse toute pure, seront les meilleurs engrais qu'on puisse répandre sur les terrains sableux. Entre ces deux extrêmes il sera aisé de saisir les degrés intermédiaires, et de donner à chaque terrain la quantité et la qualité de la marne qui pourra convenir pour engrais (1). On doit seulement observer que dans tous les cas il faut mêler la marne avec une certaine quantité de fumier; et cela est d'autant plus nécessaire que le terrain est plus humide et plus froid. Si l'on répand les marnes sans y mêler du fumier, on perdra beaucoup sur le produit de la première et même de la seconde récolte: car le bon effet de l'amendement marneux ne se manifeste pleinement qu'à la troisième ou quatrième année.

Les marnes qui contiennent une grande quantité de craie sont ordinairement blanches; celles qui sont grises, rougeâtres ou brunes, doivent ces couleurs aux argiles ou à la terre limoneuse dont elles sont mélangées: et ces couleurs plus ou moins foncées sont encore un indice par lequel on peut juger de la qualité de chaque marne en particulier. Lorsqu'elle est tout à fait convenable à la nature du terrain sur lequel on la répand, il est alors bonifié pour nombre d'années (2), et le cultivateur fait un double profit: le premier, par l'épargne des fumiers, dont il

(1) M. Faujas de Saint-Fond parle de certains cantons du Dauphiné qui sont très-fertiles et dont le sol contient environ un quart de matière calcaire mêlée naturellement avec un tiers d'argile noire, tenace, mais rendue friable par environ un quart d'un sable sec et grenu; et pour le surplus, d'un second sable fin, doux et brillant.... Voyez le *Mémoire sur la marne*, par M. Faujas de Saint-Fond, et les *Affiches du Dauphiné*, octobre 1780.

(2) Suivant Plin, la fécondité communiquée aux terres par certaines marnes dure cinquante et jusqu'à quatre-vingts années. Voyez son *Histoire naturelle*, liv. XVII, chap. 7 et 8. Il dit aussi que c'est aux Gaulois et aux Bretons qu'on doit l'usage de cet engrais pour la fertilisation des terres. (*Idem, ibid.*)

M. de Gensanne, en parlant des marnes, fait de bonnes observations sur leur emploi, et il cite un exemple qui prouve que cet engrais est non-seulement utile pour augmenter la production des grains, mais aussi pour faire croître plus promptement et plus vigoureusement les arbres, et en particulier les mûriers blancs. (*Histoire naturelle du Languedoc*, tom I.)

usera beaucoup moins; et le second, par le produit de ses récoltes, qui sera plus abondant. Si l'on n'a pas à sa portée des marnes de la qualité qu'exigeraient les terrains qu'on veut améliorer, il est presque toujours possible d'y suppléer en répandant de l'argile sur les terres trop légères, et de la chaux sur les terres trop fortes ou trop humides; car la chaux éteinte est absolument de la même nature que la craie, puisqu'elles ne sont toutes deux que de la pierre calcaire réduite en poudre. Ce qu'on a dit sur les prétendus sels ou qualités particulières de la marne pour la végétation, sur son eau générative, etc., n'est fondé que sur des préjugés. La cause principale et peut-être unique de l'amélioration des terres est le mélange d'une autre terre différente, et dont les qualités se compensent et font de deux terres stériles une terre féconde. Ce n'est pas que les sels en petite quantité ne puissent aider les progrès de la végétation et en augmenter le produit : mais les effets du mélange convenable des terres sont indépendants de cette cause particulière; et ce serait beaucoup accorder à l'opinion vulgaire que d'admettre dans la marne des principes plus actifs pour la végétation que dans toute autre terre, puisque par elle-même la marne est d'autant plus stérile qu'elle est plus pure et plus approchante de la nature de la craie.

Comme les marnes ne sont que des terres plus ou moins mélangées et formées assez nouvellement par les dépôts et les sédiments des eaux pluviales, il est rare d'en trouver à quelque profondeur dans le sein de la terre; elles gisent ordinairement sous la couche de la terre végétale, et particulièrement au bas des collines et des rochers de pierres calcaires qui portent sur l'argile ou le schiste. Dans certains endroits la marne se trouve en forme de noyaux ou de pelotes; dans d'autres elle est étendue en petites couches horizontales ou inclinées suivant la pente du terrain; et lorsque les eaux pluviales chargées de cette matière s'infiltrent à travers les couches de la terre, elles la déposent en forme de conerétions et de stalactites, qui sont formées de couches concentriques et irrégulièrement groupées. Ces conerétions provenant de la craie et de la marne, ne prennent jamais autant de dureté que celles qui se forment dans les rochers de pierres calcaires dures; elles sont aussi plus impures; elles s'accumulent irrégulièrement au pied des collines, pour y former des masses d'une substance à demi pierreuse, légère et poreuse, à laquelle on donne le nom de *tuf*, qui souvent se trouve en couches assez épaisses et très-étendues au bas des collines argileuses couronnées de rochers calcaires.

C'est aussi à cette même matière crétacée et marneuse qu'on doit attribuer l'origine de toutes les incrustations produites par les eaux des fontaines, et qui sont si communes dans tous les pays où il y a de hautes collines de craie et de pierres calcaires. L'eau des pluies, en filtrant à travers les couches de ces matières calcaires, se charge des particules les plus ténues, qu'elle soutient et porte avec elle quelquefois très-loin: elle en dépose la plus grande partie sur le fond et contre les bords des routes qu'elle parcourt, et enveloppe ainsi toutes les matières qui se trouvent dans son cours: aussi voit-on des substances de toute espèce et de toute figure, revêtues et incrustées de cette matière pierreuse, qui non-seulement en recouvre

la surface, mais se moule aussi dans toutes les cavités de leur intérieur ; et c'est à cet effet très-simple qu'on doit rapporter la cause qui produit ce que l'on appelle communément des *pétrifications*, lesquelles ne diffèrent des incrustations que par cette pénétration dans tous les vides et interstices de l'intérieur des matières végétales ou animales, à mesure qu'elles se décomposent ou pourrissent.

Dans les craies blanches et dans les marnes les plus pures, on ne laisse pas de trouver des différences assez marquées, surtout pour les sels qu'elles contiennent. Si on fait bouillir quelque temps dans de l'eau distillée une certaine quantité de craie prise au pied d'une colline ou dans le fond d'un vallon, et qu'après avoir filtré la liqueur on la laisse évaporer jusqu'à siccité, on en retirera du nitre et un mucilage épais d'un rouge brun ; en certains lieux même le nitre est si abondant dans cette sorte de craie ou de marne, qui a ordinairement la forme du tuf, que l'on pourrait en tirer du salpêtre en très-grande quantité, et qu'en effet on en tire bien plus abondamment des décombres ou des murs bâtis de ce tuf crétacé que de toute autre matière. Si l'on fait la même épreuve sur la craie pelotonnée qui se trouve dans les fentes des rochers calcaires, et surtout sur ces masses de matière molle et légère de fleur de craie dont nous avons parlé, au lieu de nitre on n'en retirera souvent que du sel marin, sans aucun mélange d'autre sel, et en beaucoup plus grande quantité qu'on ne retire de nitre des tufs et des craies prises dans les vallons et sous la couche de terre végétale. Cette différence assez singulière ne vient que de la différence des eaux : car, indépendamment des matières terreuses et bitumineuses qui se trouvent dans toutes les eaux, la plupart contiennent des sels en assez grande quantité, et de nature différente, selon la différente qualité du terrain où elles ont passé ; par exemple, toutes les eaux dont les sources sont dans la couche végétale ou limoneuse, contiennent une assez grande quantité de nitre. Il en est de même de l'eau des rivières et de la plupart des fontaines, au lieu que les eaux pluviales les plus pures, et recueillies en plein air avec précaution pour éviter tout mélange, donnent, après l'évaporation, une poudre terreuse très-fine, d'une saveur sensiblement salée, et du même goût que le sel marin. Il en est de même de la neige ; elle contient aussi du sel marin comme l'eau de pluie, sans mélange d'autres sels, tandis que les eaux qui coulent sur les terres calcaires ou végétales ne contiennent point de sel marin, mais du nitre. Les couches de marne stratifiées dans les vallons, au pied des montagnes, sous la terre végétale, fournissent du salpêtre, parce que la pierre calcaire et la terre végétale, dont elles tirent leur origine, en contiennent. Au contraire les pelotes qui se trouvent dans les fentes ou dans les joints des pierres et entre les lits des bancs calcaires, ne donnent, au lieu de nitre, que du sel marin, parce qu'elles doivent leur formation à l'eau pluviale tombée immédiatement dans ces fentes, et que cette eau ne contient que du sel marin, sans aucun mélange de nitre ; au lieu que les craies, les marnes et les tufs amassés au bas des collines et dans les vallons étant perpétuellement baignés par des eaux qui lavent à chaque instant la grande quantité de plantes dont la superficie de la terre est couverte, et qui arrivent par conséquent toutes chargées et imprégnées du nitre qu'ils ont dis-

sous à la superficie de la terre, ces couches reçoivent le nitre d'autant plus abondamment que ces mêmes eaux y demeurent sans écoulement et presque stagnantes.

DE LA PIERRE CALCAIRE.

La formation des pierres calcaires est l'un des plus grands ouvrages de la nature; quelque brute que nous en paraisse la matière, il est aisé d'y reconnaître une forme d'organisation actuelle et des traces d'une organisation antérieure, bien plus complète dans les parties dont cette matière est originairement composées. Ces pierres ont en effet été primitivement formées du détrimement des coquilles, des madrépores, des coraux et de toutes les autres substances qui ont servi d'enveloppe ou de domicile à ces animaux infiniment nombreux, qui sont pourvus des organes nécessaires pour cette production de matière pierreuse: je dis que le nombre de ces animaux est immense, infini, car l'imagination même serait épouvantée de leur quantité, si nos yeux ne nous en assuraient pas en nous démontrant leurs débris réunis en grandes masses, et formant des collines, des montagnes et des terrains de plusieurs lieues d'étendue. Quelle prodigieuse pullulation ne doit-on pas supposer dans tous les animaux de ce genre! quel nombre d'espèces ne faut-il pas compter, tant dans les coquillages et crustacés actuellement existants que pour ceux dont les espèces ne subsistent plus, et qui sont encore beaucoup plus nombreux! enfin combien de temps et quel nombre de siècles n'est-on pas forcé d'admettre pour l'existence successive des uns et des autres! Rien ne peut satisfaire notre jugement à cet égard, si nous n'admettons pas une grande antériorité de temps pour la naissance des coquillages avant tous les autres animaux, et une multiplication non interrompue de ces mêmes coquillages pendant plusieurs centaines de siècles: car toutes les pierres et craies disposées et déposées en couches horizontales par les eaux de la mer, ne sont en effet formées que de ces coquilles ou de leurs débris réduits en poudre; et il n'existe aucun autre agent, aucune autre puissance particulière dans la nature qui puisse produire la matière calcaire, dont nous devons par conséquent rapporter la première origine à ces êtres organisés.

Mais dans les amas immenses de cette matière, toute composée des débris des animaux à coquilles, nous devons d'abord distinguer les grandes couches, qui sont d'ancienne formation, et en séparer celles qui, ne s'étant formées que des détriments des premières, sont, à la vérité, d'une même nature, mais d'une date de formation postérieure; et l'on reconnaîtra toujours leurs différences par des indices faciles à saisir. Dans toutes les pierres d'ancienne formation il y a toujours des coquilles ou des impressions de coquilles et de crustacés très-évidentes, au lieu

que dans celles de formation moderne, il n'y a nul vestige, nulle figure de coquilles. Ces carrières de pierres parasites, formées du détriment des premières, gisent ordinairement au pied ou à quelque distance des montagnes et des collines dont les anciens bancs ont été attaqués dans leur contour par l'action de la gelée et de l'humidité : les eaux ont ensuite entraîné et déposé dans les lieux plus bas toutes les poudres et les graviers détachés des banes supérieurs ; et ces débris stratifiés les uns sur les autres par le transport et le sédiment des eaux ont formé ces lits de pierres nouvelles où l'on ne voit aucune impression de coquilles, quoique ces pierres de seconde formation soient, comme la pierre ancienne, entièrement composées de substance coquilleuse.

Et dans ces pierres de formation secondaire, on peut encore en distinguer de plusieurs dates différentes, et plus ou moins modernes ou récentes : toutes celles, par exemple, qui contiennent des coquilles fluviatiles comme on en voit dans la pierre qui se tire derrière l'Hôpital général à Paris, ont été formées par des eaux vives et courantes, longtemps après que la mer a laissé notre continent à découvert ; et néanmoins la plupart des autres, dans lesquelles on ne trouve aucune de ces coquilles fluviatiles, sont encore plus récentes. Voilà donc trois dates de formation bien distinctes : la première et plus ancienne est celle de la formation des pierres dans lesquelles on voit des coquilles ou des impressions de coquilles marines, et ces anciennes pierres ne présentent jamais des impressions de coquilles terrestres ou fluviatiles ; la seconde formation est celle de ces pierres mêlées de petites *oïis* et limaçons fluviatiles ou terrestres ; et la troisième sera celle des pierres qui, ne contenant aucunes coquilles marines ou terrestres, n'ont été formées que des détriments et des débris réduits en poussière des unes ou des autres.

Les lits de ces pierres de seconde formation ne sont pas aussi étendus ni aussi épais que ceux des anciennes et premières couches dont ils tirent leur origine ; et ordinairement les pierres elles-mêmes sont moins dures, quoique d'un grain plus fin : souvent aussi elles sont moins pures, et se trouvent mélangées de différentes substances que l'eau a rencontrées et charriées avec la matière de pierre (1). Ces

(1) Dans une carrière de cette espèce, dont la pierre est blanche et d'un grain assez fin, située à Condat, près d'Agen, on trouve non-seulement des pyrites, mais du charbon de bois brûlé, qui a conservé sa nature de charbon. Voici ce que m'en a écrit M. de la Ville de Lacépède, par sa lettre du 7 novembre 1776 : « La carrière de Condat, autant qu'on en peut juger, occupe un arpent de terre, et paraît s'étendre à une assez grande profondeur, quoiqu'elle n'ait été encore exploitée qu'à celle de deux ou trois toises : les couches supérieures sont fort minces et divisées par un grand nombre de fentes perpendiculaires ; elles sont moins dures que celles qui sont situées plus bas. Cette pierre ne contient aucune impression de coquilles, mais elle renferme plusieurs matières hétérogènes, comme du silex entre les couches, et même dans les fentes perpendiculaires, des pyrites qui sont comme incorporées avec la substance de la pierre, et enfin des morceaux de charbon. Vous pourrez, monsieur, voir par vous-même la manière dont ces matières étrangères y sont renfermées, en jetant les yeux sur les morceaux de pierre que je vais avoir l'honneur de vous envoyer au Jardin du Roi, et que vous m'aviez demandés... J'ai trouvé aussi des pyrites enchâssés dans des pierres d'une carrière voisine de celle de Condat, ayant la même composition intérieure, et ne contenant point de coquilles ; ces deux carrières occupent les deux côtés d'un très-petit vallon qui les sépare, et sont à peu près à la même hauteur... et toutes deux sont situées au bas de plusieurs montagnes dont les sommets sont composés de pierres calcinables d'ancienne formation, et d'un grain bien moins fin que celui des pierres de Condat, qui seules ont cette blancheur éclatante et cette facilité à recevoir un beau poli qui les font employer à la place du marbre. »

lits de pierres nouvelles ne sont, dans la réalité, que des dépôts semblables à ceux des incrustations, et chacune de ces carrières parasites doit être regardée comme une agrégation d'un grand nombre d'incrustations ou concrétions pierreuses, superposées et stratifiées les unes sur les autres. Elles prennent avec le temps plus ou moins de consistance et de dureté, suivant leur degré de pureté, ou selon les mélanges qui sont entrés dans leur composition. Il y a de ces concrétions, telles que les albâtres, qui reçoivent le poli; d'autres qu'on peut comparer à la craie par leur blancheur et leur légèreté; d'autres qui ressemblent plus au tuf. Ces lits de pierre de seconde et de troisième formations sont ordinairement séparés les uns des autres par des joints ou délits horizontaux assez larges, et qui sont remplis d'une matière pierreuse, moins pure et moins liée, que l'on nomme *bousin*, tandis que, dans les pierres de première formation, les délits horizontaux sont remplis de spath.

On peut encore remarquer que, dans les pierres de première formation, il y a plus de solidité, plus d'adhérence entre les grains, dans le sens horizontal que dans le sens vertical; en sorte qu'il est plus aisé de les fendre ou casser verticalement qu'horizontalement, au lieu que, dans les pierres de seconde et troisième formations, il est à peu près également aisé de les travailler dans tous les sens. Enfin, dans les pierres d'ancienne formation, les bancs ont d'autant plus d'épaisseur et de solidité qu'il sont situés plus bas, au lieu que les lits de formation moderne ne suivent aucun ordre, ni pour leur dureté ni pour leur épaisseur. Ces différences, très-apparentes, suffisent pour qu'on puisse reconnaître et distinguer au premier coup d'œil une carrière d'ancienne ou de nouvelle pierre.

Mais, outre ces couches de première, de seconde et de troisième formations, dans lesquelles la pierre calcaire est en masses uniformes ou par bancs composés de grains plus ou moins fins, on trouve en quelques endroits des amas entassés et très-étendus de pierres arrondies et liées ensemble par un ciment pierreux, ou séparées par des cavités remplies d'une terre presque aussi dure que les pierres avec lesquelles elle fait masse continue, et si solide qu'on ne peut en détacher des blocs qu'au moyen de la poudre. Ces couches de pierres arrondies sont peut-être d'une date aussi nouvelle que celles des carrières parasites de dernière formation. La finesse du grain de ces pierres arrondies, leur résistance à l'action du feu, plus grande que celle des autres pierres à chaux, le peu de profondeur où se trouve la base de leurs amas, la force même de ces pierres, qui semble démontrer qu'elles ont été roulées, tout se réunit pour faire croire que ce sont des blocs en débris de pierres plus ou moins anciennes, lesquels ont été arrondis par le frottement, et ensuite liés ensemble par une terre mêlée d'une assez grande quantité de substance spathique pour se durcir et faire corps avec ces pierres.

Nous devons encore citer ici d'autres pierres en blocs, qui d'abord étaient liées ensemble par des terres durcies, et qui se sont ensuite séparées lorsque ce ciment terreux a été dissous ou délayé par les éléments humides: on trouve dans le lit de plusieurs rivières un très-grand nombre de ces pierres calcaires arrondies en petit

ou gros volume, et à des distances considérables des montagnes dont elles sont descendues (1).

Et c'est à cette même interposition de matière terreuse entre ces blocs en débris, qu'on doit attribuer l'origine des pierres trouées qu'on rencontre si communément dans les petites gorges et vallons où les eaux ont autrefois coulé en ruisseaux, qui depuis ont tari ou ne coulent plus que pendant une partie de l'année; ces eaux ont peu à peu délayé la terre contenue dans les intervalles de la masse de ces pierres, qui se présentent actuellement avec tous leurs vides, souvent trop grands pour qu'elles puissent être employées dans la maçonnerie. Ces pierres à grands trous ne peuvent aussi être taillées régulièrement; elles se brisent sous le marteau, et tiennent ordinairement plus ou moins de la mauvaise qualité de la *roche morte*, qui se divise par écailles ou en morceaux irréguliers : mais lorsque ces pierres ne sont percées que de petits trous de quelques lignes de diamètre, on les préfère pour bâtir, parce qu'elles sont plus légères et qu'elles reçoivent et saisissent mieux le mortier que les pierres pleines.

Il y a dans le genre calcaire, comme dans le vitreux, des pierres vives et d'autres qu'on peut appeler *mortes*, parce qu'elles ont perdu les principes de leur solidité et qu'elles sont en partie décomposées : ces roches mortes se trouvent le plus souvent au pied des collines, et environnent leur base à quelques toises de hauteur et d'épaisseur, au delà desquelles on trouve la roche vive sur le même niveau : ce qui suffit pour démontrer que cette roche aujourd'hui morte était jadis aussi vive que l'autre; mais qu'étant exposée aux impressions de l'air, de la gelée et des pluies, elle a subi les différentes altérations qui résultent de leur action longtemps continuée, et qui tendent toutes à la désunion de leurs parties constituantes, soit en interrompant leur continuité, soit en décomposant leur substance.

On voit déjà que, quoiqu'en général toutes les pierres calcaires aient une première origine commune, et que toutes soient essentiellement de la même nature, il y a de grandes différences entre elles pour les temps de leur formation, et une diversité encore plus grande dans leurs qualités particulières. Nous avons parlé des différents degrés de leur dureté, qui s'étendent de la craie jusqu'au marbre : la craie, dans ses couches supérieures, est souvent plus tendre que l'argile sèche; et le marbre le plus dur ne l'est jamais autant, à beaucoup près, que le quartz ou le jaspe : entre ces deux extrêmes, on trouve toutes les nuances du plus ou du moins de dureté dans les pierres calcaires, soit de première, soit de seconde ou de troisième formation; car, dans ces dernières carrières, on rencontre quelquefois des lits de pierres aussi dures que dans les couches anciennes, comme la pierre de *liais*, qui se tire dans les environs de Paris, et dont la dureté vient de ce qu'elle est surmontée de plusieurs bancs d'autres pierres, dont elle a reçu les sucs pétrifiants.

(1) Dans le Rhône, et dans les rivières et ruisseaux qui descendent du mont Jura, dont tous les contours sont de pierres calcaires jusqu'à une grande hauteur, on trouve une très-grande quantité de ces pierres calcaires arrondies, à plusieurs lieues de distance de ces montagnes.

Le plus ou moins de dureté des pierres dépend de plusieurs circonstances, dont la première est celle de leur situation au-dessous d'une plus ou moins grande épaisseur d'autres pierres; et la seconde, la finesse des grains et la pureté des matières dont elles sont formées : leur force d'affinité s'étant exercée avec d'autant plus de puissance que la matière était plus pure et que les grains se sont trouvés plus fins, c'est à cette cause qu'il faut attribuer la première solidité de ces pierres, et cette solidité se sera ensuite fort augmentée par les sucs pierreux continuellement infiltrés des bancs supérieurs dans les inférieurs. Ainsi c'est à ces causes, toutes deux évidentes, qu'on doit rapporter les différences de la dureté de toutes les pierres calcaires pures; car nous ne parlons pas encore ici de certains mélanges hétérogènes qui peuvent augmenter leur dureté : le fer, les minéraux métalliques, et l'argile même, produisent cet effet lorsqu'ils se trouvent mêlés avec la matière calcaire en proportion convenable.

Une autre différence qui, sans être essentielle à la nature de la pierre, devient très-importante pour l'emploi qu'on en fait, c'est de résister ou non à l'action de la gelée : il y a des pierres qui, quoique en apparence d'une consistance moins solide que d'autres, résistent néanmoins aux impressions du plus grand froid, et d'autres qui, malgré leur dureté et leur solidité apparente, se fendent et tombent en écailles plus ou moins promptement lorsqu'elles sont exposées aux injures de l'air. Ces pierres *gelisses* doivent être soigneusement rejetées de toutes les constructions exposées à l'air et à la gelée; néanmoins elles peuvent être employées dans celles qui en sont à l'abri. Ces pierres commencent par se fendre, s'éclater en écailles, et finissent par se réduire avec le temps en graviers et en sables (1).

On reconnaîtra donc les pierres gelisses aux caractères ou plutôt aux défauts que je vais indiquer : elles sont ordinairement moins pesantes (2) et plus poreuses que les autres; elles s'imbibent d'eau beaucoup plus aisément : on n'y voit pas ces points brillants, qui, dans les bonnes pierres, sont les témoins du spath ou suc lapidifique dont elles sont pénétrées; car la résistance qu'elles opposent à l'action de la gelée ne dépend pas seulement de leur tissu plus serré, puisqu'il se trouve aussi des pierres légères et très-poreuses qui ne sont pas gelisses, et dont la cohérence des grains est si forte, que l'expansion de l'eau gelée dans leurs interstices

(1) M. Dumorey, habile ingénieur et constructeur très-expérimenté, m'a donné quelques remarques sur ce sujet. J'ai, m'a-t-il dit, constamment observé que les pierres gelisses se fendent parallèlement à leur lit de carrière, et très-rarement dans le sens vertical : celle dont le grain est lisse et luisant est plus sujette à geler que la pierre dont le grain paraît rond, ou plutôt *grenu*.

On peut tenir pour certain que plus le grain de la pierre est aplati et luisant dans ses fractures, et plus cette pierre est gelisse : toutes les carrières de Bourgogne que j'ai observées portent ce caractère; il est surtout très-sensible dans celles où il se trouve entre plusieurs bancs gelisses un seul qui soit exempt de ce défaut, comme on peut l'observer à la carrière de Saint-Siméon, à la porte d'Auxerre, et dans les carrières de Givry près Châlon-sur-Saône, où la pierre qui reçoit le poli gèle, et celle dont le grain est rond et ne peut se polir ne gèle point. Je présume que cette différence tient de ce que l'expansion de l'eau gelée se fait plus aisément entre les interstices des grains de la pierre, qu'elle ne peut se faire entre les lames de celle qui est formée par des couches horizontales très-minces; ce qui les rend luisantes et naturellement polies dans leurs fractures. »

(2) Le poids des pierres calcaires les plus denses n'exécède guère deux cents livres le pied cube, et celui des moins denses cent soixante-quinze livres, toutes les pierres gelisses approchent plus de cette dernière limite que de la première.

n'a pas assez de force pour les désunir, tandis que, dans d'autres pierres plus pesantes et moins poreuses, cet effet de la gelée est assez violent pour les diviser, et même pour les réduire en écailles et en sables.

Pour expliquer ce fait, auquel peu de gens ont fait attention, il faut se rappeler que toutes les pierres calcaires sont composées ou des détriments des coquilles, ou des sables et graviers provenant des débris des pierres précédemment formées de ces mêmes détriments liés ensemble par un ciment qui n'est lui-même qu'un extrait de ce qu'il y a de plus homogène et de plus dur dans la matière calcaire : lorsque ce suc lapidifique en a rempli tous les interstices, la pierre est alors aussi dense, aussi solide et aussi pleine qu'elle peut l'être ; mais quand ce suc lapidifique, en moindre quantité, n'a fait que réunir les grains sans remplir leurs intervalles, et que les grains eux-mêmes n'ont pas été pénétrés de cet élément pétrifiant, qu'enfin ils n'ont pas encore été pierre compacte, mais une simple craie ou poussière de coquilles, dont la cohésion est faible, l'eau se glaçant dans tous les petits vides de ces pierres, qui s'en imbibent aisément, rompt tout aussi aisément les liens de leur cohésion, et les réduit en assez peu de temps en écailles et en sables ; tandis qu'elle ne fait aucun effet avec les mêmes efforts, contre la ferme cohérence des pierres tout aussi poreuses, mais dont les grains précédemment pétrifiés ne peuvent ni s'imbibier, ni se gonfler par l'humidité, et qui, se trouvant liés ensemble par le suc pierreux, résistent, sans se désunir, à la force expansive de l'eau qui se glace dans leurs interstices.

En observant la composition des pierres dans les couches d'ancienne formation, nous reconnâmes, à n'en pouvoir douter, que ces couches, pour la plupart, sont composées de graviers, c'est-à-dire de débris d'autres pierres encore plus anciennes, et qu'il n'y a guère que les couches de craie qu'on puisse regarder comme produites immédiatement par les détriments des coquilles. Cette observation semble reculer encore de beaucoup la date de la naissance des animaux à coquilles, puisque, avant la formation de nos rochers calcaires, il existait déjà d'autres rochers de même nature, dont les débris ont servi à leur construction ; ces débris ont quelquefois été transportés sans mélange par le mouvement des eaux, d'autres fois ils se sont trouvés mêlés de coquilles, ou bien les graviers et les coquilles auront été déposés par lits alternatifs : car les coquilles sont rarement dispersées dans toute la hauteur des banes calcaires ; souvent, sur une douzaine de ces banes, tous posés les uns sur les autres, il ne s'en trouvera qu'un ou deux qui contiennent des coquilles, quoique l'argile, qui d'ordinaire leur sert de base, soit mêlée d'un très-grand nombre de coquilles dispersées dans toute l'étendue de ses couches ; ce qui prouve que dans l'argile, où l'eau, n'ayant pas pénétré, n'a pu les décomposer, elles se sont mieux conservées que dans les couches de matières calcaires, où elles ont été dissoutes et ont formé ce suc pétrifiant qui a rempli les pores des banes inférieurs, et a lié les grains de la pierre qui les compose.

Car c'est à la dissolution des coquilles et des poussières de craie et de pierre qu'on doit attribuer l'origine de ce suc pétrifiant, et il n'est pas nécessaire d'admettre

dans ce liquide des qualités semblables à celles des sels, comme l'ont imaginé quelques physiciens, pour expliquer la dureté que ce suc donne aux corps qu'il pénètre : on pêche toujours en physique lorsqu'on multiplie les causes sans nécessité ; car il suffit ici de considérer que ce liquide ou suc pétrifiant n'est que de l'eau chargée des molécules les plus fines de la matière pierreuse, et que ces molécules, toutes homogènes et réduites à la plus grande ténuité, venant à se réunir par leur force d'affinité, forment elles-mêmes une matière homogène, transparente et assez dure, connue sous le nom de *spar* ou *spath calcaire*, et que, par la même raison de leur extrême ténuité, ces molécules peuvent pénétrer tous les pores des matières calcaires qui se trouvent au-dessous des premiers lits dont elles découlent ; qu'enfin et par conséquent elles doivent augmenter la densité et la dureté de ces pierres, en raison de la quantité de ce suc qu'elles auront reçu dans leurs pores. Supposant donc que le banc supérieur, imbibé par les eaux, fournisse une certaine quantité de ces molécules pierreuses, elles descendront par stillation et se fixeront en partie dans toutes les cavités et les pores des bancs inférieurs où l'eau pourra les conduire et les déposer ; et cette même eau, en traversant successivement les bancs, et détachant partout un grand nombre de ces molécules, diminue la densité des bancs supérieurs et augmente celle des bancs inférieurs.

Le dépôt de ce liquide pétrifiant se fait par une cristallisation plus ou moins parfaite, et se manifeste par des points plus ou moins brillants, qui sont d'autant plus nombreux que la pierre est plus pétrifiée, c'est-à-dire plus intimement et plus pleinement pénétrée de cette matière spathique ; et c'est par la raison contraire qu'on ne voit guère de ces points brillants dans les premiers lits des carrières qui sont à découvert ; et qu'il n'y en a qu'un petit nombre dans ces premiers lits lorsqu'ils sont recouverts de sables ou de terres ; tandis que, dans les lits inférieurs, la quantité de cette substance spathique et brillante surpasse quelquefois la première matière pierreuse. Dans cet état, la pierre est vive et résiste aux injures des éléments et du temps ; la gelée ne peut en altérer la solidité, au lieu que la pierre est morte dès qu'elle est privée de ce suc, qui seul entretient sa force de résistance à l'action des causes extérieures : aussi tombe-t-elle avec le temps en sables et en poussières qui ont besoin de nouveaux sucs pour se pétrifier.

On a prétendu que la cristallisation en rhombes était le caractère spécifique du spath calcaire, sans faire attention que certaines matières vitreuses ou métalliques et sans mélange de substance calcaire sont cristallisées de même en rhombes, et que d'ailleurs, quoique le spath calcaire semble affecter de préférence la figure rhomboïdale, il prend aussi des formes très-différentes ; et nos *cristallographes* en voulant emprunter des géomètres la manière dont un rhombe peut devenir un octaèdre, une pyramide, et même une lentille (parce qu'il se trouve du spath lenticulaire), n'ont fait que substituer des combinaisons idéales aux faits réels de la nature. Il en est de cette cristallisation en rhombes comme de toutes les autres : aucune ne fera jamais un caractère spécifique, parce que toutes varient pour ainsi dire à l'infini, et que non-seulement il n'y a guères de forme de cristallisation qui

ne soient communes à plusieurs substances de nature différente, mais que réciproquement il y a peu de substances de même nature qui n'offrent différentes formes de cristallisation; témoin la prodigieuse variété de formes des spaths calcaires eux-mêmes: en sorte qu'il serait plus que précaire d'établir des différences ou des ressemblances réelles et essentielles par ce caractère variable et presque accidentel.

Ayant examiné les banes de plusieurs collines de pierre calcaire, j'ai reconnu presque partout que le dernier banc, qui sert de base aux autres, et qui porte sur la glaise, contient une infinité de particules spathiques brillantes, et beaucoup de cristallisations de spath en assez grands morceaux; en sorte que le volume de ces dépôts du suc lapidifique est plus considérable que le volume de la première matière pierreuse déposée par les eaux de la mer. Si l'on sépare les parties spathiques, on voit que l'ancienne matière pierreuse n'est que du gravier calcaire, c'est-à-dire des détriments de pierre encore plus ancienne que celle de ce banc inférieur, qui néanmoins a été formé le premier dans ce lieu par les sédiments des eaux. Il y a donc eu d'autres rochers calcaires qui ont existé dans le sein de la mer avant la formation des rochers de nos collines, puisque les banes situés au-dessous de tous les autres banes ne sont pas simplement composés de coquilles, mais plutôt de gravier et d'autres débris de pierres déjà formées; il est même assez rare de trouver dans ce dernier temps quelques vestiges de coquilles, et il paraît que ce premier dépôt des sédiments ou du transport des eaux n'est qu'un banc de sable et de gravier calcaire sans mélange de coquilles, sur lequel les coquillages vivants se sont ensuite établis et ont laissé leurs dépouilles, qui bientôt auront été mêlées et recouvertes par d'autres débris pierreux amenés et déposés comme ceux du premier banc: car les coquilles, comme je viens de le dire, ne se trouvent pas dans tous les banes, mais seulement dans quelques-uns; et ces banes coquilleux sont pour ainsi dire interposés entre les autres banes, dont la pierre est uniquement composée de graviers et de détriments pierreux.

Par ces considérations, tirées de l'inspection même des objets, ne doit-on pas présumer, comme je l'ai ci-devant insinué, qu'il a fallu plus de temps à la nature que je n'en ai compté pour la formation de nos collines calcaires, puisqu'elles ne sont que les décombres immenses de ses premières constructions dans ce genre? Seulement on pourrait se persuader que les matériaux de ces anciens rochers, qui ont précédé les nôtres, n'avaient pas acquis dans l'eau de la mer la même dureté que celle de nos pierres, et que, par leur peu de consistance, ils auront été réduits en sable et transportés aisément par le mouvement des eaux; mais cela ne diminue que de très-peu l'énormité du temps, puisqu'il a fallu que ces coquillages se soient habitués et qu'ils aient vécu et se soient multipliés sans nombre, avant d'avoir péri sur les lits où leurs dépouilles gisent aujourd'hui en banes d'une si grande étendue et en masses aussi prodigieuses. Ceci même peut encore se prouver par les faits; car on trouve des banes entiers, quelquefois épais de plusieurs pieds, composés en totalité d'une seule espèce de coquillages, dont les dépouilles sont toutes couchées sur la même face et au même niveau. Cette régularité dans leur position,

et la présence d'une seule espèce à l'exclusion de toutes les autres, semblent démontrer que ces coquilles n'ont pas été amenées de loin par les eaux, mais que les bancs où elles se trouvent se sont formés sur le lieu même, puisqu'en supposant les coquilles transportées, elles se trouveraient mêlées d'autres coquilles, et placées irrégulièrement en tous sens avec les débris pierreux amenés en même temps, comme on le voit dans plusieurs autres couches de pierre. La plupart de nos collines ne sont donc pas formées par des dépôts successifs amenés par un mouvement uniforme et constant : il faut nécessairement admettre des repos dans ce grand travail, des intervalles considérables de temps entre les dates de la formation de chaque banc, pendant lesquels intervalles certaines espèces de coquillages auront habité, vécu, multiplié sur ce banc, et formé le lit coquilleux qui le surmonte; il faut accorder encore du temps pour que d'autres sédiments de graviers et de matières pierreuses aient été transportés et amenés par les eaux pour recouvrir ce dépôt de coquilles.

En ne considérant la nature qu'en général, nous avons dit que soixante-seize mille ans d'ancienneté suffisaient pour placer la suite de ses plus grands travaux sur le globe terrestre, et nous avons donné la raison pour laquelle nous nous sommes restreint à cette limite de durée, en avertissant qu'on pourrait la doubler, et même la quadrupler, si l'on voulait se trouver parfaitement à l'aise pour l'explication de tous les phénomènes. En effet, lorsqu'on examine en détail la composition de ces mêmes ouvrages, chaque point de cette analyse augmente la durée et recule les limites de ce temps, trop immense pour l'imagination, et néanmoins trop court pour notre jugement.

Au reste, la pétrification a pu se faire au fond de la mer tout aussi facilement qu'elle s'opère à la surface de la terre; les marbres qu'on a tirés sous l'eau vers les côtes de Provence, les albâtres de Malte, les pierres des Maldives, les rochers calcaires durs qui se trouvent sur la plupart des hauts-fonds dans toutes les mers, sont des témoins irrécusables de cette pétrification sous les eaux : le doute de quelques physiciens à cet égard était fondé sur ce que le suc pétrifiant se forme sous nos yeux par la stillation des eaux pluviales dans nos collines calcaires, dont les pierres ont acquis, par un long dessèchement, leur solidité et leur dureté; au lieu que, dans la mer, ils présumaient qu'étant toujours pénétrées d'humidité, ces mêmes pierres ne pouvaient acquérir le dernier degré de leur consistance. Mais, comme je viens de le dire, cette présomption est démentie par les faits : il y a des rochers au fond des eaux tout aussi durs que ceux de nos terres les plus sèches; les amas de graviers ou de coquilles, d'abord pénétrés d'humidité, et sans cesse baignés par les eaux, n'ont pas laissé de se durcir avec le temps par le seul rapprochement et la réunion de leurs parties solides; plus elles se seront rapprochées, plus elles auront exclu les parties humides; le suc pétrifiant, distillant continuellement de haut en bas, aura, comme dans nos rochers terrestres, achevé de remplir les interstices et les pores des bancs inférieurs de ces rochers sous-marins. On ne doit donc pas être étonné de trouver au fond des mers, à de très-grandes distances

de toute terre, de trouver, dis-je, avec la sonde, des graviers calcaires aussi durs, aussi pétrifiés, que nos graviers de la surface de la terre. En général, on peut assurer qu'il s'est fait, se fait, et se fera partout une conversion successive de coquilles en pierres, de pierres en graviers, et de graviers en pierres, selon que ces matières se trouvent remplies ou dénuées de cet extrait tiré de leur propre substance, qui seul peut achever l'ouvrage commencé par la force des affinités, et compléter celui de la pleine pétrification.

Et cet extrait sera lui-même d'autant plus pur et plus propre à former une masse plus solide et plus dure, qu'il aura passé par un plus grand nombre de filières : plus il aura subi de filtrations depuis le banc supérieur, plus ce liquide pétrifiant sera chargé de molécules denses, parce que la matière des bancs inférieurs étant déjà plus dense, il ne peut en détacher que des parties de même densité. Nous verrons dans la suite que c'est à de doubles et triples filtrations qu'on doit attribuer l'origine de plusieurs stalactites du genre vitreux; et quoique cela ne soit pas aussi apparent dans le genre calcaire, on voit néanmoins qu'il y a des spaths plus ou moins purs, et même plus ou moins durs, qui nous représentent les différentes qualités du suc pétrifiant, dont ils ne sont que le résidu, ou, pour mieux dire, la substance même cristallisée et séparée de son eau superflue.

Dans les collines dont les flancs sont ouverts par des carrières coupées à pic, l'on peut suivre les progrès et reconnaître les formes différentes de ce suc pétrifiant et pétrifié : on verra qu'il produit communément ces concrétions de même nature que la matière à travers laquelle il a filtré; si la colline est de craie et de pierre tendre sous la couche de terre végétale, l'eau, en passant dans cette première couche, et s'infiltrant ensuite dans la craie, en détachera et entraînera toutes les molécules dont elle pourra se charger, et elle les déposera aux environs de ces carrières en forme de concrétions branchues et quelquefois fistuleuses, dont la substance est composée de poudre calcaire mêlée avec de la terre végétale, et dont les masses réunies forment un tuf plus léger et moins dur que la pierre ordinaire. Ces tufs ne sont en effet que des amas de concrétions, où l'on ne voit ni fentes perpendiculaires ni délits horizontaux, où l'on ne trouve jamais de coquilles marines, mais souvent de petits coquillages terrestres et des impressions de plantes, particulièrement de celles qui croissent sur le terrain de la colline même; mais lorsque l'eau s'infiltré dans les bancs d'une pierre plus dure, il lui faut plus de temps pour en détacher des particules, parce qu'elles sont plus adhérentes et plus denses que dans la pierre tendre; et dès lors les concrétions formées par la réunion de ces particules denses, deviennent des congélations à peu près aussi solides que les pierres dont elles tirent leur origine; la plupart seront même à demi transparentes, parce qu'elles ne contiennent que peu de matières hétérogènes en comparaison des tufs et des concrétions impures dont nous venons de parler. Enfin, si l'eau filtre à travers les marbres et autres pierres les plus compactes et les plus pétrifiées, les congélations ou stalactites seront alors si pures, qu'elles auront la transparence du cristal. Dans tous les cas, l'eau dépose ce suc pierreux partout où elle peut s'arrê-

ter et demeurer en repos soit dans les fentes perpendiculaires, soit entre les couches horizontales des rochers : et, par ce long séjour entre ces couches, le liquide pétrifiant pénètre les bancs inférieurs et en augmente la densité.

On voit, par ce qui vient d'être exposé, que les pierres calcaires ne peuvent acquérir un certain degré de dureté qu'autant qu'elles sont pénétrées d'un suc déjà pierreceux ; qu'ordinairement les premières couches des montagnes calcaires sont de pierre tendre, parce qu'étant les plus élevées elles n'ont pu recevoir ce suc pétrifiant, et qu'au contraire elles l'ont fourni aux couches inférieures. Et lorsqu'on trouve de la pierre dure aux sommets des collines, on peut s'assurer, en considérant le local, que ces sommets de collines ont été, dans le commencement, surmontés d'autres bancs de pierre, lesquels ensuite ont été détruits. Cet effet est évident dans les collines isolées, elles sont toujours moins élevées que les montagnes voisines ; et, en prenant le niveau du banc supérieur de la colline isolée, on trouvera à la même hauteur, dans les collines, le banc correspondant et d'égale dureté surmonté de plusieurs autres bancs dont il a reçu les sucs pétrifiants, et par conséquent le degré de dureté qu'il a conservé jusqu'à ce jour. Nous avons expliqué comment les courants de la mer ont dû rabaisser les sommets de toutes les collines isolées ; et il n'y a eu nul changement, nulle altération, dans les couches de ces pierres depuis la retraite des mers, sinon dans celles où le banc supérieur s'est trouvé exposé aux injures de l'air, ou recouvert d'une trop petite épaisseur de terre végétale. Ce premier lit s'est en effet délité horizontalement et fendu verticalement ; et c'est là d'où l'on tire ces pierres calcaires dures et minces que l'on nomme *laves* en plusieurs provinces, et dont on se sert, au lieu de tuiles, pour couvrir les maisons rustiques (1) : mais, immédiatement au-dessous de ce lit de pierres minces, on retrouve les bancs solides et épais qui n'ont subi aucune altération, et qui sont encore tels qu'ils ont été formés par le transport et le dépôt des eaux de la mer.

En remontant de nos collines isolées aux carrières des hautes montagnes calcaires, dont les bancs supérieurs n'ont point été détruits, on observera partout que ces bancs supérieurs sont les plus minces, et que les inférieurs deviennent d'autant plus épais qu'ils sont situés plus bas. La cause de cette différence me paraît encore simple. Il faut considérer chaque banc de pierre comme composé de plusieurs petits lits stratifiés les uns sur les autres : or, à mesure que l'eau pénètre et descend à travers les masses de gravier et de craie, elle se charge de plus en plus des molécules qu'elle en détache ; et, dès qu'elle est arrêtée par un lit de pierre plus compacte, elle dépose sur ce lit une partie des molécules dont elle était chargée, et entraîne le reste dans les pores et jusqu'à la surface inférieure de ce lit, et même sur la surface supérieure du lit au-dessous. L'épaisseur des deux lits augmente donc en même temps, et leurs surfaces se rapprochent, pour ainsi dire, par l'addition de

(1) Il ne faut pas confondre ces pierres calcaires en *laves* avec les *laves* de grès feuilleté dont nous avons parlé ci-devant, et bien moins encore avec les véritables *laves volcaniques*, qui sont d'une tout autre nature.

cette nouvelle matière; enfin ces petits lits se joignent et ne forment plus qu'un seul et même lit qui se réunit de même à un troisième lit, en sorte que plus il y a de matière lapidifique amenée par la stillation des eaux, plus il se fait de réunion des petits lits, dont la somme fait l'épaisseur totale de chaque banc; et par conséquent cette épaisseur doit être plus grande dans les banes inférieurs que dans les supérieurs, puisque c'est aux dépens de ceux-ci que leurs joints se remplissent et que leurs surfaces se réunissent.

Pour reconnaître évidemment ce produit du travail de l'eau, il ne faut que fendre une pierre dans le sens de son lit de carrière : en la divisant horizontalement, on verra que les deux surfaces intérieures qu'on vient de séparer sont réciproquement hérissées d'un très-grand nombre de petits mamelons qui se correspondent alternativement, et qui ont été formés par le dépôt des stillations de l'eau; la pierre délitée dans ce sens présente une cassure spathique qui est partout convexe et concave, et comme onnée de petites éminences, au lieu que la cassure dans le sens vertical n'offre aucun de ces petits mamelons, mais le grain seul de la pierre.

Comme ce travail de l'eau chargée du suc pétrifiant a commencé de se faire sur les pierres calcaires dès les premiers temps de leur formation, et qu'il s'est fait sous les eaux par l'infiltration de l'eau de la mer, et sur la terre par la stillation des eaux pluviales, on ne doit pas être étonné de la grande quantité de matière spathique qui en est le produit : non-seulement cette matière a formé le ciment de tous les marbres et des autres pierres dures, mais elle a pénétré et pétrifié chaque particule de la craie et des autres détriments immédiats des coquilles, pour les convertir en pierre; elle a même formé de nouvelles pierres en grandes masses, telles que les albâtres, comme nous le prouverons dans l'article suivant. Souvent cette matière spathique s'est accumulée dans les fentes et les cavités des rochers, où elle se présente en petits volumes cristallisés, et quelquefois en bloes irréguliers, qui, par la finesse de leurs grains et le grand nombre de points brillants qu'ils offrent à la cassure, démontrent leur origine et leur composition toujours plus ou moins pure à mesure que cette matière spathique y est plus ou moins abondante.

Ce spath, cet extrait le plus pur des substances calcaires, est donc le ciment de toutes les pierres de ce genre, comme le suc cristallin, qui n'est qu'un extrait des matières vitreuses, est aussi le ciment de toutes les pierres vitreuses de seconde et de troisième formation; mais, indépendamment de ces deux ciments, chacun analogue aux substances qu'ils pénètrent, dont ils réunissent et consolident les parties intégrantes, il y a une autre sorte de *gluten* ou ciment commun aux matières calcaires et aux substances formées des débris de matières vitreuses, dont l'effet est encore plus prompt que celui du suc pétrifiant, calcaire ou vitreux. Ce *gluten* est le bitume, qui, dès le premier temps de la mort et de la décomposition des êtres organisés, s'est formé dans le sein de la terre, et a imprégné les eaux de la mer, où il se trouve quelquefois en grande quantité. Il y a de certaines plages voi-

sinces des côtes de la Sicile, près de Messine, et de celle de Cadix en Espagne (1), où l'on a observé qu'en moins d'un siècle les gravières, les petits cailloux, et les sables, de quelque nature qu'ils soient, se réunissent en grandes masses dures et solides, et dont la pétrification sous l'eau ne fait qu'augmenter et se consolider de plus en plus avec le temps. Nous en parlerons plus en détail lorsqu'il sera question des pierres mélangées de détriments calcaires et de débris vitreux; mais il est bon de reconnaître d'avance l'existence de ces trois *glutens* ou ciments différents, dont le premier et le second, c'est-à-dire le suc cristallin et le suc spathique, réunis au bitume, ont augmenté la dureté des pierres de ces deux genres lorsqu'elles se sont formées sous l'eau. Ce dernier ciment paraît être celui de la plupart des pierres schisteuses, dans lesquelles il est souvent assez abondant pour les rendre inflammables; et quoique la présence de ce ciment ne soit pas évidente dans les pierres calcaires, l'odeur qu'elles exhalent lorsqu'on les taille, indique qu'il est entré de la matière inflammable dans leur composition.

Mais revenons à notre objet principal; et, après avoir considéré la formation et la composition des pierres calcaires, suivons en détail l'examen des variétés de la nature dans leur décomposition. Après avoir vu les coupes perpendiculaires des rochers dans les carrières, il faut aussi jeter un coup d'œil sur les pierres errantes qui s'en sont détachées, et dont il y a trois espèces assez remarquables. Les pierres de la première sorte sont des blocs informes qui se trouvent communément sur la pente des collines et jusque dans les vallons; le grain de ces pierres est fin et semé de points brillants, sans aucun mélange ni vestige de coquilles: l'une des surfaces de ces blocs est hérissée de mamelons assez longs, la plupart figurés en cannelures et comme travaillés de main d'homme, tandis que les autres surfaces sont unies. On reconnaît donc évidemment le travail de l'eau sur ces blocs, dont la surface cannelée portait horizontalement sur le banc duquel ils ont été détachés: leur composition n'est qu'un amas de congélations grossières, faites par les stillations de l'eau à travers une matière calcaire tout aussi grossière.

Les pierres de la seconde sorte ne sont pas des blocs informes; ils affectent au contraire des figures presque régulières. Ces blocs ne se trouvent pas communément sur la pente des collines ni dans leurs vallons, mais plutôt dans les plaines au-dessus des montagnes calcaires, et la substance dont ils sont composés est ordinairement blanche: les uns sont irrégulièrement sphériques ou elliptiques, les autres hémisphériques; et quelquefois on en trouve qui sont étroits dans leur

(1) Cadix est situé dans une presqu'île, sur des rochers, où vient se briser la mer. Ces rochers sont un mélange de différentes matières, comme marbre, quartz, spath, cailloux et coquilles réduites en mortier avec le sable et le gluten ou bitume de la mer, lequel est si puissant dans cet endroit, que l'on observe dans les décombres qu'on y jette, que les briques, les pierres, le sable, le plâtre, les coquilles, etc., se trouvent, après un certain temps, si bien unis et attachés ensemble, que le tout ne paraît qu'un morceau de pierre. (*Histoire naturelle d'Espagne*, par M. Bowles.)

M. le prince de Pignatelli d'Egmont, amateur très-éclairé de toutes les grandes et belles connaissances, a eu la bonté de me donner pour le Cabinet du Roi, un morceau de cette même nature, tiré sur le rivage de la mer de Sicile, où cette pétrification s'opère en très-peu de temps. Fazelli, de *Rebus siculis*, attribue à l'eau du détroit de Charybde cette propriété de cimenter le gravier de ses rivages.

milieu, et qui ressemblent à deux moitiés de sphère réunies par un collet. Ces sortes de blocs figurés présentent encore la forme de la substance des *astroïtes*, *cerveaux de mer*, etc., dont ils ne sont que les masses entières ou les fragments; leurs rides et leurs pores ont été remplis d'une matière blanche toute semblable à celle des productions marines. Les stries et les étoiles que l'on voit à la surface de plusieurs de ces blocs ne laissent aucun doute sur la première nature de ces pierres, qui n'étaient d'abord que des masses coquilleuses produites par les polypes et autres animaux de même genre, et qui, dans la suite, par l'addition et la pénétration du suc extrait de ces mêmes substances, sont devenues des pierres solides et même sonores.

La troisième espèce de ces pierres en blocs et en débris se trouve, comme la première, sur la pente des montagnes calcaires, et même dans leurs vallons; ces pierres sont plates comme le moellon commun, et presque toujours renflées dans leur milieu, et plus minces sur les bords, comme sont les galets; toutes sont colorées de gris foncé ou de bleu dans cette partie du milieu qui est toujours environnée d'une substance pierreuse blanchâtre, qui sert d'enveloppe à tous ces noyaux colorés (1), et qui a été formée postérieurement à ces noyaux: néanmoins ils ne paraissent pas être d'une formation aussi ancienne que ceux de la seconde sorte; car ils ne contiennent point de coquilles: leur couleur et les points brillants dont leur substance est parsemée, indiquent qu'ils ont d'abord été formés par une matière pierreuse imprégnée de fer ou de quelque autre minéral qui les a colorés, et qu'après avoir été séparés des roches où ils se sont formés, ils ont été roulés et aplatis en forme de galets, et qu'enfin ce n'est qu'après tous ces mouvements et ces altérations, qu'ils ont été saisis de nouveau par le liquide pétrifiant qui les a tous enveloppés séparément, et quelquefois réunis ensemble; car on trouve de ces pierres à noyau coloré non-seulement en gros blocs, mais même en grands bancs de carrières, qui toutes sont situées sur la pente et au pied des montagnes ou collines calcaires, dont ces blocs ne sont que les plus anciens débris.

On trouve encore sur les pentes douces des collines calcaires, dans les champs cultivés, une grande quantité de pétrifications de coquilles et de crustacés entières et bien conservées, que le choc de la charrue a détachées et enlevées du premier banc qui git immédiatement sous la couche de terre végétale. Cela s'observe dans tous les lieux où ce premier banc est d'une pierre tendre et glisse. Les morceaux de moellon que le soc enlève se réduisent en gravier et en poussière au bout de

(1) Aux bords de l'Albarine, surtout près de Saint-Denis, il y a une immensité de cailloux roulés (qui sont bien de terre calcaire, puisqu'on en fait de très-bonne chaux); ils ont une croûte blanche à peu près concentrique, et un noyau d'un beau gris bleu. Le hasard ne peut avoir fait que des fragments de blocs mêlés se soient usés et arrondis concentriquement suivant leurs couleurs: quelle peut donc être la formation de ces cailloux? (*Lettre de M. de Morveau à M. le comte de Buffon*, datée de Bourg-en-Bresse, le 22 septembre 1778.)

Je puis ajouter que, dans presque tous les pays dont les collines sont composées de pierres calcaires, il se trouve de ces pierres dont l'intérieur, plus anciennement formé que l'extérieur, est teint de gris ou de bleu, tandis que les couches supérieures et inférieures sont blanches: ces pierres sont en moellons plats, et il ne leur manque, pour ressembler entièrement aux prétendus cailloux du Rhône, que d'avoir été roulés.

quelques années d'exposition à l'air, et laissent à découvert les pétrifications qu'ils contenaient, et qui étaient auparavant enveloppées dans la matière pierreuse : preuve évidente que ces pétrifications sont plus dures et plus solides que la matière qui les environnait, et que la décomposition de la coquille a augmenté la densité de la portion de cette matière qui en a rempli la capacité intérieure; car ces pétrifications en forme de coquilles, quoique exposées à la gelée et à toutes les injures de l'air, y ont résisté sans se fendre ni s'égrener, tandis que les autres morceaux de pierre enlevés du même banc, ne peuvent subir une seule fois l'action de la gelée sans s'égrener ou se diviser en écailles. On doit donc, dans ce cas, regarder la décomposition de la coquille comme la substance spathique qui a augmenté la densité de la matière pierreuse, contenue et moulée dans son intérieur, laquelle, sans cette addition de substance tirée de la coquille même, n'aurait pas eu plus de solidité que la pierre environnante. Cette remarque vient à l'appui de toutes les observations par lesquelles on peut démontrer que l'origine des pierres en général, et de la matière spathique en particulier, doit être rapportée à la décomposition des coquilles par l'intermède de l'eau. J'ai de plus observé que l'on trouve assez communément une espèce de pétrification dominante dans chaque endroit, et plus abondante qu'aucune autre: il y aura par exemple, des milliers de cœurs de bœuf (*bucardites*) dans un canton, des milliers de cornes d'ammon dans un autre, autant d'oursins dans un troisième, souvent seuls, ou tout au plus accompagnés d'autres espèces en très-petit nombre; ce qui prouve encore que la matière des bancs où se trouvent ces pétrifications n'a pas été amenée et transportée confusément par le mouvement des eaux, mais que certains coquillages se sont rétablis sur le lit inférieur, et qu'après y avoir vécu et s'être multipliés en grand nombre, ils y ont laissé leurs dépouilles.

L'on trouve encore, sur la pente des collines calcaires, de gros blocs de pierres calcaires grossières, enterrées à une petite profondeur, qu'on appelle vulgairement des *pierres à four*, parce qu'elles résistent sans se fendre aux feux de nos fours et fourneaux, tandis que toutes les autres pierres qui résistent à la gelée et au plus grand froid, ne peuvent supporter ce même degré de feu sans s'éclater avec bruit. Communément les pierres légères, poreuses et gelisses, peuvent être chauffées jusqu'au point de se convertir en chaux sans se casser, tandis que les plus pesantes et les plus dures, sur lesquelles la gelée ne fait aucune impression, ne peuvent supporter la première action de ce même feu. Or notre pierre à four est composée de gros graviers calcaires détachés des rochers supérieurs, et qui, se trouvant recouverts par une couche végétale, se sont fortement agglutinés par leurs angles sans se joindre de près, et ont laissé entre eux des intervalles que la matière spathique n'a pas remplis. Cette pierre criblée de petits vides n'est en effet qu'un amas de graviers durs, dont la plupart sont colorés de jaune ou de rougeâtre, et dont la réunion ne paraît pas s'être faite par le suc spathique; car on n'y voit aucun de ces points brillants qui le décèlent dans les autres pierres auxquelles il sert de ciment. Celui qui lie les grains de ce gros gravier de la pierre à four n'est pas appa-

rent, et peut-être est-il d'une autre nature ou en moindre quantité que le ciment spathique : on pourrait croire que c'est un extrait de la matière ferrugineuse qui a lié les grains en même temps qu'elle leur a donné la couleur (1) ; ou bien ce ciment, qui n'a pu se former que par la filtration de l'eau pluviale à travers la couche de terre végétale, est un produit de ces mêmes parties ferrugineuses et pyriteuses provenant de la dissolution des pyrites qui se sont effleurées par l'humidité dans cette terre végétale ; car cette pierre à four, lorsqu'on la travaille, répand une odeur de soufre encore plus forte que celle des autres pierres. Quoi qu'il en soit, cette pierre à four, dont les grains sont gros et pesants, et dont la masse est néanmoins assez légère par la grandeur de ses vides, résiste sans se fendre au feu où les autres s'éclatent subitement : aussi l'emploie-t-on de préférence pour les âtres des fourneaux, les gueules de four, les contre-cœurs de cheminées, etc.

Enfin l'on trouve, au pied et sur la pente douce des collines calcaires, d'autres amas de gravier ou d'un sable plus fin, dans lesquels il s'est formé plusieurs lits de pierres inclinées suivant la pente du terrain, et qui se délitent très-aisément selon cette même inclinaison. Ces pierres ne contiennent point de coquilles, et sont évidemment d'une formation nouvelle ; leurs banes inclinés n'ont guère plus d'un pied d'épaisseur et se divisent aisément en moellons plats, dont les deux surfaces sont unies. Ces pierres parasites ont été nouvellement formées par l'agrégation de ces sables ou graviers, et elles ne sont ni dures ni pesantes, parce qu'elles n'ont pas été pénétrées du suc pétrifiant, comme les pierres anciennes qui sont posées sous des banes d'autres pierres.

La dureté, la pesanteur et la résistance à l'action de la gelée, dans les pierres, dépendent donc principalement de la grande quantité de suc lapidifique dont elles sont pénétrées ; leur résistance au feu suppose au contraire des pores très-ouverts, et même d'assez grands vides entre leurs parties constituantes : néanmoins plus les pierres sont denses, plus il faut de temps pour les convertir en chaux. Ce n'est donc pas que la pierre à four se calcine plus difficilement que les autres ; ce n'est pas qu'elle ne se réduise également en chaux ; mais c'est parce qu'elle se calcine sans se fendre, sans s'écailler ni tomber en fragments, qu'elle a de l'avantage sur les autres pierres pour être employée aux fours et aux fourneaux : et il est aisé de voir pourquoi ces pierres en se calcinant ne se divisent ni ne s'égrènent ; cela vient de ce que les vides, disséminés en grand nombre dans toute leur masse, donnent à chaque grain dilaté par la chaleur, la facilité de se gonfler, s'étendre et occuper plus d'espace, sans forcer les autres grains à céder leur place, au lieu que, dans les pierres pleines, la dilatation causée par la chaleur ne peut renfler les grains sans faire fendre la masse en d'autant plus d'endroits qu'elle sera plus solide.

Ordinairement les pierres tendres sont blanches, et celles qui sont plus dures ont des teintes de quelques couleurs ; les grises et les jaunâtres, celles qui ont une nuance de rouge, de bleu, de vert, doivent toutes ces couleurs au fer ou à quelque

(1) Il me semble qu'on pourrait rapporter à notre pierre à four celle qu'on nomme *roussier* en Normandie.

autre minéral qui est entré dans leur composition; et c'est surtout dans les marbres que l'on voit toutes les variétés possibles des plus belles couleurs: les minéraux métalliques ont teint et imprégné la substance de toutes ces pierres colorées dès le premier temps de leur formation; car la pierre rousse même, dont on attribue la couleur aux parties ferrugineuses de la couche végétale, se trouve souvent fort au-dessous de cette couche, et surmontée de plusieurs bancs qui n'ont point de couleur.

Il en est de même de la plupart des marbres colorés: c'est dans le temps de leur formation et de leur première pétrification qu'ils ont reçu leurs couleurs par le mélange du fer ou de quelque autre minéral; et ce n'est que dans des cas particuliers et par des circonstances locales, que certaines pierres ont été colorées par la stillation des eaux à travers la terre végétale.

Les couleurs, surtout celles qui sont vives ou foncées, appartiennent donc aux marnes et aux autres pierres calcaires d'ancienne formation, et, lorsqu'elles se trouvent dans des pierres de seconde et de troisième formation, c'est qu'elles y ont été entraînées avec la matière même de ces pierres par la stillation des eaux. Nous avons déjà parlé de ces carrières en lieu bas qui se sont formées aux dépens des rochers plus élevés; les pierres en sont communément blanches, et il n'y a que celles qui sont mêlées d'une petite quantité d'argile ou de terre végétale qui soient colorées de jaune ou de gris. Ces carrières de nouvelle formation sont très-communes dans les vallées et dans le voisinage des grandes rivières, et il est aisé d'en reconnaître l'origine et de suivre les progrès de leur établissement depuis le sommet des montagnes calcaires jusqu'aux plaines les plus basses.

On trouve quelquefois dans ces carrières de nouvelle formation des lits d'une pierre aussi dure que celle des bancs anciens dont elle tire son origine; cela dépend, dans ces nouvelles carrières comme dans les anciennes, de l'épaisseur des lits superposés: les inférieurs, recevant le suc pierreux des lits supérieurs, prendront tous les degrés de dureté et de densité à mesure qu'ils en seront pénétrés; mais les pierres qui se trouvent dans les plaines ou dans les vallées voisines des grandes rivières, disposées en lits horizontaux ou inclinés, n'ont été formées que des sédiments de craie ou de poussière de pierre qui primitivement ont été détachés des rochers et atténués par le mouvement et l'impression de l'eau. Ce sont les torrents, les ruisseaux et toutes les eaux courantes sur la terre découverte, qui ont amené ces poudres calcaires dans les vallées et les plaines, et qui souvent y ont mêlé des substances de toute nature. On ne trouve jamais de coquilles marines dans ces pierres, mais souvent des coquilles fluviatiles et terrestres (1): on y a

(1) La pierre qu'on tire à peu de distance de la Seine, près de l'Hôpital général de Paris, et dont j'ai parlé plus haut, est remplie de petites vis, qui sont communes dans les ruisseaux d'eau vive: cette pierre de la Seine ressemble à peu près aux pierres que l'on tire dans les vallées, entre la Saône et la Vingeanne, auprès du village de Talmay en Bourgogne. Je cite ce dernier exemple, parce qu'il démontre évidemment que la matière de ces lits de pierres a été amenée de loin, parce qu'il n'y a aucune montagne calcaire qu'à environ une lieue de distance.

même trouvé des morceaux de fer (1) et de bois (2), travaillés de main d'homme; nous avons vu du charbon de bois dans quelquesunes de ces pierres : ainsi l'on ne peut douter que toutes les carrières en lieu bas ne soient d'une formation moderne, qu'on doit dater depuis que nos continents, déjà découverts, ont été exposés aux dégradations de leurs parties, même les plus solides, par la gelée et par les autres injures des éléments humides. Au reste, toutes les pierres de ces basses carrières ne présentent qu'un grain plus ou moins fin, et très-peu de ces points brillants qui indiquent la présence de la matière spathique : aussi sont-elles ordinairement plus légères et moins dures que la pierre des hautes carrières, dans lesquelles les bancs inférieurs sont de la plus grande densité.

Et cette matière spathique, qui remplit tous les vides et s'étend dans les délités et dans les couches horizontales des bancs de pierre, s'accumule aussi le long de leurs fentes perpendiculaires : elle commence par en tapisser les parois, et peu à peu elle les recouvre d'une épaisseur considérable de couches additionnelles et successives; elle y forme des mamelons, des stries, des cannelures creuses et saillantes, qui souvent descendent d'en haut jusqu'au point le plus bas, où elle se réunit en congélations, et finit par remplir quelquefois en entier la fente qui séparait auparavant les deux parties du rocher. Cette matière spathique qui s'accumule dans les cavités et les fentes des rochers, n'est pas ordinairement du spath pur, mais mélangé de parties pierreuses plus grossières et opaques; on y reconnaît seulement le spath par les points brillants qui se trouvent en plus ou moins grande quantité dans ces congélations.

Et lorsque ces points brillants se multiplient, lorsqu'ils deviennent plus gros et plus distincts, ils ressemblent par leur forme à des grains de sel marin : aussi les ouvriers donnent aux pierres revêtues de ces cristallisations spathiques, le nom impropre de *Pierre de sel*. Ce ne sont pas toujours les pierres les plus dures ni celles qui sont composées de gravier, mais celles qui contiennent une très-grande quantité de coquilles et de pointes d'oursins, qui offrent cette espèce de cristallisation en forme de grains de sel; et l'on peut observer qu'elle paraît être toujours en plus gros grains sur la surface qu'à l'intérieur des pierres, parce que les grains dans l'intérieur sont toujours liés ensemble.

Ce suc pétrifiant qui pénètre les pierres des bancs inférieurs, qui en remplit les cavités, les joints horizontaux et les fentes perpendiculaires, ne provenant que de

(1) Le sieur Dumoutier, maître maçon à Paris, m'a assuré qu'il y a quelques années il avait trouvé dans un bloc de pierre dite de *Saint-Leu*, laquelle ne se tire qu'à la surface de la terre, c'est-à-dire à quelques pieds de profondeur, un corps cylindrique qui lui paraissait être une pétrification, parce qu'il était incrusté de matières pierreuses; mais que, l'ayant nettoyé avec soin, il reconnut que c'était vraiment un canon de pistolet, c'est-à-dire du fer.

(2) Dans un bloc de pierre de plusieurs pieds de longueur sur une épaisseur d'environ un pied ou quinze pouces, tiré des carrières du faubourg Saint-Marceau à Paris, l'ouvrier tailleur de pierre s'aperçut, en la sciant, que sa scie poussait au dehors une matière noire, qu'il jugea être des débris de bois pourri. En effet, la pierre ayant été séparée en deux blocs, il trouva qu'elle renfermait, dans son intérieur, un morceau de bois de près de deux pouces d'épaisseur sur six à sept pouces de longueur, lequel était en partie pourri et sans aucun indice de pétrification.

la décomposition de la matière des banes supérieurs, doit, en s'en séparant, y causer une altération sensible : aussi remarque-t-on dans la pierre des premiers banes des carrières, qu'elle a éprouvé des dégradations ; on n'y voit qu'un très-petit nombre de points brillants ; elle se divise en petits morceaux irréguliers, minces, assez légers, et qui se brisent aisément. L'eau, en passant par ces premiers banes, a donc enlevé les éléments du ciment spathique qui liait les parties de la pierre, et en même temps elle en a détaché une grande quantité d'autre matière pierreuse plus grossière ; et c'est de ce mélange qu'ont été composées toutes les congélations opaques qui remplissent les cavités des rochers : mais lorsque l'eau chargée de cette même matière passe à travers un second filtre en pénétrant la pierre des bancs inférieurs, dont le tissu est plus serré, elle abandonne et dépose en chemin ces parties grossières, et alors les stalactites qu'elle forme sont du vrai spath pur, homogène et transparent. Nous verrons ci-après que, dans les pierres vitreuses comme dans les calcaires, la pureté des congélations dépend du nombre des filtrations qu'elles ont subies, et de la ténuité des pores dans les matières qui ont servi de filtre.

DE L'ALBÂTRE.

Cet albâtre, auquel les poètes ont si souvent comparé la blancheur de nos belles, est tout une autre matière que l'albâtre dont nous allons parler ; ce n'est qu'une substance gypseuse, une espèce de plâtre très-blanc, au lieu que le véritable albâtre est une matière purement calcaire, plus souvent colorée que blanche, et qui est plus dure que le plâtre, mais en même temps plus tendre que le marbre. Les couleurs les plus ordinaires des albâtres sont le blancâtre, le jaune et le rougeâtre ; on en trouve aussi qui sont mêlés de gris et de brun ou noirâtre : souvent ils sont teints de deux de ces couleurs, quelquefois de trois, rarement de quatre ou cinq. L'on verra qu'ils peuvent recevoir toutes les nuances de couleur qui se trouvent dans les marbres sous la masse desquels ils se forment.

L'albâtre d'Italie est un des plus beaux ; il porte un grand nombre de taches d'un rouge foncé sur un fond jaunâtre, et il n'a de transparence que dans quelques petites parties. Celui de Malte est jaunâtre mêlé de gris et de noirâtre, et l'on y voit aussi quelques parties transparentes. Les albâtres que les Italiens appellent *agatés*, sont ceux qui ont le plus de transparence, et qui ressemblent aux agates par la disposition des couleurs. Il y en a même que l'on appelle *albâtre onyx*, parce qu'il présente des cercles concentriques de différentes couleurs. On connaît aussi des albâtres herborisés, et ces herborisations sont ordinairement brunes ou noires. *Volterra* est l'endroit de l'Italie le plus renommé par ses albâtres ; on y en compte plus de vingt variétés différentes par les degrés de transparence et les nuances de cou-

leurs. Il y en a de blancs à reflets diaphanes, avec quelques veines noires et opaques, et d'autres qui sont absolument opaques et de couleur assez terne, avec des taches noires et des herborisations branchues.

Tous les albâtres sont susceptibles d'un poli plus ou moins brillant : mais on ne peut polir les albâtres tendres qu'avec des matières encore plus tendres, et surtout avec de la cire ; et quoiqu'il y en ait d'assez durs à Volterra et dans quelques autres endroits d'Italie, on assure cependant qu'ils le sont moins que l'albâtre de Perse et de quelques autres contrées de l'Orient.

L'on ne doit donc pas se persuader avec le vulgaire que l'albâtre soit toujours blanc, quoique cela ait passé parmi nous en proverbe. Ce qui a donné lieu à cette méprise, c'est que la plupart des artistes, et même quelques chimistes, ont confondu deux matières, et donné, comme les poètes, le nom d'*albâtre* à une sorte de plâtre très-tendre et d'une grande blancheur, tandis que les naturalistes n'ont appliqué ce nom d'*albâtre* qu'à une matière calcaire qui se dissout par les acides et se convertit en chaux au même degré de chaleur que la pierre : les acides ne font au contraire aucune impression sur cette autre matière blanche qui est du vrai plâtre ; et Pline avait bien indiqué notre albâtre calcaire en disant qu'il est de couleur de miel.

Etant descendu, en 1740, dans les grottes d'Arcy-sur-Cure, près de Vermanton, je pris dès lors une idée nette de la formation de l'albâtre, par l'inspection des grandes stalactites en tuyaux, en colonnes, et en nappes, dont ces grottes, qui ne paraissent être que d'anciennes carrières, sont incrustées et en partie remplies. La colline dans laquelle se trouvent ces anciennes carrières a été attaquée par le flanc à une petite hauteur au-dessus de la rivière de Cure ; et l'on peut juger, par la grande étendue des excavations, de l'immense quantité de pierres à bâtir qui en ont été tirées : on voit en quelques endroits les marques des coups de marteau qui en ont tranché les blocs. Ainsi l'on ne peut douter que ces grottes, quelque grandes qu'elles soient, ne doivent leur origine au travail de l'homme ; et ce travail est bien ancien, puisque dans ces mêmes carrières, abandonnées depuis longtemps, il s'est formé des masses très-considérables, dont le volume augmente encore chaque jour par l'addition de nouvelles concrétions formées, comme les premières, par la stillation des eaux : elles ont filtré dans les joints des bancs calcaires qui surmontent ces excavations et leur servent de voûtes ; ces bancs sont superposés horizontalement, et forment toute l'épaisseur et la hauteur de la colline, dont la surface est couverte de terre végétale : l'eau des pluies passe donc d'abord à travers cette couche de terre, et en prend la couleur jaune ou rougeâtre : ensuite elle pénètre dans les joints et les fentes de ces bancs, où elle se charge des molécules pierreuses qu'elle en détache, et enfin elle arrive au-dessous du dernier banc, et suinte en s'attachant aux parois de la voûte, ou tombe goutte à goutte dans l'excavation.

Et cette eau chargée de matière pierreuse forme d'abord des stalactites qui pendent de la voûte, qui grossissent et s'allongent successivement par des couches

additionnelles, et prennent en même temps plus de solidité à mesure qu'il arrive de nouveaux sucs pierreux (1). Lorsque ces sucs sont très-abondants, ou qu'ils sont trop liquides, la stalactite supérieure attachée à la voûte laisse tomber par gouttes cette matière superflue, qui forme, sur le sol, des conerétions de même nature, lesquelles grossissent, s'élèvent et se joignent enfin à la stalactite supérieure, en sorte qu'elles forment par leur réunion une espèce de colonne d'autant plus solide et plus grosse qu'elle s'est faite en plus de temps; car le liquide pierreux augmente ici également le volume et la masse en se déposant sur les surfaces et pénétrant l'intérieur de ces stalactites, lesquelles sont d'abord légères et friables et acquièrent ensuite de la solidité par l'addition de cette même matière pierreuse qui en remplit les pores; et ce n'est qu'alors que ces masses conerètes prennent la nature et le nom d'albâtre: elles se présentent en colonnes cylindriques, en cônes plus ou moins obtus, en euls-de-lampe, en tuyaux, et aussi en incrustations figurées contre les parois verticales ou inclinées de ces excavations, et en nappes déliées ou en tables épaisses et assez étendues sur le sol; il paraît même que cette conerétion spathique, qui est la première ébauche de l'albâtre, se forme aussi à la surface de l'eau stagnante dans ces grottes, d'abord comme une pellicule mince, qui peu à peu prend de l'épaisseur et de la consistance, et présente par la suite une espèce de voûte qui couvre la cavité ou encore pleine ou épuisée d'eau. Toutes ces masses conerètes sont de même nature; je m'en suis assuré en faisant tirer et enlever quelques bloes des unes et des autres pour les faire travailler et polir par des ouvriers accoutumés à travailler le marbre: ils reconnurent avec moi que c'était du véritable albâtre, qui ne différait des plus beaux albâtres qu'en ce qu'il est d'un jaune un peu plus pâle et d'un poli moins vif; mais la composition de la matière, et sa disposition par ondes ou veines circulaires, est absolument la même (2).

(1) L'auteur du *Traité des pétrifications*, qui a vu une grotte près de Neufchâtel, nommée *Trois-Ros*, a remarqué que l'eau, qui coule lentement par diverses fentes du roc, s'arrête pendant quelque temps en forme de gouttes au haut d'une espèce de voûte formée par les bancs du rocher: là, de petites molécules cristallines, que l'eau entraîne en passant à travers les bancs, se lient par leurs côtés pendant que la goutte demeure suspendue et y forme de petits tuyaux, à mesure que l'air s'échappe par la partie inférieure de la petite bulle qu'il formait dans la goutte d'eau: ces tuyaux s'allongent peu à peu en grossissant, par une accession continuelle de nouvelle matière; puis ils se remplissent; de sorte que les cylindres qui en résultent sont ordinairement arrondis vers le bout d'en bas, tandis qu'ils sont encore suspendus au rocher: mais dès qu'ils s'unissent avec les particules cristallines, qui tombent plus vite et forment un sédiment à plusieurs couches au bas de la grotte, ils ressemblent alors à des arbres qui du bas s'élèvent jusqu'au comble de la voûte.

Ces cylindres acquièrent un plus grand diamètre en bas par le moyen de la nouvelle matière qui coule le long de leur superficie, et ils deviennent souvent raboteux, à cause des particules cristallines qui s'y arrêtent en tombant dessus, comme une pluie menue, lorsque l'eau abonde plus qu'à l'ordinaire dans l'entre-deux des rochers: la configuration intérieure de leur masse, faite à rayons et à couches concentriques, et quelquefois différemment colorées par une petite quantité de terre fine qui s'y mêle et les rend semblables aux aubiers des arbres, jointe aux circonstances dont on vient de parler, peut tromper les plus éclairés.

Il se forme aussi plusieurs autres masses plus ou moins régulières de *stalactites* dans des cavernes de pierre à chaux et de marbre: ces masses ne diffèrent entre elles, par rapport à leur matière, que par le plus grand ou le moindre mélange de terre fine de différentes couleurs que l'eau enlève souvent du roc même avec les particules cristallines, ou qu'elle amène des couches de terre supérieures aux roches dans les couches de stalactite. (*Traité des pétrifications*, in-4°. Paris, 1742, pag. 4 et suiv.)

(2) Lorsque l'on scie transversalement une grosse stalactite ou colonne d'albâtre, on voit, sur la tranche, les couches circulaires dont la stalactite est formée; mais si on la scie sur sa longueur, l'albâtre ne présente que des veines longitudinales, en sorte que le même albâtre paraît être différent, selon le sens dans lequel on le travaille.

Ainsi tous les albâtres doivent leur origine aux concrétions produites par l'infiltration des eaux à travers les matières calcaires : plus les banes de ces matières sont épais et durs, plus les albâtres qui en proviennent seront solides à l'intérieur et brillants au poli. L'albâtre qu'on appelle oriental ne porte ce nom que parce qu'il a le grain plus fin, les couleurs plus fortes, et le poli plus vif que les autres albâtres ; et l'on trouve en Italie, en Sicile, à Malte et même en France (1), de ces albâtres qu'on peut nommer orientaux par la beauté de leurs couleurs et l'éclat de leur poli : mais leur origine et leur formation sont les mêmes que celles des albâtres communs, et leurs différences ne doivent être attribuées qu'à la qualité différente des pierres calcaires qui en ont fourni la matière. Si cette pierre s'est trouvée dure, compacte et d'un grain fin, l'eau ne pouvant la pénétrer qu'avec beaucoup de temps, elle ne se chargera que de molécules très-fines et très-denses, qui formeront des concrétions plus pesantes et d'un grain plus fin que celui des stalactites produites par des pierres plus grossières ; en sorte qu'il doit se trouver dans ces concrétions, ainsi que dans les albâtres, de grandes variétés, tant pour la densité que pour la finesse du grain et l'éclat du poli.

La matière pierreuse que l'eau détache en s'infiltrant dans les banes calcaires, est quelquefois si pure et si homogène, que les stalactites qui en résultent sont sans couleurs et transparentes, avec une figure de cristallisation régulière ; ce sont ordinairement de petites colonnes à pans, terminées par des pyramides triangulaires, et ces colonnes se cassent toujours obliquement. Cette matière est le spath, et les concrétions qui en contiennent une grande quantité forment des albâtres plus transparents que les autres, mais qui sont en même temps plus difficiles à travailler.

Il ne faut pas bien des siècles, ni même un très-grand nombre d'années, comme on pourrait le croire, pour former les albâtres : on voit croître les stalactites en assez peu de temps ; on les voit se grouper, se joindre, et s'étendre pour ne former que des masses communes, en sorte qu'en moins d'un siècle, elles augmentent peut-être du double de leur volume. Étant descendu, en 1739, dans les mêmes grottes d'Arcy pour la seconde fois, c'est-à-dire dix-neuf ans après ma première visite, je trouvai cette augmentation de volume très-sensible et plus considérable que je ne l'avais imaginé : il n'était plus possible de passer dans les mêmes défilés par lesquels j'avais passé en 1740 ; les routes étaient devenues trop étroites ou trop basses, les cônes et les cylindres s'étaient allongés ; les incrustations s'étaient épaissies ; et je jugeai qu'en supposant égale l'augmentation successive de ces concrétions, il ne faudrait peut-être pas deux siècles pour achever de remplir la plus grande partie de ces excavations.

L'albâtre est donc une matière qui, se produisant et croissant chaque jour, pour-

(1) On trouve à deux lieues de Mâcon, du côté du midi, une grande carrière d'albâtre très-beau et très-bien coloré, qui a beaucoup de transparence en plusieurs endroits ; cette carrière est située dans la montagne que l'on appelle *Solutrie*, dans laquelle il s'est fait un éboulement considérable par son propre poids. (Note communiquée par M. Dumorcey.)

rait, comme le bois, se mettre pour ainsi dire en coupes réglées à deux ou trois siècles de distance; car, en supposant qu'on fit aujourd'hui l'extraction de tout l'albâtre contenu dans quelques-unes des cavités qui en sont remplies, il est certain que ces mêmes cavités se rempliraient de nouveau d'une matière toute semblable, par les mêmes moyens de l'infiltration et du dépôt des eaux gouttières qui passent à travers les couches supérieures de la terre et les joints des bancs calcaires.

Au reste, cet accroissement des stalactites, qui est très-sensible et même prompt dans certaines grottes, est quelquefois très-lent dans d'autres. « Il y a près de vingt ans, dit M. l'abbé de Sauvages, que je cassai plusieurs stalactites dans une grotte où personne n'avait encore touché; à peine se sont-elles allongées aujourd'hui de cinq ou six lignes : on en voit couler des gouttes d'eau chargées de suc pierreux, et le cours n'en est interrompu que dans les temps de sécheresse. » Ainsi la formation de ces conerétions dépend non-seulement de la continuité de la stillation des eaux, mais encore de la qualité des rochers et de la quantité de particules pierreuses qu'elles en peuvent détacher. Si les rochers ou bancs supérieurs sont d'une pierre très-dure, les stalactites auront le grain très-fin et seront longtemps à se former et à croître; elles croîtront au contraire en d'autant moins de temps que les bancs supérieurs seront de matières plus tendres et plus poreuses, telles que sont la craie, la pierre tendre et la marne.

La plupart des albâtres se décomposent à l'air, peut-être en moins de temps qu'il n'en faut pour les former. « La pierre dont on se sert à Venise pour la construction des palais et des églises, est une pierre calcaire blanche qu'on tire d'Istria, parmi laquelle il y a beaucoup de stalactites d'un tissu compacte, et souvent d'un diamètre deux fois plus grand que celui du corps d'un homme très-gros : ces stalactites se forment en grande abondance dans les voûtes souterraines des montagnes calcaires du pays. Ces pierres se décomposent si facilement, que l'on vit, il y a quelques années, à l'entablement supérieur de la façade d'une belle église neuve, bâtie de cette pierre, plusieurs grandes stalactites qui s'étaient formées successivement par l'égouttement lent des eaux qui avaient séjourné sur cet entablement. C'est de la même manière qu'elles se forment dans les souterrains des montagnes, puisque leur grain ou leur composition y ressemble (1). » Je ne crois pas qu'il soit nécessaire de faire observer ici que cette pierre d'Istria est une espèce d'albâtre; on le voit assez par la description de sa substance et de sa décomposition.

Et lorsqu'une cavité naturelle ou artificielle se trouve surmontée par des bancs de marbre, qui, de toutes les pierres calcaires, est la plus dense et la plus dure, les conerétions formées dans cette cavité par l'infiltration des eaux ne sont plus des albâtres, mais de beaux marbres fins, et d'une dureté presque égale à celle du marbre dont ils tirent leur origine, et qui est d'une formation bien plus ancienne. Ces premiers marbres contiennent souvent des coquilles et d'autres productions de la mer, tandis que les nouveaux marbres, ainsi que les albâtres, n'étant composés que de parti-

(1) *Lettres de M. Ferber*, pag. 41 et 42.

cules pierreuses détachées par les eaux, ne présentent aucun vestige de coquilles, et annoncent par leur texture que leur formation est nouvelle.

Ces carrières parasites de marbre et d'albâtre, toutes formées aux dépens des anciens bancs calcaires, ne peuvent avoir plus d'étendue que les cavités dans lesquelles on les trouve. On peut les épuiser en assez peu de temps; et c'est par cette raison que la plupart des beaux marbres antiques ou modernes ne se trouvent plus. Chaque cavité contient un marbre différent de celui d'une autre cavité, surtout pour les couleurs, parce que les bancs des anciens marbres qui surmontent ces cavernes sont eux-mêmes différemment colorés, et que l'eau, par son infiltration, détache et emporte les molécules de ces marbres avec leurs couleurs: souvent elle mêle ces couleurs ou les dispose dans un ordre différent; elle les affaiblit ou les charge selon les circonstances. Cependant on peut dire que les marbres de seconde formation sont en général plus fortement colorés que les premiers, dont ils tirent leur origine.

Et ces marbres de seconde formation peuvent, comme les albâtres, se régénérer dans les endroits d'où on les a tirés, parce qu'ils sont formés de même par la stillation des eaux. Baglivi (1) rapporte un grand nombre d'exemples qui prouvent évidemment que le marbre se reproduit de nouveau dans les mêmes carrières; il dit que l'on voyait de son temps des chemins très-unis dans des endroits où, cent ans auparavant, il y avait eu des carrières très-profondes. Il ajoute qu'en ouvrant des carrières de marbre on avait rencontré des haches, des pies, des marteaux, et d'autres outils renfermés dans le marbre, qui avaient vraisemblablement servi autrefois à exploiter ces mêmes carrières, lesquelles se sont remplies par la suite des temps, et sont devenues propres à être exploitées de nouveau.

On trouve aussi plusieurs de ces marbres de seconde formation qui sont mêlés d'albâtre; et dans le genre calcaire, comme en tout autre, la nature passe par degrés et nuances du marbre le plus fin et le plus dur à l'albâtre et aux conerétions les plus grossières et les plus tendres.

La plupart des albâtres, et surtout les plus beaux, ont quelque transparence, parce qu'ils contiennent une certaine quantité de spath qui s'est cristallisé dans le temps de la formation des stalactites dont ils sont composés: mais, pour l'ordinaire, la quantité du spath n'est pas aussi grande que celle de la matière pierreuse, opaque et grossière; en sorte que l'albâtre qui résulte de cette composition est assez opaque, quoiqu'il le soit toujours moins que les marbres.

Et lorsque les albâtres sont mêlés de beaucoup de spath, ils sont plus cassants et plus difficiles à travailler, par la raison que cette matière spathique cristallisée se fend, s'égrène très-facilement, et se casse presque toujours en sens oblique; mais aussi ces albâtres sont souvent les plus beaux, parce qu'ils ont plus de transparence et prennent un poli plus vif que ceux où la matière pierreuse domine sur celle du spath. On a cité dans l'*Histoire de l'Académie des Sciences* un albâtre trouvé

(1) *De lapidum vegetatione.*

par M. Puget aux environs de Marseille, qui est si transparent, que, par le poli très-parfait dont il est susceptible, on voit à plus de deux doigts de son épaisseur, l'agréable variété de couleurs dont il est embelli. Le marbre à demi transparent que M. Pallas a vu dans la province d'Ischki en Tartarie, est vraisemblablement un albâtre semblable à celui de Marseille. Il en est de même du bel albâtre de Grenade en Espagne, qui, selon M. Bowles, est aussi brillant et transparent que la plus belle cornaline blanche, mais qui néanmoins est fort tendre, à moitié blanc et à moitié couleur de cire. En général, la transparence dans les pierres calcaires, les marbres et les albâtres, ne provient que de la matière spathique qui s'y trouve incorporée et mêlée en grande quantité; car les autres matières pierreuses sont opaques.

Au reste, on peut regarder comme une espèce d'albâtre toutes les incrustations et même les ostéocoles et les autres concrétions pierreuses moulées sur des végétaux ou sur des ossements d'animaux. Il s'en trouve de cette dernière espèce en grande quantité dans les cavernes du margraviat de Bareith, dont S. A. S. monseigneur le margrave d'Anspach a eu la bonté de m'envoyer la description suivante : « On connaît assez les marbres qui renferment des coquilles ou des pétrifications qui leur ressemblent... mais ici on trouve des masses pierreuses pétries d'ossements d'une manière semblable; elles sont nées, pour ainsi dire, de la conglutination des fragments des stalactites de la pierre calcaire grise qui fait la base de toute la chaîne de ces montagnes, d'un peu de sable, d'une substance marneuse, et d'une quantité infinie de fragments d'os. Il y a dans une seule pierre, dont on a trouvé des masses de quelques centaines de livres, un mélange de dents de différentes espèces, de côtes, de cartilages, de vertèbres, de phalanges, d'os cylindriques, en un mot, des fragments d'os de tous les membres, qui y sont par milliers. On trouve souvent dans ces mêmes pierres un grand os qui en fait la pièce principale, et qui est entouré d'un nombre infini d'autres; il n'y a pas la moindre régularité dans la disposition des couches. Si l'on versait de la chaux détrempe sur un mélange d'esquilles, il en naîtrait quelque chose de semblable. Ces masses sont déjà assez dures dans les cavernes... mais lorsqu'elles sont exposées à l'air, elles durcissent au point que, quand on s'y prend comme il faut, elles sont susceptibles d'un médiocre poli. On trouve rarement des cavités dans l'intérieur; les interstices sont remplis d'une matière compacte que la pétrification a encore décomposée davantage. Je m'en suis à la fin procuré, avec beaucoup de peine, une collection si complète, que je puis présenter presque chaque os remarquable du squelette de ces animaux, enlâssé dans une propre pièce, dont il fait l'os principal. En entrant dans ces cavernes pour la première fois, nous en avons trouvé une si grande quantité, qu'il eût été facile d'en amasser quelques charretées.

» Un heureux destin m'avait réservé à moi et à mes amis, entre autres, un morceau de cette pierre osseuse à peu près de trois pieds de long sur deux de large et autant d'épaisseur... La curiosité nous le fit mettre en pièces; car il était impossible de la faire passer par ces détroits pour le sortir en entier. Chaque morceau, à

peu près de deux livres, nous présenta plus de cent fragments d'os... J'eus le plaisir de trouver dans le milieu une dent canine, longue de quatre pouces, bien conservée : nous avons aussi trouvé des dents molaires de différentes espèces dans d'autres morceaux de cette même masse (1). »

Par cet exemple des cavernes de Bareith, où les ossements d'animaux dont elle est remplie se trouvent incrustés et même pénétrés de la matière pierreuse amenée par la stillation des eaux, on peut prendre une idée générale de la formation des ostéocoles animales, qui se forment par le même mécanisme que les ostéocoles végétales (2), telles que les mousses pétrifiées et toutes les autres con-

(1) Description des cavernes du margraviat de Bareith par Jean-Frédéric Esper, *in-fol.*, page 27.

(2) M. Gleditsch donne une bonne description des ostéocoles qui se trouvent en grande quantité dans les terrains maigres du Brandebourg. Ce fossile, dit-il, est connu de tout le monde dans les deux Marches, où on l'emploie depuis plusieurs siècles à des usages tant internes qu'externes... On le trouve dans un sable plus ou moins léger, blanc, gris, rouge ou jaunâtre, fort ressemblant à l'espèce de sable qu'on trouve ordinairement au fond des rivières : celui qui touche immédiatement l'ostéocole est plus blanc et plus mou que le reste... Quand, dans les temps pluvieux, cette terre, qui s'attache fortement aux mains, vient à se dissoudre dans les lieux élevés, les eaux l'entraînent en forme d'émulsion dans les creux qui se trouvent au-dessous... Elle ne diffère guère de la marne et se trouve attachée au sable dans des proportions différentes... Mais plus le sable est voisin des branches du fossile, plus la quantité de cette terre augmente ; il n'y a pas grande différence entre elle et la matière même du fossile. On trouve aussi cette terre dans les fonds et même sous quelques étangs, etc...

Les vents, les pluies, etc., en enlevant le sable, laissent quelquefois à découvert l'ostéocole... Quelquefois on en trouve çà et là des pièces rompues... Quand on aperçoit des branches, on les dégage du sable avec précaution, et on les suit jusqu'au tronc, qui jette des racines sous terre de plusieurs côtés... Tant que le tronc entier est encore renfermé dans le sable, la forme du fossile ne l'offre aux yeux que d'un côté, et alors elle représente assez parfaitement le bas du tronc d'un vieil arbre... Les racines descendent en partie jusqu'à la profondeur de quatre à six pieds, et s'étendent en partie obliquement de tous côtés... Le tronc du fossile, dont la grandeur et l'épaisseur varient, doit sans doute son origine au tronc de quelque arbre mort et en partie carié ; ce qui se prouve suffisamment par la lésion et la destruction de sa structure intérieure.

» Les racines les plus fortes sont plus ou moins grosses que le bras ; elles s'amincissent peu à peu en se divisant, de sorte que les dernières ramifications ont à peine une circonférence qui égale une plume d'oie. Pour les productions capillaires des racines, elles ne se trouvent en aucun endroit du fossile, sans doute parce que leur ténuité et la délicatesse de leur texture ne leur permet pas de résister à la putréfaction... On trouve rarement les grosses racines pétrifiées et durcies dans le sable ; elles y sont plutôt un peu humides et molles ; et exposées à l'air, elles deviennent sèches et friables...

La masse terrestre qui, à proprement parler, constitue notre fossile, est une vraie terre de chaux ; et quand on l'a nettoyée du sable et de la pourriture qui peuvent y rester, l'acide vitriolique, avec lequel elle fait une forte effervescence, la dissout en partie. La matière de notre fossile, lorsqu'elle est encore renfermée dans le sable, est molle ; elle a de l'humidité ; sa cohérence est lâche, et il s'en exhale une odeur âcre, assez faible cependant, ou bien elle forme un corps graveleux, pierreux, insipide et sans odeur : tout cela met en évidence que la terre de chaux de ce fossile n'est point du gravier fin lié par le moyen d'une glu, comme le prétendent quelques auteurs.

.. Mais lorsqu'on peut remarquer dans la composition de la matière de notre fossile quelque proportion, elle consiste, pour l'ordinaire, en parties égales de sable et de terre de chaux.

Ce fossile est dû à des troncs d'arbres dont les fibres ont été atténuées et pourries par l'humidité... Il se forme dans ces troncs et dans ces racines des cavités où s'insinuent facilement, par le moyen de l'eau, le sable et la terre de chaux qu'elle a dissous : cette terre, entrant par les trous et les endroits cariés, descend jusqu'aux extrémités de toute la tige et des racines, jusqu'à ce qu'avec le temps toutes ces cavités se trouvent exactement remplies ; l'eau superflue trouve aisément une issue, dont les traces se manifestent dans le centre poreux des branches : voilà comment ce fossile se forme... L'humidité eroupissante qui est perpétuellement autour du fossile, est le véritable obstacle à son durcissement.

Quelques auteurs ont regardé comme de l'ostéocole une certaine espèce de tuf en partie informe, en partie composé de l'assemblage de plusieurs petits tuyaux de différente nature : ce tuf se trouve en abondance dans plusieurs contrées de la Thuringe et en d'autres endroits...

» L'expérience, jointe au consentement de plusieurs auteurs, dépose que le terrain naturel et le plus convenable à l'ostéocole est un terroir stérile, sablonneux et léger ; au contraire un terrain gras, consistant, argileux, onctueux et limoneux, etc., lorsqu'il vient à être délayé par l'eau, laisse passer lentement et difficilement l'eau elle-même,

crétions dans lesquelles on trouve des figures de végétaux : car supposons qu'au lieu d'ossements d'animaux accumulés dans ces cavernes, la nature ou la main de l'homme y eussent entassé une grande quantité de roseaux ou de mousses, n'est-il pas évident que ce même suc pierreux aurait saisi les mousses et les roseaux, les aurait incrustés en dehors, et remplis en dedans et même dans tous leurs pores; que dès lors ces conerétions pierreuses en auront pris la forme, et qu'après la destruction et la pourriture de ces matières végétales, la conerétion pierreuse subsistera et se présentera sous cette même forme? Nous en avons la preuve démonstrative dans certains morceaux qui sont encore roseaux en partie, et du reste ostéocoles. Je connais aussi des mousses dont le bas est pleinement inerusté, et dont le dessus est encore vert et en état de végétation. Et comme nous l'avons dit, tout ce qu'on appelle pétrifications ne sont que des incrustations qui non-seulement se sont appliquées sur la surface des corps, mais en ont même pénétré et rempli les vides et les pores, en se substituant peu à peu à la matière animale ou végétale, à mesure qu'elle se décomposait.

On vient de voir, par la note précédente, que les ostéocoles ne sont que des incrustations d'une matière crétacée ou marneuse, et ces incrustations se forment

et à plus forte raison quelque autre terre comme celle dont l'ostéocole est formée : l'ostéocole se mêlerait intimement à la terre grasse, dans l'intérieur de laquelle elle formerait des lits plats plutôt que de pénétrer une substance aussi consistante. » (*Extrait des Mémoires de l'Académie de Prusse*, par M. Paul. Avignon, 1768, tome V, in-12, pages 1 et suivantes du supplément à ce volume.)

M. Brukmann dit, comme M. Gleditsch, que les ostéocoles ne se trouvent point dans les terres grasses et argileuses, mais dans les terrains sablonneux. Il y en a près de Francfort-sur-l'Oder, dans un sable blanchâtre, mêlé d'une matière noire, qui n'est que du bois pourri. L'ostéocole est molle dans la terre, mais plutôt friable que ductile; elle se dessèche et se durcit en très-peu de temps à l'air : c'est une espèce de marne, ou du moins une terre qui lui est fort analogue. Les différentes figures des ostéocoles ne viennent que des racines auxquelles cette matière s'attache; de là provient aussi la ligne noire qu'on trouve presque toujours dans leur milieu: elles sont toutes creuses, à l'exception de celles qui sont formées de plusieurs petites fibres de racines accumulées et réunies par la matière marneuse ou crétacée. (Voyez la *Collection académique, Partie étrangère*, tome II, pages 155 et 156.)

M. Beurer de Nuremberg, ayant fait déterrer grand nombre d'ostéocoles, en a trouvé une dans le temps de sa formation: c'était une souche de peuplier noir, qui, par son extrémité supérieure, était encore ligneuse, et dont la racine était devenue une véritable ostéocole. (Voyez les *Transactions philosophiques*, année 1745, n° 476.)

M. Guettard a aussi trouvé des ostéocoles en France, aux environs d'Étampes, et particulièrement sur les bords de la rivière de Louette. « L'ostéocole d'Étampes, dit cet académicien, forme des tuyaux longs depuis trois ou quatre pouces jusqu'à un pied et demi et plus: le diamètre de ces tuyaux est de deux, trois, quatre lignes, et même d'un pouce; les uns, et c'est le plus grand nombre, sont cylindriques; les autres sont formés de plusieurs portions de cercle, qui, réunis, forment une colonne à plusieurs pans. Il y en a d'aplatis; les bords de quelques autres sont roulés en dedans suivant leur longueur, et ne sont, par conséquent, que demi-cylindriques; plusieurs n'ont qu'une seule couche, mais beaucoup plus en ont deux ou trois: ou dirait que ce sont autant de cylindres renfermés les uns dans les autres. Le milieu d'un tuyau cylindrique, fait d'une ou de deux couches, en contient quelquefois une troisième qui est prismatique triangulaire. Quelques-uns de ces tuyaux sont coniques; d'autres, ceux-ci sont cependant rares, sont courbés et forment presque un cercle. De quelque figure qu'ils soient, leur surface interne est lisse, polie et ordinairement striée: l'extérieure est raboteuse et bosselée. La couleur est d'un assez beau blanc de marne ou de craie à l'extérieur: celle de la surface interne est quelquefois d'un jaune tirant sur le rougeâtre; et si elle est blanche, ce blanc est toujours un peu sale... Il y a aussi de l'ostéocole sur l'autre bord de la rivière, mais en moindre quantité... On en trouve encore de l'autre côté de la ville, dans un endroit qui regarde les moulins à papier qui sont établis sur une branche de la Chalouette, et sur les bords des fossés de cette ville qui sont de ce côté... »

M. Guettard rapporte encore plusieurs observations « pour prouver que la formation de l'ostéocole des environs d'Étampes n'est due qu'à des plantes qui se sont chargées de particules de marne et de sable des montagnes voisines, qui auront été entraînées par des averses d'eau, et arrêtées dans les mares par les plantes qui y croissent, et sur lesquelles ces particules de marne et de sable se seront déposées successivement. » (Voyez les *Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1754, pages 269 jusqu'à 288.)

quelquefois en très-peu de temps, aussi bien au fond des eaux que dans le sein de la terre. M. Dutour, correspondant de l'Académie des Sciences, cite une ostéocole qu'il a vue se former en moins de deux ans. « En faisant nettoyer un canal, je remarquai, dit-il, que tout le fond était comme tapissé d'un tissu fort serré de filets pierreux, dont les plus gros n'avaient que deux lignes de diamètre, et qui se croisaient en tous sens. Les filets étaient de véritables tuyaux moulés sur des racines d'ormes fort menues qui s'y étaient desséchées, et qu'on pouvait aisément en tirer. La couleur de ces tuyaux était grise, et leurs parois, qui avaient un peu plus d'un tiers de ligne d'épaisseur, étaient assez fortes pour résister, sans se briser, à la pression des doigts. A ces marques je ne pus méconnaître l'ostéocole, mais je ne pus aussi m'empêcher d'être étonné du peu de temps qu'elle avait mis à se former : car ce canal n'était construit que depuis environ deux ans et demi; et certainement les racines qui avaient servi de noyau à l'ostéocole étaient de plus nouvelle date. » Nous avons d'autres exemples d'incrustations qui se font encore en moins de temps dans certaines circonstances. Il est dit dans l'*Histoire de l'Académie des Sciences* que M. de La Chapelle avait apporté une pétrification fort épaisse, tirée de l'aqueduc d'Arcueil, et qu'il avait appris des ouvriers que ces pétrifications ou incrustations se font par lits chaque année; que, pendant l'hiver, il ne s'en fait point, mais seulement pendant l'été, et que quand l'hiver a été très-pluvieux, et abondant en neige, les pétrifications qui se forment pendant l'été suivant sont quelquefois d'un pied d'épaisseur. Ce fait est peut-être exagéré; mais au moins on est sûr que souvent en une seule année ces dépôts pierreux sont de plus d'un pouce ou deux : on en trouve un exemple dans la même *Histoire de l'Académie*. Le ruisseau de craie, près de Besançon, enduit d'une incrustation pierreuse les tuyaux de bois de sapin où l'on fait passer son eau pour l'usage de quelques forges; il forme dans leur intérieur, en deux ans, d'autres tuyaux d'une pierre compacte d'environ un pouce et demi d'épaisseur. M. du Luc dit qu'on voit dans le Valais des eaux aussi claires qu'il soit possible, et qui ne laissent pas de former de tels amas de tuf, qu'il en résulte des saillies considérables sur les faces des montagnes, etc.

Les stalactites, quoique de même nature que les incrustations et les tufs, sont seulement moins impures et se forment plus lentement. On leur a donné différents noms, suivant leurs différentes formes; mais M. Guettard dit avec raison que les stalactites, soit en forme pyramidale ou cylindrique, ou en tubes, peuvent être regardées comme une même sorte de concrétions. Il parle d'une concrétion en très-grande masse, qu'il a observée aux environs de Crégi, village peu éloigné de Meaux, qui s'est formée par le dépôt de l'eau d'une fontaine voisine, et dans laquelle on trouve renfermés des mousses, des chiendents, et d'autres plantes qui forment des milliers de petites ramifications, dont les branches sont ordinairement creuses, parce que ces plantes se sont à la longue pourries et entièrement détruites. Il cite aussi les incrustations en forme de planches de sapin qui se trouvent aux environs de Besançon. « Lorsqu'on voit pour la première fois, dit cet académicien,

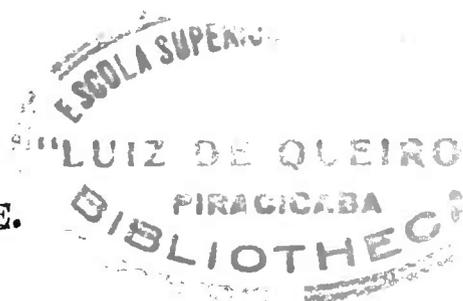
un morceau de ce dépôt pierreux, il n'y a personne qui ne le prenne d'abord pour une planche de sapin pétrifiée... Rien en effet n'est plus propre à faire prendre cette idée que ces espèces de planches. Une de leurs surfaces est striée de longues fibres longitudinales et parallèles, comme peuvent être celles des planches de sapin : la continuité de ces fibres est quelquefois interrompue par des espèces de nœuds semblables à ceux qui se voient dans ce bois : ces nœuds sont de différentes grosseurs et figures. L'autre surface de ces planches est en quelque sorte ondulée à peu près comme serait une planche de sapin mal polie. Cette grande ressemblance s'évanouit cependant lorsqu'on vient à examiner ces sortes de planches. On s'aperçoit aisément alors qu'elles ne font voir que ce qu'on remarquerait sur des morceaux de plâtre ou de quelque pâte qu'on aurait étendue sur une planche de sapin... On s'assure facilement dès lors que ces planches pierreuses ne sont qu'un dépôt fait sur des planches de ce bois; et si on les casse, on le reconnaît encore mieux, parce que les stries de la surface ne se continuent pas dans l'intérieur.

M. Guettard cite encore un autre dépôt pierreux qui se fait dans les bassins du château d'Issy, près de Paris; ce dépôt contient des groupes de plantes *verticillées* tout incrustées. Ces plantes, telles que la girandole d'eau, sont très-communes dans toutes les eaux dormantes; la quantité de ces plantes fait que les branches des différents pieds s'entrelacent les unes avec les autres; et, lorsqu'elles sont chargées du dépôt pierreux, elles forment des groupes que l'on pourrait prendre pour des plantes pierreuses ou des plantes marines semblables à celles qu'on appelle *coralines*.

Par ce grand nombre d'exemples, on voit que l'incrustation est le moyen aussi simple que général par lequel la nature conserve, pour ainsi dire à perpétuité, les empreintes de tous les corps sujets à la destruction; ces empreintes sont d'autant plus exactes et fidèles, que la pâte qui les reçoit est plus fine, l'eau la plus claire et la plus limpide ne laisse pas d'être souvent chargée d'une très-grande quantité de molécules pierreuses qu'elle tient en dissolution; et ces molécules, qui sont d'une extrême ténuité, se moulent si parfaitement sur les corps les plus délicats, qu'elles en représentent les traits les plus déliés. L'art a même trouvé le moyen d'imiter en ceci la nature : on fait des cachets, des reliefs, des figures parfaitement achevées, en exposant des moules au jaillissement d'une eau chargée de cette matière pierreuse (1); et l'on peut aussi faire des pétrifications artificielles en tenant long-temps dans cette eau des corps de toute espèce : ceux qui seront spongieux

(1) C'est aux bains de *Santo-Filippo*, sur le penchant de la montagne *Santa-Fiora*, près de Sienne, que M. le docteur *Leonardo Vegni* a établi sa singulière manufacture d'impression de médailles et de bas-reliefs formés par la poudre calcaire que déposent ces eaux : pour cela, il les fait tomber d'assez haut sur des lattes de bois placées en travers sur un grand cuveau; l'eau, par cette chute, rejaillit en gouttes contre les parois de la cuve, auxquelles sont attachés les modèles et les médailles; et en très-peu de temps on les voit couvertes d'une incrustation très-fine et très-compacte... On peut même colorer ce sédiment pierreux en rouge, en faisant filtrer l'eau qui doit le déposer à travers du bois de Fernambou. Il faut que cette matière soit bien abondante dans les eaux, puisqu'on assure qu'on a déjà fait par ce moyen des bustes entiers, et que M. le docteur Vegni espère réussir à en faire des statues massives de grandeur humaine.

ou poreux recevront l'incrustation tant au dehors qu'en dedans; et si la substance animale ou végétale qui sert de moule vient à pourrir, la concretion qui reste paraît être une vraie pétrification, c'est-à-dire le corps même qui s'est pétrifié, tandis qu'il n'a été qu'incrusted à l'intérieur comme à l'extérieur.

 DU MARBRE.


Le marbre est une pierre calcaire dure et d'un grain fin, souvent colorée, et toujours susceptible de poli. Il y a, comme dans les autres pierres calcaires, des marbres de première, de seconde et peut-être de troisième formation. Ce que nous avons dit au sujet des carrières parasites suffit pour donner une juste idée de la composition des pierres ou des marbres que ces carrières renferment : mais les anciens marbres ne sont pas composés, comme les nouveaux, de simples particules pierreuses, réduites par l'eau en molécules plus ou moins fines; ils sont formés, comme les autres pierres anciennes, de débris de pierres encore plus anciennes, et la plupart sont mêlées de coquilles et d'autres productions de la mer. Tous sont posés par bancs horizontaux ou parallèlement inclinés, et ils ne diffèrent des autres pierres calcaires que par les couleurs; car il y a de ces pierres qui sont presque aussi dures, aussi denses, et d'un grain aussi fin que les marbres, et auxquelles néanmoins on ne donne pas le nom de *marbres*, parce qu'elles sont sans couleur décidée, ou plutôt sans diversité de couleurs. Au reste, les couleurs, quoique très-foncées dans certains marbres, n'en changent point du tout la nature; elles n'en augmentent sensiblement ni la durée ni la densité, et n'empêchent pas qu'ils ne se calcinent et ne se convertissent en chaux au même degré de feu que les autres pierres dures. Les pierres à grain fin et que l'on peut polir, font la nuance entre les pierres communes et les marbres, qui tous sont de la même nature que la pierre, puisque tous font effervescence avec les acides; qui tous ont la cassure grenue, et qui tous peuvent se réduire en chaux. Je dis tous, parce que je n'entends parler ici que des marbres purs, c'est-à-dire de ceux qui ne sont composés que de matière calcaire, sans mélange d'argile, de schiste, de lave, ou d'autre matière vitreuse; car ceux qui sont mêlés d'une grande quantité de ces substances hétérogènes, ne sont pas de vrais marbres, mais des pierres mi-parties, qu'on doit considérer à part.

Les bancs des marbres anciens ont été formés, comme les autres bancs calcaires, par le mouvement et le dépôt des eaux de la mer, qui a transporté les coquilles et les matières pierreuses réduites en petit volume, en graviers, en galets, et les a stratifiées les unes sur les autres; et il paraît que l'établissement local de la plu-

part de ces bancs de marbre d'ancienne formation a précédé celui des autres bancs de pierre calcaire, parce qu'on les trouve presque toujours au-dessous de ces mêmes bancs, et que, dans une colline composée de vingt ou trente bancs de pierre, il n'y a d'ordinaire que deux ou trois bancs de marbre, souvent un seul, toujours situé au-dessous des autres, à peu de distance de la glaise qui sert de base à la colline; en sorte que communément le banc de marbre porte immédiatement sur cette argile, ou n'en est séparé que par un dernier banc qui paraît être l'égout de tous les autres, et qui est mêlé de marbre, de pyrites et de cristallisations spathiques d'un assez grand volume.

Ainsi, par leur situation au-dessous des autres bancs de pierre calcaire, les bancs de ces anciens marbres ont reçu les couleurs et les sucs pétrifiants dont l'eau se charge toujours en pénétrant d'abord la terre végétale, et ensuite tous les bancs de pierre qui se trouvent entre cette terre et le banc marbre; et l'on peut distinguer par plusieurs caractères ces marbres d'ancienne formation: les uns portent des empreintes de coquilles dont on voit la forme et les stries; d'autres, comme les *lumachelles*, paraissent composés de petites coquilles de la figure des limaçons: d'autres contiennent des bélemnites, des orthocératites, des astroïtes, des fragments de madrépores, etc. Tous ces marbres qui présentent des impressions de coquilles, sont moins communs que ceux qu'on appelle *brèches*, qui n'offrent que peu ou point de ces productions marines, et qui sont composés de galets ou de graviers arrondis, liés ensemble par un ciment pierreux, de sorte qu'ils s'ébrèchent en les cassant; et c'est de là qu'on les a nommés *brèches*.

On peut donc diviser en deux classes ces marbres d'ancienne formation. La première comprend tous ceux auxquels on a donné ce nom de *brèches*; et l'on pourrait appeler *marbres coquilleux* ceux de la seconde classe. Les uns et les autres ont des veines de spath, qui cependant sont plus fréquentes et plus apparentes dans les marbres coquilleux que dans les brèches, et ces veines se sont formées lorsque la matière de ces marbres, encore molle, s'est entr'ouverte par le dessèchement; les fentes se sont dès lors peu à peu remplies du suc lapidifique qui découlait des bancs supérieurs, et ce suc spathique a formé les veines qui traversent le fond du marbre en différents sens: elles se trouvent ordinairement dans la matière plus molle qui a servi de ciment pour réunir les galets, les graviers et les autres débris de pierre ou des marbres anciens dont ils sont composés; et ce qui prouve évidemment que ces veines ne sont que des fentes remplies du suc lapidifique, c'est que dans les bancs qui ont souffert quelque effort, et qui se sont rompus après le dessèchement par un tremblement de terre ou par quelque autre commotion accidentelle, on voit que la rupture, qui dans ce cas a séparé les galets et les autres morceaux durs en deux parties, s'est ensuite remplie de spath, et a formé une petite veine si semblable à la fracture, qu'on ne peut la méconnaître. Ce que les ouvriers appellent des *fil*s ou des *poils*, dans les blocs de pierre calcaire, sont aussi de petites veines de spath, et souvent la pierre se rompt dans la direction de ces fils en la travaillant au marteau: quelquefois aussi ce spath prend une telle solidité, surtout quand il

est mêlé de parties ferrugineuses, qu'il semble avoir autant et plus de résistance que le reste de la matière.

Il en est des taches comme des veines dans certains marbres d'ancienne formation : on y voit évidemment que les taches sont aussi d'une date postérieure à celle de la masse même de ces marbres; car les coquilles et les débris des madrépores répandus dans cette masse, ayant été dissous par l'intermède de l'eau, ont laissé dans plusieurs endroits de ces marbres des cavités qui n'ont conservé que le contour de leur figure, et l'on voit que ces petites cavités ont été ensuite remplies par une matière blanche ou colorée, qui forme des taches d'une figure semblable à celle de ces corps marins dont elle a pris la place; et lorsque cette matière est blanche, elle est de la même nature que celle du marbre blanc; ce qui semble indiquer que le marbre blanc lui-même est de seconde formation, et a été, comme les albâtres, produit par la stillation des eaux. Cette présomption se confirme lorsque l'on considère qu'il ne se trouve jamais d'impression de coquilles ni d'autres corps marins dans le marbre blanc, et que dans ses carrières on ne remarque point les fentes perpendiculaires ni même les délits horizontaux qui séparent et divisent par banes et par bloes les autres carrières de pierres calcaires ou de marbres d'ancienne formation : on voit seulement sur ce marbre blanc de très-petites gerçures qui ne sont ni régulières, ni suivies : l'on en tire des bloes d'un très-grand volume et de telle épaisseur que l'on veut, tandis que dans les marbres d'ancienne formation, les bloes ne peuvent avoir que l'épaisseur du bane dont on les tire, et la longueur qui se trouve entre chacune des fentes perpendiculaires qui traversent ce banc. L'inspection même de la substance du marbre blanc, et les grains spathiques que l'on aperçoit à sa cassure, semblent démontrer qu'il a été formé par la stillation des eaux; et l'on observe de plus que, lorsqu'on le taille, il obéit au marteau dans tous les sens, soit qu'on l'entame horizontalement ou verticalement, au lieu que, dans les marbres d'ancienne formation, le sens horizontal est celui dans lequel on les travaille plus facilement que dans tout autre sens.

Les marbres anciens sont donc composés :

1° Des débris de pierres dures ou de marbres encore plus anciens et réduits en plus ou moins petit volume. Dans les brèches, ce sont des morceaux très-distincts, et qui ont depuis quelques lignes jusqu'à quelques pouces de diamètre. Ceux que les nomenclateurs ont appelés *marbres oolithes*, qui sont composés de petits graviers arrondis, semblables à des œufs de poissons, peuvent être mis au rang des brèches, ainsi que les *poudingues calcaires*, composés de gros graviers arrondis.

2° D'un ciment pierreux, ordinairement coloré, qui lie ces morceaux dans les brèches, et réunit les parties coquilleuses avec les graviers dans les autres marbres. Ce ciment, qui fait le fonds de tous les marbres, n'est qu'une matière pierreuse anciennement réduite en poudre, et qui avait acquis son dernier degré de pétrification avant de se réunir, ou qui l'a pris depuis par la susception du liquide pétrifiant.

Mais les marbres de seconde formation ne contiennent ni galets, ni graviers ar-

rondis, et ne présentent aucune impression de coquilles; ils sont, comme nous l'avons dit, uniquement composés de molécules pierreuses, charriées et déposées par la stillation des eaux, et dès lors ils sont plus uniformes dans leur texture et moins variés dans leur composition; ils ont ordinairement le grain plus fin et des couleurs plus brillantes que les premiers marbres, desquels néanmoins ils tirent leur origine; on peut en donner des exemples dans tous les marbres antiques et modernes; ceux auxquels on donne le nom d'*antiques* ne sont plus connus que par les monuments où ils ont été employés; car les carrières dont ils ont été tirés sont perdues, tandis que ceux qu'on appelle *marbres modernes*, se tirent encore actuellement des carrières qui nous sont connues. Le *cipollin*, parmi ces marbres antiques, et le *sérancolin*, parmi les marbres modernes, sont tous deux de seconde formation; le jaune et le vert antiques et modernes, les marbres blancs et noirs, tous ceux, en un mot, qui sont nets et purs, qui ne contiennent point de galets ni de productions marines dont la figure soit apparente, et qui ne sont, comme l'albâtre, composés que de molécules pierreuses très-petites et disposées d'une manière uniforme, doivent être regardés comme des marbres de seconde formation, parmi lesquels il y en a, comme les marbres blancs de Carrare, de Paros, etc., auxquels on a donné, mal à propos, le nom de *marbres salins*, uniquement à cause qu'ils offrent à leur cassure, et quelquefois à leur surface, de petits cristaux spathiques en forme de grains de sel; ce qui a fait dire à quelques observateurs superficiels (1) que ces marbres contenaient une grande quantité de sels.

En général, tout ce que nous avons dit des pierres calcaires anciennes et modernes doit s'appliquer aux marbres; la nature a employé les mêmes moyens pour les former : elle a d'abord accumulé et superposé les débris des madrépores et des coquilles; elle en a brisé, réduit en poudre la plus grande quantité; elle a déposé le tout par lits horizontaux : et ces matières, réunies par leur force d'affinité, ont pris un premier degré de consistance qui s'est bientôt augmenté dans les lits inférieurs par l'infiltration du suc pétrifiant qui n'a cessé de découler des lits supérieurs; les pierres les plus dures et les marbres se sont, par cette cause, trouvés au-dessous des autres bancs de pierre : plus il y a eu d'épaisseur de pierre au-dessus de ce banc inférieur, plus la matière en est devenue dense; et lorsque le suc pétrifiant, qui en a rempli les pores, s'est trouvé fortement imprégné des couleurs du fer ou d'autres minéraux, il a donné les mêmes couleurs à la masse entière de ce dernier banc. On peut aisément reconnaître et bien voir ces couleurs dans la carrière même ou sur des blocs bruts; en les mouillant avec de l'eau, elle fait sortir ces couleurs et leur donne, pour le moment, autant de lustre que le poli le plus achevé.

(1) Le docteur Targioni Tozzetti rapporte très-sérieusement une observation de Leenwenhœck, qui prétend avoir découvert dans l'albâtre une très-grande quantité de sel; d'où ce docteur italien conjecture que la plus grande partie de la pâte blanche qui compose l'albâtre est une espèce de sel fossile qui, venant à être rongé par les injures de l'air ou par l'eau, laisse à découvert les cristallisations en forme d'aiguilles. « Il y a toujours, dit-il, dans les albâtres, une grande quantité de sel; on le voit tout à fait ressemblant à celui de la mer, dans certains morceaux que je garde dans mon cabinet. »

Il n'y a que peu de marbres, du moins en grand volume, qui soient d'une seule couleur; les plus beaux marbres blancs ou noirs sont les seuls que l'on puisse citer, et encore sont-ils souvent tachés de gris et de brun: tous les autres sont de plusieurs couleurs, et l'on peut même dire que toutes les couleurs se trouvent dans les marbres; car on en connaît des rouges et rougeâtres, des orangés, des jaunes et jaunâtres, des verts et verdâtres, des bleuâtres plus ou moins foncés, et des violets. Ces deux dernières couleurs sont les plus rares; mais cependant elles se voient dans la *brèche violette* et dans le marbre appelé *bleu turquin*; et du mélange de ces diverses couleurs, il résulte une infinité de nuances différentes dans les marbres gris, isabelles, blanchâtres, bruns ou noirâtres. Dans le grand nombre d'échantillons qui composent la collection des marbres du Cabinet du Roi, il s'en trouve plusieurs de deux, trois et quatre couleurs, et quelques-uns de cinq et six. Ainsi les marbres sont plus variés que les albâtres, dans lesquels je n'ai jamais vu du bleu ni du vert.

On peut augmenter par l'art la vivacité et l'intensité des couleurs que les marbres ont reçues de la nature; il suffit pour cela de les chauffer: le rouge deviendra d'un rouge plus vif ou plus foncé, et le jaune se changera en orangé ou en petit rouge. Il faut un certain degré de feu pour opérer ce changement, qui se fait en les polissant à chaud, et ces nouvelles nuances de couleur, acquises par un moyen si simple, ne laissent pas d'être permanentes, et ne s'altèrent ni ne changent par le refroidissement ni par le temps: elles sont durables parce qu'elles sont profondes, et que la masse entière du marbre prend, par cette grande chaleur, ce surcroît de couleur qu'elle conserve toujours.

Dans tous les marbres, on doit distinguer la partie du fond, qui d'ordinaire est de couleur uniforme, d'avec les autres parties, qui sont par taches ou par veines, souvent de couleurs différentes; les veines traversent le fond, et sont rarement coupées par d'autres veines, parce qu'elles sont d'une formation plus nouvelle que le fond, et qu'elles n'ont fait que remplir les fentes occasionnées par le dessèchement de cette matière du fond. Il en est de même des taches: mais elles ne sont guère traversées d'autres taches, sinon par quelques filets d'herborisations qui sont d'une formation encore plus récente que celle des veines et des taches; et l'on doit remarquer que toutes les taches sont irrégulièrement terminées et comme frangées à leur circonférence, tandis que les veines sont au contraire sans dentelures ni franges, et nettement tranchées des deux côtés dans leur longueur.

Il arrive souvent que dans la même carrière, et quelquefois dans le même bloc, on trouve des morceaux de couleurs différentes et des taches ou des veines situées différemment; mais, pour l'ordinaire, les marbres d'une contrée se ressemblent plus entre eux qu'à ceux des contrées éloignées, et cela leur est commun avec les autres pierres calcaires, qui sont d'une texture et d'un grain différents dans les différents pays.

Au reste, il y a des marbres dans presque tous les pays du monde; et dès qu'on y voit des pierres calcaires, on peut espérer de trouver des marbres au-dessous.

Dans la seule province de Bourgogne, qui n'est pas renommée pour ses marbres comme le Languedoc ou la Flandre, M. Guettard en compte cinquante-quatre variétés; mais nous devons observer que, quoiqu'il y ait de vrais marbres dans ces cinquante-quatre variétés, le plus grand nombre mérite à peine ce nom; leur couleur terne, leur grain grossier, leur poli sans éclat, doivent les faire rejeter de la liste des beaux marbres, et ranger parmi ces pierres dures qui font la nuance entre la pierre et le marbre (1).

Plusieurs de ces marbres sont d'ailleurs sujets à un grand défaut; ils sont *terrasseux*, c'est-à-dire parsemés de plus ou moins grandes cavités remplies d'une matière terreuse qui ne peut recevoir le poli. Les ouvriers ont coutume de pallier ce défaut en remplissant d'un mastic dur ces cavités ou terrasses: mais le remède est peut-être pire que le mal; car ce mastic s'use au frottement et se fond à la chaleur du feu: il n'est pas rare de le voir couler par gouttes contre les bandes et les consoles des cheminées.

Comme les marbres sont plus durs et plus denses que la plupart des autres pierres calcaires, il faut un plus grand degré de chaleur pour les convertir en chaux: mais aussi cette chaux de marbre est bien meilleure, plus grasse et plus tenace que la chaux de pierre commune: on prétend que les Romains n'employaient pour les bâtiments publics que de la chaux de marbre, et que c'est ce qui donnait une si grande consistance à leur mortier, qui devenait, avec le temps, plus dur que la pierre.

Il y a des marbres revêches dont le travail est très-difficile: les ouvriers les appellent *marbres fiers*, parce qu'ils résistent trop aux outils, et qu'ils ne leur cèdent qu'en éclatant; il y en a d'autres qui, quoique beaucoup moins durs, s'égrènent au lieu de s'éclater. D'autres, en grand nombre, sont, comme nous l'avons dit, parsemés de cavités ou *terrasses*; d'autres sont traversés par un très-grand nombre de fils d'un spath tendre, et les ouvriers les appellent *marbres flandreaux*.

Au reste, toutes les fois que l'on voit des morceaux de vingt à trente pieds de longueur et au-dessus, soit en pierre calcaire, soit en marbre, on doit être assuré que ces pierres ou ces marbres sont de seconde formation; car dans les bancs de marbres anciens, et qui ont été formés et déposés par le transport des eaux de la mer, on ne peut tirer que des blocs d'un bien moindre volume. Les pierres qui forment le fronton de la façade du Louvre, la colonne de marbre qui est auprès de Moret, et toutes les autres longues pièces de marbre ou de pierre employées dans les grands édifices et dans les monuments, sont toutes de nouvelle formation.

On ne sera peut-être pas fâché de trouver ici l'indication des principaux lieux, soit en France, soit ailleurs, où l'on trouve des marbres distingués; on verra, par leur énumération, qu'il y en a dans toutes les parties du monde.

Dans le pays de Hainaut, le marbre de Barbançon est noir veiné de blanc, et celui de Rance est rouge sale, mêlé de taches et de veines grises et blanches.

(1) J'ai fait exploiter pendant vingt ans la carrière de marbre de Montbard, et ce que je dis des autres marbres de Bourgogne est d'après mes propres observations.

Celui de Givet, que l'on tire près de Charlemont, sur les frontières du Luxembourg, est noir veiné de blanc, comme celui de Barbançon; mais il est plus net et plus agréable à l'œil.

On tire de Picardie le marbre de Boulogne, qui est une espèce de brocatelle, dont les taches sont fort grandes et mêlées de quelques filets rouges.

Un autre marbre, qui tient encore de la brocatelle, se tire de la province de Champagne; il est taché de gris, comme s'il était parsemé d'yeux de perdrix. Il y a encore, dans cette même province, des marbres nuancés de blanc et de jaunâtre.

Le marbre de Caen en Normandie est d'un rouge entremêlé de veines et de taches blanches : on en trouve de semblable près de Cannes en Languedoc.

Depuis quelques années on a découvert dans le Poitou, auprès de la Bonardelière, une carrière de fort beaux marbres; il y en a de deux sortes : l'un est d'un assez beau rouge foncé, agréablement coupé et varié par une infinité de taches de toutes sortes de formes, qui sont d'un jaune pâle; l'autre, au contraire, est uniforme dans sa couleur; les blocs en sont gris ou jaunes, sans aucun mélange ni taches.

Dans le pays d'Aunis, M. Peluchon a trouvé, à deux lieues de Saint-Jean-d'Angely, un marbre coquillier, qu'il compare, pour la beauté, aux beaux marbres coquilliers d'Italie : il est en couches dans sa carrière, et il se présente en blocs et en plateaux de quatre à cinq pieds en carré. Il est composé, comme les lumachelles, d'une infinité de petits coquillages. Il y en a du jaunâtre et du gris, et tous deux reçoivent un très-beau poli.

Dans le Languedoc, on trouve aussi diverses sortes de marbres, qui méritent d'être employés à l'ornement des édifices par la beauté et la variété de leurs couleurs; on en tire une fort grande quantité auprès de la ville de Cannes, diocèse de Narbonne; il y en a d'incarnat ou d'un rouge pâle, marqués de veines et de taches blanches; d'autres qui sont d'un bleu turquin; et dans ces marbres turquins il y en a qui sont mouchetés d'un gris clair.

Il y a aussi, dans les environs de Cannes, une autre sorte de marbre que l'on appelle *griottes*, parce que sa couleur approche beaucoup de celle des cerises de ce nom; il est d'un rouge foncé, mêlé de blanc sale. Un autre marbre du même pays est appelé *cervelas*, parce qu'il a des taches blanches sur un fond rougeâtre.

En Provence, le marbre de la Sainte-Baume est renommé : il est taché de rouge, de blanc et de jaune; il approche de celui qu'on appelle *brocatelles d'Italie* : ce marbre est un des plus beaux qu'il y ait en France.

En Auvergne, il se trouve du marbre rougeâtre mêlé de gris, de jaune et de vert.

En Gascogne, le marbre séraneolin, dans le *val d'Aure*, ou *vallée d'Aure*, est d'un rouge de sang, ordinairement mêlé de gris et de jaune; mais il s'y trouve aussi des parties spathiques et transparentes. Ses carrières, qui étaient de seconde formation, et dont on a tiré des blocs d'un très-grand volume, sont actuellement épuisées.

Près de Comminges, dans la même province de Gascogne, on trouve à Saint-

Bertrand un marbre verdâtre, mêlé de taches rouges et de quelques taches blanches.

Le marbre *Campan* vient aussi de Gascogne : on le tire près de Tarbes. Il est mêlé plus ou moins de blanc, de rouge, de vert et d'isabelle. Le plus commun d'eux tous est celui qu'on appelle *vert-campan*, qui, sur un beau vert, n'est mêlé que de blanc. Tous ces marbres sont de seconde formation, et on en a tiré d'assez grands blocs pour en faire des colonnes.

Maintenant, si nous passons aux pays étrangers, nous trouverons qu'il y a dans le Groenland, sur les bords de la mer, beaucoup de marbres de toutes sortes de couleurs ; mais la plupart sont noirs et blancs, parsemés de veines spathiques : le rivage est aussi couvert de quartiers informes de marbre rouge avec des veines blanches, vertes et d'autres couleurs.

En Suède et en Angleterre, il y a de même des marbres dont la plupart varient par leurs couleurs.

En Allemagne, on en trouve aux environs de Saltzbourg et de Lintz différentes variétés : les uns sont d'un rouge lie de vin ; d'autres sont olivâtres, veinés de blanc ; d'autres rouges et rougeâtres, avec des veines blanches ; et d'autres sont d'un blanc pâle, veiné de noirâtre. Il y en a quelques-uns à Bareith, ainsi qu'en Saxe et en Silésie, dont on peut faire des statues ; et on tire des environs de Brême du marbre jaune taché de blanc.

A Altorf, près de Nuremberg, on a découvert depuis peu une sorte de marbre remarquable par la quantité de bélemnites et de cornes d'ammon qu'il contient. Sa carrière est située dans un endroit bas et aquatique ; la couche en est horizontale, et n'a que dix-huit à dix-neuf pouces d'épaisseur ; elle est recouverte par dix-huit pieds de terre, et se prolonge sous les collines sans changer de direction : elle est divisée par une infinité de fentes perpendiculaires, qui ne sont éloignées l'une de l'autre que de trois, quatre et cinq pieds, et ces fentes se multiplient d'autant plus que la couche de marbre s'éloigne davantage des terrains humides ; ce qui fait qu'on ne peut pas obtenir de grands blocs de ce marbre. Sa couleur, lorsqu'il est brut, paraît être d'un gris d'ardoise ; mais le poli lui donne une couleur verte, mêlée de gris brun, qui est agréablement relevée par les différentes figures que le mélange des coquilles y a dessinées.

Le pays de Liège et la Flandre fournissent des marbres plus ou moins beaux et plus ou moins variés dans leurs couleurs. On en tire de plusieurs sortes aux environs de Dinant : l'une est d'un noir pur et très-beau ; une autre est aussi d'un très-beau noir, mais rayée de quelques veines blanches ; une troisième est d'un rouge pâle avec de grandes plaques et quelques veines blanches ; une quatrième est d'une couleur grisâtre et blanche, mêlée d'un rouge couleur de sang ; et une cinquième qui vient aussi de Liège, est d'un noir pur, et reçoit un beau poli.

On tire, aux environs de Namur, un marbre qui est aussi noir que ce dernier marbre de Liège ; mais il est traversé par quelques filets gris.

Dans le pays des Grisons il se trouve à Puschiavio plusieurs sortes de marbres

l'un est de couleur incarnate; un autre, qui se tire sur le mont Jule, est très-rouge; un autre, qui est de couleur blanche, forme un grand rocher auprès de Sanada: il y a un autre marbre à Tirano, qui est entièrement noir.

A Valmara, dans la Valteline, il y a du marbre rouge, mais en petites masses et seulement propre à faire des mortiers à piler.

Dans le Valais, on trouve, près des sources du Rhin, du marbre noir veiné de blanc.

Le canton de Glaris a aussi des marbres noirs veinés de blanc: on en tire de semblables auprès de Guppenberg, de Schwanden et de Psefers, où il se trouve un autre marbre qui est de couleur grise-brune, parsemée de lentilles striées et convexes des deux côtés.

Le canton de Zurich fournit du marbre noir veiné de blanc, qui se tire à Vendenchwil: un autre, qui est aussi de couleur noire, mais rayé ou veiné de jaune, se trouve à Albisrieden.

Le canton de Berne renferme aussi différentes sortes de marbres: il y en a dont le fond est couleur de chair à Scheuznach; et tout auprès de ce marbre couleur de chair, on en voit du noir. Entre Aigle et Olon, on tire encore du marbre noir. A Spiez, le marbre noir est veiné de blanc, et à Grindelwald, il est entièrement noir.

Les marbres d'Italie sont en fort grand nombre et ont plus de réputation que tous les autres marbres de l'Europe: celui de Carrare, qui est blanc, se tire vers les côtes de Gènes, et en blocs de telle grandeur que l'on veut; son grain est cristallin, et il peut être comparé, pour sa blancheur, à l'ancien marbre de Paros.

Le marbre de *Saravezza*, qui se trouve dans les mêmes montagnes que celui de Carrare, est d'un grain encore plus fin que ce dernier: on y voit aussi un marbre rouge et blanc, dont les taches blanches et rouges sont quelquefois tellement distinctes les unes des autres, que ce marbre ressemble à une brèche, et qu'on peut lui donner le nom de *brocatelle*; mais il se trouve de temps en temps une teinte de noirâtre mélangée dans ce marbre. Sa carrière est en masse presque continue comme celui de Carrare, et comme celles de tous les autres marbres cristallins blancs, ou d'autres couleurs, qui se trouvent dans le Siennois et dans le territoire de Gènes: tous sont disposés en très-grandes masses, dans lesquelles on ne voit aucun indice de coquilles, mais seulement quelques crevasses qui sont remplies par une cristallisation de spath calcaire. Ainsi il ne paraît pas douteux que tous ces marbres ne soient de seconde formation.

Les environs de Carrare fournissent aussi deux sortes de marbres verts: l'une, que l'on nomme improprement *vert d'Egypte*, est d'un vert foncé avec quelques taches de blanc et de gris de lin; l'autre, que l'on nomme *vert de mer*, est d'une couleur plus claire, mêlée de veines blanches.

On trouve encore un marbre sur les côtes de Gènes, dont la couleur est d'un gris d'ardoise mêlé de blanc sale; mais ce marbre est sujet à se détacher et à se jaunir après avoir reçu le poli.

On tire encore sur le territoire de Gênes le marbre *porto-venere*, ou *porte-cuivre* dont la couleur est noire, veinée de jaune, et qui est moins estimé lorsqu'il est veiné de blanchâtre.

Le marbre de *Margore*, qui se tire du Milanais, est fort dur et assez commun ; sa couleur est un gris d'ardoise mêlé de quelques veines brunes ou couleur de fer.

Dans l'île d'Elbe, on trouve à Sainte-Catherine une carrière abondante de marbre blanc veiné de vert noirâtre.

Le beau marbre de Sicile est d'un rouge brun, mêlé de blanc et isabelle ; ces couleurs sont très-vives et disposées par taches carrées et longues.

Tous les marbres précédents sont modernes ou nouvellement connus ; les carrières de ceux que l'on appelle *antiques* sont aujourd'hui perdues, comme nous l'avons dit, et réellement perdues à jamais, parce qu'elles ont été épuisées, ainsi que la matière qui les formait : on ne compte que treize ou quatorze variétés de ces marbres antiques, dont nous ne ferons pas l'énumération, parce qu'on peut se passer de décrire dans une histoire naturelle générale les détails des objets particuliers qui ne se trouvent plus dans la nature.

Le marbre blanc de Paros est le plus fameux de tous ces marbres antiques ; c'est celui que les grands artistes de la Grèce ont employé pour faire ces belles statues que nous admirons encore aujourd'hui, non-seulement par la perfection de l'ouvrage, mais encore par sa conservation depuis plus de vingt siècles : ce marbre se trouve dans les îles de Paros, de Naxos et de Tinos. Il a le grain plus gros que celui de Carrare, et il est mêlé d'une grande quantité de petits cristaux de spath ; ce qui fait qu'il s'égrène aisément en le travaillant ; et c'est ce même spath qui lui donne un degré de transparence presque aussi grande que celle de l'albâtre, auquel il ressemble encore par son peu de dureté : ce marbre est donc évidemment de seconde formation. On le tire encore aujourd'hui des grandes grottes ou cavernes qui se trouvent sous la montagne que les anciens ont nommée *Marpesia*. Pline dit qu'ils donnaient à ce marbre l'épithète de *lychnites*, parce que les ouvriers le travaillaient sous terre à la lumière des flambeaux. Dapper, dans sa *Description des îles de l'Archipel*, rapporte que dans cette montagne *Marpesia*, il y a des cavernes extraordinairement profondes, où la lumière du jour ne peut pénétrer, et que le grand seigneur, ainsi que les grands de la Porte n'emploient pas d'autre marbre que celui qu'on en tire, pour décorer leurs plus somptueux bâtiments.

Il y a dans l'île de *Thasos*, aujourd'hui *Tasso*, quelques montagnes dont les rochers sont d'un marbre fort blanc, et d'autres rochers d'un marbre tacheté et parsemé de veines d'un beau jaune. Ce marbre était en grande estime chez les Romains, comme il l'est encore dans tous les pays voisins de cette île.

En Espagne, comme en Italie et en Grèce, il y a des collines et même des montagnes entières de marbre blanc. On en tire aussi dans les Pyrénées, du côté de Bayonne, qui est semblable au marbre de Carrare, à l'exception de son grain, qui est plus gros, et qui lui donne beaucoup plus de rapport au marbre blanc de Paros ; mais il est encore plus tendre que ce dernier, et sa couleur blanche est sujette

prendre une teinte jaunâtre. Il se trouve aussi dans les mêmes montagnes un autre marbre d'un vert brun, taché de rouge.

M. Bowles donne, dans les termes suivants, la description de la montagne de *Filabres*, près d'Almeria, qui est toute entière de marbre blanc. « Pour se former, dit-il, une juste idée de cette montagne, il faut se figurer un bloc ou une pièce de marbre blanc d'une lieue de circuit, et de deux mille pieds de hauteur, sans aucun mélange d'autres pierres ni terre; le sommet est presque plat, et on découvre en différents endroits le marbre, sans que les vents, les eaux, ni les autres agents qui décomposent les rochers les plus durs, y fassent la moindre impression... Il y a un côté de cette montagne coupé presque à plomb, et qui, depuis le vallon, paraît comme une énorme muraille de plus de mille pieds de hauteur, toute d'une seule pièce solide de marbre, avec si peu de fentes, et si petites, que la plus grande n'a pas six pieds de long, ni plus d'une ligne de large. »

On trouve aux environs de Molina du marbre couleur de chair et blanc; et à un quart de lieue du même endroit, il y a une colline de marbre rougeâtre, jaune et blanc, qui a le grain comme le marbre de Carrare.

La carrière de marbre de Naquera, à trois lieues de Valence, n'est pas en masses épaisses; ce marbre est d'un rouge obscur, orné de veines capillaires noires qui lui donnent une grande beauté. Quoiqu'on le tire à fleur de terre, et que ses couches ne soient pas profondes, il est assez dur pour en faire des tables épaisses et solides, qui reçoivent un beau poli.

On trouve à Guipuscoa en Navarre, et dans la province de Barcelone, un marbre semblable au sérancolin.

En Asie, il y a certainement encore beaucoup plus de marbres qu'en Europe; mais ils sont peu connus; et peut-être la plupart ne sont pas découverts. Le docteur Shaw parle du marbre herborisé du mont Sinaï, et du marbre rougeâtre qui se tire aux environs de la mer Rouge. Chardin assure qu'il y a de plusieurs sortes de marbres en Perse, du blanc, du noir, du rouge, et du marbré de blanc et de rouge.

À la Chine, disent les voyageurs, le marbre est si commun, que plusieurs ponts en sont bâtis; on y voit aussi nombre d'édifices où le marbre blanc est employé, et c'est surtout dans la province de *Schange-Tung* qu'on en trouve en quantité: mais on prétend que les Chinois n'ont pas les arts nécessaires pour travailler le marbre aussi parfaitement qu'on le fait en Europe. Il se trouve, à douze ou quinze lieues de Pékin, des carrières de marbre blanc, dont on tire des masses d'une grandeur énorme, et dont on voit de très-hautes et de très-grosses colonnes dans quelques cours du palais de l'empereur.

Il y a aussi à Siam, selon La Loubère, une carrière de beau marbre blanc; et comme ce marbre blanc est plus remarquable que les marbres de couleurs, les voyageurs n'ont guère parlé de ces derniers, qui doivent être encore plus communs dans les pays qu'ils ont parcourus. Ils en ont reconnu quelques-uns en Afrique, et le marbre africain était très-estimé des Romains; mais le docteur Shaw, qui a

visité les côtes d'Alger, de Tunis et de l'ancienne Carthage en observateur exact, et qui a recherché les carrières de ces anciens marbres, assure qu'elles sont absolument perdues, et que le plus beau marbre qu'il ait pu trouver dans tout le pays, n'était qu'une pierre assez semblable à la pierre de Lewington en Angleterre. Cependant Marmol parle d'un marbre blanc qui se trouve dans la montagne d'Hentèle, l'une des plus hautes de l'Atlas; et l'on voit dans la ville de Maroc de grands piliers et des bassins d'un marbre blanc fort fin dont les carrières sont voisines de cette ville.

Dans le Nouveau Monde on trouve aussi du marbre en plusieurs endroits. M. Guettard parle d'un marbre blanc et rouge qui se tire près du *portage talon* de la *petite rivière* au Canada, et qui prend un très-beau poli, quoiqu'il soit parsemé d'un très-grand nombre de points de plomb qui pourraient faire prendre ce marbre pour une mine de plomb.

Plusieurs voyageurs ont parlé des marbres du diocèse de la Paz au Pérou, dont il y a des carrières de diverses couleurs. Alphonse Barba cite le pays d'*Atacama*, et dit qu'on y trouve des marbres de diverses couleurs et d'un grand éclat. « Dans la ville impériale de Potosi il y avait, dit-il, un grand morceau de ce marbre, taillé en forme de table de six palmes et six doigts de longueur, cinq palmes et six doigts de large, et deux doigts d'épaisseur. Ce grand morceau représentait une espèce de treillage ou jalousie, formé d'un beau mélange de couleurs très-vives en rouge clair, brun, noir, jaune, vert et blanc... A une lieue des mines de *Verenguela*, il y a d'autres marbres qui ne sont pas inférieurs à ceux d'*Atacama* pour le lustre, sans avoir néanmoins les mêmes variétés de couleurs; car ils sont blancs et transparents en quelques endroits comme l'albâtre.

A la vue de cette énumération que nous venons de faire de tous les marbres des différents pays, on pourrait croire que, dans la nature, les marbres de seconde formation sont bien plus communs que les autres, parce qu'à peine s'en trouve-t-il deux ou trois dans lesquels il soit dit qu'on ait vu des impressions de coquilles; mais ce silence sur les marbres de première formation ne vient que de ce qu'ils ont été moins recherchés que les seconds, parce que ceux-ci sont en effet plus beaux, d'un grain plus fin, de couleurs plus décidées, et qu'ils peuvent se tirer en volume bien plus grand et se travailler plus aisément. Ces avantages ont fait que, dans tous les temps, on s'est attaché à exploiter ces carrières de seconde formation de préférence à celles des premiers marbres, dont les banes horizontaux sont toujours surmontés de plusieurs autres banes de pierre qu'il faut fouiller et débiter auparavant, tandis que la plupart des marbres de seconde formation se trouvent, comme les albâtres, ou dans des cavernes souterraines, ou dans des lieux découverts, et plus bas que ceux où sont situés les anciens marbres; car quand il se trouve des marbres de seconde formation jusqu'au-dessus des collines, comme dans l'exemple de la montagne de marbre blanc cité par M. Bowles, il faut seulement en conclure que jadis ce sommet de colline n'était que le fond d'une caverne dans laquelle ce marbre s'est formé, et que l'ancien sommet était plus élevé et re-

couvert de plusieurs bancs de pierre ou de marbre qui ont été détruits après la formation du nouveau marbre. Nous avons cité un exemple à peu près pareil, au sujet des bancs de pierres calcaires dures qui se trouvent quelquefois au sommet des collines (1).

Dans les marbres anciens, il n'y a que de la matière pierreuse en masse continue ou en morceaux séparés, avec du spath en veines ou en cristaux et des impressions de coquilles; ils ne contiennent d'autres substances hétérogènes que celles qui leur ont donné des couleurs, ce qui ne fait qu'une quantité infiniment petite relativement à celle de leur masse; en sorte qu'on peut regarder ces premiers marbres, quoique colorés, comme entièrement composés de matières calcaires: aussi donnent-ils de la chaux qui est ordinairement grise, et qui, quoique colorée, est aussi bonne et même meilleure que celle de la pierre commune. Mais dans les marbres de seconde formation (2), il y a souvent plus ou moins de mélange d'argile ou de terre limoneuse avec la matière calcaire. On reconnaîtra, par l'épreuve de la calcination, la quantité plus ou moins grande de ces deux substances hétérogènes; car si les marbres contiennent seulement autant d'argile qu'en contient la marne, ils ne feront que de la mauvaise chaux; et s'ils sont composés de plus d'argile, de limon, de lave ou d'autres substances vitreuses, que de matières calcaires, ils ne se convertiront point en chaux, ils résisteront à l'action des acides; et, n'étant marbres qu'en partie, on doit, comme je l'ai dit, les rejeter de la liste des vrais marbres, et les placer dans celle des pierres mi-parties et composées de substances différentes.

Or l'on ne doit pas être étonné qu'il se trouve de ces mélanges dans les marbres de seconde formation. A la vérité ceux qui auront été produits précisément de la même manière que les albâtres, dans des cavernes uniquement surmontées de pierres calcaires ou de marbres, ne contiendront de même que des substances pierreuses et spathiques, et ne différeront des albâtres qu'en ce qu'ils seront plus denses et plus uniformément remplis de ces mêmes sucs pierreux: mais ceux qui se seront formés soit au-dessous des collines d'argile surmontées de rochers calcaires, soit dans des cavités au-dessus desquelles il se trouve des matières mélangées, des marnes, des tuffaux, des pierres argileuses, des grès, ou bien des laves et d'autres matières volcaniques, seront tous également mêlés de ces différentes

(1) Voyez ci-devant l'article de la *Pierre calcaire*.

(2) Les veines vertes qui se rencontrent dans le marbre Campan sont dues, selon M. Bayen, à une matière schisteuse. Il en est de même de celles qui se trouvent dans le marbre cipollin, et, par les expériences qu'il a faites sur ce dernier marbre, il a reconnu que les veines blanches contenaient aussi une petite portion de quartz.

La matière verte d'un autre morceau de cipollin, soumise à l'expérience, était une sorte de mica qui, selon M. Daubenton, était le vrai *talcite*.

Un morceau de vert antique, soumis de même à l'expérience, a fourni une matière talqueuse.

Un échantillon de marbre rouge appelé *griotte* a fourni à M. Bayen du schiste couleur de lie de vin.

Un échantillon envoyé d'Autun, sous le nom de *marbre noir antique*, avait de la disposition à se séparer par couches, et son grain n'avait aucun rapport avec celui des marbres proprement dits; M. Bayen a reconnu que ce marbre repandait une forte odeur bitumineuse, et qu'il serait bien placé avec les bitumes, ou du moins avec les schistes bitumineux. (*Journal de Physique*, juillet 1770.)

matières; car ici la nature passe, non pas par degrés et nuances d'une même matière, mais par des doses différentes de mélange, du marbre et de la pierre calcaire la plus pure à la pierre argileuse et au schiste.

Mais, en renvoyant à un article particulier les pierres mi-parties et composées de matière vitreuse et de substance calcaire, nous pouvons joindre aux marbres brèches une grande partie des pierres appelées *poudingues*, qui sont formées de morceaux arrondis et liés ensemble par un ciment qui, comme dans les marbres brèches, fait le fond de ces sortes de pierres. Lorsque les morceaux arrondis sont de marbre ou de pierre calcaire, et que le ciment est de cette même nature, il n'est pas douteux que ces poudingues entièrement calcaires ne soient des espèces de marbres brèches; car ils n'en diffèrent que par quelques caractères accidentels, comme de ne se trouver qu'en plus petits volumes et en masses assez irrégulières, d'être plus ou moins durs ou susceptibles de poli, d'être moins homogènes dans leur composition, etc.; mais, étant au reste formés de même et entièrement composés de matière calcaire, on ne doit pas les séparer des marbres brèches, pourvu toutefois qu'ils aient à un certain degré la qualité qu'on exige de tous les marbres, c'est-à-dire qu'ils soient susceptibles de poli.

Il n'en est pas de même des poudingues, dont les morceaux arrondis sont de la nature du silex ou du caillou, et dont le ciment est en même temps de matière vitreuse, tels que les cailloux de Rennes et d'Angleterre; ces poudingues sont, comme l'on voit, d'un autre genre, et doivent être réunis aux cailloux en petites masses, et souvent ils ne sont que des débris du quartz, du jaspe et du porphyre.

Nous avons dit que toutes les pierres arrondies et roulées par les eaux du Rhône, que M. de Réaumur prenait pour de vrais cailloux, ne sont que des morceaux de pierre calcaire: je m'en suis assuré non-seulement par mes propres observations, mais encore par celles de plusieurs de mes correspondants. M. de Morveau, savant physicien, et mon très-digne ami, m'écrivit, au sujet de ces prétendus cailloux, dans les termes suivants: « J'ai observé, dit-il, que ces cailloux gris noirs, veinés d'un beau blanc, si communs aux bords du Rhône, qu'on a regardés comme de vrais cailloux, ne sont que des pierres calcaires roulées et arrondies par le frottement, qui toutes me paraissent venir de Millery en Suisse, seul endroit que je connaisse où il y ait une carrière analogue; de sorte que les masses de ces pierres, qui couvrent plus de quarante lieues de pays, sont des preuves non équivoques d'un immense transport par les eaux (1). » Il est certain que des eaux aussi rapides que celles du Rhône peuvent transporter d'assez grosses masses de pierres à de très-grandes distances; mais l'origine de ces pierres arrondies me paraît bien plus ancienne que l'action du courant des fleuves et des rivières, puisqu'il y a des montagnes presque entièrement composées de ces pierres arrondies, qui n'ont pu y être accumulées que par les eaux de la mer: nous en avons déjà donné quelques exemples. M. Guettard rapporte « qu'entre Saint-Chaumont en Lyonnais et Rives-

(1) Lettre de M. de Morveau à M. de Buffon, datée de Bourg-en-Bresse, le 22 septembre 1778.

de-Gier, les rochers sont entièrement composés de *cailloux* roulés... que les lits des montagnes ne sont faits eux-mêmes que de ces amas de cailloux entassés... que le chemin qui est au bas des montagnes est également rempli de ces cailloux roulés... qu'on en retrouve après Bourgnais; qu'on n'y voit que de ces pierres dans les chemins, de même que dans les campagnes voisines et dans les coupes des fossés... qu'ils ressemblent à ceux qui sont roulés par le Rhône... que des coupes de montagnes assez hautes, telles que celles qui sont à la porte de Lyon, en font voir abondamment; qu'ils sont au-dessous d'un lit qu'on prendrait pour un sable marneux... que le chemin qui conduit de Lyon à Saint-Germain est également rempli de ces cailloux; qu'avant d'arriver à Fontaine, on passe une montagne qui en est composée; que ces cailloux sont de la grosseur d'une noix, d'un melon, et de plusieurs autres dimensions entre ces deux-ci; qu'on en voit des masses qui forment des mauvais poudingues... que ces cailloux roulés se voient aussi le long du chemin qui est sur le bord de la Saône; que les montagnes en sont presque entièrement formées, et qu'elles renferment des poudingues semblables à ceux qui sont de l'autre côté de la rivière. »

M. de La Galissonnière, cité par M. Guettard, dit « qu'en sortant de Lyon, à la droite du Rhône: on rencontre des poudingues; qu'on trouve dans quelques endroits du Languedoc de ces mêmes pierres; que tous les bords du Rhône en Dauphiné en sont garnis, et même à une très-grande élévation au-dessus de son lit, et que tout le terrain est rempli de ces cailloux roulés, mais qui me paraissent, ajoute M. de La Galissonnière, plutôt des pierres noires calcaires que de vrais cailloux ou silex: ils forment dans plusieurs endroits des poudingues. Le plus grand nombre sont noirs: mais il y en a aussi de jaunes, de rougeâtres, et très-peu de blancs. »

M. Guettard fait encore mention de plusieurs autres endroits où il a vu de ces cailloux roulés, et des poudingues formés, par leur assemblage, en assez grosses masses.

« Après avoir passé Luzarches et La Morlaix, on monte, dit-il, une montagne dont les pierres sont blanches, calcaires, remplies de pierres *numismales* de peignes, et de différentes autres coquilles mal conservées, et d'un si grand nombre de cailloux roulés, petits et de moyenne grosseur, qu'on pourrait regarder ces rochers comme des poudingues coquilliers. En suivant cette grande route, on retrouve les cailloux roulés à Creil, à Fitz-James, et dans un endroit appelé *la Folie*. Ils ne diffèrent pas essentiellement de ceux qui se présentent dans les cantons précédents, ni par leur grosseur ni par leur couleur, qui est communément noirâtre. Cette couche noire est celle que j'ai principalement remarquée dans les cailloux roulés que j'ai observés parmi les sables des deux endroits bien éloignés de ces derniers. Ces sables sont entre Andreville et Epernon. »

Les cailloux roulés qui se trouvent dans les plaines de la Crau d'Arles sont aussi des pierres calcaires de couleur bleuâtre. On voit de même sur les bords et dans le lit de la rivière Necker, près de Cronstadt en Allemagne, des masses considéra-

bles de poudingues formés de morceaux calcaires, arrondis, blancs, gris-roux sâtres, etc. Il se trouve des masses semblables de ces galets réunis sur les montagnes voisines, et jusqu'à leur sommet, d'où ils ont sans doute roulé dans les plaines et dans le lit des rivières.

On peut regarder le marbre appelé *brèche antique* comme un poudingue calcaire composé de gros morceaux arrondis bien distincts, les uns blancs, bleus, rouges et les autres noirs; ce qui rend cette brèche très-belle par ses variétés de couleurs. La brèche d'Alep est de même composée, comme la brèche antique, de morceaux arrondis, dont la couleur est isabelle. La brèche de Saravezze ou Saravèche, présente des morceaux arrondis d'un bien plus grand diamètre, dont la plupart tirent sur la couleur violette, et dont les autres sont blancs ou jaunâtres. Dans la brèche violette commune il y a des morceaux arrondis assez gros, et d'autres bien plus petits; la plupart sont blancs, et les autres d'un violet faible.

Tous les poudingues calcaires sont donc des espèces de brèches, et on ne les en aurait pas séparés si d'ordinaire ils ne se fussent pas trouvés différents des brèches par leur ciment, qui est moins dur et qui ne peut recevoir le poli. Il ne manque donc à ces poudingues calcaires qu'un degré de pétrification de plus pour être entièrement semblables aux plus beaux marbres brèches, de la même manière que dans les poudingues composés de vrais cailloux vitreux arrondis il ne manque qu'un degré de pétrification dans leur ciment pour en faire des matières aussi dures que les porphyres ou les jaspes.

DU PLÂTRE ET DU GYPSE.

Le plâtre et le gypse sont des matières calcaires, mais imprégnées d'une assez grande quantité d'acide vitriolique pour que ce même acide, et même tous les autres, n'y fassent plus d'impression. Cet acide vitriolique est seul dans le gypse; mais il est combiné dans le plâtre avec d'autres acides; et, pour que les noms ne fassent pas ici confusion, j'avertis que j'appelle *gypse* ce que les nomenclateurs ont nommé *sélénite*, par le rapport très-éloigné qu'ont les reflets de la lumière sur le gypse avec la lumière de la lune.

Ces deux substances, le gypse et le plâtre, qui sont au fond les mêmes, ne sont jamais bien dures; souvent elles sont friables, et toujours elles se calcinent à un degré de chaleur moindre que celui du feu nécessaire pour convertir la pierre calcaire en chaux. On les broie après la calcination; et, en les détrempant alors avec de l'eau, on en fait une pâte ductile qui reçoit toutes sortes de formes, qui sèche

en assez peu de temps, se durcit en se séchant, et prend une consistance aussi ferme que celle des pierres tendres ou de la craie dure.

Le gypse et le plâtre calcinés forment, comme la chaux vive, une espèce de crème à la surface de l'eau; et l'on observe que, quoiqu'ils refusent de s'unir avec les acides, ils s'imbibent facilement de toutes les substances grasses. Pline dit que cette dernière propriété des gypses était si bien connue qu'on s'en servait pour dégraisser les laines. C'est aussi en polissant les plâtres à l'huile, qu'on leur donne un lustre presque aussi brillant que celui d'un beau marbre.

L'acide qui domine dans tous les plâtres est l'acide vitriolique; et si cet acide était seul dans toutes ces matières, comme il l'est dans le gypse, on serait en droit de dire que le gypse et le plâtre ne sont absolument qu'une seule et même chose; mais l'on verra par quelques expériences rapportées ci-après que le plâtre contient non-seulement de l'acide vitriolique, mais aussi des acides nitreux et marins, et que par conséquent on ne doit pas regarder le gypse et le plâtre comme des substances dont l'essence soit absolument la même. Je ne fais cette réflexion qu'en conséquence de ce que nos chimistes disent, « que le plâtre ou gypse n'est qu'un sel vitriolique à base de terre calcaire, c'est-à-dire une vraie sélénite. » Il me semble qu'on peut distinguer l'un de l'autre en disant que le gypse n'est en effet imprégné que de l'acide vitriolique, tandis que le plâtre contient non-seulement l'acide vitriolique avec la base calcaire, mais encore une portion d'acides nitreux et marin. D'ailleurs le prétendu gypse fait artificiellement en mêlant de l'acide vitriolique avec une terre calcaire, ne ressemble pas assez au gypse ou au plâtre produit par la nature, pour qu'on puisse dire que c'est une seule et même chose. M. Pott avoue même que ces deux produits de l'art et de la nature ont des différences sensibles; mais, avant de prononcer affirmativement sur le nombre et la qualité des éléments dont le plâtre est composé après la calcination, il faut d'abord le voir et l'examiner dans son état de nature.

Les plâtres sont disposés, comme les pierres calcaires, par lits horizontaux; mais tout concourt à prouver que leur formation est postérieure à celle de ces pierres. 1° Les masses ou couches de plâtre surmontent généralement les banes calcaires, et n'en sont jamais surmontées; ces plâtres ne sont recouverts que de couches plus ou moins épaisses d'argile ou de marne amoncelées, et souvent mélangées de terre limoneuse. 2° La substance du plâtre n'est évidemment qu'une poudre détachée des masses calcaires anciennes, puisque le plâtre ne contient point de coquilles, et qu'on y trouve, comme nous le verrons, des ossements d'animaux terrestres; ce qui suppose une formation postérieure à celle des banes calcaires. 3° Cette épaisseur d'argile, dont on voit encore la plupart des carrières de plâtre surmontées, semble être la source d'où l'acide a découlé pour imprégner les plâtres; en sorte que la formation des masses plâtreuses paraît tenir à la circonstance de ces dépôts d'argile rapportés sur les débris des matières calcaires, telles que les craies, qui dès lors ont reçu par stillation les acides, et surtout l'acide vitriolique, plus abondant qu'aucun autre dans les argiles; ce qui n'empêche pas que, lors de sa formation,

le plâtre n'ait aussi reçu d'autres principes salins dont l'eau de la mer était imprégnée; et c'est en quoi le plâtre diffère du gypse, dans lequel l'acide vitriolique est seul combiné avec la terre calcaire.

Mais, de quelque part que viennent les acides contenus dans le plâtre, il est certain que le fond de sa substance n'est qu'une poussière calcaire qui ne diffère de la craie qu'en ce qu'elle est fortement imprégnée de ces mêmes acides; et ce mélange d'acides dans la matière calcaire, suffit pour en changer la nature, et pour donner aux stalactites qui se forment dans le plâtre, des propriétés et des formes toutes différentes de celles des spaths et autres concrétions calcaires. Les parties intégrantes du gypse, vues à la loupe, paraissent être tantôt des prismes engrenés les uns dans les autres, tantôt de longues lames avec des fibres uniformes en filaments allongés, comme dans l'alun de plume, auquel l'acide donne aussi cette forme, mais dans une matière bien différente, puisque la base de l'alun est argileuse, au lieu que celle de tout plâtre est calcaire.

La plupart des auteurs ont employé sans distinction le nom de *gypse* et celui de *plâtre* pour signifier la même chose: mais, pour éviter une seconde confusion de noms, nous n'appellerons *plâtre* que celui qui est opaque, et que l'on trouve en grands bancs comme la pierre calcaire, d'autant que le nom de *gypse* n'est connu ni dans le commerce ni par les ouvriers, qui nomment *plâtre* toute matière gypseuse et opaque; nous n'appliquerons donc le nom de *gypse* qu'à ce que l'on appelait *sélénite*, c'est-à-dire à ces morceaux transparents, et toujours de figure régulière, que l'on trouve dans toutes les carrières plâtreuses.

Le plâtre ressemble, dans son état de nature, à la pierre calcaire tendre; il est de même opaque et si friable, qu'il ne peut recevoir le moindre poli. Le gypse, au contraire, est transparent dans toute son épaisseur; sa surface est luisante et colorée de jaunâtre, de verdâtre, et quelquefois elle est d'un blanc clair. Les dénominations de *pierre spéculaire* ou de *miroir d'âne*, que le vulgaire, avec quelques autres nomenclateurs, ont données à cette matière cristallisée, n'étant fondées que sur des rapports équivoques ou ridicules, nous préférons avec raison le nom de *gypse*; car le talc, aussi bien que le gypse, pourrait être appelé *pierre spéculaire*, puisque tous deux sont transparents, et la dénomination de *miroir à âne*, ou *miroir d'âne*, n'aurait jamais dû sortir de la plume de nos docteurs.

Le gypse est transparent, et s'exfolie, comme le talc, en lames étendues et minces; il perd de même sa transparence au feu: mais il en diffère même à l'extérieur, en ce que le talc est plus doux et comme onctueux au toucher: il en diffère aussi par sa cassure spatulique et chatoyante; il est calcifiable, et le talc ne l'est pas: le plus petit degré de feu rend opaque le gypse le plus transparent, et il prend, par la calcination, plus de blancheur que l'autre plâtre.

De quelque forme que soient les gypses, ce sont toujours des stalactites du plâtre qu'on peut comparer aux spaths des matières calcaires. Ces stalactites gypseuses sont composées ou de grandes lames appliquées les unes contre les autres, ou de simples filets posés verticalement les uns sur les autres, ou enfin de grains à

facettes irrégulières, réunis latéralement les uns auprès des autres ; mais toutes ces stalactites gypseuses sont transparentes, et par conséquent plus pures que les stalactites communes de la pierre calcaire (1) ; et quand je réduis à ces trois formes de lames, de filets et de grains, les cristallisations gypseuses, c'est seulement parce qu'elles se trouvent le plus communément ; car je ne prétends pas exclure les autres formes qui ont été ou qui seront remarquées par les observateurs, puisqu'ils trouveront en ce genre, comme je l'ai moi-même observé dans les spaths calcaires, des variétés presque innombrables dans la figure de ces cristallisations, et qu'en général la forme de cristallisation n'est pas un caractère constant, mais plus équivoque et plus variable qu'aucun autre des caractères par lesquels on doit distinguer les minéraux.

Nous pensons qu'on peut réduire à trois classes principales les stalactites transparentes de tous les genres : 1° les cristaux quartzeux ou cristaux de roche, qui sont les stalactites du genre vitreux, et sont en même temps les plus dures et les plus diaphanes ; 2° les spaths, qui sont les stalactites des matières calcaires, et qui ne sont pas, à beaucoup près, aussi durs que les cristaux vitreux ; 3° les gypses, qui sont les stalactites des matières plâtreuses, et qui sont les plus tendres de toutes. Le degré de feu qui est nécessaire pour faire perdre la transparence à toutes ces stalactites, paraît proportionnel à leur dureté : il ne faut qu'une chaleur très-médiocre pour blanchir le gypse et le rendre opaque ; il en faut une plus grande pour blanchir le spath et le réduire en chaux ; et enfin le feu le plus violent de nos fourneaux ne fait que très-peu d'impression sur le cristal de roche, et ne le rend pas opaque. Or la transparence provient en partie de l'homogénéité de toutes les parties constituantes du corps transparent ; et sa dureté dépend du rapprochement de ces mêmes parties, et de leur cohésion plus ou moins grande : selon que ces parties intégrantes seront elles-mêmes plus solides, et à mesure qu'elles seront plus rapprochées les unes des autres par la force de leur affinité, le corps transparent sera plus dur. Il n'est donc pas nécessaire d'imaginer, comme l'ont fait les chimistes, une *eau de cristallisation*, et de dire que cette eau produit la cohésion et la transparence et que la chaleur la faisant évaporer, le corps transparent devient opaque. et perd sa cohérence par cette *soustraction* de son eau de cristallisation : il suffit de penser que, la chaleur dilatant tous les corps, un feu médiocre suffit pour

(1) M. Sage, savant chimiste de l'Académie des Sciences, distingue neuf espèces de matières plâtreuses : 1° la terre gypseuse, blanche et friable comme la craie, et qui n'en diffère qu'en ce qu'elle ne fait point effervescence avec les acides ; 2° l'albâtre gypseux, qui est susceptible de poli, et qui est ordinairement demi-transparent ; 3° la pierre à plâtre, qui n'est point susceptible de poli ; 4° le gypse ou sélénite cunéiforme, appelé aussi *pierre spéculaire*, *miroir d'âne*, et vulgairement *talc de Montmartre* ; 5° le gypse ou sélénite rhomboïdale, dont il a trouvé des morceaux dans une argile rouge et grise de la montagne de Saint-Germain-en-Laye ; 6° le gypse ou sélénite prismatique dècaèdre, dont il a vu des morceaux dans l'argile noire de Picardie ; 7° la sélénite basaltine en prismes hexaèdres dans une argile grise de Montmartre ; 8° le gypse ou sélénite lenticulaire, dont les cristaux sont opaques ou demi-transparentes, et forment des groupes composés de petites masses orbiculaires renflées dans le milieu, amincies vers les bords ; 9° enfin le gypse ou sélénite striée, composée de fibres blanches, opaques et parallèles, ordinairement brillantes et satinées : on la trouve en Franche-Comté, à la Chine, en Sibérie, et on lui donne communément le nom de *gypse de la Chine*.

briser les faibles liens des corps tendres, et qu'avec un feu plus puissant on vient à bout de séparer les parties intégrantes des corps les plus durs; qu'enfin ces parties séparées et tirées hors de leur sphère d'affinité ne pouvant plus se réunir, le corps transparent est pour ainsi dire désorganisé, et perd sa transparence, parce que toutes ses parties sont alors situées d'une manière différente de ce qu'elles étaient auparavant.

Il y a des plâtres de plusieurs couleurs. Le plâtre le plus blanc est aussi le plus pur, et celui qu'on emploie le plus communément dans les enduits pour couvrir le plâtre gris, qui ferait un mauvais effet à l'œil, et qui est ordinairement plus grossier que le blanc. On connaît aussi des plâtres rougeâtres, jaunâtres, ou variés de ces couleurs; elles sont toutes produites par les matières ferrugineuses et minérales dont l'eau se charge en passant à travers les couches de la terre végétale; mais ces couleurs ne sont pas dans les plâtres aussi fixes que dans les marbres: au lieu de devenir plus foncées et plus intenses par l'action du feu, comme il arrive dans les marbres chauffés, elles s'effacent au contraire dans les plâtres au même degré de chaleur, en sorte que tous les plâtres après la calcination sont dénués de couleurs et paraissent seulement plus ou moins blancs. Si l'on expose à l'action du feu le gypse composé de grandes lames minces, on voit ces lames se désunir et se séparer les unes des autres; on les voit en même temps blanchir et perdre toute leur transparence. Il en est de même du gypse en filets ou en grains: la différente figure de ces stalactites gypseuses n'en change ni la nature ni les propriétés.

Les banes de plâtre ont été, comme ceux des pierres calcaires, déposés par les eaux en couches parallèles, séparées par lits horizontaux; mais, en se desséchant, il s'est formé dans tout l'intérieur de leur masse un nombre infini de fentes perpendiculaires qui la divisent en colonnes à plusieurs pans. M. Desmarest a observé cette figuration dans les banes de plâtre à Montmartre; ils sont entièrement composés de prismes posés verticalement les uns contre les autres, et ce savant académicien les compare aux prismes de basalte, et croit que c'est par la retraite de la matière que cette figuration a été produite; mais je pense au contraire, comme je l'ai déjà dit, que toute matière ramollie par le feu ou par l'eau ne peut prendre cette figuration, en se desséchant, que par son renflement et non par sa retraite, et que ce n'est que par la compression réciproque que ces prismes peuvent s'être formés et appliqués verticalement les uns contre les autres. Les basaltes se renflent par l'action du feu qu'ils contiennent, et l'on sait que le plâtre en se séchant, au lieu de faire retraite, prend de l'extension; et c'est par cette extension de volume et par ce renflement réciproque et forcé, que les différentes parties de sa masse prennent cette figure prismatique à plus ou moins de faces, suivant la résistance plus ou moins grande de la matière environnante.

Le plâtre semble différer de toutes les autres matières par la propriété qu'il a de prendre très-promptement de la solidité, après avoir été calciné, réduit en poudre, et détrempe avec de l'eau; il acquiert même tout aussi promptement, et sans addition d'aucun sable ni ciment, un degré de dureté égal à celui du meilleur mortier

fait de sable et de chaux : il prend corps de lui-même, et devient aussi solide que la craie la plus dure ou la pierre tendre ; il se moule parfaitement, parce qu'il se renfle en se desséchant : enfin il peut recevoir une sorte de poli qui, sans être brillant, ne laisse pas d'avoir un certain lustre.

La grande quantité d'acides dont la matière calcaire est imprégnée dans tous les plâtres, et même saturée, ne fait en somme qu'une très-petite addition de substance ; car elle n'augmente sensiblement ni le volume, ni la masse de cette même matière calcaire : le poids du plâtre est à peu près égal à celui de la pierre blanche dont on fait de la chaux : mais ces dernières pierres perdent plus d'un tiers et quelquefois moitié de leur pesanteur en se convertissant en chaux, au lieu que le plâtre ne perd qu'environ un quart par la calcination (1). De même il faut une quantité plus

(1) J'ai mis dans le foyer d'une forge un morceau de plâtre du poids de deux livres, et, après lui avoir fait éprouver une chaleur de la plus grande violence pendant l'espace de près de huit heures, lorsque je l'en ai retiré, il ne pesait plus que vingt-quatre onces trois gros : il m'a paru qu'il avait beaucoup diminué de volume ; sa couleur était devenue jaunâtre ; il était beaucoup plus dur qu'auparavant, surtout à sa surface ; il n'avait ni odeur ni goût, et l'eau forte n'y a fait aucune impression. Après l'avoir broyé avec peine, je l'ai détrempe dans une suffisante quantité d'eau ; mais il ne s'en est pas plus imbibé que si c'eût été du verre en poudre, et il n'a acquis ensuite ni dureté ni cohésion. J'ai répété encore cette expérience de la manière suivante. J'ai fait calciner un morceau de plâtre dans un fourneau à chaux, et au degré de la chaleur nécessaire pour la calcination de la pierre ; après l'avoir retiré du fourneau, j'ai observé que sa superficie s'était durcie, et était devenue jaunâtre ; mais ce qui m'a surpris, c'est que ce plâtre exhalait une odeur de soufre extrêmement pénétrante ; l'ayant cassé, je l'ai trouvé plus tendre à l'intérieur que lorsqu'il a été cuit à la manière ordinaire, et, au lieu d'être blanc, il était d'un bleu clair. J'ai remis encore une partie de ce morceau de plâtre dans un fourneau de la même espèce ; sa superficie y a acquis beaucoup plus de dureté ; l'intérieur était aussi beaucoup plus dur qu'auparavant ; le feu avait enlevé sa couleur bleue, et l'odeur du soufre se faisait sentir beaucoup moins : celui qui n'avait éprouvé que la première calcination s'est réduit facilement en poudre ; l'autre, au contraire, était parsemé de grains très-durs, qu'il fallait casser à coups de marteau. Ayant détrempe ces deux morceaux de plâtre pulvérisés dans l'eau pour essayer d'en former une pâte, le premier a exhalé une odeur de soufre si forte et si pénétrante, que j'avais peine à la supporter, mais je ne me suis pas aperçu que le mélange de l'eau ait rendu l'odeur du second plus sensible, et ils n'ont acquis l'un et l'autre, en se desséchant, ni dureté ni cohésion.

J'ai fait calciner un autre morceau de plâtre du poids d'environ trois livres, au degré de chaleur qu'on fait ordinairement éprouver à cette pierre lorsqu'on veut l'employer ; après avoir broyé ce plâtre, je l'ai détrempe dans douze pintes d'eau de fontaine, que j'ai fait bouillir pendant l'espace de deux heures dans des vaisseaux de terre vernissés : j'ai versé ensuite l'eau par inclination dans d'autres vaisseaux ; et après l'avoir filtrée, j'ai continué de la faire évaporer par ébullition : pendant l'évaporation, sa superficie s'est couverte d'une pellicule formée de petites concrétions gypseuses, qui se précipitaient au fond du vaisseau lorsqu'elles avaient acquis un certain volume. La liqueur étant réduite à la quantité d'une bouteille, j'en ai séparé ses concrétions gypseuses, qui pesaient environ une once, et qui étaient blanches et demi-transparentes ; en ayant mis sur des charbons allumés, loin d'y acquies une plus grande blancheur, comme il serait arrivé au plâtre cru, elles y sont devenues presque aussitôt brunes. J'ai filtré la liqueur, qui était alors d'un jaune et d'un goût un peu lixiviel ; et l'ayant fait évaporer au feu de sable dans un grand bocal, il s'y est encore formé des concrétions gypseuses ; lorsque la liqueur a été réduite à la quantité d'un verre, sa couleur m'a paru plus foncée ; et, l'ayant goûtée, j'y ai démêlé une saveur acide et néanmoins salée ; je l'ai filtrée avant qu'elle ait été refroidie, et l'ayant mise dans un lieu frais, j'ai trouvé le lendemain, au fond du vaisseau, trente-six grains de nitre bien cristallisé, formé en aiguilles ou petites colonnes à six faces, qui s'est enflammé sur les charbons en fulminant comme le nitre le plus pur : j'ai fait ensuite évaporer, pendant quelques instants, le peu de liqueur qui me restait, et j'en ai encore retiré la même quantité de matière saline, d'une espèce différente, à la vérité, de la première, car c'était du sel marin, sans aucun mélange d'autres sels, qui était cristallisé en cubes, mais dont la face attachée au vaisseau avait la forme du sommet d'une pyramide dont l'extrémité aurait été coupée : le reste de la liqueur s'est ensuite épaissi, et il ne s'y est formé aucuns cristaux salins.

J'ai fait calciner dans un fourneau à chaux un autre morceau de plâtre : il pesait, après l'avoir calciné, dix onces ; sa superficie était devenue très-dure, et il exhalait une forte odeur de soufre ; l'ayant cassé, l'intérieur s'est trouvé très-blanc, mais cependant parsemé de taches et de veines bleues, et l'odeur sulfureuse était encore plus pénétrante au dedans qu'au dehors. Après l'avoir broyé, j'ai versé quelques gouttes d'eau-forte sur une pincée de plâtre, et il a été sur-le-champ dissous avec beaucoup d'effervescence, quoique les esprits acides soient sans action sur le

que double d'eau pour fondre une quantité donnée de chaux, tandis qu'il ne faut qu'une quantité égale d'eau pour détremper le plâtre calciné, c'est-à-dire plus de deux livres d'eau pour une livre de chaux vive, et une livre d'eau seulement pour une livre de plâtre calciné.

Une propriété commune à ces deux matières, c'est-à-dire à la chaux et au plâtre calciné, c'est que toutes deux exposées à l'air, après la calcination, tombent en poussière et perdent la plus utile de leurs propriétés : on ne peut plus les employer dans cet état. La chaux, lorsqu'elle est ainsi décomposée par l'humidité de l'air, ne fait plus d'ébullition dans l'eau, et ne s'y détrempe ou délaie que comme la craie; elle n'acquiert ensuite aucune consistance par le desséchement, et ne peut pas même reprendre, par une seconde calcination, les qualités de la chaux vive : et de même le plâtre en poudre ne se durcit plus lorsqu'il a été éventé, c'est-à-dire abandonné trop longtemps aux injures de l'air.

La chaux fondue n'acquiert pas à la longue, ni jamais par le simple desséchement, le même degré de consistance que le plâtre prend en très-peu de temps après avoir été, comme la pierre calcaire, calciné par le feu et détrempe dans l'eau. Cette différence vient en grande partie de la matière dont on opère sur ces deux matières. Pour fondre la chaux, on la noie d'une grande quantité d'eau qu'elle saisit avidement; dès lors elle fermente, s'échauffe, et bout en exhalant une odeur forte et lixivielle. On détrempe le plâtre calciné avec une bien moindre quantité d'eau; il s'échauffe aussi, mais beaucoup moins, et il répand une odeur désagréable, qui approche de celle du foie de soufre. Il se dégage donc de la pierre à chaux, comme de la pierre à plâtre, beaucoup d'air fixe et quelques substances volatiles,

plâtre cru et sur celui qui n'a éprouvé qu'une chaleur modérée; j'en ai ensuite détrempe une once avec de l'eau : mais ce mélange ne s'est point échauffé d'une manière sensible, comme il serait arrivé à la chaux; cependant il s'en est élevé des vapeurs sulfureuses extrêmement pénétrantes : ce plâtre a été longtemps à se sécher, et il n'a acquis ni dureté ni adhésion.

On sait en général, que les corps qui sont imprégnés d'une grande quantité de sels et de soufre sont ordinairement très-durs : telles sont les pyrites vitrioliques, et plusieurs concrétions minérales. On observe, de plus, que certains sels ont la propriété de s'imbiber d'une quantité d'eau très-considérable, et de faire paraître les liquides sous une forme sèche et solide. Si on fait dissoudre dans une quantité d'eau suffisante une livre de sel de Glauber, qu'on aura fait sécher auparavant à la chaleur du feu ou aux rayons du soleil, jusqu'à ce qu'il soit réduit en poudre blanche, on retirera de cette dissolution environ trois livres de sel bien cristallisé; ce qui prouve que l'eau qu'il peut absorber est en proportion double de son poids : il se peut donc faire que la petite quantité de sel que le plâtre contient, contribue en quelque chose à sa cohésion; mais je suis persuadé que c'est principalement au soufre auquel il est uni qu'on doit attribuer la cause du prompt desséchement et de la dureté qu'il acquiert, après avoir éprouvé l'effervescence, en comparaison de celle qu'acquiert la chaux vive jetée dans l'eau. Cette effervescence est cependant assez semblable et très-réelle, puisqu'il y a un mouvement intestin, chaleur sensible et augmentation de volume; or toute effervescence occasionne une raréfaction et même une génération d'air; et c'est par cette raison que le plâtre se renfle et qu'il pousse en tous sens, même après qu'il a été mis en œuvre : mais cet air produit par l'effervescence est bientôt absorbé et fixé de nouveau dans les substances qui abondent en soufre. En effet, selon M. Hales (*Statique des végétaux*, expérience CIII), le soufre absorbe l'air non-seulement lorsqu'il brûle, mais même lorsque les matières où il se trouve incorporé fermentent : il donne pour exemple des mèches faites de charpie de vieux linge trempées dans du soufre fondu et ensuite enflammé, qui absorbèrent cent quatre-vingt-dix-huit pouces cubiques d'air. On sait d'ailleurs que cet air ainsi lixé, et qui a perdu son ressort, attire avec autant de force qu'il repousse dans son état d'élasticité : on peut donc croire que le ressort de l'air contenu dans le plâtre ayant été détruit durant l'effervescence, par le soufre auquel il est uni, les parties constituantes de ce mixte s'attirent alors mutuellement, et se rapprochent assez pour lui donner la dureté et la densité que nous lui voyons prendre en aussi peu de temps. (*Note communiquée par M. Nadault.*)

pyriteuses, bitumineuses et salines, qui servent de liens à leurs parties constituantes, puisqu'étant enlevées par l'action du feu, leur cohérence est en grande partie détruite : et ne doit-on pas attribuer à ces mêmes substances volatiles fixées par l'eau, la cause de la consistance que reprennent le plâtre et les mortiers de chaux ? En jetant de l'eau sur la chaux, on fixe les molécules volatiles auxquelles ses parties solides sont unies : tant que dure l'effervescence, ces molécules volatiles font effort pour s'échapper ; mais lorsque toute effervescence a cessé, et que la chaux est entièrement saturée d'eau, on peut la conserver pendant plusieurs années, et même pendant des siècles, sans qu'elle se dénature, sans même qu'elle subisse aucune altération sensible. Or c'est dans cet état que l'on emploie le plus communément la chaux pour en faire du mortier : elle est donc imbibée d'une si grande quantité d'eau, qu'elle ne peut acquérir de la consistance qu'en perdant une partie de cette eau par la sécheresse des sables avec lesquels on la mêle ; il faut même un très-long temps pour que ce mortier se sèche et se durcisse en perdant par une lente évaporation toute son eau superflue : mais comme il ne faut au contraire qu'une petite quantité d'eau pour détremper le plâtre, et que s'il en était noyé comme la pierre à chaux, il ne se sécherait ni ne durcirait pas plus tôt que le mortier, on saisit, pour l'employer, le moment où l'effervescence est encore sensible ; et quoique cette effervescence soit bien plus faible que celle de la chaux bouillante, cependant elle n'est pas sans chaleur, et même cette chaleur dure pendant une heure ou deux : c'est alors que le plâtre exhale la plus grande partie de son odeur. Pris dans cet état et disposé par la main de l'ouvrier, le plâtre commence par se renfler, parce que ses parties spongieuses continuent de se gonfler de l'eau dans laquelle il a été détrempe ; mais, peu de temps après, il se dureit par un dessèchement entier. Ainsi l'effet de sa prompte cohésion dépend beaucoup de l'état où il se trouve au moment qu'on l'emploie ; la preuve en est que le mortier fait avec de la chaux vive se sèche et se dureit presque aussi promptement que le plâtre gâché, parce que la chaux est prise alors dans le même état d'effervescence que le plâtre. Cependant ce n'est qu'avec beaucoup de temps que ces mortiers faits avec la chaux, soit vive, soit éteinte, prennent leur entière solidité, au lieu que le plâtre prend toute la sienne dès le premier jour. Enfin cet endureissement du plâtre, comme le dit très-bien M. Macquer, « peut venir du mélange de celles de ses parties qui ont pris un caractère de *chaux vive*, pendant la calcination avec celles qui n'ont pas pris un semblable caractère et qui servent de ciment. » Mais ce savant chimiste ajoute que cela peut venir aussi de ce que le plâtre reprend *l'eau de sa cristallisation, et se cristallise de nouveau précipitamment et confusément*. La première cause me paraît si simple et si vraie, que je suis surpris de l'alternative d'une seconde cause, dont on ne connaît pas même l'existence ; car cette eau de cristallisation n'est, comme le phlogistique, qu'un être de méthode et non de la nature.

Les plâtres n'étant que des craies ou des poudres de pierres calcaires imprégnées et saturées d'acides, on trouve assez souvent des couches minces de plâtre entre les lits d'argile, comme l'on y trouve aussi de petites couches de pyrites et de pier-

res calcaires. Toutes ces petites couches sont de nouvelle formation, et proviennent également du dépôt de l'infiltration des eaux. Comme l'argile contient des pyrites et des acides, et qu'en même temps la terre végétale qui la couvre est mêlée de sable calcaire et de parties ferrugineuses, l'eau se charge de toutes ces particules calcaires, pyriteuses, acides et ferrugineuses, et les dépose ou séparément ou confusément entre les joints horizontaux et les petites fentes verticales des bancs ou lits d'argile. Lorsque l'eau n'est chargée que des molécules de sable calcaire pur, son sédiment forme une concretion calcaire tendre, ou bien une pierre semblable à toutes les autres pierres de seconde formation ; mais quand l'eau se trouve à la fois chargée d'acides et de molécules calcaires, son sédiment sera du plâtre. Et ce n'est ordinairement qu'à une certaine profondeur dans l'argile, que ces couches minces de plâtre sont situées, au lieu qu'on trouve les petites couches de pierres calcaires entre les premiers lits d'argile. Les pyrites se forment de même, soit dans la terre végétale, soit dans l'argile, par la substance du feu fixe réunie à la terre ferrugineuse et à l'acide. Au reste, M. Pott a eu tort de douter que le plâtre fût une matière calcaire, puisqu'il n'a rien de commun avec les matières argileuses que l'acide qu'il contient, et que sa base, ou, pour mieux dire, sa substance est entièrement calcaire, tandis que celle de l'argile est vitreuse.

Et de même que les sables vitreux se sont plus ou moins imprégnés des acides et du bitume des eaux de la mer en se convertissant en argile, les sables calcaires, par leur long séjour sous ces mêmes eaux, ont dû s'imprégner de ces mêmes acides et former des plâtres, principalement dans les endroits où la mer était le plus chargée de sel, aussi les collines de plâtre, quoique toutes disposées par lits horizontaux, comme celles des pierres calcaires, ne forment pas des chaînes étendues, et ne se trouvent qu'en quelques endroits particuliers ; il y a même d'assez grandes contrées où il ne s'en trouve point du tout.

Des bancs des carrières à plâtre, quoique superposés horizontalement, ne suivent pas la loi progressive de dureté et de densité qui s'observe dans les bancs calcaires ; ceux de plâtre sont même souvent séparés par des lits interposés de marne, de limon, de glaise, et chaque banc plâtreux est pour ainsi dire de différente qualité, suivant la proportion de l'acide mêlé dans la substance calcaire. Il y a aussi beaucoup de plâtres imparfaits, parce que la matière calcaire est très-souvent mêlée avec quelque autre terre, en sorte qu'on trouve assez communément un banc de très-bon plâtre entre deux bancs de plâtre impur et mélangé.

Au reste, le plâtre cru le plus blanc ne l'est jamais autant que le plâtre calciné, et tous les gypses ou stalaetites de plâtre, quoique transparents, sont toujours un peu colorés, et ne deviennent très-blancs que par la calcination ; cependant l'on trouve en quelques endroits le gypse d'un blanc transparent dont nous avons parlé, et auquel on a donné improprement le nom d'*albatre*.

Le gypse est le plâtre le plus pur, comme le spath est aussi la pierre calcaire la plus pure : tous deux sont des extraits de ces matières, et le gypse est peut-être plus abondant proportionnellement dans les bancs plâtreux que le spath ne l'est

dans les banes calcaires ; car on trouve souvent entre les lits de pierre à plâtre des couches de quelques pouces d'épaisseur de ce même gypse transparent de figure régulière. Les fentes perpendiculaires ou inclinées, qui séparent de distance à autre les blocs des banes de plâtre, sont aussi incrustées et quelquefois entièrement remplies de gypse transparent et formé de filets allongés : et il paraît en général qu'il y a beaucoup moins de stalactites opaques dans les plâtres que dans les pierres calcaires.

Les plâtres colorés, gris, jaunes ou rougeâtres, sont mélangés de parties minérales : la craie ou la pierre blanche réduite en poudre aura formé les plus beaux plâtres : la marne, qui est composée de poudre de pierre, mais mélangée d'argile ou de terre limonneuse, n'aura pu former qu'un plâtre impur et grossier, plus ou moins coloré suivant la quantité de ces mêmes terres : aussi voit-on dans les carrières plusieurs banes de plâtres imparfaits, et le bon plâtre se fait souvent chercher bien au-dessous des autres.

Les couches de plâtres, comme celles de craies, ne se trouvent pas sous les couches des pierres dures ou des rochers calcaires ; et ordinairement les collines à plâtre ne sont composées que de petit gravier calcaire, de tuffeau, qu'on doit regarder comme une poussière de pierre, et enfin de marne, qui n'est aussi que de la poudre de pierre mêlée d'un peu de terre. Ce n'est que dans les couches les plus basses de ces collines, et au-dessous de tous les plâtres, qu'on trouve quelquefois des banes calcaires avec des impressions de coquilles marines. Ainsi toutes ces poudres de pierre, soit craie, marne ou tuffeau, ont été déposées par des alluvions postérieures, avec les plâtres, sur les banes de pierre qui ont été formés les premiers, et la masse entière de la colline plâtreuse porte sur cette pierre ou sur l'argile ancienne et le schiste, qui sont le fondement et la base générale et commune de toutes les matières calcaires et plâtreuses.

Comme le plâtre est une matière très-utile, il est bon de donner une indication des différents lieux qui peuvent en fournir, et où il se trouve par couches d'une certaine étendue, à commencer par la colline de Montmartre à Paris : on en tire des plâtres blancs, gris, rougeâtres, et il s'y trouve une très-grande quantité de gypse, c'est-à-dire des stalactites transparentes et jaunâtres en assez grands morceaux plus ou moins épais, et composés de lames minces appliquées les unes contre les autres. Il y a aussi de bon plâtre à Passy, à Montreuil près de Creteil, à Gagny et dans plusieurs endroits aux environs de Paris : on en trouve de même à Decize en Nivernais, à Sombornon près de Vitteaux en Bourgogne, où le gypse est blanc et très-transparent. « Dans le village de Charecy, situé à trois lieues au couchant de Châlon-sur-Saône, sur la route de cette ville à Autun, il y a, m'écrivit M. Dumorey, des carrières de très-beau plâtre blanc et gris. Ces carrières s'étendent dans une grande partie du territoire ; elles sont à peu de profondeur en terre ; on les découvre souvent en cultivant les vignes qui couvrent la colline où elles se trouvent ; elles sont placées presque au pied du coteau, qui est dominé de toutes parts des montagnes les plus élevées du pays. La surface de tout le coteau n'est pas sous des pen-

tes uniformes; elle est au contraire coupée presque en tous sens par des anciens ravins qui forment dans ce pays un nombre de petits monticules disposés sur la croupe générale de la montagne. Ce plâtre est de la première qualité pour l'intérieur des appartements, mais moins fort que celui de Montmartre et que celui de Salins en Franche-Comté, lorsqu'il est exposé aux injures de l'air (1).» M. Guettard a donné la description de la carrière à plâtre de Serbeville en Lorraine, près de Lunéville. Dans cette plâtrière, les derniers banes ne portent pas sur l'argile, mais sur un banc de pierres calcaires mêlées de coquilles. Il a aussi parlé de quelques-unes des carrières à plâtre du Dauphiné; et, en dernier lieu, M. Pralon a très-bien décrit celles de Montmartre près Paris.

En Espagne, aux environs de Molina, il y a plusieurs carrières de plâtre; on en voit une colline entière à Dovenno près de Liria, et l'on y voit des bancs de plâtre blanc, gris et rouge. On trouve aussi du plâtre rouge au sommet d'une montagne calcaire à Albaracin, qui paraît être l'un des lieux les plus élevés de l'Espagne, et il y en a de même près d'Alicante, qui est un des lieux les plus bas, puisque cette ville est située sur les bords de la mer; elle est voisine d'une colline dont les bancs inférieurs sont de plâtres de différentes couleurs.

En Italie, le comte Marsigli a donné la description de la carrière à plâtre de *Saint-Raphaël*, aux environs de Bologne, où l'on a fouillé à plus de trois cents pieds de profondeur. On trouve aussi de bon plâtre dans plusieurs provinces d'Allemagne, et il y en a de très-blanc dans le duché de Wurtemberg.

« Dans quelques endroits de la Pologne, dit M. Guettard, le vrai plâtre n'est pas rare. Celui de Rohatin (starostie de Russie) est entièrement semblable au plâtre des environs de Paris, que l'on appelle *grygnard*: il est composé de morceaux de pierres spéculaires jaunâtres et brillantes, qui affectent une figure triangulaire. Les banes de cette pierre sont de toutes sortes de largeurs et d'épaisseurs. » On trouve encore du plâtre et du beau gypse aux environs de Bâle en Suisse, dans le pays de Neuchâtel, et dans plusieurs autres endroits de l'Europe.

Il y a de même du plâtre dans l'île de Chypre, et presque dans toutes les provinces de l'Asie: on en fait des magots à la Chine et aux Indes.

L'on ne peut donc guère douter que cette matière ne se trouve dans toutes les parties du monde, quoiqu'elle se présente seulement dans des lieux particuliers, et toujours dans le voisinage de la pierre calcaire: car le plâtre n'étant composé que de substance calcaire réduite en poudre, il ne peut se trouver que dans les endroits peu éloignés des rochers, dont les eaux auront détaché ces particules calcaires; et comme il contient aussi beaucoup d'acide vitriolique, cette combinaison suppose le voisinage de la terre limoneuse, de l'argile et des pyrites, en sorte que les matières plâtreuses ne se seront formées, comme nous l'avons dit, que dans les terrains où ces deux circonstances se trouvent réunies.

(1) Note communiquée par M. Dumorey, ingénieur en chef de la province de Bourgogne, à M. de Buffon, 2 juillet 1779.

Quelque hautes que soient certaines collines à plâtre, il n'est pas moins certain que toutes sont d'une formation plus nouvelle que celle des collines calcaires. Outre les preuves que nous en avons déjà données, cela peut se démontrer par la composition même de ces éminences plâtreuses : les couches n'en sont pas arrangées comme dans les collines calcaires ; quoique posées horizontalement, elles ne suivent guère un ordre régulier ; elles sont placées confusément les unes sur les autres, et chacune de ces couches est de matière différente ; elles sont souvent surmontées de marne ou d'argile, quelquefois de tuffeau ou de pierres calcaires en débris, et aussi de pyrites, de grès et de pierre meulière. Une colline à plâtre n'est donc qu'un gros tas de décombres amenés par les eaux dans un ordre assez confus, et dans lequel les lits de poussière calcaire qui ont reçu les acides des lits supérieurs sont les seuls qui se soient convertis en plâtre. Cette formation récente se démontre encore par les ossements d'animaux terrestres (1) qu'on trouve dans ces couches de plâtre, tandis qu'on n'y a jamais trouvé de coquilles marines ; enfin elle se démontre évidemment, parce que dans cet immense tas de décombres, toutes les matières sont moins dures et moins solides que dans les carrières de pierres anciennes. Ainsi la nature, même dans son désordre, et lorsqu'elle nous paraît n'avoir travaillé que dans la confusion, sait tirer de ce désordre même des effets précieux, et former des matières utiles, telles que le plâtre, avec de la poussière inerte et des acides destructeurs, et comme cette poussière de pierre, lorsqu'elle est fortement imprégnée d'acides, ne prend pas un grand degré de dureté, et que les couches de plâtres sont plus ou moins tendres dans toute leur étendue, soit en longueur ou en largeur, il est arrivé que ces couches, au lieu de se fendre, comme les couches de pierre dure, par le desséchement, de distance en distance sur leur longueur, se sont au contraire fendues dans tous les sens, en se renflant tant en largeur qu'en longueur ; et cela doit arriver dans toute matière molle qui se renfle d'abord par le desséchement avant de prendre sa consistance. Cette même matière se divisera par ce renflement en prismes plus ou moins gros et à plus ou moins de faces, selon qu'elle sera plus ou moins tenace dans toutes ses parties. Les couches de pierre, au contraire, ne se renflant point par le desséchement, ne se sont fendues que par leur retraite et de loin en loin, et plus fréquemment sur leur longueur que sur leur largeur, parce que ces matières plus dures avaient trop de consistance, même avant le desséchement, pour se fendre dans ces deux dimensions, et que dès lors les fentes perpendiculaires n'ont pu se faire que par effort sur l'endroit le plus faible, où la matière s'est trouvée un peu moins dure que le reste de la masse, et qu'enfin le desséchement seul, c'est-à-dire sans renflement de la matière, ne peut la diviser que très-irrégulièrement, et jamais en prismes ni en aucune autre figure régulière.

(1) Nous avons au Cabinet du Roi des mâchoires de cerf, avec leurs dents, trouvées dans les carrières de plâtre de Montmartre près Paris.

181060

DES PIERRES COMPOSÉES DE MATIÈRES VITREUSES ET DE SUBSTANCES CALCAIRES.

Dès que les eaux se furent emparées du premier débris des grandes masses vitreuses, et que la matière calcaire eut commencé à se produire dans leur sein par la génération des coquillages, bientôt ces détriments vitreux et calcaires furent transportés et déposés, tantôt seuls et purs, et tantôt mélangés et confondus en suivant les différents mouvements des eaux. Les mélanges qui s'en formèrent alors durent être plus ou moins intimes, selon que ces poudres étaient ou plus ténues ou plus grossières, et suivant que la mixtion s'en fit plus ou moins complètement. Les mélanges les plus imparfaits nous sont représentés par la marne, dans laquelle l'argile et la craie sont mêlées sans adhésion, et confondues sans union proprement dite. Une autre mixtion un peu plus intime est celle qui s'est faite par succession de temps, de l'acide des argiles qui s'est déposé sur les bancs calcaires, et, en ayant pénétré l'intérieur, les a transformés en gypse et en plâtre. Mais il y a d'autres matières mixtes où les substances argileuses et calcaires sont encore plus intimement unies et combinées, et qui paraissent appartenir de plus près aux grandes et antiques formations de la nature : telles sont ces pierres qui, avec la forme feuilletée des schistes, et ayant en effet l'argile pour fond de leur substance, offrent en même temps dans leur texture une figuration spathique semblable à celle de la pierre calcaire, et contiennent réellement des éléments calcaires intimement unis et mêlés avec les parties schisteuses. La première de ces pierres mélangées est celle que les minéralogistes ont désignée sous le nom bizarre de *Pierre de corne* (1). Elle se trouve souvent en grandes masses adossées aux montagnes de granites, ou contiguës aux schistes qui les revêtent et qui forment les montagnes du second ordre. Or cette position semble indiquer l'époque de la formation de ces schistes spathiques, et la placer, ainsi que nous l'avons indiqué, au temps de la production des dernières argiles et des premières matières calcaires, qui durent en effet être contemporaines ; et ce premier mélange des détriments vitreux et calcaires paraît être le plus intime comme le plus ancien de tous : aussi la combinaison de l'acide des couches argileuses déposées postérieurement sur des bancs calcaires, est bien moins parfaite dans la pierre gypseuse, puisqu'elle est bien plus aisément réductible que ne l'est la pierre de corne, qui souffre, sans se calciner, le feu nécessaire pour la fondre. La pierre à plâtre, au contraire, se cuit et se calcine à une médiocre chaleur. On sait de même que de simples lotions, ou un précipité par l'acide, suffisent

(1) Ce nom de pierre de corne (*hornstein*) avait d'abord été donné par les mineurs allemands à ces silex en lames qui, par leur couleur brune et leur demi-transparence, offrent quelque ressemblance avec la corne : mais Wallerius a changé cette acception, qui du moins était fondée sur une apparence ; et les minéralogistes, d'après lui, appliquent, sans aucune analogie entre le mot et la chose, cette dénomination de *Pierre de corne* aux schistes spathiques plus ou moins calcaires dont nous parlons.

pour faire la séparation des poudres calcaires et argileuses dans la marne, parce que ces poudres y sont restées dans un état d'incohérence, qu'elles n'y sont pas mêlées intimement, et qu'elles n'ont point subi la combinaison qui leur eût fait prendre la figuration spathique, véritable indice de la lapidification calcaire.

Cette pierre de corne est plus dure que le schiste simple, et en diffère par la quantité plus ou moins grande de matière calcaire qui fait toujours partie de sa substance. On pourrait donc désigner cette pierre sous un nom moins impropre que celui de *pierre de corne*, et même lui donner une dénomination précise en l'appelant *schiste spathique*; ce qui indiquerait en même temps et la substance schisteuse qui lui sert de base, et le mélange calcaire qui en modifie la forme et en spécifie la nature (1). Et ces pierres de corne ou schistes spathiques ne diffèrent en effet entre eux que par la plus ou moins grande quantité de matière calcaire qu'ils contiennent. Ceux où la substance argileuse est presque pure ont le grain semblable à celui du schiste pur; mais ceux où la matière calcaire ou spathique abonde, offrent à leur cassure un grain brillant, écailleux, avec un tissu fibreux, et même montrent distinctement dans leur texture une figuration spathique en lames rectangulaires striées; et c'est dans ce dernier état que quelques auteurs ont donné à leur *pierre de corne* le nom de *hornblende*, et que Wallerius l'a indiquée sous la dénomination de *corneus spathosus*.

Les schistes spathiques sont en général assez tendres, et le plus dur de ces schistes spathiques ou *pierres de corne* est celle que les Suédois ont appelée *trapp* (escalier), parce que cette pierre se casse par étage ou plans superposés comme les marches d'un escalier (2). La pierre de corne commune est moins dure que le *trapp*; quel-

(1) Quoique M. de Saussure reproche aux minéralogistes français d'avoir méconnu la pierre de corne, et de l'avoir confondue, sous le nom de *schiste*, avec toutes sortes de pierres qui se divisent par feuillets, soit argileuses, soit marnenses ou calcaires (*Voyage dans les Alpes*, tome I, page 77), il est pourtant vrai que ces mêmes minéralogistes n'ont fait qu'une erreur infiniment plus légère que celle où il tombe lui-même en rangeant les *roches primitives* au nombre des *roches feuilletées*; mais, sans insister sur cela, nous observerons seulement que le nom de *schiste* ne désignait jamais, chez les bons naturalistes, aucune pierre feuilletée purement calcaire ou marnense, et que, dans sa véritable acception, il signifiait toujours spécialement les pierres argileuses qui se divisent naturellement par feuillets, et qui sont plus ou moins mêlées d'autres substances, mais dont la base est toujours l'argile; or la pierre de corne n'est en effet qu'une espèce de ces pierres mêlées de parties argileuses et calcaires, et nous croyons devoir la ranger sous une même dénomination avec ces pierres; et ce n'était pas la peine d'inventer un nom sans analogie pour ne nous rien apprendre de nouveau, et pour désigner une substance qui n'est qu'un schiste mêlé de parties calcaires. En rappelant donc cette pierre au nom générique de *schiste*, auquel elle doit rester subordonnée, il ne s'agit que de lui assigner une épithète spécifique qui la classe et la distingue dans son genre; et comme le nom de *spath*, malgré les raisons qu'il y aurait eu de ne l'appliquer qu'à une seule substance, paraît avoir été adopté pour désigner des substances très-différentes, je croirais qu'il serait à propos d'appeler les prétendues pierres de corne, *schistes spathiques*, puisqu'en effet leur texture offre toujours une cristallisation plus ou moins apparente en forme de spath.

(2) M. Bergman, dans sa lettre à M. de Tröil (*Lettres sur l'Islande*, page 448), s'exprime ainsi : « Dans toutes les montagnes disposées par couches qui se trouvent dans la Westrogothie la couche supérieure est de *trapp*, placée sur une ardoise noire; il n'y a nulle apparence que cette matière de *trapp* ait jamais été fondue. » Mais quand ensuite cet habile chimiste veut attribuer au basalte la même origine, il se trompe, car il est certain que le basalte a été fondu: et son idée sur l'identité du *trapp* et du basalte, fondée sur la ressemblance de leurs produits dans l'analyse, ne prouve rien autre chose, sinon que le feu a pu, comme l'eau, envelopper, confondre les mêmes matières.

Le *trapp*, suivant M. de Morveau, contient beaucoup de fer; il a tiré quinze par cent de fer, d'un morceau de *trapp* qui lui avait été envoyé de Suède par M. Bergman: celui-ci assure que le *trapp* se fond au feu sans bouil-

ques autres pierres de corne sont si tendres, qu'elles se laissent entamer avec l'ongle. Leur couleur varie entre le gris et le noir; il s'en trouve aussi de vertes, de rouges de diverses teintes. Toutes sont fusibles à un degré de feu assez modéré, et donnent en se fondant un verre noir et compacte. Wallerius observe qu'en humectant ces pierres, elles rendent une odeur d'argile. Ce fait seul, joint à l'inspection, aurait dû les faire placer à la suite des pierres argileuses ou des schistes; et la nature passe en effet par nuances des schistes simples ou purement argileux à ces schistes composés, dont ceux qui sont le moins mélangés de parties calcaires n'offrent pas la figuration spathique, et ne peuvent, de l'aveu des minéralogistes, se distinguer qu'à peine du schiste pur.

Quoique le trapp et les autres pierres de corne ou schiste spathique, qui ne contiennent qu'une petite quantité de matière calcaire, ne fassent aussi que peu ou point d'effervescence avec les acides, néanmoins, en les traitant à chaud avec l'acide nitreux, on en obtient par l'alcali fixe un précipité gélatineux, de même nature que celui que donne la zéolithe et toutes les autres matières mélangées de parties vitreuses et de parties calcaires.

Ce schiste spathique se trouve en grand volume et en masses très-considérables mêlées parmi les schistes simples. M. de Saussure, qui le décrit sous le nom de *pierre de corne*, l'a rencontré en plusieurs endroits des Alpes. « A demi-lieue de Chamouni, dit ce savant professeur, en suivant la rive droite de l'Arve, la base d'une montagne de laquelle sortent plusieurs belles sources, est une *roche de corne* mêlée de mica et de quartz; ses couches sont à peu près *verticales*, souvent brisées et diversement dirigées. » Ce mélange de mica, ce voisinage du quartz, cette violente inclinaison des masses, me paraissent s'accorder avec ce que je viens de dire sur l'origine et le temps de la formation de cette pierre mélangée. Il faut en effet que ce soit dans le temps où les micas étaient flottants et disséminés sur les lieux où se trouvaient les débris plus ou moins atténués des quartz, et dans des dispositions où les masses primitives, rompues en différents angles, n'offraient comme parois ou comme bases que de fortes inclinaisons et des pentes roides; ce n'est, dis-je, que dans ces positions que les couches de formation secondaire ont pu prendre les grandes inclinaisons des pentes et des faces contre lesquelles on les voit appliquées. En effet, M. de Saussure nous fournit de ces exemples de *roches de corne* adossées à des granites; mais ne se méprend-il pas lorsqu'il dit que des blocs ou tranches de granite, qui se rencontrent encore quelquefois enfermés dans ces roches de cornes, s'y sont produits ou introduits postérieurement à la formation de ces mêmes roches? Il me semble que c'est lors de leur formation même que ces fragments de granite primitif y ont été renfermés, soit qu'ils y soient tombés en se détachant des sommets plus élevés (1), soit que la force même des flots les y ait entraînés dans le

lonnement; que l'alcali minéral le dissout par la voie sèche avec effervescence, et que le borax le dissout sans effervescence.

(1) L'observation même de M. de Saussure avait pu le convaincre que la matière de ces tranches de granite a été amonée par le mouvement des eaux, et qu'elle s'est déposée en même temps que la matière de la pierre de

temps que les eaux charriaient la pâte molle des argiles mêlées des poudres calcaires dont est formée la substance des schistes spathiques : car nous sommes bien éloigné de croire que ces tranches ou prétendus filons de granite se soient produits, comme le dit M. de Saussure, par cristallisation et par l'infiltration des eaux ; ce ne serait point alors du véritable granite primitif, mais une concrétion secondaire et formée par l'agglutination des sables granitieux (1). Ces deux formations doivent être soigneusement distinguées, et l'on ne peut pas, comme le fait ici ce savant auteur, donner la même origine et le même temps de formation aux masses primitives et à leurs productions secondaires ou stalactites ; ce serait bouleverser toute la généalogie des substances du règne minéral.

Il y a aussi des schistes spathiques dans lesquels le quartz et le feldspath se trouvent en fragments et en grains dispersés, et comme disséminés dans la substance de la pierre ; M. de Saussure en a vu de cette espèce dans la même vallée de *Chamouni*. La formation de ces pierres ne me paraît pas difficile à expliquer en se rappelant qu'entre les détriments des quartz, des granites et des autres matières vitreuses primitives entraînées par les eaux, la poudre la plus ténue et la plus décomposée forma les argiles, et que les sables plus vifs et non décomposés formèrent le grès : or il a dû se trouver, dans cette destruction des matières primitives, de gros sables qui bientôt furent saisis et agglutinés par la pâte d'argile déjà mêlée de substances calcaires (2). Ces gros sables, en égard à leur pesanteur, n'ont point été charriés loin du lieu de leur origine ; et ce sont en effet ces grains de quartz, de feldspath et de schorl, qui se trouvent incorporés et empâtés dans la pierre argileuse spathique, ou pierre de corne, voisine des vrais granites (3). Enfin il est évident que la formation des schistes spathiques et le mélange de substances argileuses et calcaires qui les composent, ainsi que la formation de toutes les autres pierres mixtes, supposent nécessairement la décomposition des matières simples et primitives dont elles sont composées ; et vouloir conclure (4) de la formation de ces productions secondaires à celle des masses premières, et de ces pierres remplies de sable granitieux aux véritables granites, c'est exactement comme si l'on voulait ex-

corne dans laquelle ce granite est inséré, puisqu'il remarque qu'où elles se présentent, les couches de la roche de corne *s'interrompent brusquement*, et paraissent s'être *inégalement affaissées*.

(1) M. de Saussure remarque lui-même, dans cette pierre, de *petites fentes rectilignes...* qui lui paraissent *l'effet d'un commencement de retraite*.

(2) M. de Saussure, après avoir parlé d'une pierre composée d'un mélange de quartz et de spath calcaire, et l'avoir improprement appelée *granite*, ajoute que cette matière *se trouve par filons dans les montagnes de roches de corne* : or cette stalactite des roches de corne nous fournit une preuve de plus que ces roches sont composées du mélange des débris des masses vitreuses et des détriments des substances calcaires.

(3) C'est à la même origine qu'il faut rapporter cette pierre que M. de Saussure appelle *granite veiné* ; dénomination qui ne peut être plausible que dans le langage d'un naturaliste qui parle sans cesse de *couches perpendiculaires*. Ce prétendu granite veiné est composé de lits de graviers granitieux, restés purs et sans mélange, et stratifiés près du lieu de leur origine ; voisinage que cet observateur regarde comme formant un passage très-important pour conduire à la formation des vrais granites : mais ce passage en apprend, sur la formation du granite, à peu près autant que le passage du grès au quartz en pourrait apprendre sur l'origine de cette substance primitive.

(4) « Je ferai voir combien ce genre mixte nous donne de lumière sur la formation des granites proprement dits, ou granites en masses. (Saussure, *Voyage dans les Alpes*, tome 1, page 427.) On peut voir d'ici quelle espèce de lumière pourra résulter d'une analogie si peu fondée.

plier la formation des premiers marbres par les brèches, ou celle des jaspes par les poudingues.

Après les pierres dans lesquelles une portion de matière calcaire s'est combinée avec l'argile, la nature nous en offre d'autres où des portions de matières argileuses se sont mêlées et introduites dans les masses calcaires : tels sont plusieurs marbres, comme le *vert-campan* des Pyrénées, dont les zones vertes sont formées d'un vrai schiste interposé entre les tranches calcaires rouges qui font le fond de ce marbre mixte ; telles sont aussi les *pierres de Florence*, où le fond du tableau est de substance calcaire pure ou teinte par un peu de fer, mais dont la partie qui représente des ruines contient une portion considérable de terre schisteuse à laquelle, suivant toute apparence, est due cette figuration sous différents angles et diverses coupes, lesquelles sont analogues aux lignes et aux faces angulaires sous lesquelles on sait que les schistes affectent de se diviser, lorsqu'ils sont mêlés de la matière calcaire.

Ces pierres mixtes, dans lesquelles les veines schisteuses traversent le fond calcaire, ont moins de solidité et de durée que les marbres purs ; les portions schisteuses sont plus tendres que le reste de la pierre, et ne résistent pas longtemps aux injures de l'air : c'est par cette raison que le marbre campan employé dans les jardins de Marly et de Trianon, s'est dégradé en moins d'un siècle. On devrait donc n'employer pour les monuments que des marbres reconnus pour être sans mélange de schistes, ou d'autres matières argileuses qui les rendent susceptibles d'une prompté altération, et même d'une destruction entière.

Une autre matière mixte, et qui n'est composée que d'argile et de substance calcaire, est celle qu'on appelle à Genève et dans le Lyonnais *mollasse*, parce qu'elle est fort tendre dans sa carrière. Elle s'y trouve en grandes masses (1), et on ne laisse pas de l'employer pour les bâtiments, parce qu'elle se durcit à l'air : mais comme l'eau des pluies, et même l'humidité de l'air, la pénètrent et la décomposent peu à peu, on ne doit l'employer qu'à couvert ; et c'est en effet pour éviter la destruction de ces pierres mollasses qu'on est dans l'usage, le long du Rhône et à Genève, de faire avancer les toits de cinq à six pieds au delà des murs extérieurs, afin de les défendre de la pluie (2). Au reste, cette pierre, qui ne peut résister à l'eau, résiste très-bien au feu, et on l'emploie avantageusement à la construction des fourneaux de forges et des foyers de cheminée.

(1) « En 1779 on ouvrit un chemin près de Lyon, au bord du Rhône, dans une montagne presque toute de mollasse ; la coupe perpendiculaire de cette montagne présentait une infinité de couches successives légèrement ondulées, d'épaisseurs différentes, dont le tissu plus ou moins serré et les nuances diversifiées annonçaient bien des dépôts formés à différentes époques : j'y ai remarqué des lits de gravier dont l'interposition était visiblement l'effet de quelques inondations qui avaient interrompu de temps à autre la stratification de la mollasse. » (*Note communiquée par M. de Morveau.*)

(2) Le pont de Bellegarde sur la Valsime, à peu de distance de son confluent avec le Rhône, est assis sur un banc de mollasse que les eaux avaient creusé de plus de quatre-vingts pieds à l'époque de 1778 ; la comminution lente des deux talus avait tellement travaillé sous les culées de ce pont, qu'elles se trouvaient en l'air : il a fallu le reconstruire, et les ingénieurs ont eu la précaution de jeter l'arc beaucoup au delà des deux bords, laissant pour ainsi dire la part du temps hors du point de fondation, et calculant la durée de cet édifice sur la progression de cette comminution. » (*Suite de la note de M. de Morveau.*)

Pour résumer ce que nous venons de dire sur les pierres composées de matières vitreuses et de substance calcaire en grandes masses, et dont nous ne donnerons que ces trois exemples, nous dirons, 1° que les *schistes spathiques* ou *roches de corne* représentent le grand mélange et la combinaison intime qui s'est faite des matières calcaires avec les argiles lorsqu'elles étaient toutes deux réduites en poudre, et que ni les unes ni les autres n'avaient encore aucune solidité; 2° que les mélanges moins intimes formés par les transports subséquents des eaux, et dans lesquels chacune des matières vitreuses et calcaires ne sont que mêlées et moins intimement liées, nous sont représentés par ces marbres mixtes et ces pierres dessinées dans lesquelles la matière schisteuse se reconnaît à des caractères non équivoques, et paraît avoir été déposée par entassements successifs, et alternativement avec la matière calcaire, ou introduite en petite quantité dans les seissures et les fentes de ces mêmes matières calcaires; 3° que les mélanges les plus grossiers et les moins intimes de l'argile et de la matière calcaire nous sont représentés par la pierre molle et même par la marne; et nous pouvons aisément concevoir dans combien de circonstances ces mélanges de schiste ou d'argile et de substance calcaire, plus ou moins grossiers, ou plus ou moins intimes, ont dû avoir lieu, puisque les eaux n'ont cessé, tant qu'elles ont couvert le globe, comme elles ne cessent encore au fond des mers, de travailler, porter et transporter ces matières, et par conséquent de les mélanger dans tous les lieux où les lits d'argile se sont trouvés voisins des couches calcaires, et où ces dernières n'auraient pas encore recouvert les premières.

Cependant ces éléments ne sont pas les seuls que la nature emploie pour le mélange et l'union de la plupart des mixtes : indépendamment des détriments vitreux et calcaires, elle emploie aussi la terre végétale, qu'on doit distinguer des terres calcaires ou vitreuses, puisqu'elle est produite en grande partie par la décomposition des végétaux et des animaux terrestres, dont les détriments contiennent non-seulement les éléments vitreux et calcaires qui forment la base des parties solides de leurs corps, mais encore tous les principes actifs des êtres organisés, et surtout une portion de ce feu qui les rendait vivants ou végétants. Ces molécules actives tendent sans cesse à former des combinaisons nouvelles dans la terre végétale; et nous ferons voir dans la suite que les plus brillantes comme les plus utiles des productions du règne minéral appartiennent à cette terre, qu'on n'a pas jusqu'ici considérée d'assez près.

DE LA TERRE VÉGÉTALE.

La terre purement brute, la terre élémentaire, n'est que le verre primitif d'abord réduit en poudre, et ensuite atténué, ramolli et converti en argile par l'impression

des éléments humides. Une autre terre un peu moins brute est la matière calcaire produite originellement par les dépouilles des coquillages, et de même réduite en poudre par les frottements et par le mouvement des eaux. Enfin une troisième terre plus organique que brute, est la terre végétale composée des détriments des végétaux et des animaux terrestres.

Et ces trois terres simples, qui, par la décomposition des matières vitreuses, calcaires et végétales, avaient d'abord pris la forme d'argile, de craie et de limon, se sont ensuite mêlées les unes avec les autres, et ont subi tous les degrés d'atténuation, de figuration et de transformation qui étaient nécessaires pour pouvoir entrer dans la composition des minéraux et dans la structure organique des végétaux et des animaux.

Les chimistes et les minéralogistes ont tous beaucoup parlé des deux premières terres; ils ont travaillé, décrit, analysé les argiles et les matières calcaires; ils en ont fait la base de la plupart des corps mixtes: mais j'avoue que je suis étonné qu'aucun d'eux n'ait traité de la terre végétale ou limoneuse, qui méritait leur attention, du moins autant que les deux autres terres. On a pris le limon pour de l'argile; cette erreur capitale a donné lieu à de faux jugements, et a produit une infinité de méprises particulières. Je vais donc tâcher de démontrer l'origine et de suivre la formation de la terre limoneuse, comme je l'ai fait pour l'argile; on verra que ces deux terres sont d'une différente nature, qu'elles n'ont même que très-peu de qualités communes, et qu'enfin ni l'argile, ni la terre calcaire ne peuvent influer autant que la terre végétale sur la production de la plupart des minéraux de seconde formation.

Mais avant d'exposer en détail les degrés ou progrès successifs par lesquels les détriments des végétaux et des animaux se convertissent en terre limoneuse, avant de présenter les productions minérales qui en tirent immédiatement leur origine, il ne sera pas inutile de rappeler ici les notions qu'on doit avoir de la terre considérée comme l'un des quatre éléments. Dans ce sens, on peut dire que l'élément de la terre entre comme partie essentielle dans la composition de tous les corps; non-seulement elle se trouve toujours dans tous en plus ou en moins grande quantité; mais, par son union avec les trois autres éléments, elle prend toutes les formes possibles, elle se liquéfie, se fixe, se pétrifie, se métallise, se resserre, s'étend, se sublime, se volatilise et s'organise suivant les différents mélanges et les degrés d'activité, de résistance et d'affinité de ces mêmes principes élémentaires.

De même, si l'on ne considère la terre en général que par ses caractères les plus aisés à saisir, elle nous paraîtra, comme on la définit en chimie, une matière sèche, opaque, insipide, friable, qui ne s'enflamme point, que l'eau pénètre, étend et rend ductile, qui s'y délaie et ne se dissout pas comme le sel. Mais ces caractères généraux sont, ainsi que toutes les définitions, plus abstraits que réels; étant trop absolus, ils ne sont ni relatifs, ni par conséquent applicables à la chose réelle: aussi ne peuvent-ils appartenir qu'à une terre qu'on supposerait être parfaitement pure,

ou tout au plus mêlée d'une très-petite quantité d'autres substances non comprises dans la définition. Or cette terre idéale n'existe nulle part ; et tout ce que nous pouvons faire pour nous rapprocher de la réalité, c'est de distinguer les terres les moins composées de celles qui sont les plus mélangées. Sous ce point de vue plus vrai, plus clair et plus réel qu'aucun autre, nous regarderons l'argile, la craie et le limon, comme les terres les plus simples de la nature, quoiqu'aucune des trois ne soit parfaitement simple ; et nous comprendrons dans les terres composées non-seulement celles qui sont mêlées de ces premières matières, mais encore celles qui sont mélangées de substances hétérogènes, telles que les sables, les sels, les bitumes, etc. ; et toute terre qui ne contient qu'une très-petite quantité de ces substances étrangères, conserve à peu près toutes ses qualités spécifiques et ses propriétés naturelles : mais si le mélange hétérogène domine, elle perd ces mêmes propriétés ; elle en acquiert de nouvelles toujours analogues à la nature du mélange, et devient alors terre combustible ou réfractaire, terre minérale ou métallique, etc., suivant les différentes combinaisons des substances qui sont entrées dans sa composition.

Ce sont en effet ces différents mélanges qui rendent les terres pesantes ou légères, poreuses ou compactes, molles ou dures, rudes ou douces au toucher : leurs couleurs viennent aussi des parties minérales ou métalliques qu'elles renferment ; leur saveur douce, âcre ou astringente, provient des sels, et leur odeur agréable ou fétide est due aux particules aromatiques, huileuses et salines dont elles sont pénétrées.

De plus il y a beaucoup de terres qui s'imbibent d'eau facilement ; il y en a d'autres sur lesquelles l'eau ne fait que glisser : il y en a de grasses, de tenaces, de très-ductiles, et d'autres dont les parties n'ont point d'adhésion, et semblent approcher de la nature du sable ou de la cendre. Elles ont chacune différentes propriétés et servent à différents usages : les terres argileuses les plus ductiles, lorsqu'elles sont fort chargées d'acide, servent au dégraissage des laines ; les terres bitumineuses et végétales, telles que les tourbes et les charbons de terre, sont d'une utilité presque aussi grande que le bois ; les terres calcaires et ferrugineuses s'emploient dans plusieurs arts, et notamment dans la peinture ; plusieurs autres terres servent à polir les métaux, etc. Leurs usages sont aussi multipliés que leurs propriétés sont variées ; et de même, dans les différentes espèces de nos terres cultivées, nous trouverons que telle terre est plus propre qu'une autre à la production de telles ou telles plantes ; qu'une terre stérile par elle-même peut fertiliser d'autres terres par son mélange ; que celles qui sont les moins propres à la végétation sont ordinairement les plus utiles pour les arts, etc.

Il y a, comme l'on voit, une grande diversité dans les terres composées, et il se trouve aussi quelques différences dans les trois terres que nous regardons comme simples : l'argile, la craie et la terre végétale. Cette dernière terre se présente même dans deux états très-différents : le premier, sous la même forme de terreau, qui est le détriment immédiat des animaux et des végétaux ; et le second, sous la forme

de limon, qui est le dernier résidu de leur entière décomposition. Ce limon, comme l'argile et la craie, n'est jamais parfaitement pur; et ces trois terres, quoique les plus simples de toutes, sont presque toujours mêlées de particules hétérogènes et du dépôt des poussières de toute nature répandues dans l'air et dans l'eau.

Sur la grande couche d'argile qui enveloppe le globe et sur les bancs calcaires auxquels cette même argile sert de base, s'étend la couche universelle de la terre végétale qui recouvre la surface entière des continents terrestres; et cette même terre n'est peut-être pas en moindre quantité sur le fond de la mer, où les eaux des fleuves la transportent et la déposent de tous les temps et continuellement, sans compter celle qui doit également se former des détriments de tous les animaux et végétaux marins. Mais, pour ne parler ici que de ce qui est sous nos yeux, nous verrons que cette couche de terre productrice et féconde, est toujours plus épaisse dans les lieux abandonnés à la seule nature que dans les pays habités, parce que cette terre étant le produit des détriments des végétaux et des animaux, sa quantité ne peut qu'augmenter partout où l'homme et le feu, son ministre de destruction, n'anéantissent pas les êtres vivants et végétants. Dans ces terres indépendantes de nous, et où la nature seule règne, rien n'est détruit ni consommé d'avance; chaque individu vit son âge; les bois, au lieu d'être abattus au bout de quelques années, s'élèvent en futaies et ne tombent de vétusté que dans la suite des siècles, pendant lesquels leurs feuilles, leurs menus branchages et tous leurs déchets annuels et superflus, forment à leurs pieds des couches de terreau, qui bientôt se convertit en terre végétale, dont la quantité devient ensuite bien plus considérable par la chute de ces mêmes arbres trop âgés. Ainsi, d'année en année, et bien plus encore de siècle en siècle, ces dépôts de terre végétale se sont augmentés partout où rien ne s'opposait à leur accumulation.

Cette couche de terre végétale est plus mince sur les montagnes que dans les vallons et les plaines, parce que les eaux pluviales dépouillent les sommets et les pentes de ces éminences, et entraînent le limon qu'elles ont délayé; les ruisseaux, les rivières, le charrient et le déposent dans leur lit, ou le transportent jusqu'à la mer; et, malgré cette déperdition continuelle des résidus de la nature vivante, sa force productrice est si grande, que la quantité de ce limon végétal augmenterait partout si nous n'affamions pas la terre par nos jouissances anticipées et presque toujours immodérées. Comparez à cet égard les pays très-anciennement habités avec les contrées nouvellement découvertes: tout est forêts, terreau, limon, dans celles-ci; tout est sable aride ou pierre nue dans les autres.

Cette couche de terre la plus extérieure du globe est non-seulement composée des détriments des végétaux et des animaux, mais encore des poussières de l'air et du sédiment de l'eau des pluies et des rosées; dès lors elle se trouve mêlée des particules calcaires ou vitreuses dont ces deux *éléments* sont toujours plus ou moins chargés: elle se trouve aussi plus grossièrement mélangée de sables vitreux ou de graviers calcaires dans les contrées cultivées par la main de l'homme; car le soc de la charrue mêle avec cette terre les fragments qu'il détache de la couche inférieure;

et loin de prolonger la durée de sa fécondité, souvent la culture amène la stérilité. On le voit dans ces champs en montagnes où la terre est si mêlée, si couverte de fragments et de débris de pierres, que le laboureur est obligé de les abandonner; on le voit aussi dans ces terres légères qui portent sur le sable ou la craie, et dont, après quelques années, la fécondité cesse par la trop grande quantité de ces matières stériles que le labour y mêle; on ne peut leur rendre ni leur conserver de la fertilité qu'en y portant des fumiers et d'autres amendements de matières analogues à leur première nature. Ainsi cette couche de terre végétale n'est presque nulle part un limon vierge, ni même une terre simple et pure; elle serait telle si elle ne contenait que les détriments des corps organisés: mais comme elle recueille en même temps tous les débris de la matière brute, on doit la regarder comme un composé mi-parti de brut et d'organique, qui participe de l'inertie de l'un et de l'activité de l'autre, et qui, par cette dernière propriété et par le nombre infini de ses combinaisons, sert non-seulement à l'entretien des animaux et des végétaux, mais produit aussi la plus grande partie des minéraux, et particulièrement les minéraux figurés, comme nous le démontrerons dans la suite par différents exemples.

Mais auparavant il est bon de suivre de près la marche de la nature dans la production et la formation successive de cette terre végétale. D'abord composée des seuls détriments des animaux et des végétaux, elle n'est encore, après un grand nombre d'années, qu'une poussière noirâtre, sèche, très-légère, sans ductilité, sans cohésion, qui brûle et s'enflamme à peu près comme la tourbe. On peut distinguer encore dans ce terreau les fibres ligneuses et les parties solides des végétaux; mais, avec le temps, et par l'action et l'intermède de l'air et de l'eau, ces particules arides de terreau acquièrent de la ductilité et se convertissent en terre limoneuse: je me suis assuré de cette réduction ou transformation par mes propres observations.

Je fis sonder, en 1734, par plusieurs coups de tarières, un terrain d'environ soixante-dix arpents d'étendue, dont je voulais connaître l'épaisseur de bonne terre, et où j'ai fait une plantation de bois qui a bien réussi: j'avais divisé ce terrain par arpents; et l'ayant fait sonder aux quatre angles de chacun de ces arpents, j'ai retenu la note des différentes épaisseurs de terre, dont la moindre était de deux pieds, et la plus forte de trois pieds et demi: j'étais jeune alors, et mon projet était de reconnaître, au bout de trente ans, la différence que produirait sur mon bois semé, l'épaisseur plus ou moins grande de cette terre, qui partout était franche et de bonne qualité. J'observai, par le moyen de ces sondes, que, dans toute l'étendue de ce terrain, la composition des lits de terre était à très-peu près la même, et j'y reconnus clairement le changement successif du terreau en terre limoneuse. Ce terrain est situé dans une plaine au-dessus de nos plus hautes collines de Bourgogne: il était, pour la plus grande partie, en friche de temps immémorial; et comme il n'est dominé par aucune éminence, la terre est sans mélange apparent de craie ni d'argile: elle porte partout sur une couche horizontale de pierre calcaire dure.

Sous le gazon, ou plutôt sous la vieille mousse qui couvrait la surface de ce terrain, il y avait partout un petit lit de terre noire et friable, formée du produit des feuilles et des herbes pourries des années précédentes; la terre du lit suivant n'était que brune et sans adhésion : mais les lits au-dessous de ces deux premiers prenaient par degrés de la consistance et une couleur jaunâtre, et cela d'autant plus qu'ils s'éloignaient davantage de la superficie du terrain. Le lit le plus bas, qui était à trois pieds ou trois pieds et demi de profondeur, était d'un orangé rougeâtre, et la terre en était très-grasse, très-ductile, et s'attachait à la langue comme un véritable bol (1).

Je remarquai dans cette terre jaune plusieurs grains de mine de fer; ils étaient noirs et durs dans le lit inférieur, et n'étaient que bruns et encore friables dans les lits supérieurs de cette même terre. Il est donc évident que les détriments des animaux et des végétaux, qui d'abord se réduisent en terreau, forment, avec le temps et le secours de l'air et de l'eau, la terre jaune ou rougeâtre, qui est la vraie terre limoneuse dont il est ici question; et de même on ne peut douter que le fer contenu dans les végétaux ne se retrouve dans cette terre, et ne s'y réunisse en grains; et comme cette terre végétale contient une grande quantité de substance organique, puisqu'elle n'est produite que par la décomposition des êtres organisés, on ne doit pas être étonné qu'elle ait quelques propriétés communes avec les végétaux : comme eux elle contient des parties volatiles et combustibles; elle brûle en partie ou se consume au feu; elle y diminue de volume, et y perd considérablement de son poids; enfin elle se fond et se vitrifie au même degré de feu auquel l'argile ne fait que se durcir (2). Cette terre limoneuse a encore la propriété de s'imbibber d'eau plus facilement que l'argile, et d'en absorber une plus grande quantité; et comme elle s'attache fortement à la langue, il paraît que la plupart des bols ne sont que cette même terre aussi pure et aussi atténuée qu'elle peut l'être; car on trouve ces bols en pelotes ou en petits lits dans les fentes et cavités, où l'eau, qui a pénétré la couche de terre limoneuse, s'est en même temps chargée des

(1) M. Nadault, ayant fait quelques expériences sur cette terre limoneuse la plus grasse, m'a communiqué la note suivante : Cette terre étant très-ductile et pétrissable, j'en ai, dit-il, formé sans peine de petits gâteaux qui se sont promptement imbibés d'eau et renflés, et qui, en se desséchant, se sont raccourcis selon leurs dimensions. L'eau-forte avec cette terre n'a produit ni ébullition ni effervescence; elle est tombée au fond de la liqueur sans s'y dissoudre, comme l'argile la plus pure. J'en ai mis dans un creuset à un feu de charbon assez modéré avec de l'argile : celle-ci s'y est durcie à l'ordinaire jusqu'à un certain point; mais l'autre, au contraire, quoique avec toutes les qualités apparentes de l'argile, s'est extrêmement raréfiée, et a perdu beaucoup de son poids; elle a acquis, à la vérité, un peu de consistance et de solidité à sa superficie, mais cependant si peu de dureté, qu'elle s'est réduite en poussière entre mes doigts. J'ai fait ensuite éprouver à cette terre le degré de chaleur nécessaire pour la parfaite cuisson de la brique: les gâteaux se sont alors déformés; ils ont beaucoup diminué de volume, se sont durcis au point de résister au burin; et leur superficie devenue noire, au lieu d'avoir rougi comme l'argile, s'est émaillée, de sorte que cette terre, en cet état, approchait déjà de la vitrification. Ces mêmes gâteaux, remis une seconde fois au fourneau et au même degré de chaleur, se sont convertis en un véritable verre d'une couleur obscure, tandis qu'une semblable cuisson a seulement changé en bleu foncé la couleur rouge de l'argile, en lui procurant un peu plus de dureté; et j'ai en effet éprouvé qu'il n'y avait qu'un feu de forge qui pût vitrifier celle-ci. (Note remise par M. Nadault à M. de Buffon en 1774.)

(2) La terre limoneuse que l'on nomme communément *herbue*, parce qu'elle gît sous l'herbe ou le gazon, étant appliquée sous le fer que l'on chauffe au degré de feu pour le souder, se gonfle et se réduit en un mâchefer noir, vitreux et sonore. » (Remarque de M. de Grignon.)

molécules les plus fines de cette même terre, et les a déposées sous cette forme de bol.

On a vu, à l'article de l'argile, le détail de la fouille que je fis faire en 1748, pour reconnaître les différentes couches d'un terrain argileux jusqu'à cinquante pieds de profondeur : la première couche de ce terrain était d'une terre limoneuse d'environ trois pieds d'épaisseur. En suivant les travaux de cette fouille, et en observant avec soin les différentes matières qui en ont été retirées, j'ai reconnu, à n'en pouvoir douter, que cette terre limoneuse était entraînée par l'infiltration des eaux à de grandes profondeurs dans les joints et les délits des couches inférieures, qui toutes étaient d'argile ; j'en ai suivi la trace jusqu'à trente-deux pieds : la première couche argileuse la plus voisine de la terre limoneuse était mi-partie d'argile et de limon, marbrée des couleurs de l'un et de l'autre, c'est-à-dire de jaune et de gris d'ardoise ; les couches suivantes d'argile étaient moins mélangées ; et dans les plus basses, qui étaient aussi les plus compactes et les plus dures, la terre jaune, c'est-à-dire le limon, ne pénétrait que dans les petites fentes perpendiculaires, et quelquefois aussi dans les délits horizontaux des couches de l'argile. Cette terre limoneuse incrustait la superficie des glèbes argileuses ; et lorsqu'elle avait pu s'introduire dans l'intérieur de la couche, il s'y trouvait ordinairement des concrétions pyriteuses, aplaties et de figure orbiculaire, qui se joignaient par une espèce de cordon cylindrique de même substance pyriteuse, et ce cordon pyriteux aboutissait toujours à un joint ou à une fente remplie de terre limoneuse. Je fus dès lors persuadé que cette terre contribuait plus que toute autre à la formation des pyrites martiales, lesquelles, par succession de temps, s'accumulent, et forment souvent des lits qu'on peut regarder comme les mines du vitriol ferrugineux.

Mais lorsque les couches de terre végétale se trouvent posées sur des bancs de pierres solides et dures, les stillations des eaux pluviales chargées des molécules de cette terre, étant alors retenues et ne pouvant descendre en ligne droite, serpentent entre les joints et les délits de la pierre, et y déposent cette matière limoneuse ; et comme l'eau s'insinue avec le temps dans les matières pierreuses, les parties les plus fines du limon pénètrent avec elle dans tous les pores de la pierre, et la colorent souvent de jaune ou de roux ; d'autres fois l'eau chargée de limon ne produit, dans la pierre, que des veines ou des taches.

D'après ces observations, je demeurai persuadé que cette terre limoneuse, produite par l'entière décomposition des animaux et des végétaux, est la première matrice des mines de fer en grains, et qu'elle fournit aussi la plus grande partie des éléments nécessaires à la formation des pyrites. Les derniers résidus du détriement ultérieur des êtres organisés prennent donc la forme de bol, de fer en grains et de pyrite ; mais lorsqu'au contraire les substances végétales n'ont subi qu'une légère décomposition, et qu'au lieu de se convertir en terreau et ensuite en limon à la surface de la terre, elles se sont accumulées sous les eaux, elles ont alors conservé très-longtemps leur essence, et, s'étant ensuite bituminisées par le mélange de leurs huiles avec l'acide, elles ont formé les tourbes et les charbons de terre.

Il y a en effet une très-grande différence dans la manière dont s'opère la décomposition des végétaux à l'air ou dans l'eau : tous ceux qui périssent et sont gisants à la surface de la terre, étant alternativement humectés et desséchés, fermentent, et perdent par une prompte effervescence, la plus grande partie de leurs principes inflammables ; la pourriture succède à cette effervescence ; et, suivant les degrés de la putréfaction, le végétal se désorganise, se dénature, et cesse d'être combustible dès qu'il est entièrement pourri : aussi le terreau et le limon, quoique provenant des végétaux, ne peuvent pas être mis au nombre des matières vraiment combustibles ; ils se consomment ou se fondent au feu plutôt qu'ils ne brûlent ; la plus grande partie de leurs principes inflammables s'étant dissipée par la fermentation, il ne leur reste que la terre, le fer et les autres parties fixes qui étaient entrées dans la composition du végétal.

Mais lorsque les végétaux, au lieu de pourrir sur la terre, tombent au fond des eaux, ou y sont entraînés, comme cela arrive dans les marais et sur le fond des mers, où les fleuves amènent et déposent des arbres par milliers, alors toute cette substance végétale conserve pour ainsi dire à jamais sa première essence ; au lieu de perdre ses principes combustibles par une prompte et forte effervescence, elle ne subit qu'une fermentation lente, et dont l'effet se borne à la conversion de son huile en bitume : elle prend donc sous l'eau la forme de tourbe ou de charbon de terre, tandis qu'à l'air elle n'aurait formé que du terreau et du limon.

La quantité de fer contenue dans la terre limoneuse est quelquefois si considérable, qu'on pourrait lui donner le nom de *terre ferrugineuse*, et même la regarder comme une mine métallique ; mais, quoique cette terre limoneuse produise ou plutôt régénère par sécrétion le fer en grains, et que l'origine primordiale de toutes les mines de cette espèce appartienne à cette terre limoneuse, néanmoins les minières de fer en grains dont nous tirons le fer aujourd'hui ont presque toutes été transportées et amenées par alluvion, après avoir été lavées par les eaux de la mer, c'est-à-dire séparées de la terre limoneuse où elles s'étaient anciennement formées.

La matière ferrugineuse, soit en grains, soit en rouille, se trouve presque à la surface de la terre en lits ou couches peu épaisses ; il semble donc que ces mines de fer devraient être épuisées, dans toutes les contrées habitées, par l'extraction continuelle qu'on en fait depuis tant de siècles (1). Et en effet le fer pourra bien

(1) « On peut se faire une idée de la quantité de mines de fer qu'on tire de la terre dans le seul royaume de France, par le calcul suivant :

Les mines	{	de Dauphiné rendent.	40 livres	} de fonte pour 100 livres de mine.
		de Bretagne.	43	
		de Bourgogne.	30	
		de Champagne.	33	
		de Normandie.	30	
		de Franche-Comté.	36	
		de Berri.	34	

» Ce produit est le terme moyen dans chacune de ces provinces : la variété générale est de 16 à 50 pour cent.

devenir moins commun dans la suite des temps ; car la quantité qui s'en reproduit dans la terre végétale ne peut pas, à beaucoup près, compenser la consommation qui s'en fait chaque jour.

On observe, dans ces mines de fer, que les grains sont tous ronds ou un peu oblongs, que leur grosseur est la même dans chaque mine, et que cependant cette grosseur varie beaucoup d'une manière à une autre : cette différence dépend de l'épaisseur de la couche de terre végétale où ces grains de fer se sont anciennement formés ; car on voit que plus l'épaisseur de la terre est grande, plus les grains de mine de fer qui s'y forment sont gros, quoique toujours assez petits.

Nous remarquerons aussi que ces terres dans lesquelles se forment les grains de la mine de fer paraissent être de la même nature que les autres terres limoneuses où cette formation n'a pas lieu : les unes et les autres sont d'abord, dans les premières couches, noirâtres, arides, et sans cohésion ; mais leur couleur noire se change en brun dans les couches inférieures, et ensuite en un jaune foncé : la substance de cette terre devient ductile ; elle s'imbibe facilement d'eau, et s'attache à la langue. Toutes les propriétés de ces terres limoneuses et ferrugineuses sont les mêmes, et la mine de fer en grains, après avoir été broyée et détremée dans l'eau semble reprendre les caractères de ces mêmes terres au point de ne pouvoir distinguer la poudre du minerai, de celle de la terre limoneuse. Le fer décomposé et réduit en rouille paraît reprendre aussi la forme et les qualités de sa terre matrice. Ainsi la terre ferrugineuse et la terre limoneuse ne diffèrent que par la plus ou moins grande quantité de fer qu'elles contiennent, et la mine de fer en grains n'est qu'une sécrétion qui se fait dans cette même terre, d'autant plus abondamment qu'elle contient une plus grande quantité de fer décomposé. On sait que chaque pierre et chaque terre ont leurs stalactites particulières et différentes entre elles, et que ces stalactites conservent toujours les caractères propres des matières qui les ont produites : la mine de fer en grains est, dans ce sens, une vraie stalactite de la

On peut regarder pour terme moyen du produit des mines de France 33 pour cent, qui est aussi le plus général.

» Le poids commun des mines lavées et préparées pour être fondues, est de 115 livres le pied cube.

» Il faut, sur ce pied, 22 pieds $\frac{1}{2}$ cubés de mine pour produire un mille de fonte, qui rend communément 667 livres de fer forgé.

» Il y a en France environ cinq cents fourneaux de fonderie qui produisent annuellement 300 millions de fonte, dont $\frac{1}{6}$ passe dans le commerce en fonte moulée ; les $\frac{5}{6}$ restants sont convertis en fer et en produisent 168 millions, qui est le produit annuel, à peu de chose près, de la fabrication des forges françaises.

» 300 millions de fonte, à raison de 22 pieds $\frac{1}{2}$ cubés de minerai par mille, donnent 7 millions 950 mille pieds cubés de minerai, équivalant à 33803 toises et 120 pieds cubés.

» Or comme le minerai de fer, surtout celui qui se retire des minières formées par alluvion, telles que sont celles de la majeure partie de nos provinces, est mélangé de terre, de sable, de pierres et de coquilles fossiles, qui sont des matières étrangères que l'on en sépare par le lavage ; que ces matières excèdent deux, trois et souvent quatre fois le volume du minerai qui en est séparé par le lavage, le crible et l'égrappoir, on peut donc tripler la masse générale du minerai extrait annuellement en France des minières, et la porter à 110416 toises cubés, qui est le total de l'extraction annuelle des mines, non compris les déblais qui les recouvrent. » (*Note communiquée par M. de Grignon.*)

En prenant un pied d'épaisseur pour mesure moyenne des mines en grains que l'on exploite en France, on a renoué pour cela 662496 toises d'étendue sur un pied d'épaisseur ; ce qui fait 736 arpents de 900 toises chacun, et 96 toises de plus de terrain qu'on épuise de minerai chaque année, et pendant un siècle 73610 arpents.

terre limoneuse; ce n'est d'abord qu'une concrétion terreuse, qui peu à peu prend de la dureté par la seule force de l'affinité de ses parties constituantes, et qui n'a encore aucune des propriétés essentielles du fer.

Mais comment cette matière minérale peut-elle se séparer de la masse de terre limoneuse, pour se former si régulièrement en grains aussi petits, en aussi grande quantité, et d'une manière si achevée, qu'il n'y en a pas un seul qui ne présente à sa surface le brillant métallique? Je crois pouvoir satisfaire à cette question par les simples faits que m'a fournis l'observation. L'eau pluviale s'infiltré dans la terre végétale, et crible d'abord avec facilité à travers les premières couches, qui ne sont encore que la poussière aride des parties de végétaux à demi décomposés; trouvant ensuite des couches plus denses, l'eau les pénètre aussi, mais avec plus de lenteur; et lorsqu'elle est parvenue au banc de pierre qui sert de base à ces couches terreuses, elle devient nécessairement stagnante, et ne peut plus s'écouler qu'avec beaucoup de temps; elle produit alors, par son séjour dans ces terres grasses, une sorte d'effervescence; l'air qui y était contenu s'en dégage, et forme, dans toute l'étendue de la couche, une infinité de bulles qui soulèvent et pressent la terre en tous sens, et y produisent un égal nombre de petites cavités dans lesquelles la mine de fer vient se mouler. Ceci n'est point une supposition précaire, mais un fait qu'on peut démontrer par une expérience très-aisée à répéter: en mettant dans un vase transparent une quantité de terre limoneuse bien détrempée avec de l'eau, et la laissant exposée à l'air dans un temps chaud, on verra, quelques jours après, cette terre en effervescence se boursoufler et produire des bulles d'air, tant à sa partie supérieure que contre les parois du verre qui la contient; on verra le nombre de ces bulles s'augmenter de jour en jour, au point que la masse entière de la terre paraît en être criblée. Et c'est là précisément ce qui doit arriver dans les couches des terres limoneuses; car elles sont alternativement humectées par les eaux pluviales et desséchées selon les saisons. L'eau chargée des molécules ferrugineuses s'insinue par stillation dans toutes ces petites cavités; et, en s'écoulant, elle y dépose la matière ferrugineuse dont elle s'était chargée en parcourant les couches supérieures, et elle en remplit ainsi toutes les petites cavités, dont les parois lisses et polies donnent à chaque grain le brillant ou le luisant que présente leur surface.

Si l'on divise ces grains de mine de fer en deux portions de sphère, on reconnaîtra qu'ils sont tous composés de plusieurs petites couches concentriques, et que, dans les plus gros, il y a souvent une cavité sensible, ordinairement remplie de la même substance ferrugineuse, mais qui n'a pas encore acquis sa solidité, et qui s'écrase aisément comme les grains de mine eux-mêmes, qui commencent à se former dans les premières couches de la terre limoneuse: ainsi dans chaque grain, la couche la plus extérieure qui a le brillant métallique, est la plus solide de toutes et la plus *métallisée*, parce qu'ayant été formée la première, elle a reçu par infiltration et retenu les molécules ferrugineuses les plus pures, et a laissé passer celles qui l'étaient moins pour former la seconde couche du grain; et il en est de même

de la troisième et de la quatrième couche, jusqu'au centre, qui ne contient que la matière la plus terreuse et la moins métallique. Les oëtes, ou géodes ferrugineuses, ne sont que de très-gros grains de mine de fer, dans lesquels on peut voir et suivre plus aisément ce procédé de la nature.

Au reste, cette formation de la mine de fer en grains, qui se fait par sécrétion dans la terre limoneuse, ne doit pas nous induire à penser qu'on puisse attribuer à cette cause la première origine de ce fer, car il existait dans le végétal et l'animal avant leur décomposition; l'eau ne fait que rassembler les molécules du métal et les réunir sous la forme de grains : on sait que les cendres contiennent une grande quantité de particules de fer; c'est ce même fer contenu dans les végétaux que nous retrouvons en forme de grains dans les couches de la terre limoneuse. Le mâchefer, qui, comme je l'ai prouvé, n'est que le résidu des végétaux brûlés, se convertit presque entièrement en rouille ferrugineuse : ainsi les végétaux, soit qu'ils soient consumés par le feu ou consommés par la nourriture, rendent également à la terre une quantité de fer, peut-être beaucoup plus grande que celle qu'ils en ont tirée par leurs racines, puisqu'ils reçoivent autant et plus de nourriture de l'air et de l'eau que de la terre.

Les observations rapportées ci-dessus démontrent en effet que les grains de la mine de fer se forment dans la terre végétale par la réunion de toutes les particules ferrugineuses que l'on sait être contenues dans les détriments des végétaux et des animaux dont cette terre est composée : mais il faut encore y ajouter tous les débris et toutes les poudres des fers usés par les frottements, dont la quantité est immense; elles se trouvent disséminées dans cette terre végétale, et s'y réunissent de même en grains; et comme rien n'est perdu dans la nature, ce fer, qui se régénère pour ainsi dire sous nos yeux, semblerait devoir augmenter la quantité de celui que nous consomons : mais ces grains de fer qui sont nouvellement formés dans nos terres végétales, y sont rarement en assez grande quantité pour qu'on puisse les recueillir avec profit; il faudrait pour cela que la nature, par une seconde opération, eût séparé ces grains de fer du reste de la terre où ils ont été produits, comme elle l'a fait pour l'établissement de nos mines de fer en grains, qui presque toutes ont jadis été amenées et déposées par alluvion sur les terrains où nous les trouvons aujourd'hui.

Le fer en lui-même, et dans sa première origine, est une matière qui, comme les autres substances primitives, a été produite par le feu, et se trouve en grandes masses et en roches dans plusieurs parties du globe, et particulièrement dans les pays du nord (1). C'est du détriment et des exfoliations de ces premières masses ferrugineuses que proviennent originairement toutes les particules de fer répandues à la surface de la terre, et qui sont entrées dans la composition des végétaux et des animaux. C'est de même par les exsudations de ces grandes roches de fer

(1) On connaît les grandes roches de fer qui se trouvent en Suède, en Russie et en Sibérie, et quelques voyageurs m'ont assuré que la plus grande partie du haut terrain de la Laponie n'est pour ainsi dire qu'une masse ferrugineuse.

que se sont formées, par l'intermède de l'eau, toutes les mines spathiques de ce métal, qui ne sont que des stalactites de ces masses primordiales. Tous les débris des roches primitives ont été, dès les premiers temps, transportés et déposés, avec ceux des matières vitreuses, dans toute l'étendue de la surface et des couches extérieures du globe.

Les premières terres limoneuses ayant été délayées et entraînées par les eaux, ce grand lavage aura fait la séparation de tous les grains de fer contenus dans cette terre ; le mouvement de la mer aura ensuite transporté ces grains avec les matières qui se sont trouvées d'un poids et d'un volume à peu près égal, en sorte qu'après avoir séparé les grains de fer de la terre où ils s'étaient formés, ce même mouvement des eaux les aura mêlés avec d'autres matières qui n'ont aucun rapport avec leur formation : aussi ces mines d'alluvion offrent-elles de grandes différences, non-seulement dans leur mélange, mais même dans leur gisement et leur accumulation.

On appelle *mines dilatées* ou *mines en nappes* les minières de fer en grains qui sont étendues sur une grande surface plane, et qui souvent forment des couches qu'on peut suivre très-loin. Ces mines sont ordinairement en très-petits grains, et presque toujours mélangées, les unes de sable vitreux ou d'argile, les autres de petits graviers calcaires et de débris de coquilles. On nomme *mines en nids* ou *en sacs* celles qui sont accumulées dans les fentes et dans les intervalles qui se trouvent entre les rochers ou les bancs de pierre ; et ces mines en nids sont communément plus pures et en grains plus gros que les mines en nappes ; elles sont souvent mêlées de sable vitreux et de petits cailloux ; et, quoique situées dans les fentes des rochers calcaires, elles ne contiennent ni sable calcaire ni coquilles : leurs grains étant spécifiquement plus pesants que ces matières n'ont été transportés qu'avec des substances d'égale pesanteur, tels que les petits cailloux, les calcédoines, etc.

Toutes ces mines de fer en grains ont également été déposées par les eaux de la mer ; on les trouve plus souvent et on les découvre plus aisément au-dessus des collines que dans le fond des vallons, parce que l'épaisseur de la terre qui les couvre n'est pas aussi grande ; souvent même les grains de fer se présentent à la surface du terrain, ou se montrent par le labour à quelques pouces de profondeur.

Il résulte de nos observations que la terre végétale ou limoneuse est la première matrice de toutes les mines de fer en grains, et il me semble qu'il en est de même de la pyrite martiale ; ce minéral, quoique de formes variées et différentes, est néanmoins toujours régulièrement figuré : or je crois pouvoir avancer que c'est du détriment des substances organisées que la pyrite tire en partie son origine ; car elle se forme ou dans la couche même de la terre végétale, ou dans les dépôts de cette même terre, entre les joints des pierres calcaires et les délits des argiles, où l'eau, chargée des particules limoneuses, s'est insinuée par infiltration, et a déposé avec ces particules les éléments nécessaires à la composition de la pyrite.

Car quels sont en effet les éléments de sa composition ? Du feu fixe, de l'acide et

de la terre ferrugineuse, tous trois intimement réunis par leur affinité. Or cette matière de feu fixe ne vient-elle pas du détriment des corps organisés et des substances inflammables qu'ils contiennent? Le fer se trouve également dans ces mêmes détriments, puisque tous les animaux et végétaux en recèlent, même de leur vivant, une assez considérable quantité; et comme l'acide vitriolique abonde dans l'argile, on ne doit pas être étonné de voir des pyrites partout où la terre végétale s'est insinuée dans les argiles, puisque tous les principes de leur composition se trouvent alors réunis. Il est vrai qu'on trouve aussi des pyrites, et quelquefois en grande quantité, dans les masses d'argile, où il ne paraît pas que la terre limoneuse ait pénétré; mais ces mêmes argiles contenant un nombre immense de coquilles et de débris de végétaux et d'animaux, les pyrites s'y seront formés dans tous ces corps organisés.

La mine de fer en grains et la pyrite sont donc des produits de la terre végétale. Plusieurs sels se forment de même dans cette terre par les acides et les alcalis qui peuvent y saisir des bases différentes, et enfin les bitumes s'y produisent aussi par le mélange de l'acide avec les huiles végétales ou les graisses animales; et comme cette couche extérieure du globe reçoit encore des déchets de tout ce qui sert à l'usage de l'homme, les particules de l'or et de l'argent, et de tous les autres métaux et matières de toute nature qui s'usent par les frottements, on doit par conséquent y trouver une petite quantité d'or ou de tout autre métal.

C'est donc de cette terre, de cette poussière que nous foulons aux pieds, que la nature sait tirer ou régénérer la plupart de ses productions en tous genres; et cela serait-il possible, si cette même terre n'était pas mêlée de tous les principes organiques et actifs qui doivent entrer dans la composition des êtres organisés et des corps figurés?

La terre limoneuse ayant été entraînée par les eaux courantes et déposée au fond des mers, accompagne souvent les matières végétales qui se sont converties en charbons de terre; elle indique par sa couleur les affleurements extérieurs des veines de ce charbon. « Nous observerons, dit M. de Gensanne, que, dans tous les endroits où il se trouve des charbons de terre ou d'autres substances bitumineuses, on aperçoit des terres *fauves* plus ou moins foncées, qui, dans les Cévennes surtout, forment un indice certain du voisinage de ces charbons. Ces terres, bien examinées, ne sont autre chose que des roches calcaires, dissoutes par un acide qui leur fait contracter une qualité ferrugineuse, et conséquemment cette couleur ocreuse. Lorsque la dissolution de ces pierres est en quelque sorte parfaite, les terres rouges qui en proviennent prennent une consistance *argileuse*, et forment de véritables bols ou des ocras naturelles. » J'avoue que je ne puis être ici du sentiment de cet habile minéralogiste. Ces terres fauves, qui se trouvent toujours dans le voisinage des charbons de terre, ne sont que des couches de terre limoneuse : elles peuvent être mêlées de matière calcaire; mais elles sont en elles-mêmes le produit de la décomposition des végétaux : le fer qu'elles contenaient se change en rouille par l'humidité; et le bol, comme je l'ai dit, n'est que la partie la plus fine et la plus atténuée

de cette terre limoneuse, qui n'a de commun avec l'argile que d'être, comme elle, ductile et grasse.

De la même manière que la terre végétale, plus ou moins décomposée, a été anciennement transportée par les eaux, et a formé les veines de charbon, de même la matière ferrugineuse contenue dans la terre limoneuse a été transportée soit dans son état de mines en grains, soit dans celui de rouille. Nous venons de parler de ces mines de fer en grains, transportées par alluvion et déposées dans les fentes des rochers calcaires : les rouilles de fer et les oeres ont été transportées et déposées de même par les eaux de la mer. M. Le Monnier, premier médecin ordinaire du roi, décrit une mine d'oere qui se trouve dans le Berri, près de Vierzon, entre deux lits de sable. M. Guettard en a observé une autre à Bitri, lieu qui n'est pas éloigné de Donzy en Nivernais ; elle est à trente pieds de profondeur, et porte, comme celle de Vierzon, sur un lit de sable qui n'est point mêlé d'oere : une autre à Saint-George sur la Prée dans le Berri, qui est à cinquante ou soixante pieds de profondeur, la veine d'oere portant également sur le sable ; une troisième à Tanay en Brie, qui n'est qu'à dix-sept à dix-huit pieds de profondeur, et appuyée de même sur un banc de sable. « L'oere, dit très-bien M. Guettard, est douce au toucher, s'attache à la langue, devient rouge au feu, s'y dureit, y devient un mauvais verre si le feu est violent, donne beaucoup de fer avec le phlogistique, et ne se dissout pas aux acides minéraux mais à l'eau commune. » Et il ajoute avec raison que toutes les terres qui ont ces qualités peuvent être regardées comme de véritables oeres : mais je ne puis m'empêcher de m'écartier de son sentiment, en ce qu'il pense que les oeres sont des glaises ; car je crois avoir prouvé ci-devant que ce sont des terres ferrugineuses qui ne proviennent pas des glaises ou argiles, mais de la terre végétale ou limoneuse, laquelle contient beaucoup de fer, tandis que les glaises n'en contiennent que très-peu.

On trouve aussi des mines de fer en oere ou rouille dans le fond des marécages et des autres eaux stagnantes. Le limon des eaux des pluies et des rosées est une sorte de terre végétale qui contient du fer, dont les molécules peuvent se rassembler dans cette terre limoneuse au-dessous de l'eau comme au-dessous de la surface de la terre ; c'est cette espèce de mine de fer que les minéralogistes ont appelée *vena palustris* : elle a les mêmes propriétés et sert au même usage que les autres mines de fer en grains, et son origine primordiale est la même ; ce sont les roseaux, les jones et les autres végétaux aquatiques, dont les débris accumulés au fond des marais y forment les couches de cette terre limoneuse dans laquelle le fer se trouve sous la forme de rouille. Souvent ces mines de marais sont plus épaisses et plus abondantes que les mines terrestres, parce que les couches de terre limoneuse y sont elles-mêmes plus épaisses, par la raison que toutes les plantes qui croissent dans ces eaux y retombent en pourriture, et qu'il ne s'en fait aucune consommation, au lieu que, sur la terre, l'homme et le feu en détruisent plus que la pourriture.

Je ne puis répéter assez que cette couche de terre végétale qui couvre la surface

du globe est non-seulement le trésor des richesses de la nature vivante, le dépôt des molécules organiques qui servent à l'entretien des animaux et des végétaux, mais encore le magasin universel des éléments qui entrent dans la composition de la plupart des minéraux. On vient de voir que les bitumes, les charbons de terre, les bols, les ocre, les mines de fer en grains et les pyrites, en tirent leur première origine, et nous prouverons de même que le diamant et plusieurs autres minéraux régulièrement figurés se forment dans cette même terre, matrice de tous les êtres.

Comme cette dernière assertion pourrait paraître hasardée, je dois rappeler ici ce que j'ai écrit en 1772 sur la nature du diamant, quelques années avant qu'on eût fait les expériences par lesquelles on a démontré que c'était une substance inflammable : je l'avais présumé par analogie de sa puissance de réfraction, qui, comme celle de toutes les huiles et autres substances inflammables, est proportionnellement beaucoup plus grande que leur densité. Cet indice, comme l'on voit, ne m'avait pas trompé, puisque deux ou trois ans après on a vu des diamants s'enflammer et brûler au foyer du miroir ardent. Or je prétends que le diamant qui prend une figure régulière et se cristallise en octaèdre est un produit immédiat de la terre végétale ; et voici la raison que je ne puis en donner d'avance, en attendant les preuves plus particulières que je réserve pour l'article où je traiterai de cette brillante production de la terre. On sait que les diamants, ainsi que plusieurs autres pierres précieuses, ne se trouvent que dans les climats du midi, et qu'on n'a jamais trouvé de diamants dans le nord, ni même dans les terres des zones tempérées : leur formation dépend donc évidemment de l'influence du soleil sur les premières couches de la terre, car la chaleur propre du globe est à très-peu près la même à une petite profondeur dans tous les climats froids ou chauds. Ainsi ce ne peut être que par cette grande influence du soleil sur les terres des climats méridionaux que le diamant s'y forme à l'exclusion de tous les autres climats ; et comme cette influence agit principalement sur la couche la plus extérieure du globe, c'est-à-dire sur celle de la terre végétale, et qu'elle n'a nulle action sur les couches intérieures, on ne peut attribuer qu'à cette même terre végétale la formation du diamant et des autres pierres précieuses qui ne se trouvent que dans les contrées du midi : d'ailleurs l'inspection nous a démontré que la gangue du diamant est une terre rouge semblable à la terre limoneuse. Ces considérations seules suffiraient pour prouver en général que tous les minéraux qui ne se trouvent que sous les climats les plus chauds, le diamant en particulier, ne sont formés que par les éléments contenus dans la terre végétale, et combinés avec la lumière et la chaleur que le soleil y verse en plus grande quantité que partout ailleurs.

Nous avons dit qu'il n'y a rien de combustible dans la nature que ce qui provient des êtres organisés ; nous pouvons avancer de même qu'il n'y a rien de régulièrement figuré dans la matière que ce qui a été travaillé par les molécules organiques, soit avant, soit après la naissance de ces mêmes êtres organisés : c'est par la grande quantité de ces molécules organiques contenues dans la terre végétale, que se fait la production de tous les végétaux et l'entretien des animaux ; leur développement,

leur accroissement, ne s'opèrent que par la susception de ces mêmes molécules qui pénètrent aisément toutes les substances ductiles : mais lorsque ces molécules actives ne rencontrent que des matières dures et trop résistantes, elles ne peuvent les pénétrer, et traacent seulement à leur superficie les premiers linéaments de l'organisation qui forment les traits de leur figuration.

Mais revenons à la terre végétale prise en masse et considérée comme la première couche qui enveloppe le globe. Il n'y a que très-peu d'endroits sur la terre qui ne soient pas couverts de cette terre; les sables brûlants de l'Afrique et de l'Arabie, les sommets nus des montagnes composées de quartz ou de granite, les régions polaires, telles que Spitzberg et Sandwich, sont les seules terres où la végétation ne peut exercer sa puissance, les seules qui soient dénuées de cette couche de terre végétale qui fait la couverture et produit la parure du globe. « Les roches pelées et stériles de la terre de Sandwich, dit M. Forster, ne paraissent pas couvertes du moindre grain de terreau, et on n'y remarque aucune trace de végétation... Dans la baie de Possession, nous avons vu deux rochers où la nature commence son travail de la végétation (1) : elle a déjà formé une légère enveloppe du sol au sommet des rochers; mais son ouvrage avance si lentement, qu'il n'y a encore que deux plantes, un *gramen* et une espèce de pimprenelle... A la Terre-de-Feu, vers l'ouest, et à la Terre-des-États, dans les cavités et les crevasses de piles énormes de rochers qui composent ces terres, il se conserve un peu d'humidité, et le frottement continuel des morceaux de rocs détachés, précipités le long des flancs de ces masses grossières, produit de petites particules d'une espèce de sable : là, dans une eau stagnante, croissent peu à peu quelques plantes du genre des algues, dont les graines y ont été portées par les oiseaux. Ces plantes créent, à la fin de chaque saison, des atomes de terreau qui s'accroît d'une année à l'autre; les oiseaux, la mer et le vent, apportent d'une île voisine sur ce commencement de terreau les graines de quelques-unes des plantes à mousse qui y végètent durant la belle saison : quoique ces plantes ne soient pas véritablement des mousses, elles leur ressemblent beaucoup... Toutes, ou du moins la plus grande partie, croissent d'une manière analogue à ces régions, et propre à former du terreau et du sol sur les rochers stériles. A mesure que ces plantes s'élèvent, elles se répandent en tiges et en branches qui se tiennent aussi près l'une de l'autre que cela est possible; elles dispersent ainsi de nouvelles graines, et enfin elles couvrent un large canton : les fibres, les racines, les tuyaux et les feuilles les plus inférieures, tombent peu à peu en putréfaction, produisent une espèce de tourbe ou de gazon qui insensiblement se convertit en terreau et en sol. Le tissu serré de ces plantes empêche l'humidité qui est au-dessous de s'évaporer, fournit ainsi à la nutrition de la partie supérieure, et revêt à la longue tout l'espace d'une verdure constante... Je ne puis pas oublier, ajoute ce naturaliste voyageur, la manière particulière dont croît une espèce de *gramen*

(1) C'est plutôt que le travail de la nature expire sur ces extrémités polaires ensevelies déjà par les progrès du refroidissement, et qui sont à jamais perdues pour la nature vivante.

dans l'île du *Nouvel-An*, près de la Terre-des-États, et à la Géorgie australe. Ce gramin est perpétuel, et affronte les hivers les plus froids. Il vient toujours en touffes ou panaches, à quelque distance l'un de l'autre; chaque année les bourgeons prennent une nouvelle tête et élargissent le panache jusqu'à ce qu'il ait quatre ou cinq pieds de haut, et qu'il soit deux ou trois fois plus large au sommet qu'au pied. Les feuilles et les tiges de ce gramin sont fortes et souvent de trois à quatre pieds de long. Les phoques et les pingouins se réfugient sous ces touffes; et comme ils sortent souvent de la mer tout mouillés, ils rendent si sales et si boueux les sentiers entre les panaches, qu'un homme ne peut y marcher qu'en sautant de la cime d'une touffe à l'autre. Ailleurs les oiseaux appelés *nigauds* s'emparent de ces touffes et y font leurs nids. Ce gramin et les éjections des phoques, des pingouins et des nigauds, donnent peu à peu une élévation plus considérable au sol du pays. »

On voit par ce récit que la nature se sert de tous les moyens possibles pour donner à la terre les germes de sa fécondité, et pour la couvrir de ce terreau ou terre végétale, qui est la base de la matière de toutes ses productions. Nous avons déjà exposé, à l'article des *volcans*, comment les laves et toutes les autres matières volcanisées se convertissent avec le temps en terre féconde; nous avons démontré la conversion du verre primitif en argile par l'intermède de l'eau. Cette argile, mêlée des détriments des animaux marins, n'a pas été longtemps stérile; elle a bientôt produit et nourri des plantes dont la décomposition a commencé de former les couches de terre végétale, qui n'ont pu qu'augmenter partout où ce travail successif de la nature n'a point trouvé d'obstacle ou souffert de déchet.

On a vu en-devant que l'argile et le limon, ou, si l'on veut, la terre argileuse et la terre limoneuse, sont deux matières fort différentes, surtout si l'on compare l'argile pur au limon pur, l'une ne provenant que du verre primitif décomposé par les éléments humides, et l'autre n'étant au contraire que le résidu ou produit ultérieur de la décomposition des corps organisés: mais, dès que les couches extérieures de l'argile ont reçu les bénignes impressions du soleil, elles ont acquis peu à peu tous les principes de la fécondité par le mélange des poussières de l'air et du sédiment des pluies; et bientôt les argiles, couvertes ou mêlées de ces limons terreux, sont devenues presque aussi fécondes que la terre limoneuse; toutes deux sont également spongieuses, grasses, douces au toucher, et susceptibles de concourir à la végétation par leur ductilité. Ces caractères communs sont cause que ni les minéralogistes ni même les chimistes ne les ont pas assez distinguées, et que l'on trouve en plusieurs endroits de leurs écrits le nom de *terre argileuse* au lieu de celui de *terre limoneuse*. Cependant il est très-essentiel de ne les pas confondre, et de convenir avec nous que les terres primitives et simples peuvent se réduire à trois, l'argile, la craie et la terre limoneuse, qui toutes trois diffèrent par leur essence autant que par leur origine.

Et quoique la craie ou terre calcaire puisse être regardée comme une terre animale, puisqu'elle n'a été produite que par les détriments des coquilles, elle est néanmoins plus éloignée que l'argile de la nature de la terre végétale: car cette

terre calcaire ne devient jamais aussi ductile; elle se refuse longtemps à toute fécondation; la sécheresse de ses molécules est si grande, et les principes organiques qu'elle contient sont en si petite quantité, que par elle-même elle demeurerait stérile à jamais si le mélange de la terre végétale ou de l'argile ne lui communiquait pas les éléments de la fécondation. Nous avons déjà eu occasion d'observer que les pays de craie et de pierre calcaire sont beaucoup moins fertiles que ceux d'argile et de cailloux vitreux; ces mêmes cailloux, loin de nuire à la fécondité, y contribuent en se décomposant; leur surface blanchit à l'air, et s'exfolie avec le temps en poussière douce et ductile; et comme cette poussière se trouve en même temps imprégnée du limon des rosées et des pluies, elle forme bientôt une excellente terre végétale; au lieu que la pierre calcaire, quoique réduite en poudre, ne devient pas ductile, mais demeure aride, et n'acquiert jamais autant d'affinité que l'argile avec la terre végétale: il lui faut donc beaucoup plus de temps qu'à l'argile pour s'atténuer au point de devenir féconde. Au reste, toute terre purement calcaire, et tout sable encore aigre et purement vitreux, sont à peu près également impropres à la végétation, parce que les sables vitreux et la craie ne sont pas encore assez décomposés, et n'ont pas acquis le degré de ductilité nécessaire pour entrer seuls dans la composition des êtres organisés.

Et comme l'air et l'eau contribuent beaucoup plus que la terre à l'accroissement des végétaux, et que des expériences bien faites nous ont démontré que dans un arbre, quelque solide qu'il soit, la quantité de terre qu'il a consommée pour son accroissement ne fait qu'une très-petite portion de son poids et de son volume, il est nécessaire que la majeure partie de sa masse entière ait été formée par les trois autres éléments, l'air, l'eau et le feu: les particules de la lumière et de la chaleur se sont fixées avec les parties aériennes et aqueuses pendant tout le temps du développement de toutes les parties du végétal. Le terreau et le limon sont donc produits originairement par ces trois premiers éléments combinés avec une très-petite portion de terre: aussi la terre végétale contient-elle très-abondamment et très-évidemment tous les principes des quatre éléments réunis aux molécules organiques; et c'est par cette raison qu'elle devient la mère de tous les êtres organisés, et la motrice de tous les corps figurés.

J'ai rapporté ailleurs des essais sur différentes terres dont j'avais fait remplir de grandes caisses, et dans lesquelles j'ai semé des graines de plusieurs arbres. Ces épreuves suffisent pour démontrer que ni les sables calcaires, ni les argiles, ni les terreaux trop nouveaux, ni les fumiers, tous pris séparément, ne sont propres à la végétation; que les graines les plus fortes, telles que les glands, ne poussent que de très-faibles racines dans toutes ces matières, où ils ne font que languir et périssent bientôt: la terre végétale elle-même, lorsqu'elle est réduite en parfait limon et en bol, est alors trop compacte pour que les racines des plantes délicates puissent y pénétrer. La meilleure terre, après la terre de jardin, est celle qu'on appelle *terre franche*, qui n'est ni trop massive, ni trop légère, ni trop grasse, ni trop maigre, qui peut admettre l'eau des pluies sans la laisser trop promptement cribler, et

qui néanmoins ne la retient pas assez pour qu'elle y croupisse. Mais c'est au grand art de l'agriculture que l'histoire naturelle doit renvoyer l'examen particulier des propriétés et des qualités des différentes terres soumises à la culture : l'expérience du laboureur donnera souvent des résultats que la vue du naturaliste n'aura pas aperçus.

Dans les pays habités, et surtout dans ceux où la population est nombreuse, et où presque toutes les terres sont en culture, la quantité de terre végétale diminue de siècle en siècle, non-seulement parce que les engrais qu'on fournit à la terre ne peuvent équivaloir à la quantité des productions qu'on en tire, et qu'ordinairement le fermier avide ou le propriétaire passager, plus pressés de jouir que de conserver, effritent, affament leurs terres en les faisant porter au delà de leurs forces, mais encore parce que cette culture donnant d'autant plus de produit que la terre est plus travaillée, plus divisée, elle fait qu'en même temps la terre est plus aisément entraînée par les eaux ; ses parties les plus fines et les plus substantielles, dissoutes ou délayées, descendent par les ruisseaux dans les rivières, et des rivières à la mer : chaque orage en été, chaque grande pluie d'hiver, charge toutes les eaux courantes d'un limon jaune, dont la quantité est trop considérable pour que toutes les forces et tous les soins de l'homme puissent jamais en réparer la perte par de nouveaux amendements. Cette déperdition est si grande et se renouvelle si souvent, qu'on ne peut même s'empêcher d'être étonné que la stérilité n'arrive pas plus tôt, surtout dans les terrains qui sont en pente sur les coteaux. Les terres qui les couvraient étaient autrefois grasses, et sont déjà devenues maigres à force de culture ; elles le deviendront toujours de plus en plus, jusqu'à ce qu'étant abandonnées à cause de leur stérilité elles puissent reprendre, sous la forme de friche, les poussières de l'air et des eaux, le limon des rosées et des pluies, et les autres secours de la nature bienfaisante, qui toujours travaille à rétablir ce que l'homme ne cesse de détruire.

DU CHARBON DE TERRE.

Nous avons vu, dans l'ordre successif des grands travaux de la nature, que les roches vitreuses ont été les premières produites par le feu primitif ; qu'ensuite les grès, les argiles et les schistes, se sont formés des débris et de la détérioration de ces mêmes roches vitreuses, par l'action des éléments humides, dès les premiers temps après la chute des eaux et leur établissement sur le globe ; qu'alors les coquillages marins ont pris naissance et se sont multipliés en innombrable quantité, avant et durant la retraite de ces mêmes eaux, que cet abaissement des mers s'est fait suc-

cessivement par l'affaissement des cavernes et grandes boursouffures de la terre qui s'étaient formées au moment de sa consolidation par le premier refroidissement; qu'ensuite, à mesure que les eaux laissaient en s'abaissant les parties hautes du globe à découvert, ces terrains élevés se couvraient d'arbres et d'autres végétaux, lesquels, abandonnés à la seule nature, ne croissaient et ne se multipliaient que pour périr de vétusté et pourrir sur la terre, ou être entraînés, par les eaux courantes, au fond des mers; qu'enfin ces mêmes végétaux, ainsi que leurs débris en terreau et en limon, ont formé les dépôts en amas ou en veines que nous retrouvons aujourd'hui dans le sein de la terre sous la forme de charbon; nom assez impropre, parce qu'il paraît supposer que cette matière végétale a été attaquée et cuite par le feu, tandis qu'elle n'a subi qu'un plus ou moins grand degré de décomposition par l'humidité, et qu'elle s'est conservée au moyen de son huile convertie par les acides en bitume.

Les débris et résidus de ces immenses forêts et de ce nombre infini de végétaux nés plusieurs centaines de siècles avant l'homme, et chaque jour augmentés, multipliés sans déperdition, ont couvert la surface de la terre de couches limoneuses qui de même ont été entraînées par les eaux, et ont formé en mille et mille endroits des dépôts en masses et des couches d'une très-grande étendue sur le fond de la mer ancienne; et ce sont ces mêmes couches de matière végétale que nous retrouvons aujourd'hui à d'assez grandes profondeurs dans les argiles, les schistes, les grès et autres matières de seconde formation qui ont été également transportées et déposées par les eaux: la seconde formation de ces veines est donc bien postérieure à celle des matières primitives, puisqu'on ne les trouve qu'avec leurs débris et dans les couches déposées par les eaux, et que jamais on n'a vu une seule veine de ce charbon dans les masses primitives de quartz ou de granite.

Comme la masse entière des couches ou veines de charbon a été roulée, transportée et déposée par les eaux en même temps et de la même manière que toutes les autres matières calcaires ou vitreuses réduites en poudre, la substance du charbon se trouve presque toujours mélangée de matières hétérogènes, et selon qu'elle est pure, elle devient plus utile et plus propre à la préparation qu'elle doit subir pour pouvoir remplacer comme combustible tous les usages du bois: il y a de ces charbons qui sont si mêlés de poudre de pierre calcaire (1), qu'on ne peut en faire que de la chaux, soit qu'on les brûle en grandes ou en petites masses; il y en a d'autres qui contiennent une si grande quantité de grès, que leur résidu, après la combustion, n'est qu'une espèce de sable vitreux; plusieurs autres sont mélangés de matière pyriteuse: mais tous, sans exception, tirent leur origine des matières végétales et animales, dont les huiles et les graisses se sont converties en bitume (2).

(1) A Alais, et dans plusieurs autres endroits du Languedoc, on fait de la chaux avec le charbon même, sans autre pierre ni matières calcaires que celles qu'il contient, et aussi sans autre substance combustible que son propre bitume, qui, après s'être consumé, laisse à nu la base calcaire que le charbon contenait en grande quantité.

(2) M. de Gensanne distingue cinq espèces de charbon de terre qui sont: 1° la houille, 2° le charbon de terre

Il y a donc beaucoup de charbons de terre trop impurs pour pouvoir être préparés et substitués aux mêmes usages que le charbon de bois ; celui qu'on pourrait appeler *pur* ne serait, pour ainsi dire, que du bitume comme le jayet, qui me paraît faire la nuance entre les bitumes et le charbon de terre : mais dans les meilleurs charbons il se trouve toujours quelques-unes des matières étrangères dont nous venons de parler et qu'il est difficile d'en séparer ; la qualité du charbon est souvent détériorée par l'efflorescence des pyrites martiales, occasionnée par l'humidité de la terre ; comme cette efflorescence ne se fait point sans mouvement et sans chaleur, c'est toujours aux dépens du charbon, parce que souvent cette chaleur le pénètre, le consume et le dessèche ; et lorsqu'on lui fait subir une demi-combustion semblable à celle du bois qu'on cuit en charbon, l'on ne fait que lui enlever et convertir en vapeur de soufre les parties pyriteuses, qui souvent y sont trop abondantes.

Mais avant de parler de la préparation et des usages infiniment utiles de ce charbon, il faut d'abord en considérer la substance dans son état de nature ; il me paraît certain, comme je viens de le dire, que la matière qui en fait le fond est entièrement végétale. J'ai cité les faits par lesquels il est prouvé qu'au-dessus du toit et dans la couverture de la tête de toutes les veines de charbon, il se trouve des bois fossiles et d'autres végétaux dont l'organisation est encore reconnaissable, et que souvent même on y rencontre des couches de bois à demi charbonnifié (1) ;

cubique qu'on appelle aussi carré, 3° le charbon à facettes ou ardoisé, 4° le charbon jayet, 5° le bois fossile. (Je dois observer que M. de Gensanne est le seul des minéralogistes qui ait présenté cette division des charbons de terre, dans laquelle le bois fossile ne doit pas être compris tant qu'il n'est pas bitumineux.)

La houille est une terre noire bitumineuse et combustible ; elle se trouve toujours fort près de la surface de la terre, et voisine des véritables veines de charbon.... Le charbon de terre cubique a ses parties constituantes disposées par cubes arrangés les uns contre les autres ; de sorte qu'en les liant, même très-menu, ces mêmes parties conservent toujours une configuration cubique : il est fort luisant à la vue ; il s'en trouve qui représente les plus belles couleurs de Paris, qui ne sont que l'effet d'une légère efflorescence de soufre.. Le charbon à facettes ou ardoisé ne diffère du charbon cubique que par la configuration de ses parties constituantes, et qu'en ce qu'il est plus sujet que le précédent à renfermer des grains de pyrites qui détériorent sa qualité : on distingue à la vue simple qu'il est composé de petites lames entassées les unes sur les autres, dont l'ensemble forme de petits corps irréguliers rangés les uns à côté des autres... Le charbon jayet est une substance bitumineuse plus ou moins compacte, lisse et fort luisante ; il est plus pesant que les charbons précédents. Sa dureté est fort variable : il y en a qui est si dur qu'il prend un assez beau poli, et qu'on le taille comme les pierres ; on en fait dans bien des endroits des boutons d'habit, des colliers, et d'autres menus ouvrages de cette espèce : il y en a d'autre qui est si mou, qu'on le pelote dans la main ; et toutes ces différences ne viennent que du plus ou du moins de substance luisante que ce fossile renferme ; car il est bon de remarquer qu'il n'est point de charbon de terre, de quelque espèce qu'il soit, qui ne contienne une portion plus ou moins considérable d'une huile connue sous le nom de *petrole* ou d'*asphalte*. Le jayet n'est pas, comme le dit M. de Gensanne, plus pesant que les charbons de terre : il est au contraire plus léger ; car les charbons de terre ordinaires ne surnagent point dans l'eau, au lieu que le jayet y surnage, et c'est même par cette propriété qu'on peut le distinguer du charbon.

(1) Outre les impressions des plantes assez communes dans le toit de ces mines, on rencontre fréquemment, dans leur voisinage ou dans les fouilles qu'entraîne leur exploitation, des portions de bois, et même des arbres entiers.

M. l'abbé de Sauvage fait mention dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1743, page 413, de fragments de bois pierreux fortement incrusté du côté de l'écorce, d'un ou deux pouces de charbon de terre dans lequel s'étoit faite cette pétrification.

Il est très-ordinaire de trouver au-dessus des mines de houille du bois qui n'est point du tout décomposé ; mais à mesure qu'on le trouve enfoui plus profondément, il est sensiblement plus altéré.

A Bui, près de Cologne et de Bonn, M. de Bury, fameux houilleur de Liège, en faisant fouiller dans un vallon,

on reconnaît les vestiges des végétaux non-seulement dans la substance du charbon, mais encore dans les terres et les schistes dont ils sont environnés : il est donc évident que tous les charbons de terre tirent leur origine du détriment des végétaux.

De même on ne peut pas nier que le charbon de terre ne contienne du bitume, puisqu'il en répand l'odeur et l'épaisse fumée au moment qu'on le brûle. Or le bitume n'étant que de l'huile végétale ou de la graisse animale imprégnée d'acide, la substance entière du charbon de terre n'est donc formée que de la réunion des débris solides et de l'huile liquide des végétaux qui se sont ensuite durcis par le mélange des acides. Cette vérité, fondée sur ces faits particuliers, se prouve encore par le principe général qu'aucune substance dans la nature n'est combustible qu'en raison de la quantité de matière végétale ou animale qu'elle contient, puisqu'avant la naissance des animaux et des végétaux, la terre entière a non-seulement été brûlée, mais fondue et liquéfiée par le feu ; en sorte que toute matière purement brute ne peut brûler une seconde fois.

Et l'on aurait tort de confondre ici le soufre avec les bitumes, par la raison qu'ils se trouvent souvent ensemble dans le charbon de terre. Le soufre ne provient que de la combustion des pyrites formées elles-mêmes de l'acide et du feu fixe contenu dans les substances organisées, au lieu que les bitumes ne sont que leurs huiles grossières imprégnées d'acide : aussi les bitumes ne contiennent point de soufre, et les soufres ne contiennent pas de bitume. Ces deux combinaisons, opposées dans des matières qui toutes deux proviennent du détriment des corps organisés, indiquent assez que les moyens employés par la nature pour les former sont différents l'un de l'autre, puisque ces deux produits ne se réunissent ni ne se rencontrent ensemble. En effet le soufre est formé par l'action du feu, et le bitume par celle de l'acide sur l'huile. Le soufre se produit par la combinaison du feu fixe (1) contenu dans les substances organisées lorsqu'il est saisi par l'acide vitriolique ; les bitumes, au contraire, ne sont que les huiles mêmes des végétaux décomposés par l'eau et mêlés avec les acides : aussi

trouva une espèce de *terre houille*, qui n'était autre chose que du bois qui avait été couvert par une montagne de terre.

Il y a plusieurs mines dans lesquelles on ne peut méconnaître des troncs et des branches d'arbres qui ont conservé leur texture fibreuse, compacte, comme on en trouve à Querfut, dont la couleur est d'un brun jaunâtre. M. Darcet a vu, dans la mine de Wentorcastle, un tronc de la grosseur d'un mât de petit vaisseau, qui était implanté dans l'argile, tout à fait à l'extrémité et hors de la mine : la partie supérieure était du vrai charbon de terre absolument semblable à celui de la mine, tandis qu'à la partie de dessous ce même tronc était encore du bois, et ne sautait pas en éclats comme celle du dessus ; mais elle se fendait, et la hache y était retenue comme elle a coutume de s'arrêter dans le bois.

Outre ces troncs d'arbres épars, ces débris de bois, il est des endroits où l'on ne connaît pas de mines de charbon de terre, et où l'on rencontre, à une grande profondeur, des amas de bois fossiles, disposés par bancs séparés les uns des autres par des lits terreux, et qui présentent en tout des soupçons raisonnables d'un passage de la nature ligneuse à celle de la houille, d'une vraie transmutation de bois en charbon de terre. (*Du charbon de terre*, par M. Morand, pages 5 et 6.)

M. de Gensanne cite lui-même quelques mines de charbon de terre dont les têtes sont composées de bois fossiles.

(1) Si l'on objecte qu'il se produit du soufre non-seulement par le feu, mais sans feu, et par ce que l'on appelle la *voie humide*, comme dans les voiries et les fosses d'aisances, je répondrai que ce passage ou changement ne se fait que par une effervescence accompagnée d'une chaleur qui fait ici le même effet que le feu.

l'odeur du soufre et celle du bitume sont-elles très-différentes dans la combustion; et l'un des plus grands défauts que puisse avoir le charbon de terre, surtout pour les usages de la métallurgie, c'est d'être trop mêlé de matière pyriteuse, parce que, dans la combustion, les pyrites donnent une grande quantité de soufre: l'excellente qualité du charbon vient au contraire de la pureté de la matière végétale et de l'intimité de son union avec le bitume; néanmoins les charbons trop bitumineux ont peu de chaleur, et donnent une flamme trop passagère, et il paraît que la parfaite qualité du charbon vient de la parfaite union du bitume avec la base terreuse, qui ne permet que successivement les progrès et le développement du feu.

Or les matières végétales se sont accumulées en masses, en couches, en veines, en filons, ou se sont dispersées en petits volumes, suivant les différentes circonstances; et lorsque ces grandes masses, composées de végétaux et de bitume, se sont trouvées voisines de quelques feux souterrains, elles ont produit, par une espèce de distillation naturelle, les sources de pétrole, d'asphalte et des autres bitumes liquides que l'on voit couler quelquefois à la surface de la terre, mais plus ordinairement à de certaines profondeurs dans son intérieur, et même au fond des lacs (1) et de quelques plages de la mer (2). Ainsi toutes les huiles qu'on appelle *terrestres*, et qu'on regarde vulgairement comme des huiles minérales, sont des bitumes qui tirent leur origine des corps organisés, et qui appartiennent encore au règne végétal ou animal; leur inflammabilité, la constance et la durée de leur flamme, la quantité très-petite de cendres ou plutôt de matières charbonneuses qu'ils laissent après la combustion, démontrent assez que ce ne sont que des huiles plus ou moins dénaturées par les sels de la terre, qui leur donnent en même temps la propriété de se durcir et de faire ciment dans la plupart des matières où ils se trouvent incorporés.

Mais, pour nous en tenir à la seule considération du charbon de terre dans son état de nature, nous observerons d'abord qu'on peut passer par degrés de la tourbe récente et sans mélange de bitume à des tourbes plus anciennes devenues bitumineuses, du bois charbonifié aux véritables charbons de terre, et que par conséquent on ne peut guère douter, indépendamment des preuves rapportées ci-devant, que ces charbons ne soient de véritables végétaux que le bitume a conservés. Ce qui me fait insister sur ce point, c'est qu'il y a des observateurs qui donnent à ces charbons une toute autre origine: par exemple, M. Genneté prétend que le charbon de terre est produit par un certain roc ou grès auquel il donne le nom d'*agas* (3);

(1) L'asphalte est en très-grande quantité dans la mer Morte de Judée, à laquelle on a même donné le nom de *la Asphaltique*; ce bitume s'élève à la surface de l'eau, et les voyageurs ont remarqué dans les plaines voisines de ce lac plusieurs pierres et monts de terres bitumineuses.

(2) Flacour dit avoir vu en 1665 le cap Vert et le cap de Bonne-Espérance, un espace de mer qui avait une teinte jaune, comme d'une huile ou bitume qui surnageait, et qui, venant à se figer par succession de temps, durcit ainsi que l'ambre jaune ou succin.

(3) « La matrice dans laquelle s'arrangent les veines de houille est une sorte de grès dur comme du fer, dans l'intérieur de la terre, mais qui se redit en poussière lorsqu'il est exposé à l'air: les houilleurs nomment cette pierre *agas*. » (J'ai vu de ces pierres pyriteuses, qui sont en effet très-dures, dans l'intérieur de la terre et dont on ne

et M. de Gensanne, l'un de nos plus savants minéralogistes, veut que la substance de ce charbon ne soit que de l'argile. La première opinion n'est fondée que sur ce que M. Genneté a vu des veines de charbon sous des bancs de grès ou d'agas, lesquelles veines paraissent s'augmenter ou se régénérer dans les endroits vides dont on a tiré le charbon quelques années auparavant : il dit positivement que le roc (*agas*) est la matrice du charbon ; que dans le pays de Liège, la matrice de ce roc est à celle du charbon comme 25 sont à 1, en sorte qu'il y a vingt-cinq pieds cubiques de roc pour un pied cube de charbon, et qu'il est étonnant que ces vingt-cinq pieds de roc suffisent pour fournir le suc nécessaire à la formation d'un pied cube de charbon. Il assure qu'il se reproduit dans ces mêmes veines trente ou quarante ans après qu'elles ont été vidées, et que ce charbon nouvellement produit les remplit dans ce même espace de temps. « On voit, ajoute-t-il, que la houille est formée d'un suc bitumineux qui distille du roc, s'y arrange en veines d'une grande régularité, s'y durcit comme la pierre ; et voilà aussi sans doute pourquoi elle se reproduit. Mais pendant mille ans qu'une veine de houille demeure entre les bancs de roc qui la soutiennent et la couvrent sans aucun vide, et sans que cette veine augmente en épaisseur non plus qu'en long et en large, et encore sans qu'elle fasse de dépôts ailleurs, autant qu'on sache, que devient donc le suc bitumineux qui, dans quarante ans, peut reproduire et produit en effet une semblable veine ? Je ne sais, continue-t-il, s'il est possible de dévoiler ce mystère. »

M. Genneté est peut-être de nos minéralogistes celui qui a donné les meilleurs renseignements pour l'exploitation des mines de charbon, et je rends bien volontiers justice au mérite de cet habile homme, qui a joint à une excellente pratique de très-bonnes remarques ; mais sa théorie, que je viens d'exposer, ne me paraît tirée que d'un fait particulier, dont il ne fallait pas faire un principe général. Il est certain, et je l'ai vu moi-même, qu'il se forme dans quelques circonstances des charbons nouveaux par la stillation des eaux, de la même manière qu'il se forme de nouvelles pierres, des albâtres et des marbres nouveaux, dans tous les endroits qui se trouvent au-dessous des matières de même espèce : ainsi, dans une veine de charbon tranchée verticalement et abandonnée depuis du temps, on voit sur les parois et entre les petits lits de l'ancien charbon, une concrétion ordinairement brune et quelquefois blanchâtre, qui n'est qu'une véritable stalactite ou concrétion de la même nature que le charbon dont elle tire son origine par la filtration de l'eau. Ces incrustations charbonneuses peuvent augmenter avec le temps, et peut-être remplir, dans une longue succession d'années, une fente de quelques pouces, ou, si l'on veut, de quelques pieds de largeur : mais, pour que cet effet soit produit, il est nécessaire qu'il y ait au-dessus ou autour de la fente ou cavité qui se remplit une masse de charbon, laquelle fournit non-seulement le bitume, mais encore les autres parties composantes de ce charbon qui se forme, c'est-à-dire la partie

peut percer les bancs qu'à force de poudre, et qui se décomposent à l'air ; elles se trouvent assez souvent au-dessus des veines de charbon.)

végétale, sans quoi ce nouveau charbon ne ressemblerait pas à l'autre; et s'il ne dé-coulait que du bitume, la stillation ne formerait que du bitume pur et non pas du charbon. Or M. Genneté convient et même affirme que les veines anciennement vidées se remplissent en quarante ans de charbon tout semblable à celui qu'elles contenaient, et que cela ne se fait que par le suintement du bitume fourni par le roc voisin de cette veine. Dès lors, il faut qu'il convienne aussi que cette veine ne pourrait, par ce moyen, être remplie d'autre chose que de bitume, et non pas de charbon. Il faut de même qu'il fasse attention à une chose très-naturelle et très-possible, c'est qu'il y a certaines pierres, agas ou autres, qui non-seulement sont bitumineuses, mais encore mélangées par lits ou par filons de vraie matière de charbon, et que très-probablement les veines qu'il dit s'être remplies de nouveau étaient environnées et couvertes de cette espèce de roche à demi charbonneuse; et dès lors ce mystère qu'il ne eroit pas possible de dévoiler, est un effet très-simple et très-ordinaire dans la nature. Il me semble qu'il n'est pas nécessaire d'en dire davantage pour qu'on soit bien convaincu que jamais ni le grès, ni l'agas, ni aucune autre roche, n'ont été les matrices d'aucun charbon de terre, à moins qu'ils n'en soient eux-mêmes mélangés en très-grande quantité.

L'opinion de M. de Gensanne est beaucoup mieux appuyée, et ne me paraît s'éloigner de la vérité que par un point sur lequel il était assez facile de se méprendre: c'est de regarder l'argile et le limon, ou, pour mieux dire, la terre argileuse et la terre limoneuse, comme n'étant qu'une seule et même chose. Le charbon de terre, selon M. de Gensanne, est une terre argileuse, mêlée d'assez de bitume et de soufre pour qu'elle soit combustible. « A la vérité, dit-il, ce charbon dans son état naturel ne contient aucun soufre formé; mais il en renferme tous les principes, qui, dans le moment de la combustion, se développent, se combinent ensemble, et font un véritable soufre. »

Il me semble que ce savant auteur n'aurait pas dû faire entrer le soufre dans sa définition du charbon de terre, puisqu'il avoue que le soufre ne se forme que dans sa combustion. Il ne fait donc pas partie réelle de la composition naturelle du charbon; et en effet l'on connaît plusieurs de ces charbons qui ne donnent point de soufre à la combustion. Ainsi l'on ne doit pas compter le soufre dans les matières dont tout charbon de terre est essentiellement composé, ni dire avec M. de Gensanne qu'on doit regarder les veines de charbon de terre comme de vraies mines de soufre. « Et ce qui prouve évidemment que dans le charbon pur il n'y a point de soufre formé, c'est qu'en raffinant le cuivre, le plomb et l'argent, avec du charbon pur, on n'observe pas la moindre décomposition du métal; point de *matte*, point de *plackmall*, même après plusieurs heures de chauffe (1). » Mais un autre point bien plus important, c'est l'assertion positive que le fond du charbon de terre n'est que de l'argile; en sorte que, suivant ce physicien, tous les naturalistes se sont trompés lorsqu'ils ont dit que ces charbons étaient des débris de forêts et d'autres végétaux

(1) Note communiquée par M. Le Camus de Limare, le 5 juillet 1780.

ensevelis par des bouleversements queleconques. « Il est vrai, continue-t-il, que la mer Baltique eharrie tous les printemps une quantité de bois qu'elle amène du Nord, et qu'elle arrange par couches sur les côtes de la Prusse, qui sont successivement recouvertes par les sables : mais ces bois ne deviendraient jamais charbon de terre, s'il n'y survenait une substance bitumineuse qui se combine avec eux pour leur donner cette qualité; sans cette combinaison, ils se pourriront et deviendront terre. » Ceci m'arrête une seconde fois; car l'auteur convenant que le charbon de terre peut se former de bois et de bitume, pourquoi veut-il que tous les charbons soient composés de terre argileuse? et ne suffit-il pas de dire que, partout où les bois et autres débris de végétaux se seront bituminisés par le mélange de l'acide, ils seront devenus charbons de terre? Et pourquoi composer cette matière combustible d'une matière qui ne peut brûler? N'y a-t-il pas nombre de charbons qui brûlent en entier, et ne laissent après la combustion que des cendres même encore plus douces et plus fines que celles du bois (1)? Il est donc très-certain que ces charbons qui brûlent en entier ne contiennent pas plus d'argile que le bois; et ceux qui se boursouffent dans la combustion et laissent une sorte de scorie semblable à du mâchefer léger, n'offrent ce résidu que parce qu'ils sont en effet mêlés, non pas d'argile, mais de limon, c'est-à-dire de terre végétale, dans laquelle toutes les parties fixes du bois sont rassemblées: or j'ai démontré en plusieurs endroits de cet ouvrage, et surtout dans les mémoires de la partie expérimentale, que l'origine du mâchefer ne doit point être attribuée au fer, puisqu'on trouve le même mâchefer dans le feu de l'orfèvre, comme dans celui du forgeron, et que j'ai fait moi-même du mâchefer en grande quantité avec du charbon de bois seul et sans addition d'aucun minéral: dès lors le charbon de terre doit en produire comme le charbon de bois; et lorsqu'il en donne en plus grande quantité, c'est que, sous le même volume, il contient plus de parties fixes que le charbon de bois. J'ai encore prouvé, dans ces mêmes mémoires et dans l'article précédent, que le limon ou la terre végétale est le dernier résidu des végétaux décomposés, qui d'abord se réduisent en terreau et par succession de temps en limon; j'ai de même averti qu'il ne fallait pas confondre cette terre végétale ou limoneuse avec l'argile, dont l'origine et les qualités sont toutes différentes, même à l'égard des effets du feu, puisque l'argile s'y resserre et le limon se boursouffle; et cela seul prouverait qu'il n'y a jamais d'argile, du moins en quantité sensible, dans le charbon de terre, et que dans ceux qui laissent, après la combustion, une scorie boursoufflée, il y a toujours une quantité considérable de ce limon formé des parties fixes des végétaux: ainsi tout charbon

(1) « A Birmingham on emploie dans les cheminées une autre espèce de charbon qui est plus cher que le charbon de terre ordinaire; on l'appelle *flexcoal*; la mine est située à sept milles au nord de Birmingham, à *Wedgbory near Warsal in Staffordshire*: on le tire par gros morceaux qui ont beaucoup de consistance, et il se vend trois pences and penny le cent, du poids de cent douze livres, faisant à peu près un quintal, poids de marc. Ce charbon s'allume avec du papier, comme du bois de sapin; sa flamme est blanche et claire; son feu très-ardent: il est d'ailleurs sans odeur, et il se réduit en une cendre blanche aussi légère que celle du bois. Cette espèce de charbon n'a point été décrite dans M. Morand, ni dans aucun autre ouvrage de ma connaissance. » (*Note communiquée par M. Le Camus de Limare le 5 juillet 1780.*)

de terre pur n'est réellement composé que de matières provenant plus ou moins immédiatement des végétaux.

Pour mieux entendre la génération primitive du charbon de terre et développer sa composition, il faut se rappeler tous les degrés et même tâcher de suivre les nuances de la décomposition des végétaux, soit à l'air, soit dans l'eau : les feuilles, les herbes, et les bois abandonnés et gisants sur la terre, commencent par fermenter ; et, s'ils sont accumulés en masses, cette effervescence est assez forte pour les échauffer au point qu'ils brûlent ou s'enflamment d'eux-mêmes : l'effervescence développe donc toutes les parties du feu fixe que les végétaux contiennent ; et ces parties ignées étant une fois enlevées, le terreau produit par la décomposition de ces végétaux n'est qu'une espèce de terre qui n'est plus combustible, parce qu'elle a perdu, et pour ainsi dire exalté dans l'air, les principes de sa combustibilité. Dans l'eau la décomposition est infiniment plus lente, l'effervescence est insensible, et ces mêmes végétaux conservent très-longtemps, et peut-être à jamais, les principes combustibles qu'ils auraient en très-peu de temps perdus dans l'air. Les tourbes nous représentent cette première décomposition des végétaux dans l'eau ; la plupart ne contiennent pas de bitume et ne laissent pas de brûler. Il en est de même de tous ces bois fossiles noirs et luisants qui sont décomposés au point de ne pouvoir en connaître les espèces, et qui cependant ont conservé assez de leurs principes inflammables pour brûler, et qui ne donnent en brûlant aucune odeur de bitume : mais lorsque ces bois ont été longtemps enfouis ou submergés, ils se sont bituminisés d'eux-mêmes par le mélange de leur huile avec les acides ; et quand ces mêmes bois se sont trouvés sous des couches de terre mêlées de pyrites ou abreuvées de sucs vitrioliques, ils sont devenus pyriteux ; et, dans cet état, ils donnent en brûlant une forte odeur de soufre.

En suivant cette décomposition des végétaux sur la terre, nous verrons que les herbes, les roseaux, et même les bois légers et tendres, tels que les peupliers, les saules, donnent, en se pourrissant, un terreau noir tout semblable à la terre que l'on trouve souvent par petits lits très-minces au-dessus des mines de charbon ; tandis que les bois solides, tels que le chêne, le hêtre, conservent de la solidité, même en se décomposant, et forment ces couches de bois fossiles qui se trouvent aussi très-souvent au-dessus des mines de charbon. Enfin le terreau, par succession de temps, se change en limon ou terre végétale, qui est le dernier résidu de la décomposition de tous les êtres organisés. L'observation m'a encore démontré cette vérité : mais tout le terreau dont la décomposition se sera faite lentement, et qui ne s'étant pas trouvé accumulé en grandes masses, n'aura par conséquent pas perdu la totalité de ses principes combustibles par une prompte fermentation ; et le limon, qui n'est que le terreau même seulement plus atténué, aura aussi conservé une partie de ces mêmes principes. Le terreau, en se changeant en limon, de noir devient jaune ou roux par la dissolution du fer qu'il contient : il devient aussi onctueux et pétrissable par le développement de son huile végétale ; dès lors tout terreau et même tout limon, n'étant que les résidus des substances végétales, ont éga-

lement retenu plus ou moins de leurs principes combustibles; et ce sont les couches anciennes de ces mêmes bois, terreaux et limons, lesquelles se présentent aujourd'hui sous la forme de tourbe, de bois fossile, de houille et de charbon; car il est encore nécessaire, pour éviter toute confusion, de distinguer ici ces deux dernières matières, quoique la plupart des écrivains aient employé leurs noms comme synonymes: mais nous n'adopterons, avec M. de Gensanne, celui de *houille* (1) que pour ces terres noires et combustibles qui se trouvent souvent au-dessus et quelquefois au-dessous des veines de charbon, et qui sont l'un des plus sûrs indices de la présence de ces fossiles; et ces houilles ne sont autre chose que nos terreaux (2) purs ou mêlés d'une petite quantité de bitume. La vase qui se dépose dans la mer par couches inclinées suivant la pente du terrain, et s'étend souvent à plusieurs lieues du rivage, comme à la Guiane, n'est autre chose que le terreau des arbres ou autres végétaux qui, trop accumulés sur ces terres inhabitées, sont entraînés par les eaux courantes; et les huiles végétales de cette vase, saisies par les acides de la mer, deviendront avec le temps de véritables houilles bitumineuses, mais toujours légères et friables, comme le terreau dont elles tirent leur origine, tandis que les végétaux eux-mêmes moins décomposés, étant de même entraînés et déposés par les eaux, ont formé les véritables veines de charbon de terre, dont les caractères distinctifs et différents de ceux de la houille se reconnaissent à la pesanteur du charbon, toujours plus compacte que la houille, et au gonflement qu'il prend au feu en s'y boursoufflant comme le limon, et en donnant de même une scorie plus ou moins poreuse.

Ainsi je crois pouvoir conclure, de ces réflexions et observations, que l'argile n'entre que peu ou point dans la composition du charbon de terre; que le soufre

(1) M. Morand, de l'Académie des Sciences, qui a fait un très-grand et bon ouvrage sur le charbon de terre, a regardé, avec la plupart des minéralogistes, les noms de *houille* et de *charbon de terre* comme synonymes: il dit que dans le pays de Liège on distingue les matières combustibles des mines en houille grasse, en houille maigre, en charbons forts et en charbons faibles.... Cette houille grasse s'emploie à Liège, dans les foyers; elle se colle aisément au feu; elle rend plus de chaleur que la houille maigre.... Elle se réduit, pour la plus grande partie, en cendres grisâtres, mais plus graveleuses que celles du bois; son feu est trop ardent, et elle est trop grasse pour que les maréchaux puissent s'en servir: le feu de la houille maigre est plus faible; elle est presque généralement en usage pour les feux domestiques... Elle dure plus longtemps au feu; et lorsque son peu de bitume est consumé, elle se réduit en braise qu'on allume, sans qu'elle donne de l'odeur ni presque de fumée. Les charbons forts sont d'une couleur noire plus décidée et plus frappante que les charbons faibles; ils sont gras au toucher et comme onctueux, par la grande quantité de bitume qu'ils contiennent: ces charbons forts sont excellents dans tous les cas où il faut un feu d'une grande violence comme dans les plus grosses forges; ils pénètrent également les parties du fer, les rendent propres à recevoir toutes sortes d'impressions, réunissent même toutes les parties qui ne seraient pas assez liées: mais par sa trop grande ardeur, ce charbon fort ne convient pas plus aux maréchaux que la houille grasse.

Le charbon faible est toujours un charbon qui se trouve aux extrémités d'une veine; il donne beaucoup moins de chaleur que le charbon fort, et ne peut servir qu'aux cloutiers, aux maréchaux et aux petites forges, pour lesquelles on a besoin d'un feu plus doux... Son usage ordinaire est pour les briquetiers ou tuiliers, et pour les fours à chaux, où le feu trop violent des charbons forts pénétrerait trop précipitamment les parties de la terre et de la pierre, les diviserait et les détruirait. Les charbons faibles se trouvent aussi dans les veines très-minces; ils sont toujours menus, et souvent en poussière.

(2) C'est dans une pareille terre que j'ai trouvé, à huit pieds de profondeur, des racines encore très-reconnaissables, environnées de terreau où l'on aperçoit déjà quelques couches de petits cubes de charbon. (*Note communiquée par M. de Morveau.*)

n'y entre que sous la forme de matières pyriteuses qui se combinent avec la substance végétale, de sorte que l'essence du charbon est entièrement de matière végétale, tant sous la forme de bitume que sous celle du végétal même. Les impressions si multipliées des différentes plantes qu'on voit dans tous les schistes limoneux qui servent de toits aux veines de charbon, sont des témoins qu'on ne peut récuser, et qui démontrent que c'est aux végétaux qu'est due la substance combustible que ces schistes contiennent.

Mais, dira-t-on, ces schistes, qui non-seulement couvrent, mais accompagnent et enveloppent de tous côtés et en tous lieux les veines de charbon, sont eux-mêmes des argiles durcies et qui ne laissent pas d'être combustibles. A cela je réponds que la méprise est ici la même : ces schistes combustibles qui accompagnent la veine du charbon sont, comme l'on voit, mêlés de la substance des végétaux dont ils portent les impressions; la même matière végétale qui a fait le fond de la substance du charbon, a dû se mêler aussi avec le schiste voisin; et dès lors ce n'est plus du schiste pur ou de la simple argile durcie, mais un composé de matière végétale et d'argile, un schiste limoneux imprégné de bitume, et qui dès lors a la propriété de brûler. Il en est de même de toutes les autres terres combustibles que l'on pourrait citer; car il ne faut pas perdre de vue le principe général que nous avons établi, savoir, que rien n'est combustible que ce qui provient des corps organisés.

Après avoir considéré la nature du charbon de terre, recherché son origine, et montré que sa formation est postérieure à la naissance des végétaux, et même encore postérieure à leur destruction et à leur accumulation dans le sein de la terre, il faut maintenant examiner la direction, la situation et l'étendue des veines de cette matière, qui, quoique originaire de la surface de la terre, ne laisse pas de se trouver enfoncée à de grandes profondeurs; elle occupe même des espaces très-considérables et se rencontre dans toutes les parties du globe. Nous sommes assurés, par des observations constantes, que la direction la plus générale des veines de charbon est du levant au couchant, et que quand cette *allure* (comme disent les ouvriers) est interrompue par une *faille*, qu'ils appellent *caprice de pierre*, la veine que cet obstacle fait tourner au nord ou au midi, reprend bientôt sa première direction du levant au couchant. Cette direction, commune au plus grand nombre des veines de charbon, est un effet particulier dépendant de l'effet général du mouvement qui a dirigé toutes les matières transportées par les eaux de la mer, et qui a rendu les pentes de tous les terrains plus rapides du côté du couchant. Les charbons de terre ont donc suivi la loi générale imprimée par le mouvement des eaux à toutes les matières qu'elles pouvaient transporter, et en même temps ils ont pris l'inclinaison de la pente du terrain sur lequel ils sont disposés toujours parallèlement à cette pente; en sorte que les veines de charbon, même les plus étendues, courent presque toutes du levant au couchant, et ont leur inclinaison au nord en même temps qu'elles sont plus ou moins inclinées dans chaque endroit, suivant la pente du terrain sur lequel elles ont été déposées; il y en a même qui approchent de la perpendiculaire; mais cette grande différence dans leur inclinaison n'empê-

che pas qu'en général cette inclinaison n'approche, dans chaque veine, de plus en plus de la ligne horizontale, à mesure que l'on descend plus profondément; c'est alors l'endroit que les ouvriers appellent *plateur* de la mine, c'est-à-dire le lieu plat et horizontal auquel aboutit la partie inclinée de la veine. Souvent, en suivant ce plateur fort loin, on trouve que la veine se relève et remonte non-seulement dans la même direction du levant au couchant, mais encore sous le même degré à très-peu près d'inclinaison qu'elle avait avant d'arriver au plateur; mais ceci n'est qu'un effet particulier, et qui n'a été encore reconnu que dans quelques contrées, telles que le pays de Liège: il dépend de la forme primitive du terrain, comme nous l'expliquerons tout à l'heure; d'ordinaire, lorsque les veines inclinées sont arrivées à la ligne du niveau, elles ne descendent plus, et ne remontent pas de l'autre côté de cette ligne (1).

A cette disposition générale des veines il faut ajouter un fait tout aussi général; c'est que la même veine va en augmentant d'épaisseur à mesure qu'elle s'enfonce plus profondément, et que nulle part son épaisseur n'est plus grande que tout au fond, lorsqu'on est arrivé au plateur ou ligne horizontale. Il est donc évident que ces couches ou veines de charbon, qui dans leur inclinaison suivent la pente du terrain, et qui deviennent en même temps d'autant plus épaisses que la pente est plus douce, et encore plus épaisses dès qu'il n'y a plus de pente, suivent en cela la même loi que toutes les autres matières transportées par les eaux et déposées sur des terrains inclinés. Ces dépôts faits par alluvion sur ces terrains en pente, ne sont pas seulement composés de veines de charbon, mais encore de matières de toute espèce, comme de schistes, de grès, d'argile, de sable, de craie, de pierre calcaire, de pyrites; et, dans cet amas de matières étrangères qui séparent les veines, il s'en trouve souvent qui sont en grandes masses dures et en banes inclinés, toujours parallèlement aux veines de charbon.

Il y a ordinairement plusieurs couches de charbon les unes au-dessus des autres, et séparées par une épaisseur de plusieurs pieds et même de plusieurs toises de ces matières étrangères. Les veines de charbon s'écartent rarement de leur direction: elles peuvent, comme nous venons de le dire, former quelque inflexion; mais elles reprennent ensuite leur première direction. Il n'en est pas absolument de même de leur inclinaison: par exemple, si la veine la plus extérieure de charbon a son inclinaison de dix degrés, la seconde veine, quoique à vingt ou trente pieds plus bas que la première, aura, dans le même endroit, la même inclinaison d'environ dix degrés; et si, en fouillant plus profondément, il se trouve une troisième, une quatrième veine, etc., elles auront encore à peu près le même degré d'inclinaison:

(1) « L'inclinaison des veines de charbon, dit M. de Gensanne, n'affecte pas une aire de vent déterminée; il y en a qui penchent vers le levant, d'autres vers le couchant, et ainsi de plusieurs autres points de l'horizon; elles n'ont rien de commun non plus avec le penchant des montagnes dans lesquelles elles se trouvent. » Je dois observer que ce rapport de l'inclinaison des veines avec le penchant des montagnes, a existé anciennement, et non seulement, et l'observation de M. de Gensanne doit être particulièrement pour les terrains qui ont subi ces changements depuis le temps du dépôt des veines. (Voyez ci-après.)

mais ce n'est que quand elles ne sont séparées que par des couches d'une médiocre épaisseur; car si la seconde veine, par exemple, se trouve éloignée de la première par une épaisseur très-considérable, comme de cent cinquante ou deux cents pieds perpendiculaires, alors cette veine, qui est à deux cents pieds au-dessous de la première, est moins inclinée, parce qu'elle prend plus d'épaisseur à mesure qu'elle descend, et qu'il en est de même de la masse intermédiaire des matières étrangères, qui sont aussi toujours plus épaisses à une plus grande profondeur.

Pour rendre ceci plus sensible, supposons un terrain en forme d'entonnoir, c'est-à-dire une plaine environnée de collines dont les pentes soient à peu près égales: si cet entonnoir vient à se remplir par des alluvions successives, il est certain que l'eau déposera ses sédiments tant sur les pentes que sur le fond; et, dans ce cas, les couches déposées se trouveront également épaisses en descendant d'un côté et en remontant de l'autre; mais ce dépôt formera sur le plan du fond une couche plus épaisse que sur les pentes, et cette couche du fond augmentera encore d'épaisseur par les matières qui pourront descendre de la pente: aussi les veines de charbon sont-elles, comme nous venons de le dire, toujours plus épaisses sur le plateau que dans le cours de leur inclinaison; les lits qui les séparent sont aussi plus épais par la même raison. Maintenant, si, dans ce même terrain en entonnoir, il se fait un second dépôt de la même matière de charbon, il est évident que, comme l'entonnoir est rétréci et les pentes adoucies par le premier dépôt, cette seconde veine, plus extérieure que la première, sera un peu moins inclinée, et n'aura qu'une moindre étendue dans son plateau; en sorte que, s'il s'est formé de cette même manière plusieurs veines les unes au-dessus des autres, et chacune séparée par de grandes épaisseurs de matières étrangères, ces veines et ces matières auront d'autant plus d'inclinaison qu'elles seront plus intérieures, c'est-à-dire plus voisines du terrain sur lequel s'est fait le premier dépôt; mais comme cette différence d'inclinaison n'est pas fort sensible dans les veines qui ne sont pas à de grandes distances les unes des autres en profondeur, les minéralogistes se sont accordés à dire que toutes les veines de charbon sont parfaitement parallèles: cependant il est sûr que cela n'est exactement vrai que quand les veines ne sont séparées que par des lits de médiocre ou de petite épaisseur; car celles qui sont séparées par de grandes épaisseurs ne peuvent pas avoir la même inclinaison, à moins qu'on ne suppose un entonnoir d'un diamètre immense, c'est-à-dire une contrée entière, comme le pays de Liège, dont tout le sol est composé de veines de charbon jusqu'à une très-grande profondeur.

M. Genneté a donné l'énumération (1) de toutes les couches ou veines de charbon de la montagne de Saint-Gilles au pays de Liège, et j'ai cru devoir en donner ici le tableau, quoiqu'il y ait beaucoup plus de fictif et de conjectural que de réel

(1) « Pour donner, dit-il, l'idée la plus complète de la marche variée des veines qui garnissent un même terrain, j'ai choisi la montagne de Saint-Gilles près de Liège, qui est presque dans le milieu de la trace où ces veines filent du levant au couchant, et où le penchant de la montagne fait découvrir le plus grand nombre de veines avec les grandes profondeurs auxquelles on puisse les atteindre... Le diamètre du plateau (de cette montagne

dans son exposition. Il prétend que ces veines sont au nombre de soixante et une, et que la dernière est à quatre mille cent vingt-cinq pieds liégeois de profondeur, tandis que, dans la réalité, et de fait, les travaux les plus profonds de la montagne de Saint-Gilles ne sont parvenus qu'à la vingt-troisième veine, laquelle ne se trouve qu'à douze cent quatre-vingt-huit pieds liégeois, c'est-à-dire à mille soixante-treize pieds de Paris de profondeur, suivant le calcul même des distances rappor-

est d'environ mille pieds : c'est aussi la longueur de la première veine... qui s'étend de tous côtés, tant en longueur qu'en largeur, ainsi que tous les autres qui suivent. »

	Épaisseur des veines.		Distance entre les veines.	
	P.	P°.	P.	P°.
Distance du gazon à la première veine. 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12		»	21	
Épaisseur de cette première.	1	3	»	
Cette première veine n'a partout qu'un seul lit ou épaisseur uniforme; elle a un doigt d'épaisseur de <i>houage</i> (terre noire, meuble, qui se trouve dessous ou entre les bancs de houille) en-dessous; ce qui la rend très-facile à l'exploitation.				
Distance de la première à la seconde veine.		»	42	»
Épaisseur de la deuxième veine.	1	7	»	
Elle est séparée en deux lits par un doigt d'épaisseur de <i>houage</i> .				
Distance de la deuxième à la troisième veine.		»	84	»
Épaisseur de la troisième veine.	4	3	»	
Cette troisième veine est quelquefois séparée en deux par un ou deux pieds de roc; et, à prendre la chose en général, on peut compter depuis un pied jusqu'à une et même deux toises de distance entre ces deux lits de houille, qui ne font cependant qu'une seule veine.				
Distance de la troisième à la quatrième		»	49	
Épaisseur de la quatrième veine.	1	7	»	
Elle a trois pouces de <i>houage</i> en bas; sa houille est bonne, et brûle comme le charbon du meilleur bois.				
Distance de la quatrième à la cinquième veine.		»	42	»
Épaisseur de la cinquième veine.	1	3	»	»
Cette cinquième veine est mêlée de pierres qui prennent la moitié de son épaisseur, et la réduisent à sept ou huit pouces, divisée en trois couches; elle renferme quelquefois des pyrites sulfureuses qui lui donnent une odeur désagréable en brûlant.				
Distance de la cinquième à la sixième veine.		»	56	
Épaisseur de la sixième veine.		»	7	
Distance de la sixième à la septième veine.		»	56	
Épaisseur de cette septième veine.	2	3		
La houille de cette veine est de bonne qualité; c'est à cette veine que commence à toucher la grande faille qui coupe ensuite toutes celles qui sont au-dessous.				
Distance entre la septième et la huitième veine.		»	21	»
Épaisseur de la huitième veine.	2	7	»	»
Elle est séparée en deux par une épaisseur de deux à trois pouces de pierres, et a en dessous environ trois pouces de <i>houage</i> .				
Distance de la huitième à la neuvième veine.		»	28	
Épaisseur de la neuvième veine.	1	3		
Elle est séparée en trois branches par deux lits de pierres qui font qu'elle ne vaut presque rien.				
Distance de la neuvième à la dixième veine.			35	
Épaisseur de cette dixième veine.	1			
Elle est de bonne qualité, quoique très-difficile à exploiter.				
Distance de la dixième à la onzième veine.			23	»
Épaisseur de cette onzième veine.	3	3		
Elle a en dessous deux ou trois doigts d'épaisseur de <i>houage</i> , et est excellente.				
Distance de la onzième à la douzième veine.		»	91	
Épaisseur de cette douzième veine.	1	2		

tées par cet auteur. Les autres travaux des environs ne sont pas aussi profonds. M. Genneté a donc eu tort de faire entendre que les mines du pays de Liège ont été fouillées jusqu'à quatre mille cent vingt-cinq pieds de profondeur; tout ce qu'il aurait pu dire, c'est que si l'on voulait exploiter par le sommet de la montagne de Saint-Gilles sa soixante-unième veine, il faudrait creuser jusqu'à quatre mille cent vingt-cinq pieds de profondeur perpendiculaire, c'est-à-dire à trois mille

	Épaisseur des veines.		Distance entre les veines.	
	P.	P ^o .	P.	P ^o .
La houille de cette veine répand une mauvaise odeur en brûlant, parce qu'elle renferme des <i>boutures</i> ou <i>pyrites sulfureuses</i> ; exposée à l'air pendant les pluies, celle qui est émiettée fermente et s'enflamme d'elle-même, et c'est pour cela qu'on ne peut exploiter cette veine pendant l'hiver, puisque la houille ne pourrait se conserver en tas à l'air libre pour la vente, sans accident.				
Distance de la douzième à la treizième veine. :			»	»
Épaisseur de cette treizième veine.	4	7	»	21
Elle est divisée en trois bancs par deux lits de pierres, d'un à deux doigts d'épaisseur, et a en dessous environ un demi-doigt de houage.				
Distance de la treizième à la quatorzième veine.			»	98
Épaisseur de cette quatorzième veine.	4		»	»
Elle est séparée en deux branches presque égales par un banc de pierres noires et de veine mitoyenne (ou fausse veine terreuse, qui n'est ni de vraie houille, ni proprement terre, ni véritable pierre, mais un composé des trois fondues ensemble), le tout d'un pied d'épaisseur, et a en dessous deux ou trois doigts d'épaisseur, de houage.				
Distance de la quatorzième à la quinzième veine.			»	77
Épaisseur de cette quinzième veine.	3	3	»	»
Elle est quelquefois séparée en deux par un lit de pierres et de matière bitumineuse; ce qui n'empêche pas que la veine ne soit excellente.				
Distance de la quinzième à la seizième veine.				56
Épaisseur de cette seizième veine.		3	»	»
Elle est quelquefois d'une seule pièce, et d'autres fois elle a trois couches; alors celle de dessus et celle de dessous sont les plus épaisses: souvent il y a un peu de houage, et souvent il n'y en a point.				
Distance de la seizième à la dix-septième veine.			»	42
Épaisseur de cette dix-septième veine.	3	»	»	»
Il y a un lit de deux doigts d'épaisseur qui la divise en deux branches; c'est encore ici une veine d'élite: il y a depuis deux jusqu'à cinq doigts d'épaisseur de houage sous cette veine.				
Distance de la dix-septième à la dix-huitième veine.				91
Épaisseur de cette dix-huitième veine.	4	3		
Cette veine est bonne; elle est tantôt d'une seule pièce, et tantôt de deux couches: elle a quelquefois du houage, et d'autres fois elle n'en a point.				
Distance de la dix-huitième à la dix-neuvième veine.			»	97
Épaisseur de cette dix-neuvième veine.	5	6	»	»
Elle a un lit de pierres qui la divise en deux branches; et ce lit, n'étant que d'un pied en quelques endroits, se trouve de plusieurs pieds d'épaisseur en d'autres: il y a un demi-pied de houage sous la dernière couche du bas, la veine a quelquefois des pyrites sulfureuses.				
Distance de la dix-neuvième à la vingtième veine.			»	42
Épaisseur de cette vingtième veine.	3		»	»
Elle est quelquefois d'une seule pièce, et d'autres fois de deux couches qui sont séparées par un doigt de houage.				
Distance de la vingtième à la vingt-unième veine.			»	»
Épaisseur de cette vingt-unième veine.		2	»	»
Elle est souvent séparée en deux couches par un lit de sept à huit pouces de roc: elle de dessus est la plus épaisse, et est quelquefois divisée par deux doigts de houage.				

quatre cent trente-huit pieds de Paris, si toutefois cette veine conserve la même courbure qu'il lui suppose. Rejetant donc comme conjecturales et peut-être imaginaires toutes les veines supposées par M. Genneté au delà de la vingt-troisième, qui est la plus profonde de toutes celles qui ont été fouillées, et, n'en comptant en effet que vingt-trois au lieu de soixante-une, on verra, par la comparaison entre elles de ces veines de charbon, toutes situées les unes au-dessous des autres, que

	Épaisseur des veines.		Distance entre les veines.	
	P.	P ^o .	P.	P ^o .
Distance de la vingt-unième à la vingt-deuxième veine.	»	»	49	»
Épaisseur de cette vingt-deuxième veine.	4	»	»	»
C'est la meilleure de toutes les veines ; cependant il s'y trouve quelquefois des pyrites, mais aisées à séparer : elle a deux doigts de houage en bas.				
Distance de la vingt-deuxième à la vingt-troisième veine.	»	»	28	»
Épaisseur de cette vingt-troisième veine.	1	7	»	»
La houille donne au feu un peu de mauvaise odeur ; elle a trois couches ; celle d'en bas et celle d'en haut sont les plus épaisses : il y a un doigt de houage sous celle du milieu ; la veine contient souvent des pyrites.				
Distance de la vingt-troisième à la vingt-quatrième veine.	»	»	42	
Épaisseur de cette vingt-quatrième veine.	»	7	»	
Il y a un demi-pied de houage en dessous.				
Distance de la vingt-quatrième à la vingt-cinquième veine.	»	»	35	»
Épaisseur de cette vingt-cinquième veine.	1	2		»
Elle contient beaucoup de pyrites sulfureuses, et est divisée en deux couches.				
Distance de la vingt-cinquième à la vingt-sixième veine.	»	»	84	
Épaisseur de cette vingt-sixième veine.	3		»	
Elle est aussi divisée en deux couches et a depuis deux jusqu'à trois pouces de houage en dessous.				
Distance de la vingt-sixième à la vingt-septième veine.	»	»	45	»
Épaisseur de cette vingt-septième veine.	2	3		
Cette veine est bonne et toute d'une pièce.				
Distance de la vingt-septième à la vingt-huitième veine.		»	42	»
Épaisseur de cette vingt-huitième veine.	2	3		
Cette veine est bonne et aussi d'une seule pièce ; elle a deux doigts de houage.				
Distance de la vingt-huitième à la vingt-neuvième veine.	»	»	98	»
Épaisseur de cette vingt-neuvième veine.	5	7	»	
Il y a deux lits de pierres qui divisent la veine en trois ; l'un de ces lits de pierres a trois pouces, et l'autre un pied d'épaisseur ; elle est mise au nombre des meilleures veines, et a un pouce de houage au milieu.				
Distance de la vingt-neuvième à la trentième veine.	»	»	24	»
Épaisseur de cette trentième veine.	3	»	»	»
Elle est divisée en deux couches ; il y a quelquefois du houage, et toujours des pyrites sulfureuses.				
Distance de la trentième à la trente-unième veine.	»	»	49	
Épaisseur de cette trente-unième veine.	2	3	»	»
Il y a deux lits de pierres qui la divisent en trois branches, et qui ont chacun sept à huit pouces d'épaisseur : ces trois branches donnent de la houille qui est peu estimée.				
Distance de la trente-unième à la trente-deuxième veine.	»		94	»
Épaisseur de cette trente-deuxième veine.	3	»		
C'est ici une bonne veine divisée en deux couches par une épaisseur de deux doigts de houage.				
Distance entre la trente-deuxième et la trente-troisième veine.		»	70	
Épaisseur de cette trente-troisième veine.	4	7		»
Il y a un lit de pierres de sept pouces d'épaisseur qui la divise en deux branches à peu près égales : la houille de cette veine est un peu moins noire que celle des autres veines ; il y a trois doigts de houage au-dessous.				

leur épaisseur n'est pas relative à la profondeur où elles gisent; car dans le nombre des veines supérieures, de celles du milieu et des inférieures, il s'en trouve qui sont à peu près également épaisses ou minces, sans aucune règle ni aucun rapport avec leur situation en profondeur.

On verra aussi que l'épaisseur plus ou moins grande des matières étrangères interposées entre les veines de charbon n'influe pas sur leur épaisseur propre.

	Épaisseur des veines.		Distance entre les veines.	
	P.	P ^o .	P.	P ^o .
Distance entre la trente-troisième et la trente-quatrième veine.				
Épaisseur de cette trente-quatrième veine.	4	3		
Il y a encore ici trois couches de houille, dont la supérieure est la plus épaisse, avec un demi-doigt de houage au-dessous.				
Distance de la trente-quatrième à la trente-cinquième veine.			70	»
Épaisseur de cette trente-cinquième veine.	3	7		»
Cette trente-cinquième veine est bonne; elle a deux doigts de houage au-dessous.				
Distance de la trente-cinquième à la trente-sixième veine.			91	
Épaisseur de cette trente-sixième veine.	3			»
Il y a deux lits de pierre, chacun de quatre à cinq poncees d'épaisseur, qui séparent la veine en trois branches: cette veine porte sur deux doigts de houage, et renferme quelquefois des pyrites sulfureuses.				
Distance de la trente-sixième à la trente-septième veine.			35	
Épaisseur de cette trente-septième veine.	2	7		»
Il y a un lit de pierres qui divise la veine en deux branches, dont la supérieure a un demi doigt de houage: cette veine renferme quelques pyrites.				
Distance de la trente-septième à la trente-huitième veine.			28	
Épaisseur de cette trente-huitième veine.	4	»		»
Souvent cette veine est d'une seule pièce, et souvent elle est divisée en deux couches, dont l'inférieure porte sur une épaisseur de deux doigts de houage.				
Distance de la trente-huitième à la trente-neuvième veine.			4	»
Épaisseur de cette trente-neuvième veine.	1	5		»
Cette veine a deux couches; celle de dessus est la plus épaisse et porte sur un doigt de houage.				
Distance de la trente-neuvième à la quarantième veine.			43	
Épaisseur de cette quarantième veine.		7		
Distance de la quarantième à la quarante-unième veine.			56	
Épaisseur de cette quarante-unième veine.	2	3		
Cette veine est composée de deux couches; celle de dessous est la plus épaisse et porte sur deux doigts de houage.				
Distance de la quarante-unième à la quarante-deuxième veine.			42	
Épaisseur de cette quarante-deuxième veine.	4	3		»
Il y a un lit de pierres de deux doigts d'épaisseur qui divise la veine en deux branches; celle de dessus est la plus forte, et celle de dessous a trois doigts de houage.				
Distance de la quarante-deuxième à la quarante-troisième veine.			49	
Épaisseur de cette quarante-troisième veine.	1	7		»
Distance de la quarante-troisième à la quarante-quatrième veine.			67	
Épaisseur de cette quarante-quatrième veine.	3			
Distance de la quarante-quatrième à la quarante-cinquième veine.			42	
Épaisseur de cette quarante-cinquième veine.	2			»
Elle est divisée en deux couches; celle de dessous a deux doigts de houage.				
Distance de la quarante-cinquième à la quarante-sixième veine.			21	
Épaisseur de cette quarante-sixième veine.	4			»
Distance de la quarante-sixième à la quarante-septième veine.			103	
Épaisseur de cette quarante-septième veine.	2			
Elle est composée de deux couches; celle d'en bas a un doigt d'épaisseur de houage.				

Il en est encore de même de la bonne ou mauvaise qualité des charbons; elle n'a nul rapport ici avec les différentes profondeurs d'où on les tire : car on voit par le tableau que le meilleur charbon de ces vingt-trois veines est celui qui s'est trouvé dans les quatrième, septième, dixième, onzième, quinzième, dix-septième, dix-huitième et vingt-deuxième veines; en sorte que, dans les veines les plus basses, ainsi que dans celles du milieu, et dans les plus extérieures, il se trouve également du très-bon, du médiocre et du mauvais charbon. Cela prouve encore que

	Épaisseur des veines.		Distance entre les veines.	
	P.	P ^o .	P.	P ^o .
Distance de la quarante-septième à la quarante-huitième veine.	»	»	70	»
Épaisseur de cette quarante-huitième veine.	»	7	»	»
Distance de la quarante-huitième à la quarante-neuvième veine.	»	»	7	»
Épaisseur de cette quarante-neuvième veine.	»	1 3	»	»
Distance de la quarante-neuvième à la cinquantième veine.	»	»	70	»
Épaisseur de cette cinquantième veine.	»	4 ¹ / ₂		
Distance de la cinquantième à la cinquante-unième veine.	»	»	7	
Épaisseur de cette cinquante-unième veine.	»	1 3	»	»
Distance de la cinquante-unième à la cinquante-deuxième veine.	»	»	35	
Épaisseur de cette cinquante-deuxième veine.	»	3	»	
Elle est divisée en deux couches, celle de dessous a quatre pouces de houage				
Distance de la cinquante-deuxième à la cinquante-troisième veine.	»	»	84	
Épaisseur de cette cinquante-troisième veine.	»	4	»	»
Il y a un lit de pierres d'un pied d'épaisseur qui divise la veine en deux branches; celle d'en bas a un pied de houage.				
Distance de la cinquante-troisième à la cinquante-quatrième veine.	»	»	70	»
Épaisseur de cette cinquante-quatrième veine.	»	3 3	»	
Elle est difficile à exploiter à cause des pierres qui s'y trouvent mêlées.				
Distance de la cinquante-quatrième à la cinquante-cinquième veine.	»	»	56	»
Épaisseur de cette cinquante-cinquième veine.	»	3 3	»	»
Cette veine est bonne, facile à exploiter, avec trois pouces de houage en dessous.				
Distance de la cinquante-cinquième à la cinquante-sixième veine.	»	»	84	
Épaisseur de cette cinquante-sixième veine.	»	1 7	»	»
Elle est divisée en deux couches; celle de dessus est la plus épaisse et porte sur un doigt d'épaisseur de houage: il y a ici une faille dont on a déjà parlé, qui a 420 pieds d'épaisseur, et qui sépare la cinquante-sixième veine de la cinquante-septième.				
Distance de la cinquante-sixième à la cinquante-septième veine.	»		420	
Épaisseur de cette cinquante-septième veine.	»	2 7	»	
Il y a un lit de pierres qui, depuis 3 pouces, s'élargit jusqu'à 20 et 21 pieds, et divise ainsi la veine en deux branches.				
Distance de la cinquante-septième à la cinquante-huitième veine.	»	»	105	
Épaisseur de cette cinquante-huitième veine.	»	1	»	
Distance de la cinquante-huitième à la cinquante-neuvième veine.	»	»	426	»
Épaisseur de cette cinquante-neuvième veine.	»	3 3	»	»
Elle est divisée en deux couches par deux doigts d'épaisseur de houage, et contient beaucoup de pyrites.				
Distance de la cinquante-neuvième à la soixantième veine.	»		434	
Épaisseur de cette soixantième veine.	»	1 2		
Distance de la soixantième à la soixante-unième veine.	»	»	426	»
Épaisseur de cette soixante-unième et dernière veine.	»	3 8		
Cette veine est d'élite; elle porte sur trois pouces de houage et est divisée en deux couches.				

M. Genneté ajoute que le houage se trouve toujours sous les veines ou bien entre elles, et que toutes celles où il y a de cette espèce de terre sont plus faciles à exploiter que les autres, parce que l'on y fait entrer aisément les coins de fer pour détacher la houille et l'enlever en morceaux.

c'est une même matière, amenée et déposée par les mêmes moyens, qui a formé les unes et les autres de ces différentes veines, et qu'un séjour plus ou moins long dans le sein de la terre n'a pas changé leur nature, ni même leur qualité, puisque les plus profondes et par conséquent les plus anciennement déposées sont absolument de la même essence et qualité que les plus modernes ; mais cela n'empêche pas qu'ici, comme ailleurs, la partie du milieu et le fond de la veine ne soient toujours celles où se trouve le meilleur charbon : celui de la partie supérieure est toujours plus maigre et plus léger ; et à mesure que les rameaux de la veine approchent plus de la surface de la terre, le charbon en est moins compacte, et il paraît avoir été altéré par la stillation des eaux.

Dans ces vingt-trois veines, il y en a huit de très-bon charbon, dix de médiocre qualité, et cinq qui donnent une très-mauvaise odeur par la grande quantité de pyrites qu'elles contiennent ; et comme l'une de ces veines pyriteuses se trouve être la dernière, c'est-à-dire la vingt-troisième, on voit que les pyrites, qui ne se forment ordinairement qu'à de médiocres profondeurs, ne laissent pas de se trouver à plus de douze cent quatre-vingts pieds liégeois dans l'intérieur de la terre, ou mille soixante-treize pieds de Paris ; ce qui me démontre qu'elles y ont été déposées en même temps que la matière végétale qui fait le fond de la substance du charbon.

On voit encore, en comparant les épaisseurs de ces différentes veines, qu'elles varient depuis sept pouces jusqu'à cinq pieds et demi, et que celle des lits qui les séparent, varie depuis vingt-un pieds jusqu'à quatre-vingt-dix-huit, mais sans aucune proportion ni relation des unes aux autres. Les veines les plus épaisses sont les troisième, quatorzième, dix-neuvième, vingt-deuxième ; et la plus mince est la sixième.

Au reste, dans une même montagne, et souvent dans une contrée tout entière, les veines de charbon ne varient pas beaucoup par leur épaisseur, et l'on peut juger dès la première veine, de ce qu'on peut attendre des suivantes : car si cette veine est mince, toutes les autres le sont aussi ; au contraire, si la première veine qu'on découvre se trouve épaisse, on peut présumer avec fondement que celles qui sont au-dessous ont de même une forte épaisseur.

Dans les différents pays, quoique la direction des veines soit partout assez constante et toujours du levant au couchant, leur situation varie autant que leur inclinaison. On vient de voir que dans celui de Liège elles se trouvent pour ainsi dire à toutes profondeurs. Dans le Hainaut, aux villages d'Anzin, de Fresnes, etc., elles sont fort inclinées avant d'arriver à leur plateau, et se trouvent à trente ou trente-quatre toises au-dessous de la surface du terrain ; tandis que dans le Forez elles sont presque horizontales et à fleur de terre, c'est-à-dire à deux ou trois pieds au-dessous de sa surface. Il en est à peu près de même en Bourgogne, à Monteenis, Epinae, etc., où les premières veines ne sont qu'à quelques pieds. Dans le Bourbonnais, à Fins, elles se trouvent à deux, trois ou quatre toises, et sont peu inclinées, tandis qu'en Anjou, à Saint-George, Châtel-Oison et Concourson, où elles

remontent à la surface, c'est-à-dire à deux, trois et quatre pieds, elles ont, dans leur commencement, une si forte inclinaison, qu'elles approchent de la perpendiculaire; et ces veines, presque verticales à leur origine, ne font plateau qu'à sept cents pieds de profondeur.

Nous avons dit (1) que les mines d'ardoises et celles de charbon de terre avaient bien des rapports entre elles par leur situation et leur formation; ceci nous en fournit une nouvelle preuve de fait, puisqu'en Anjou, où les ardoises sont posées presque perpendiculairement, les charbons se trouvent de même dans cette situation perpendiculaire. Dans l'Albigeois, à Carmeaux, la veine de charbon ne se trouve qu'à deux cents pieds, et elle fait son plateau à quatre cents pieds.

L'épaisseur des veines est aussi très-différente dans les différents lieux. On vient de voir que toutes celles du pays de Liège sont très-minces, puisque les plus fortes n'ont que cinq pieds et demi d'épaisseur dans la montagne de Saint-Gilles, et sept pieds dans quelques autres contrées de ce même pays. Mais il y a deux manières dont les charbons ont été déposés : la première, en veines étendues sur des terrains en pente, et la seconde, en masses sur le fond des vallées; et ces dépôts en masses seront toujours plus épais que les veines en pente. Il y a de ces masses de charbon qui ont jusqu'à dix toises d'épaisseur. Or, si les veines étaient partout très-minces, on pourrait imaginer, avec M. Genneté, qu'elles ne sont en effet produites que par le suintement des bitumes des grosses couches intermédiaires. Mais comment concevoir qu'une masse de dix toises d'épaisseur ait pu se produire par cette voie? On ne peut donc pas douter que ces masses si épaisses ne soient des dépôts de matière végétale accumulée l'une sur l'autre quelquefois jusqu'à soixante pieds d'épaisseur.

Quoique les veines soient à peu près parallèles les unes au-dessus des autres, cependant il arrive souvent qu'elles s'approchent ou s'éloignent beaucoup, en laissant entre elles de plus ou moins grandes distances en hauteur; et ces intervalles sont toujours remplis de matières étrangères, dont les épaisseurs sont aussi variables et toujours beaucoup plus fortes que celle des couches de charbon : celles-ci sont en général assez minces, et communément elles sont d'un pied, deux pieds, jusqu'à six ou sept d'épaisseur; celles qui sont beaucoup plus épaisses ne sont pas des couches ou veines qui se prolongent régulièrement, mais plutôt, comme nous venons de l'exposer, des amas ou masses en dépôt qui ne se trouvent que dans quelques endroits, et dont l'étendue n'est pas considérable.

Les mines de charbon les plus profondes que l'on connaisse en Europe sont celles du comté de Namur, qu'on assure être fouillées jusqu'à deux mille quatre cents pieds du pays, ce qui revient à peu près à deux mille pieds de France; celles de Liège, où l'on est descendu à mille soixante-treize pieds; celle de Whitehaven, près de Moresby, qui passe pour être la plus profonde de toute la Grande-Bretagne, n'a que cent trente brasses, c'est-à-dire six cent quatre-vingt-treize de nos pieds: on

(1) *Epoques de la nature.*

y compte vingt couches ou veines de charbon les unes au-dessous des autres.

Dans toutes les mines de charbon, et dans quelque pays que ce soit, les surfaces du banc de charbon par lesquelles il est appliqué au toit et au sol sont lisses, luisantes et polies, et on trouve souvent de petits lits durs et pierreux dans la veine même du charbon, lesquels la traversent et la suivent horizontalement. Le cours des veines est aussi assez fréquemment gêné ou interrompu par des bancs de pierres qu'on appelle des *creins* : ils n'ont ordinairement que peu d'étendue : mais ils sont souvent d'une matière si dure, qu'ils résistent à tous les instruments. Ces creins partent du toit ou du sol de la veine, et quelquefois de tous les deux ; ils sont de la même nature que le banc inférieur ou supérieur auquel ils sont attachés. Les failles dont nous avons parlé sont d'une étendue bien plus considérable que les creins, et souvent elles terminent la veine, ou du moins l'interrompent entièrement et dans une grande longueur ; elles partent de la plus grande profondeur, traversant toutes les veines et autres matières intermédiaires, et montent quelquefois jusqu'à la surface du terrain. Dans le pays de Liège, elles ont pour la plupart quinze ou vingt toises d'épaisseur, sans aucune direction ni inclinaison réglées ; il y en a de verticales, d'obliques et d'horizontales en tous sens : elles ne sont pas de la même substance dans toute leur étendue ; ce ne sont que d'énormes fragments de schiste, de roche, de grès ou d'autres matières pierreuses superposées irrégulièrement, qui semblent s'être éboulées dans les vides de la terre.

Les schistes qui couvrent et enveloppent les veines, sont souvent mêlés de terres limoneuses, et presque toujours imprégnés de bitume et de matières pyriteuses ; ils contiennent aussi des parties ferrugineuses, et deviennent rouges par l'action du feu : plusieurs de ces schistes sont combustibles. On a des exemples de bonnes veines de charbon qui se sont trouvées au-dessous d'une mine de fer, et dans lesquelles le schiste qui sert de toit au charbon est plus ferrugineux que les autres schistes ; il y en a qui sont presque entièrement pyriteux, et les charbons qu'ils recouvrent ont un enduit doré et varié d'autres couleurs luisantes. Ces charbons pyriteux conservent même ces couleurs après avoir subi l'action du feu : mais ils les perdent bientôt s'ils demeurent exposés aux injures de l'air ; car il n'y a pas de soufre en nature dans les charbons de terre, mais seulement de la pyrite plus ou moins décomposée ; et comme le fer est bien plus abondant que le cuivre dans le sein de la terre, la quantité des pyrites ferrugineuses ou martiales étant beaucoup plus grande que celle des pyrites cuivreuses, presque toutes les veines de charbon sont mêlées de pyrites martiales, et ce n'est qu'en très-peu d'endroits où il s'en trouve de mélangées avec les pyrites cuivreuses.

Lors donc qu'il se trouve du soufre en nature dans quelques mines de charbon, comme dans celle de Whitehaven en Angleterre, où le schiste qui fait l'enveloppe de la veine de charbon est entièrement incrusté de soufre, cet effet ne provient que du feu accidentel qui s'est allumé dans ces mines par l'effervescence des pyrites et l'inflammation de leurs vapeurs. Les mines de charbon dans lesquelles il ne s'est fait aucun incendie ne contiennent point de soufre naturel, quoique presque

toutes soient mêlées d'une plus ou moins grande quantité de parties pyriteuses.

Ces charbons pyriteux sont donc imprégnés de l'acide vitriolique et des terres minérales et végétales qui servent de base à l'acide pour la composition de la pyrite. Ces charbons se décomposent à l'air, et très-souvent il se produit à la surface des filets d'alun par leur efflorescence ; par exemple, les eaux qui sortent des mines de Montcenis en Bourgogne sont très-alumineuses, et il n'est pas même rare de trouver des terres alumineuses près des charbons de terre. On tire quelquefois de l'alun de la substance même du charbon ; on en a des exemples dans la mine de Laval en France, dans celle de Nordhausen en Allemagne, et dans celle du pays de Liège, où M. Morand a trouvé une grande quantité d'alun formé en cristaux sur les pierres schisteuses du toit des veines de charbon. « Le territoire de ce pays, dit-il, ouvert pour les mines de houille, l'est également pour des terres d'alun dont les mines sont appelées *alunières*. »

L'alun n'est pas le seul sel qui se trouve dans les charbons de terre ; il y a certaines mines de charbon, comme celles de Nicolaï en Silésie, qui contiennent du sel marin, et dont on tire des pierres quelquefois recouvertes d'une grande quantité de sel gemme. En général, tout ce qui entre dans la composition des pyrites et de la terre végétale, doit se trouver dans les charbons de terre ; car la décomposition de ces substances végétales et pyriteuses y répand tous les sels formés de l'union des acides avec les terres végétales et ferrugineuses.

Quoique nous ayons dit que les veines de charbon étaient ordinairement couvertes et enveloppées par un schiste plus ou moins mêlé de terre végétale ou limoneuse, ce n'est cependant pas une règle sans exception ; car il y a quelques mines où le toit et le sol de la veine de charbon sont de grès, et même de pierre calcaire plus ou moins dure ; on en a des exemples dans les mines des territoires de Mons, de Juliers, et dans certains endroits de l'Allemagne cités par le savant chimiste, M. Lehmann. On peut voir, dans le troisième volume de ses *Essais sur l'histoire naturelle des couches de la terre*, tous les lits qui surmontent et accompagnent les veines de charbon de terre en Misnie près de Vettin et de Loëbegin ; en Thuringe, dans le comté de Hohenstein, dans tout le terrain qui environne le Hartz jusqu'au près du comté de Mansfeld ; et encore les mines du duché de Brunswick près de Helmstadt. On voit, dans le tableau que M. Lehmann donne de ces différents lits, que les veines de charbon se trouvent également sous le schiste, sous une matière spatheuse, sous des pierres feuilletées, composées d'argile et d'un peu de pierre calcaire, etc. ; et l'on peut observer que, dans les lits qui séparent les différentes veines de charbon, il n'y a ni ordre de matières, ni suite régulière, et que ces lits sont, dans tous les autres terrains à charbon, comme jetés au hasard, l'argile sur la marne, la pierre calcaire sur le schiste, les substances spathiques sur les sables argileux, etc.

Dans l'immense quantité de décombres et de débris de toute espèce qui surmontent et accompagnent les veines de charbon de terre, il se trouve quelquefois des métaux, des demi-métaux ou minéraux métalliques ; le fer y est abondamment ré-

pandu sous la forme d'ocre, et quelquefois en grains de mine; le cuivre et l'argent s'y trouvent plus rarement, et l'on doit regarder comme chose extraordinaire ce que l'on raconte de la mine de charbon de Chemnitz en Saxe, qui contient un très-beau vert-de-gris, et produit dans certains essais trente livres de bon cuivre de rosette et cinq onces et demie d'argent par quintal : il me paraît évident que cette quantité de cuivre et d'argent ne se trouve pas dans un quintal de charbon et qu'on doit regarder cette mine de cuivre comme isolée et séparée de celle du charbon. Il en est à peu près de même des mines de calamine, qui sont assez fréquentes dans le pays de Liège. Toutes les mines métalliques de seconde formation peuvent se trouver, comme celles de charbon, dans les couches de la terre qui sont elles-mêmes d'une formation secondaire; il peut, par cette même raison, se trouver quelques filets ou grains de métal charriés et déposés par la stillation des eaux dans le charbon de terre, qui se seront formés dans cette matière de la même manière qu'ils se forment dans toutes les autres couches de la terre.

Ces mines métalliques secondaires et parasites tirent leur origine des anciens filons, et n'en sont que des particules détachées par l'eau ou déposées dans le sein de la terre par la décomposition des anciens filons métalliques; et ce n'est que par ce moyen qu'il peut se trouver quelquefois dans le charbon de terre, comme dans toute autre matière, de petites portions de métaux. M. Kurella en donne quelques exemples; il cite un morceau de charbon de terre qui laissait apercevoir une mine d'argent pur, et ce morceau venait apparemment des mines de Hesse, dans le charbon desquelles on trouve en effet un peu d'argent assez pur : celle de Richenffein en Silésie contient de l'or; une de celles du comté de Buckingham dans la Grande-Bretagne donne du plomb; et M. Morand dit que l'étain se trouve aussi quelquefois dans le charbon de terre. Tous les métaux peuvent donc s'y trouver, mais en parcelles et en débris, comme toutes les autres matières qui sont de formation secondaire.

Nous devons encore observer, au sujet des veines, des couches et des masses de charbon, qu'il s'en trouve très-souvent de grands amas qui ne se prolongent pas au loin en veines régulières et qui néanmoins occupent des espaces assez grands. Ces amas ont dû se former toutes les fois que les arbres et autres matières végétales se sont trouvés amoncelés sur des fonds creux environnés d'éminences : ainsi ces amas n'ont point de communication entre eux, et ne sont pas disposés par veines dirigées du levant au couchant. Ces mines en masses sont bien plus faciles à exploiter que les mines en veines; elles sont ordinairement plus épaisses et situées moins profondément. Dans le Bourbonnais, l'Auvergne, le Forez et la Bourgogne, et dans plusieurs autres provinces de France, les mines dont on tire le plus de charbon sont en amas, et non pas en veines prolongées; elles ont ordinairement huit à dix pieds d'épaisseur de charbon, et souvent beaucoup plus.

Mais, comme nous l'avons dit, toutes les mines de charbon, soit en veines ou en amas, ne se trouvent que dans les couches de seconde formation, dont les matières ont été amenées et déposées par les eaux de la mer; on n'en a jamais trouvé dans

les grandes masses vitreuses de première formation, telles que le quartz, les jaspes et les granites : c'est toujours dans les collines et montagnes du second ordre, et surtout dans celles dont la construction par bancs est la plus irrégulière, que gisent ces amas et ces veines de charbon ; et la plus grande partie de la masse de ces montagnes est d'ordinaire un schiste ou une argile différemment modifiée ; souvent aussi ce sont des grès plus ou moins décomposés, ou des pierres calcaires plus ou moins dures, ou des terres presque toujours imprégnées de matières pyriteuses qui leur donnent plus de pesanteur et une grande dureté. M. Lehmann dit avec quelque raison que le schiste qui sert presque toujours d'assise et de plancher au charbon de terre n'est qu'une argile durcie, feuilletée, sulfureuse, alumineuse et bitumineuse. Mais je ne vois pas comment on peut en conclure avec lui que ce schiste est bitumineux lorsque sa portion argileuse a été imprégnée d'acide vitriolique, et qu'il est fétide lorsque cette même portion argileuse a été imprégnée d'acide marin ; car le bitume ne se forme pas par le mélange de la terre argileuse avec l'acide vitriolique, mais par celui de ce même acide avec l'huile des végétaux, à moins que cet habile chimiste n'ait, comme M. de Gensanne, pris le limon ou la terre limoneuse pour de l'argile. Il ajoute que des observations réitérées ont fait connaître que ces schistes, ardoises, ou pierres feuilletées, occupent la partie du milieu du terrain sur lequel les mines de charbon sont portées, et que ces mines occupent toujours la partie la plus basse ; ce qui n'est pas encore exactement vrai, puisque l'on trouve souvent des couches de schiste au-dessous des veines de charbon.

Les mines de charbon les plus aisées à exploiter ne sont pas celles qui sont dans les plaines ou dans le fond des vallons ; ce sont au contraire celles qui gisent en montagnes, et desquelles on peut tirer les eaux par des galeries latérales, tandis que, dans les plaines, il faut des pompes ou d'autres machines pour élever les eaux, qui sont quelquefois en telle abondance, qu'on est obligé d'abandonner les travaux et de renoncer à l'exploitation de ces mines noyées ; et ces eaux, lorsqu'elles ont croupi, prennent souvent une qualité funeste : l'air s'y corrompt aussi dès qu'il n'a pas une libre circulation. Les accidents causés par les vapeurs qui s'élèvent de ces mines sont peut-être aussi fréquents que dans les mines métalliques. Le docteur Lister est le premier qui ait observé la nature de ces vapeurs ; il en distingue quatre sortes.

La première, qu'il nomme *exhalaison fleurs de pois*, parce qu'elle a l'odeur de cette fleur, n'est pas mortelle, et ne se fait guère sentir qu'en été. La seconde, qu'il appelle *exhalaison fulminante*, produit en effet un éclair et une forte détonation en prenant feu à l'approche d'une chandelle ; et l'on a remarqué qu'elle ne s'enflammait pas par les étincelles du briquet, en sorte que, pour éclairer les ouvriers dans ces profondeurs entièrement obscures, on s'est quelquefois servi d'une meule, qui, frottée continuellement contre des morceaux d'acier, produisait assez d'étincelles pour leur donner de la lumière sans courir le risque d'enflammer la vapeur. La troisième, qu'il regarde comme l'exhalaison commune et ordinaire

dans toutes ces mines, est un mauvais air qu'on a peine à respirer : on reconnaît la présence de cette exhalaison à la flamme d'une chandelle qui commence par tourner et diminuer jusqu'à extinction; il en serait de même de la vie, si l'on s'obstinait à demeurer dans cet air, qui paraît avoir perdu partie de son élasticité. Enfin la quatrième vapeur est celle que Lister nomme *exhalaison globuleuse* : c'est un amas de ce même mauvais air qui s'attache à la voûte de la mine en forme de ballon, dont l'enveloppe n'est pas plus épaisse qu'une toile d'araignée; lorsque ce ballon vient à s'ouvrir, la vapeur qui en sort suffoque, étouffe ceux qui la respirent. Je crois, avec M. Morand, qu'on peut réduire ces quatre sortes de vapeurs à deux. L'une n'est qu'un simple brouillard de mauvais air, auquel nous donnerons le nom de *mouffette* ou *pousse*; cet air, qui éteint les lumières et fait périr les hommes, est l'acide aérien ou air fixe, aujourd'hui bien connu, qui existe plus ou moins dans tout air, et qui n'a pu être encore composé ni décomposé par l'art; les ventilateurs et le feu lui-même ne le purifient pas, et ne font que le déplacer : il faut donc entretenir une libre circulation dans les mines. Cette vapeur devient plus abondante lorsque les travaux ont été interrompus pendant quelques jours; et dans les grandes chaleurs de l'été, le brouillard est quelquefois si fort qu'on est obligé de cesser les ouvrages : il se condense souvent en filets qui voltigent; et ce sont apparemment ces filets réunis qui forment les globes dont parle Lister. La seconde exhalaison est la vapeur qui s'enflamme et qu'on appelle *feu grioux*; c'est vraiment de l'air inflammable tout pareil à celui qui sort des marais et de toutes les eaux croupies : cet air siffle et pétille dans certains charbons, surtout lorsqu'ils sont amoncelés; ils s'enflamment quelquefois d'eux-mêmes comme le feraient des pyrites entassées. Les ouvriers savent reconnaître qu'ils sont menacés de cette exhalaison, et qu'elle va s'allumer, par l'effet très-naturel qu'elle produit de repousser l'air de l'endroit d'où elle vient; aussi, dès qu'ils s'en aperçoivent, ils se hâtent d'éteindre leurs chandelles : ils sont encore avertis par les étincelles bleuâtres que la flamme de ces chandelles jette alors en assez grande quantité.

Les mauvais effets de toutes ces exhalaisons peuvent être prévenus en purifiant l'air par le feu, et surtout en lui donnant une grande et libre circulation. Souvent les ventilateurs et les puits d'air ne suffisent pas; il faut établir dans les mines des fourneaux d'aspiration. Au reste, ce n'est guère que dans les mines où le charbon est très-pyriteux que ce feu grioux s'allume; et l'on a observé qu'il est plus fréquent dans celles où les eaux croupissent : mais, dans les mines de charbon purement bitumineux ou peu mélangé de parties pyriteuses, cette vapeur inflammable ne se manifeste point et n'existe peut-être pas.

Comme il y a plusieurs charbons de terre qui sont extrêmement pyriteux, les embrasements spontanés sont assez fréquents dans leurs mines; et quand une fois le feu s'est allumé, il est non-seulement durable, mais perpétuel : on en a plusieurs exemples, et l'on a vainement tenté d'arrêter les progrès de cet incendie souterrain, dont l'effet peu violent n'est pas accompagné de fortes explosions, et n'est nuisible que par la perte du charbon qu'il consume. Souvent ces mines ont été enflammées

par les vapeurs mêmes qu'elles exhalent, et qui prennent feu à l'approche des chandelles allumées pour éclairer les ouvriers (1).

Dans le travail des mines de charbon de terre, l'on est toujours plus ou moins incommodé par les eaux; les unes y coulent en sources vives, les autres n'y tombent qu'en suintant par les fentes des rochers et des terres supérieures, et les mineurs les plus expérimentés assurent que plus ils creusent, plus les eaux diminuent, et qu'elles sont plus abondantes vers la superficie. Cette observation est conforme aux idées qu'on doit avoir de la quantité des eaux souterraines, qui, ne tirant leur origine que des eaux pluviales, sont d'autant plus ou moins abondantes qu'ils ont d'épaisseur de terre à traverser; et ce ne doit être que quand on laisse tomber les eaux des excavations supérieures dans les travaux inférieurs, qu'elles paraissent être en plus grande quantité à cette profondeur plus grande. Enfin on a aussi observé que l'étendue superficielle et la direction des suintements et du volume des sources souterraines varient selon les différentes couches de matières où elles se trouvent.

Tout le monde sait que l'eau qui ne peut se répandre, remonte à la même hauteur dont elle est descendue; rien ne démontre mieux que les eaux souterraines, même les plus profondes, proviennent uniquement des eaux de la superficie, puisqu'en perçant la terre jusqu'à cette profondeur avec des tarières, on se procure des eaux jaillissantes à la surface: mais, lorsqu'au lieu de former un siphon dans la terre, comme l'on fait avec la tarière, on y perce de larges puits et des galeries, l'eau s'épanche au lieu de remonter, et se ramasse en si grande quantité, que l'épuisement en est quelquefois au-dessus de nos forces et des ressources de l'art. Les machines les plus puissantes que l'on emploie dans les mines de charbon sont les pompes à feu, dont ordinairement on peut augmenter les effets autant qu'il est nécessaire pour se débarrasser des eaux, et sans qu'il en coûte d'autres frais que ceux de la construction de la machine, puisque c'est le charbon même de la mine qui sert d'aliment au feu, dont l'action, par le moyen des vapeurs de l'eau bouillante, fait mouvoir les pistons de la pompe; mais, quand la profondeur est très-grande et que les eaux sont trop abondantes, cette machine, la meilleure de toutes, n'a pas encore assez de puissance pour les épuiser.

Les eaux qui coulent dans les terres voisines de mines de charbon sont de qualités différentes: il y en a de très-pures et bonnes à boire; mais ce ne sont que celles qui viennent des terres situées au-dessus des charbons: celles qui se trouvent dans le fond de leur mine sont quelquefois bitumineuses, et plus souvent vitrioli-

(1) Je dois observer que les auteurs qui ont avancé, comme on le voit ici, que c'est la vapeur sulfureuse qui s'enflamme, se sont trompés; cette vapeur sulfureuse, loin de s'allumer, éteint au contraire les chandelles allumées: c'est donc à l'air inflammable, et non à la vapeur sulfureuse, qu'il faut attribuer l'inflammation dans les mines de charbon. Mais la cause la plus commune de l'embrasement des mines de charbon est l'inflammation des pyrites par l'humidité de la terre lorsqu'elle est abreuvée d'eau; on ne peut parvenir à étouffer ce feu qu'en inondant pendant un certain temps toute la mine incendiée. Ces accidents sont très-fréquents dans les mines de charbon qui ont été exploitées sans ordre par les paysans: la quantité de puits et d'ouvertures qu'ils ont laissés sur la direction des veines sont autant de réceptacles aux eaux de pluie, qui, venant à rencontrer des pyrites, causent ces incendies.

ques et alumineuses; l'alun ou le vitriol martial qu'elles tiennent en dissolution sont eux-mêmes très-souvent altérés par différents mélanges : mais, de quelque qualité que soient les eaux, celles qui croupissent dans la profondeur des mines les rendent souvent inabordables par les vapeurs funestes qu'elles produisent. L'air et l'eau ont également besoin d'être agités sans cesse pour conserver leur salubrité; l'état de stagnation dans ces deux éléments est bientôt suivi de la corruption, et l'on ne saurait donner trop d'attention, dans les travaux des mines, à la liberté de mouvement et de circulation toujours nécessaire à ces deux éléments.

Après avoir exposé les faits qui ont rapport à la nature des charbons de terre, à leur formation, leur gisement, la direction, l'étendue, l'épaisseur de leurs veines en général, il est bon d'entrer dans le détail particulier des différentes mines qui ont été et qui sont encore travaillées avec succès, tant en France que dans les pays étrangers, et de montrer que cette matière se trouve partout où l'on sait la chercher; après quoi nous donnerons les moyens qu'il faut employer pour en faire usage et la substituer sans inconvénient au bois et au charbon de bois dans nos fourneaux, nos poêles et nos cheminées.

Il y a dans la seule étendue du royaume de France plus de quatre cents mines de charbon de terre en pleine exploitation; et ce nombre, quoique très-considérable, ne fait peut-être pas la dixième partie de celles qu'on pourrait y trouver. Dans toutes ou presque toutes ces mines, il y a trois ou quatre sortes de charbon : le charbon pur, qui est ordinairement au centre de la veine; le charbon pierreux, communément mêlé de plus ou moins de matières calcaires ou de grès; le charbon schisteux et le charbon pyriteux. Ceux qui contiennent du schiste sont les plus rares de tous; cela seul prouverait que la substance principale du charbon ne peut être de l'argile, puisque le vrai schiste n'est lui-même qu'une argile durcie. Il y a des charbons qui se trouvent pyriteux dans toute l'épaisseur et l'étendue de leur veine; ce sont les moins propres de tous aux travaux de la métallurgie : mais comme on peut les épurer en les faisant cuire, et qu'ordinairement ils contiennent moins de bitume que les autres, ils donnent aussi moins de fumée, et conviennent souvent mieux pour l'usage des cheminées que les charbons trop chargés de bitume. La grande quantité de soufre qui se forme par combustion des premiers ne peut qu'altérer les métaux, surtout le fer, que la plus petite quantité d'acide sulfureux suffit pour rendre aigre et cassant. Le charbon pierreux ne se trouve pas dans le centre des veines, à moins qu'elles ne soient fort minces; il est ordinairement situé le long des parois et sur le fond des bancs pierreux qui forment le toit et le sol de la veine. Les charbons schisteux sont de même situés sur le sol ou sous le toit schisteux de la veine. Ces charbons pierreux ou schisteux ne sont pas d'un meilleur usage que le charbon pyriteux, et ils ont encore le désavantage de ne pouvoir être épurés, à cause de la grande quantité de leurs parties pierreuses ou schisteuses : il ne reste donc, à vrai dire, que le charbon de la première sorte, c'est-à-dire le charbon pur, dont on puisse faire une matière avantageusement combustible et propre à remplacer le charbon de bois dans tous les emplois qu'on en peut faire.

Et dans ce charbon de la première sorte, et le meilleur de tous, on distingue encore celui qui se tire en gros blocs, que l'on appelle *charbon pérat*, dont la qualité est néanmoins la même que celle du charbon plus menu (1) qui se nomme *charbon maréchal*. Le charbon pérat a pris ce nom aux mines de Rive-de-Gier, et il n'est ainsi appelé que quand il est en gros morceaux : c'est par cette seule raison de son gros volume qu'il est plus estimé pour les grilles des teintures et des fourneaux; mais il n'est pas pour cela d'une qualité supérieure au charbon *maréchal*, car l'un et l'autre se tirent de la même veine, et l'on distingue par le volume trois sortes de charbon : le *pérat* est celui qui arrive à la superficie du terrain en gros morceaux et sans être brisé; le second, qui est en morceaux de médiocre grosseur, se nomme *charbon grêle*; et ce n'est que celui qui est émietté, ou qui est composé des débris des deux autres, qu'on appelle *charbon maréchal*. Le charbon pèse de cinquante-cinq à soixante livres le pied cube; mais cette estimation est difficile à faire avec précision, surtout pour le charbon qui se brise en le tirant. Les charbons les plus pesants sont souvent les plus mauvais, parce que leur grande pesanteur ne vient que de la grande quantité des parties pyriteuses, terreuses ou schisteuses qu'ils contiennent. Les charbons trop légers pèchent par un autre défaut : c'est de ne donner que peu de chaleur en brûlant et de se consumer trop vite. Pour que la qualité du charbon soit parfaite, il faut que la matière végétale qui en fait le fond ait été bituminisée dans son premier état de décomposition, c'est-à-dire avant que cette substance ait été décomposée par la pourriture; car, quand le végétal est trop détruit, l'acide ne peut en bituminiser l'huile qui n'y existe plus. Cette matière végétale, qui n'a subi que les premiers effets de la décomposition, aura dès lors conservé toutes ses parties combustibles; et le bitume, qui par lui-même est une huile inflammable, couvrant et pénétrant cette substance végétale, le composé de ces deux matières doit contenir, sous le même volume, beaucoup plus de parties combustibles que le bois : aussi la chaleur du charbon de terre est-elle bien plus forte et plus durable que celle du charbon végétal.

Ce que je viens de dire, au sujet de la décomposition plus ou moins grande de la matière végétale dans les charbons de terre, peut se démontrer par les faits. On trouve au-dessus de quelques mines de charbon des bois fossiles, dans lesquels l'organisation est presque aussi apparente que dans les arbres de nos forêts; ensuite on trouve très-communément des veines d'autres bois qui ne diffèrent guère des premiers que par le bitume qu'ils contiennent, et dans lesquels l'organisation est encore très-reconnaissable : mais à mesure qu'on descend, les traits de cette organisation s'oblitérent, et il n'en reste que peu ou point d'indices dans la suite de la veine. Il arrive souvent que cette bonne veine porte sur une autre veine de mauvais charbon terreux et pourri, parce que la substance végétale, s'étant pourrie trop promptement, n'a pu s'imprégner d'une assez grande quantité de bitume pour se conserver. On doit donc ajouter cette cinquième sorte de charbon aux quatre

(1) *Charbon pérat* est une dénomination locale qui signifie *charbon pierreux* ou *charbon de pierre*.

premières, sous le nom de *charbon terreux*, parce qu'en effet sa substance n'est qu'un terreau pourri. Enfin une sixième sorte est le charbon le plus compacte, que l'on pourrait appeler *charbon de pierre* à cause de sa dureté; il contient une grande quantité de bitume, et le fond paraît en être de terre limoneuse, parce qu'il laisse après la combustion une scorie vitreuse et boursouflée; et lorsque le limon ou le terreau se trouve en trop grande quantité ou avec trop peu de bitume, ces charbons ainsi composés ne sont pas de bonne qualité : ils donnent également beaucoup de scories ou mâchefer par la combustion; mais tous deux sont très-bons lorsqu'ils ne contiennent qu'une petite quantité de terre et beaucoup de bitume.

On trouve donc dans ces immenses dépôts accumulés par les eaux, la matière végétale dans tous ses états de décomposition; et cela seul suffirait pour qu'il y eût des charbons de qualités très-différentes. La quantité de cette matière, anciennement accumulée dans les entrailles de la terre, est si considérable, qu'on ne peut en faire l'estimation autrement que par comparaison. Or une bonne mine de charbon fournit seule plus de matière combustible que les plus vastes forêts; et il n'est pas à craindre que l'on épuise jamais ces trésors de feu, quand même l'homme, venant à manquer de bois, y substituerait le charbon de terre pour tous les usages de sa consommation.

Les meilleurs charbons de France sont ceux du Bourbonnais, de la Bourgogne, de la Franche-Comté et du Hainaut; on en trouve aussi d'assez bons dans le Lyonnais, l'Auvergne, le Limousin et le Languedoc : ceux qu'on connaît en Dauphiné ne sont que de médiocre qualité. Nous croyons devoir donner ici les notices que nous avons recueillies sur quelques-unes des mines principales qui sont actuellement en exploitation.

On tire d'assez bon charbon de la mine d'Épinac, qui est située en Bourgogne, près du village de Résille, à quatre lieues d'Autun; on y connaît plusieurs veines qui se dirigent toutes de l'est à l'ouest, s'inclinant au nord de trente à trente-cinq degrés (1). Celle qu'on exploite actuellement n'a pas d'épaisseur réglée : elle a ordinairement sept à huit pieds, quelquefois douze à quinze; d'autres fois elle n'en a que quatre. Son mur a toute la consistance nécessaire : mais le toit, composé d'un schiste friable et d'une terre limoneuse que l'eau dissout facilement, s'éroulerait bientôt si on ne l'étayait par de bons boisages et par des massifs pris dans la veine même. Le charbon de cette mine est très-pyriteux : aussi n'est-il nullement propre aux usages des forges, la quantité de soufre que produisent les pyrites devant corroder et détruire le fer; cependant il se trouve dans l'épaisseur de la veine de petits lits de très-bon charbon, qui serait propre à la forge s'il était extrait et trié avec soin.

La mine de Montcenis, ainsi que celle de Blansy et autres des environs, sont di-

(1) La mine de Champagny, près de Belfort en Alsace, est inclinée de quarante-cinq degrés. Plus les terrains sont bas, moins généralement les veines de charbon de terre sont inclinées; elles sont même horizontales dans les pays de plaine, et ce n'est que dans les montagnes, qu'elles sont violemment inclinées : au reste, l'inclinaison des mines n'est nulle part aussi marquée et aussi singulière que dans le pays de Liège.

rigées de l'est à l'ouest, et s'inclinent vers le nord de vingt-cinq ou trente degrés. On exploite deux veines principales, dont les épaisseurs varient depuis dix jusqu'à quarante-cinq pieds. La première extraction, comme celle de la plupart de nos mines de France, a été mal conduite; on l'a commencée par la tête de la veine, en sorte que les ouvriers sont souvent exposés à percer dans les ouvrages supérieurs, et à y éprouver des éboulements. Le lit de cette mine de Montcenis est un schiste très-dur et pyriteux, d'un pied d'épaisseur, dans lequel on voit des empreintes de plantes en grand nombre. Le charbon de la tête de cette mine est fort pyriteux, mais celui qui se tire plus profondément l'est beaucoup moins; et, en général, ce charbon a le défaut de s'émietter à l'air: il faut donc l'employer au sortir de la mine; car on ne peut le transporter au loin sans qu'il subisse une grande altération et ne tombe en débris. Dans cet état de décomposition, il ne donne que très-peu de chaleur et se consume en peu de temps, au lieu que, dans son premier état, au sortir de la mine, il fait un feu durable.

Les mines de Rive-de-Gier, dans le Lyonnais, sont en grande et pleine exploitation. Il y a actuellement, dit M. de Grignon, plus de huit cents ouvriers occupés à l'extraction du charbon par vingt-deux puits qui communiquent aux galeries des différentes minières, dont les plus profondes sont à quatre cents pieds. On tire de ces mines, comme de presque toutes les autres, trois sortes de charbon: le pérat en très-gros blocs et de la meilleure qualité; le maréchal, qui est menu et qui est séparé du banc de pérat par une couche de mauvais charbon mou; et enfin un charbon dur, compacte et terreux, qui est voisin du toit et des lisières de la mine. Ce toit est un schiste rougeâtre et limoneux qui brunit et noircit à mesure qu'il est plus voisin du charbon, et dans cette partie il porte un grand nombre d'empreintes de végétaux. Le charbon de ces mines de Rive-de-Gier est plus compacte et plus pesant que celui de Montcenis; son feu est plus âpre et plus durable; il donne une flamme vive, rouge et abondante; il n'est que peu pyriteux, mais très-bitumineux.

La plupart des mines du Forez, du Bourbonnais, de l'Auvergne, sont en amas, et non pas en veines; elles sont donc plus faciles à exploiter: aussi l'on en tire une très-grande quantité de charbon, dont il y en a de très-bonne qualité. Dans le Nivernais, près de Décise, il se trouve des mines en amas et d'autres en veines. On y connaît quatre ou cinq couches ou veines régulières les unes au-dessus des autres, courant parallèlement, étant depuis dix jusqu'à vingt toises de distance les unes des autres latéralement. Le charbon de ces veines ne commence à être bon qu'à quatre toises et plus de profondeur; elles ont depuis deux pieds jusqu'à cinq pieds d'épaisseur; leur toit est un schiste avec des impressions de plantes, et le lit est un grès à demi décomposé. Les mines en amas du même canton sont mêlées de schiste et de grès; mais, en général, tout ce charbon est pyriteux, et quelquefois il prend feu de lui-même, lorsqu'après l'extraction on le laisse exposé à l'air.

Il y a des mines de charbon dans le Quercy aux environs de Montauban; il y en a dans le Rouergue, où le territoire de Cransac, qui est d'une grande étendue, n'est pour ainsi dire qu'une mine de charbon; il y en a une autre mine à Severac-

le-Castel, sur une montagne, dont le charbon est pyriteux et sensiblement chargé de vitriol; une autre à Masse-de-Bannac, élection de Milhaud. On en a aussi découvert dans le Bas-Limousin à une lieue de Bourgançuf, dans les environs d'Argental, dans ceux de Maynac, et dans le territoire de Vareis, à peu de distance de Brives. Dans toute l'étendue du terrain, depuis la rive du Lot qui est en face de Levignac jusqu'à Firminy, on ne peut pas faire un pas qu'on ne trouve du charbon : dans beaucoup d'endroits on n'a pas besoin de creuser pour le tirer. Dans ce même canton il y a une masse très-étendue de ce charbon, qui est minée par un embrasement souterrain ; la première époque de cet incendie n'est point connue : on voit sortir une fumée fort épaisse des crevasses de cette minière enflammée. Il y a aussi en Bourgogne, au canton de la Gachère, près de Saint-Berain, une mine de charbon enflammée qui donne de la fumée et une forte odeur d'acide sulfureux ; on ne peut pas toucher sans se brûler un bâton qu'on y a plongé seulement pendant une minute : ce n'est qu'une inflammation pyriteuse produite par l'eau qui séjourne dans cet endroit, et qu'on pourrait éteindre en le desséchant (1). Il y a encore, près de Saint-Étienne en Forez, une mine de charbon qui brûle depuis plus de cinq cents ans, auprès de laquelle on avait établi une manufacture pour tirer de l'alun des récréments de cette mine brûlée ; et enfin une autre auprès de Saint-Chamond, qui brûle très-lentement et profondément.

En Languedoc il y a aussi beaucoup de charbon de terre. M. l'abbé de Sauvages, très-bon observateur, assure qu'il en existe différentes mines dans la chaîne des collines qui s'étend depuis Anduse jusqu'à Villefort ; ce qui fait une étendue d'environ dix lieues de longueur.

Dans le Lyonnais, les principaux endroits où l'on trouve du charbon de terre sont le territoire de Grevenand, celui du Mouillon, ceux de Saint-Genis-Terre-Noire, qui tous trois sont dans la même montagne, située à un demi-quart de lieue de la ville de Rive-de-Gier, et les eaux de leurs galeries s'écoulent dans le Gier. Les terrains de Saint-Martin-la-Plaine, Saint-Paul-en-Jarrest, Rive-de-Gier et Saint-Chamond, contiennent aussi des mines de charbon. M. de La Tourette, secrétaire de l'Académie des Sciences de Lyon, et correspondant de celle de Paris, a donné une description détaillée des matières qui se trouvent au-dessus d'une de ces mines du Lyonnais, par laquelle il paraît que le bon charbon ne se trouve qu'à cent pieds dans certains endroits, et à cent cinquante environ dans d'autres. Il y a deux veines l'une au-dessus de l'autre, dont la plus extérieure a depuis huit jusqu'à dix-huit pieds d'épaisseur d'un charbon propre aux maréchaux. La seconde veine n'est séparée de la première que par un lit de grès dur et d'un grain fin, de six à neuf pouces d'épaisseur ; ce grès sert de toit à la seconde veine, qui a dix à quinze pieds d'épaisseur, et dont le charbon est plus compacte que celui de la première veine, mais encore plus pyriteux.

Il y a du charbon de terre en Dauphiné près de Briançon, et entre Sésanne et

(1) Note communiquée par M. de Morveau, le 4 septembre 1779.

Sertriches, dans le même endroit où l'on tire la craie de Briançon, et à Tournay, élection de Vienne. Les charbons de Voreppe, de Saint-Laurent, de la montagne de Soyers, ainsi que ceux du village de La Motte et du Val^{des}-Charbonniers, qui tous se tirent pour l'usage des maréchaux, ne sont pas de bien bonne qualité. On en trouve en Provence près d'Aubagne à Pépin, route de Narocelle; mais ce charbon de la mine de Pépin répand, longtemps après avoir été tiré de la mine, une odeur particulière et désagréable.

En Franche-Comté, la mine de Champagny, à deux lieues de Bèfort, est très-abondante, et le charbon en est de fort bonne qualité: la veine a souvent huit pieds d'épaisseur, et elle est partout d'une égale bonté; elle paraît s'étendre dans toute la base du monticule qui la renferme. Il y a plusieurs autres mines de charbon dans les environs de Champagny, et dans quelques autres endroits de cette province (1). Il y en a aussi quelques mines en Lorraine; mais l'exploitation n'en a pas encore été assez suivie pour qu'on juge de la qualité de ces charbons.

Il n'y a point de mines de charbon dans le Cambrésis; mais celles du Hainaut sont en grand nombre, et celles de Fresnes et d'Anzin sont devenues fameuses. On a commencé à fouiller celle de Fresnes en 1717, et celle d'Anzin en 1734. On en tire aussi aux environs de Condé. Le charbon de ces mines est en général de bonne qualité; on assure même qu'il est plus gras et qu'il dure plus au feu que celui d'Angleterre: le charbon qui se tire à Fresnes est plus compacte que les autres, et pèse un dixième et plus que celui d'Anzin. Le charbon de Quiévrain, à dix lieues et demie de Valenciennes, est aussi d'une excellente qualité. On a fouillé quelques-unes de ces mines jusqu'à sept cents pieds de profondeur. M. Morand dit que dans la mine de M. des Androuins, près de Charleroi, l'eau est tirée de soixante-trois toises de profondeur, et que le charbon est placé à cent huit toises au-dessous; ce qui fait en tout cent soixante-onze toises, ou mille vingt-six pieds de profondeur.

Dans l'Anjou, l'on a trouvé des mines de charbon de terre à Concourson, à Saint-Georges de Châtel-Oison, à Doué et à Montreuil-Bellay. Les charbons qui se tirent près de la surface du terrain ne sont pas si bons que ceux qui gisent à une plus grande profondeur; la veine a ordinairement six à sept pieds d'épaisseur. Ce charbon d'Anjou est de bonne qualité; cependant on n'a, de temps immémorial, trouvé dans cette province que des veines éparses sous des rocs placés à dix-huit pieds de profondeur, auxquels succède une terre qu'on appelle houille, qui est une espèce de mauvais charbon, avant-coureur du véritable: les veines y sont très-sujettes

(1) Les mines de Ronchamp, en Franche-Comté, présentent un phénomène bien singulier, et que je n'ai vu nulle part. Dans les masses de charbon, immédiatement sous les lames de pyrites plus particulièrement que dans les couches de purs charbons, il se trouve une couche légère de charbon de bois bien caractérisé par le brillant, la couleur, le tissu fibreux, une consistance pulvérulente, noireissant les doigts; et lorsqu'un morceau de houille contenant des lames de charbon de bois est épuré, qu'il est encore rouge, et que l'on souffle dessus, le charbon de terre s'éteint, et celui de bois s'embrase de plus en plus.

L'on trouve fréquemment à la toiture de ces mines, parmi le grand nombre d'impressions de plantes de toute espèce, des roseaux (bambous) de trois à quatre pouces de diamètre, aplatis, et qui ne sont point détruits ni charbonifiés. (*Lettre de M. le chevalier de Grignon à M. de Buffon, Besançon, le 27 mai 1781.*)

aux creins, et par conséquent irrégulières; il y en a cinq de reconnues : leur épaisseur est depuis un pied jusqu'à quatre, et même jusqu'à douze picds, suivant M. de Voglie; elles paraissent être une dépendance de celles de Saumur, avec lesquelles elles se rapportent en tout. Leur direction générale est du levant au couchant.

Dans la Basse-Normandie, il se trouve du charbon de terre à Litry, et la veine se rencontre à peu de profondeur au-dessous d'une bonneminne de fer en grains; elle se forme en plateau à quatre cents pieds. Ce charbon, mêlé de beaucoup de pyrites, n'est que d'une qualité médiocre, et il est à peu près semblable à celui qu'on apporte du Havre, et qui vient de Sunderland en Angleterre.

En Bretagne il y a des mines considérables de charbon à Montrelais et à Languin, dans les environs de Nantes. L'on a aussi tenté des exploitations à Quimper, à Plogol et à Saint-Brieuc, et l'on aperçoit des affleurements de charbon dans plusieurs autres endroits de cette province.

On pourrait citer un grand nombre d'exemples qui prouveraient qu'il y a dans le royaume de France des charbons en grande quantité et peut-être d'aussi bonne qualité qu'en aucune autre contrée du monde. Cependant, comme c'est un préjugé établi, et qui jusqu'à présent n'était pas mal fondé, que les charbons d'Angleterre étaient d'une qualité bien supérieure à ceux de France, il est bon de les faire connaître; on verra que la nature n'a pas mieux traité à cet égard l'Angleterre que les autres contrées, mais que l'attention du gouvernement ayant secondé l'industrie des particuliers, a rendu profitable et infiniment utile à cette nation ce qui est demeuré sans produits entre nos mains.

On distingue dans la Grande-Bretagne trois espèces de charbon de terre. Le charbon commun se tire des provinces de Newcastle, de Northumberland, de Cumberland et de plusieurs autres; il est destiné pour le feu des cuisines de Londres, et c'est aussi presque le seul qu'on emploie à tous les ouvrages métalliques d'Angleterre.

La seconde espèce est le charbon de l'Écosse; on s'en sert pour chauffer les appartements des bonnes maisons. Ce charbon est feuilleté et comme formé en bandes séparées par des couches plus petites que les bandes, et néanmoins plus marquées et plus distinctes à cause de leur éclat. Il se tire en grosses masses bien solides, d'une texture fine, et quoique formé de bandes et de petites couches, il ne s'effeuille point: il est bitumineux et brûle librement en faisant un feu clair, et tombe en cendres.

La troisième espèce, que les Anglais appellent *culm*, se trouve dans le *Giamorganshire* et en divers endroits de cette province. C'est un charbon fort léger, d'un tissu plus lâche, composé de filets capillaires disposés par paquets qui paraissent arrangés en quelques endroits de manière à représenter dans beaucoup de parties des feuillets assez étendus, très-lisses et très-polis, lesquels, pour la plupart, affectent une forme circonscrite en portion de cercle, avec des rayons divergents. Ce charbon est peu ou presque point pyriteux; il brûle aisément, et fait un feu vif, ardent et âpre.

Dans la province de Cornouailles il est d'un très-grand usage, particulièrement pour la fonte des métaux, à laquelle on l'applique de préférence.

On trouve dans les comtés de Lancaster et de Chester une espèce de charbon qu'on n'apporte pas à Londres; c'est le *kennel* ou *candle-coal*: communément il sert de pierre à marquer, de même que ce qu'on appelle *charbon de toit*. Il se tire en grosses masses très-solides, d'une texture extrêmement fine, et d'un beau noir luisant comme le jayet. Ce charbon ne contient aucune portion pyriteuse; il est si pur et si doux, qu'on peut le tourner et le polir pour faire des plateaux d'enerier, des tablettes, etc. L'on aperçoit sur certains morceaux des couches concentriques, comme on en trouverait dans un tronçon de bois. Ce charbon brûle facilement et se réduit en cendres.

On doit encore ajouter à ces charbons d'Angleterre celui qu'on appelle *flint-coal*, parce qu'il est presque aussi dur que la pierre, et que ses fractures sont luisantes comme celles du verre. La veine de ce charbon a deux ou trois pieds d'épaisseur, et se trouve dans les environs de la Saverne, au-dessous de la veine principale qui fournit le *best-coal* ou le meilleur charbon: il faut y joindre aussi le *flew-coal* des mines de Wedgbery dans la province de Stafford.

Il est fait mention dans les *Transactions philosophiques de Londres*, année 1683, de quelques mines de charbon, de leur inclinaison, etc. M. Beaumont en cite six qui probablement n'en font qu'une, puisqu'on les trouve toutes dans un espace de cinq milles d'Angleterre au nord de *Stony-easton*. Il a vu, dit-il, dans l'une de ces mines une fente ou crevasse dont les parois étaient chargées d'empreintes de végétaux, et une autre fente tout enduite d'un bronze pyriteux formant des espèces de dendrites. Dans quelques-unes de ces mines, les lits horizontaux étaient comme dorés du soufre qu'elles contiennent. Il observe, comme chose en effet singulière, qu'on a trouvé deux ou trois cents livres de bonne mine de plomb dans l'une de ces mines de charbon. Il ajoute que, de l'autre côté de *Stony-easton*, c'est-à-dire au sud-est, à deux milles de distance, on voit le commencement d'une mine de charbon, dont la première veine se divise en plusieurs branches à la distance de quatre milles vers l'orient; que cette mine, dont on tire beaucoup de charbon, exhale continuellement des vapeurs enflammées qui s'élèvent quelquefois jusqu'à son ouverture, et qui ont été funestes à nombre de personnes. C'est probablement au feu de ces vapeurs, lorsqu'elles s'enflamment, qu'on doit attribuer cette poussière de soufre qui dore les lits de ces veines de charbon: car on n'a trouvé du soufre en nature que dans les mines dont les vapeurs se sont enflammées, ou qui ont été elles-mêmes embrasées; on y voit des fleurs de soufre adhérentes à leurs parois, et sous ces fleurs de soufre il se trouve quelquefois une croûte de sel ammoniac.

Les fameuses mines de Newcastle ont été examinées et décrites par M. Jars, de l'Académie des Sciences, très-habile minéralogiste. Il décrit aussi quelques autres mines; celle de Whitehaven, petite ville située sur les côtes occidentales d'Angleterre, qui fait un grand commerce de charbon de terre. La montagne où s'exploite la mine a environ cent vingt toises perpendiculaires jusqu'au plus profond des tra-

vaux : on compte dans cette hauteur une vingtaine de couches différentes ; mais il n'y en a que trois d'exploitables. Leur pente est communément d'une toise perpendiculaire sur six à sept toises de longueur.

La première de ces couches exploitables est séparée de la seconde par des roches d'environ q uinze toises d'épaisseur ; elle a depuis quatre jusqu'à cinq pieds d'épaisseur en charbon un peu pierreux et d'une qualité médiocre : on n'en extrait que pour chauffer les chaudières où l'on évapore l'eau de la mer pour en retirer le sel.

La seconde couche est de sept à huit pieds d'épaisseur ; le charbon y est divisé par deux différents lits d'une terre très-dure et de couleur noirâtre, qu'on nomme *mettle* : cette terre est très-vitriolique et s'effleurit à l'air. La couche supérieure de *mettle* a un pied d'épaisseur, et l'inférieure seulement quatre à cinq pouces. On distingue la veine de charbon en six lits, dont les charbons portent différents noms.

Des trois grandes couches exploitables, la troisième qui est d'environ vingt toises plus basse que la seconde, est la meilleure ; elle a dix pieds d'épaisseur, et elle est toute de bon charbon, sans aucun mélange de *mettle*,

On rencontre souvent des dérangements dans les veines, principalement dans leur inclinaison ; le rocher du toit, et surtout celui du mur, font monter ou descendre la veine tout à coup. Il y a un endroit où elles sont éloignées de quinze toises perpendiculaires de la ligne horizontale ; d'autres fois ces rochers coupent presque entièrement les couches, et ne laissent apercevoir qu'un petit filet ou une trace presque imperceptible de la veine.

M. Jars fait encore mention des mines de Worsleg dans le comté de Lancaster, dont la pente paraît être de deux toises sur sept, et dont le charbon est moins bitumineux et moins bon que celui de Newcastle, quoique la nature des rochers soit la même ; mais la veine la plus profonde n'est qu'à vingt toises. Il en est de même, à tous égards des mines du comté de Stafford.

« En Ecosse, il y a, dit M. Jars, au village de Carron, près de Falkirch, plusieurs mines de charbon qui ne sont qu'à une demi-lieue de la mer... Il y a trois couches de charbon l'une sur l'autre que l'on connaît ; mais on ne sait pas s'il y en a de plus profondes... Il y en a une à quarante toises de profondeur, qui est la première ; la seconde à dix toises plus bas, et la troisième à cinq toises encore au-dessous de la seconde. La pente de ces couches, qui est du côté du sud, est d'une toise sur dix à douze... Mais ces veines varient comme dans presque toutes les mines : quelquefois elles remontent et forment entre elles deux plans inclinés. Dans ce cas, la veine s'appauvrit, diminue en épaisseur, et est quelquefois entièrement coupée, continuant ainsi jusqu'à ce qu'elle reprenne son inclinaison ordinaire... La seconde couche a trois et quatre pieds d'épaisseur ; sa partie supérieure est composée d'un charbon dur et compacte, faisant un feu clair et agréable... On l'envoie à Londres, où il est préféré à celui de Newcastle pour brûler dans les appartements. La partie du milieu de la couche est d'une qualité moins compacte ; son charbon est feuilleté et se sépare par lames comme le *schiste*. Entre les lames il ressemble parfaitement à du poussier de charbon de bois. On y peut ramasser aussi une poudre noire, qui

teint les doigts comme le fait le charbon de bois... Ce charbon, qu'on nomme *clod-coal*, est destiné pour les forges de fer. La couche inférieure est un charbon très-compacte, et souvent pierreux près du mur; il se consomme dans le pays.

» Les mines de charbon de Kinneil, près de la ville de Bousron-Sloneess en Ecosse, sont au bord de la mer. La disposition de leurs couches et la qualité du charbon sont à peu près les mêmes qu'à Carron.

» Les environs d'Edimbourg ont aussi plusieurs mines de charbon... Il y en a une à trois ou quatre milles du côté du sud, où il y a deux veines parallèles, d'environ quarante à cinquante degrés d'inclinaison du côté du midi; ce qui est tout à fait contraire à l'inclinaison des couches du rocher qu'on voit au jour et dans la mer à deux ou trois milles plus loin: ces couches sont inclinées au nord-ouest. Il en est de même des mines de charbon qu'on exploite un peu plus loin; elles ont beaucoup de rapport avec celles de Newcastle. La qualité des rochers qui composent les couches est la même: mais le charbon est moins bon qu'à Newcastle pour la forge, parce qu'il est moins bitumineux; il est meilleur pour les appartements. »

En Irlande, le charbon provenant de la mine de Castle-Comer, village à soixante milles sud-ouest de Dublin, brûle, dès le premier instant qu'on le met au feu, sans faire la moindre fumée. Seulement on voit une flamme bleue fortement empreinte de soufre, qui paraît constamment au-dessus du feu.

Une autre mine est celle d'Ydof, province de Leinster, et c'est la première qu'on ait découverte en Irlande; elle est si abondante, qu'elle fournit toutes les provinces voisines. Son charbon est très-pesant, et dure au feu bien plus longtemps.

« Dans le pays de Liège, dit M. Jars, la Meuse, qui traverse cette ville, met une grande différence dans la disposition des veines de charbon... Elles commencent à une lieue au-devant de la ville, et s'étendent jusqu'à deux lieues au delà du côté du couchant. On trouve à moitié chemin de cette distance les plus fortes exploitations... La suite des veines va plus loin du côté du couchant: la raison est que, par un dérangement total dans leur disposition, elles sont interrompues à une lieue et demie de Liège; mais elles reprennent ensuite dans une disposition presque perpendiculaire, pour continuer de la même manière pendant plusieurs lieues. Au nord de la ville, et au midi de l'autre côté de la Meuse, les veines se prolongent au plus à une demi-lieue, mais toujours dans la direction de l'est à l'ouest... il y a apparence que ce sont les mêmes couches, quoique leur inclinaison change de distance en distance, tantôt au midi, tantôt au nord. En général, tous les lits de charbon et le rocher sont très-irréguliers dans cette partie. »

Ce pays de Liège est peut-être de toute l'Europe la contrée la mieux fournie de charbon de terre; c'est du moins celle où l'on a le plus anciennement exploité ces mines, et où on les a fouillées le plus profondément. Nous avons dit que leur direction générale et commune est du levant au couchant: les veines du charbon n'y sont jamais exactement en ligne droite; elles s'élèvent et s'abaissent alternativement suivant la pente du terrain qui leur sert d'assise; ces veines passent par-dessous les rivières, et vont en s'abaissant vers la mer. Les veines que l'on fouille

d'un côté d'une rivière ou d'une montagne répondent exactement à celles de l'autre côté; les mêmes couches de terre, les mêmes bancs de pierre, accompagnent les unes et les autres; le charbon s'y trouve partout de la même espèce. Ce fait a été vérifié plusieurs fois par des sondes qui ont fait reconnaître les mêmes terres et les mêmes bancs jusqu'à quatre cents pieds de profondeur.

A une lieue et demie à l'est d'Aix-la-Chapelle, il y a plusieurs mines de charbon; pour parvenir aux veines, l'on traverse une espèce de grès fort dur, que l'on ne peut percer qu'avec la poudre: ce grès est par lits dans la même direction et inclinaison que la veine de charbon, mais il est tout rempli de fentes ou de joints, de façon qu'il se sépare en morceaux. Au-dessous du grès, on trouve une terre noire très-dure de plusieurs pieds d'épaisseur; elle sert de toit au charbon: la *mur* est de la même espèce de terre dure; l'une et l'autre paraissent contenir des empreintes de plantes: exposée à l'air, cette terre s'effleurit et s'attendrit.

Ce charbon contient très-peu de bitume; il est très-pyriteux, et par conséquent nullement propre à l'usage des forges: mais il est bon pour les appartements.

En Allemagne, il y a plusieurs endroits où l'on trouve des mines de charbon; celles de Zwickau consistent en deux couches de quatre, cinq, six pieds d'épaisseur, qui ne sont séparées l'une de l'autre que par une couche mince d'argile: leur profondeur n'est qu'à environ trois toises au-dessous de la surface du terrain: la veine de dessous est meilleure que celle de dessus; elles ont vingt-cinq ou trente degrés d'inclinaison. Il s'en trouve aux environs de Marienberg, en Misnie; dans plusieurs endroits du duché de Magdebourg; dans la principauté d'Anhalt, à Bernbourg; dans le cercle du Haut-Rhin, à Aï, près de Cassel; dans le duché de Meckelbourg, à Plauen, en Bohême, aux environs de Tœplitz; dans le comté de Glatz, à Hansdorf; en Silésie, à Gablan, Rottenbach et Gottesberg; dans le duché de Schweidnitz, à Reichenstein; dans le Haut-Palatinat, près de Sultzbach; dans le Bas-Palatinat, à Bascharage, etc. Il y a, dit M. Ferber, des mines de charbon fossile à Votschberg, à cinq ou six lieues de Feistritz, et de meilleures à *Luim*, à dix milles de Votschberg dans la Styrie supérieure. A quatre lieues de la ville de *Rhône*, à une demi-lieue du village d'*Ypenbure*, sur la route d'Osnabruck, on trouve des mines de charbon qu'on emploie à l'usage des salines. En sortant d'*Ypenbure*, on passe une montagne au nord de laquelle est un vallon, et ensuite une autre montagne, où l'on exploite les mines de charbon. A deux lieues plus loin, il y a d'autres mines qui sont environnées des mêmes rochers; on prétend que c'est la même couche de charbon qui s'y prolonge. Comme jusqu'à présent on n'a exploité qu'une seule couche de charbon, on conjecture que c'est la même qui règne dans tout le pays. On l'exploite dans cette mine à deux cents pieds de profondeur perpendiculaire; elle a une pente inclinée du couchant au levant, qui est à peu près celle de la montagne. La veine a communément deux pieds et demi d'épaisseur en charbon qui paraît être de très-bonne qualité, quoiqu'il y ait quelques morceaux dans lesquels on aperçoit des lames de pyrites. Cette veine est précédée d'une couche de terre noire; et cette couche, entremêlée de quelques petits morceaux de

charbon, a un pied et demi, deux et trois pieds d'épaisseur. Le toit qui recouvre la veine est un lit de six, huit, dix pouces d'épaisseur de graviers réunis en pierre assez dure, au-dessus duquel est le grès disposé par banes.

On trouve aux environs de *Vétine*, petite ville des États du roi de Prusse, plusieurs mines de charbon; elles sont situées sur le plateau d'une colline fort étendue : elles sont au nombre de plus de vingt actuellement en exploitation. Une de ces mines, qui a été visitée par M. Jars, et qui est à trois quarts de lieue de Vétine, a trente-neuf toises de profondeur; savoir, vingt-six toises depuis la surface de la terre jusqu'à la première veine de charbon, onze toises depuis cette première veine jusqu'à la seconde, et deux toises depuis la seconde jusqu'à la troisième; ce qui varie néanmoins très-souvent par les dérangements que les veines éprouvent dans leur inclinaison, et qui les rapprochent plus ou moins, surtout les inférieures, qui sont quelquefois immédiatement l'une sur l'autre.

La première couche a jusqu'à huit pieds d'épaisseur; la seconde, deux pieds et demi; la troisième, un pied et demi ou deux pieds. On traverse plusieurs banes de rochers pour parvenir au charbon, surtout un rocher rouge qui paraît être une terre sablonneuse durcie, mêlée de mica blanc : un rocher blanchâtre, semé aussi de mica blanc, se trouve plus près des veines, et les sépare entre elles; ce rocher y forme des ereins qui quelquefois les coupent presque entièrement. Le rocher qui sert de toit au charbon est bleuâtre; c'est une espèce d'argile durcie, qui contient des empreintes de plantes, surtout de fougères. Celui du mur est sablonneux, d'un blanc noirâtre. Ces rochers s'attendrissent à l'air et s'y effleurissent. Les veines ont leur direction sud-est, nord-ouest, et leur pente du côté du midi. Le charbon est un peu pyriteux, mais paraît être d'assez bonne qualité. Dans la première veine on remarque un lit, de quelques pouces d'épaisseur, qui suit toujours le charbon et qui divise la veine en deux parties; c'est un charbon très-pierreux.

A Dielau, la plus grande profondeur de la mine que l'on exploite est à quarante toises. Le charbon se trouve dans un filon tantôt incliné, tantôt presque perpendiculaire, et qui est coupé et détourné quelquefois par des *creins*. Le rocher dans lequel le filon se trouve est semblable à celui de Vétine.

A Gibienstein, situé à une demi-lieue de la ville de Halle en Saxe, on a trouvé une veine de charbon qui paraissait au jour et qui a plusieurs pieds d'épaisseur; on n'a point encore reconnu son inclinaison ni sa direction. Le charbon qu'on en tire est peu bitumineux, et mêlé avec beaucoup de pyrites; il ressemble fort à celui de Lay en Bourbonnais. M. Hoffmann dit que cette mine s'étend bien loin sous une grande partie de la ville et du faubourg, ensuite dans les campagnes vers le midi jusqu'au bourg de Lieben, où on la rencontre souvent en faisant des puits, de même qu'à Dielau, à une lieue et demie de Halle. Sa texture est semblable à celle d'un amas de morceaux de bois ou copeaux.

En Espagne, il y a des mines de charbon de terre dans plusieurs provinces, et particulièrement en Galice, aux Asturies, dans le royaume de Léon, et aussi dans la Basse-Andalousie près de Séville, dans la Nouvelle-Castille, et même auprès de

Madrid. M. Le Camus de Limare, l'un de nos plus habiles minéralogistes, a fait ouvrir le premier cette mine de charbon près de Madrid, et il a eu la bonté de me communiquer la notice que je joins ici (1).

En Savoie, on trouve une espèce de charbon de terre d'assez mauvaise qualité, et le principal usage qu'on en fait est pour évaporer les eaux des sources salées. De toute la Suisse, le canton de Berne est le plus riche en mines de charbon. Il s'en trouve aussi dans le canton de Zurich, dans le pays de Vaud, aux environs de Lausanne : mais la plupart de ces charbons sont d'assez médiocre qualité.

En Italie, dont la plus grande partie a été ravagée par le feu des volcans, on trouve moins de charbon de terre qu'en Angleterre et en France. M. Tozzetti a donné de très-bonnes observations (2) sur les bois fossiles de Saint-Cerbonne et de Strido ; j'ai cru devoir en faire l'extrait dans la note ci-jointe, parce que les faits

(1) « La mine de charbon qu'on exploite dans la Basse-Andalousie est située à six lieues au nord de Séville, dans le territoire du bourg de *Villanueva-del-Rio*, sur le bord de la rivière de Guczna, qui se jette dans le Guadalquivir ; la veine a sa direction du levant au couchant, et son inclinaison de soixante-cinq à soixante-dix degrés au nord ; son épaisseur varie depuis trois pieds jusqu'à quatre pieds et demi. Elle fournit de très-bon charbon quand on sait le séparer des neufs et des parties terreuses dont les veines sont toujours entremêlées ; mais comme les concessionnaires actuels la font exploiter par des paysans, et qu'on met en vente indistinctement le bon et le mauvais charbon, la qualité en est décriée, le débit médiocre, et l'on préfère à Séville et à Cadix le charbon qu'on tire de Marseille et d'Angleterre, quoique le double plus cher.

» Quant à celle qu'on a découverte près de Madrid, à six lieues au nord, au pied de la chaîne des montagnes de l'Escorial, sur le bord de la rivière de Marganarez, qui passe à Madrid, c'est moi qui ai fait la première tentative en 1763, au moyen d'un puits de soixante-dix pieds de profondeur, et d'une traverse ; j'avais reconnu plusieurs veines dont la plus forte avait six pouces d'épaisseur, toutes d'un bitume desséché, assez dur, mais terne, et brûlant faiblement : leur direction est aussi du levant au couchant avec une pente d'un pied par toise au nord-ouest ; on a depuis continué ce travail, mais on n'y a pas encore trouvé de vrai charbon. »

(2) Il dit que ces bois fossiles sont semblables à de gros troncs d'arbres, qui ne forment point une couche continue comme les autres matières des collines où ils se trouvent, mais qu'ils sont ordinairement séparés les uns des autres, souvent deux ensemble, et toujours d'une nature différente de celle du terrain où ils sont ensevelis. Ils sont d'une couleur extrêmement noire avec autant de lustre que le charbon artificiel ; mais ils sont plus denses et plus lourds, surtout lorsqu'on ne fait que les tirer de la terre ; car à la longue ils perdent leur humidité et deviennent moins pesants, quoiqu'ils aillent toujours au fond de l'eau. Il est constant que, dans leur origine, ces charbons étaient des troncs d'arbres ; on ne peut manquer de s'en convaincre en les voyant dans la terre même : la plupart conservent leurs racines, et sont revêtus d'une écorce épaisse et rude ; ils ont des nœuds, des branches, etc. ; on y voit les écailles concentriques et les fibres longitudinales du bois. Les mêmes choses se remarquent dans les charbons du val d'Arno *di sopra* et du val de *Cecina* : ceux-ci sont seulement plus onctueux que les autres ; et même le bitume dont ils sont imbibés s'est trouvé quelquefois en si grande abondance, qu'ils en ont regorge ; cette matière s'est fait jour à travers les troncs, a passé dans les racines et dans tous les vides de l'arbre, et y a formé une incrustation singulière qui imite la forme des pierreries ; elle compose des couches de l'épaisseur d'une ligne au plus, partagées en petites écuelles rondes, aussi serrées l'une contre l'autre que le peuvent être des cercles : ces petites écuelles sont toutes de la même grandeur dans la même couche, et laissent apercevoir une cavité reluisante, une, hémisphérique, qui se rétrécit par le fond, devient circulaire, ensuite cylindrique, et se termine en plan ; chacune de ces cavités est entièrement pleine d'un suc bitumineux, consolidé comme le reste du charbon fossile : ce suc, par la partie qui débordé la cavité, est aplani ; le reste prend la forme des parois qui le renferment, sans y être néanmoins attaché qu'au fond, où il finit en plan ; ce qui forme un petit corps qu'on peut détacher avec peu de force, comme avec la pointe d'une épingle dont on toucherait le bord : on le verrait sortir et montrer la figure hémisphérique en petits cylindres.

Dans le charbon qu'on tire promptement de la terre, les surfaces extérieures de ces petits corps multipliés étant aplanies et contiguës les unes aux autres, forment une croûte aplanie aussi d'un bout à l'autre ; mais à mesure que le charbon se dessèche, cette croûte paraît pleine de petites fentes occasionnées par le retraitement de ces corps, et par leur séparation mutuelle : les couches aplanies, formées par les *pierreries*, sont irrégulières, et éparses çà et là sur le tronc du charbon fossile ; elles sont, outre cela, doubles, c'est-à-dire que l'une incruste une face, l'autre une autre, et elles se rencontrent réciproquement avec les surfaces des corpuscules renfermés dans les petites écuelles. Précisément dans l'endroit où ces deux couches se rencontrent, la masse du charbon fossile reste sans liaison et comme coupée ; de là vient que ces grands troncs se rompent si facilement, et se subdivisent

qu'il rapporte sont autant de preuves du changement des matières végétales en véritable charbon, et de la différence des formes que prend le bitume en se durcissant : mais le récit de ce savant observateur me paraît plutôt prouver que le bitume s'est formé dans l'arbre même, et a été ensuite comme extravasé, et non pas qu'un bitume étranger soit venu, comme il le croit, pénétrer ces troncs d'arbres, et former ensuite à leur surface de petites protubérances. Ce qui me confirme dans cette opinion, c'est l'expérience que j'ai faite sur un gros morceau de cœur de chêne, que j'ai tenu près de douze ans dans l'eau pour reconnaître jusqu'à quel point il pouvait s'imbiber d'eau : j'ai vu se former au bout de quelques mois, et plus encore après quelques années, une substance grasse et tenace à la surface de ce bloc de bois ; ce n'était que son huile qui commençait à se bituminiser. On essuyait à chaque fois ce bloc pour avoir son poids au juste ; sans cela l'on aurait vu le bitume se former en petites protubérances dans cette substance grasse, comme M. Tozzetti l'a observé sur les troncs d'arbres de Saint-Cerbonne.

On voit, dans les Mémoires de l'Académie de Stokholm, qu'il y a des mines de charbon en Suède, surtout dans la Scanie ou Gothie méridionale. Dans celles qui sont voisines de Bosrup, les couches supérieures laissent apercevoir sensiblement un tissu ligneux, et on y trouve une terre d'ombre (1) mêlée avec le charbon : il y a dans la Westrogothie une mine d'alun où l'on trouve du charbon, dont M. Morand a vu quelques morceaux qui présentaient un reste de nature ligneuse, au point que, dans quelques-uns, on croit reconnaître le tissu du hêtre.

Dans un discours très-intéressant sur les productions de la Russie, l'auteur donne les indications des mines de charbon de terre qui se trouvent dans cette contrée.

En Sibérie, à quelque distance de la petite rivière *Selowa*, qui tombe dans le fleuve *Lena*, on trouve une mine de charbon de terre ; elle est située vis-à-vis

en massifs de diverses figures, et diverses grosseurs : ces subdivisions, si aisées à faire, sont cause que dans les endroits où le charbon fossile se transporte, on a de la peine à comprendre que les morceaux qu'on en voit soient des portions d'un grand tronc d'arbre, comme on le reconnaît aisément dans les lieux où il se trouve.

On y voit encore plusieurs masses bitumineuses, incrustées de *pierreries*, mais détachées entièrement de l'arbre. M. Tozzetti soupçonne que, dans leur origine, elles faisaient partie d'un tronc de charbon fossile anciennement rompu, qui était resté enseveli dans la terre. Notre physicien ne serait pas non plus éloigné de croire que ce fût du bitume qui, n'ayant pas trouvé une matière végétale pour s'y attacher, se serait coagulé lui-même. Il est certain qu'en rompant quelques-unes de ces coagulations détachées, on n'y découvre point les fibres longitudinales du bois, qui en sont les marques distinctives ; mais on y voit seulement un amas prodigieux de globules rangés par ordre, et semblables à des rayons qui partent d'un centre et qui aboutissent à une circonférence. Il faut ajouter qu'à la surface de ces coagulations, les corpuscules qui remplissent les petites écuelles sont moins écrasés par dehors que ceux des couches formées sur les troncs des charbons fossiles ; ce qui ferait croire que, dans le premier cas, ils ont eu la liberté de s'étendre autant qu'ils pouvaient, sans trouver de résistance dans des corpuscules contigus. Ce n'est pas tout : M. Tozzetti trouve encore une preuve de coagulation de bitume pur dans une autre masse toute pleine de globules, et dans laquelle il ne découvre pas la moindre trace de plante.

Telle est la nature de ces charbons fossiles ; l'auteur y joint leur usage : ils ont de la peine à s'allumer ; mais lorsqu'ils le sont une fois, ils produisent un feu extrêmement vif, et restent longtemps sans se consumer ; d'ailleurs ils répandent une odeur désagréable qui porte à la tête et aux poumons, précisément comme le charbon d'Angleterre, et la cendre qui en résulte est de couleur de safran.

(1) Cette terre bitumineuse, appelée quelquefois *momie végétale*, est tantôt solide, tantôt friable, et se trouve beaucoup d'endroits ; il s'en rencontre derrière les bains de Freyenwald, dans un endroit nommé le *Trou-Noir*

d'une île appelée *Beresowi*; elle s'étend horizontalement fort loin, et son épaisseur est de dix à onze pouces. Le charbon n'est pas d'une bonne qualité; car tant qu'il est dans la terre, il est ferme; mais aussitôt qu'il est exposé à l'air, il tombe par morceaux.

A la Chine, le charbon de terre est aussi commun et aussi connu qu'en Europe, et de tout temps les Chinois en ont fait grand usage, parce que le bois leur manque presque partout; preuve évidente de l'ancienneté de leur nombreuse population. Il en est de même du Japon, et l'on pourrait assurer qu'il existe de même des charbons de terre dans toutes les parties de l'Asie. On en a trouvé à Sumatra, aux environs de Sillida; on en connaît aussi quelques mines en Afrique et à Madagascar.

En Amérique, il y a des mines de charbon de terre comme dans les autres parties du monde. Celles du cap Breton sont horizontales, faciles à exploiter, et ne sont qu'à six ou huit pieds de profondeur: un feu qu'il n'est pas possible d'étouffer a embrasé une de ces mines, dont les trois principales sont situées, la première dans les terres de la baie de Moridiemée, la seconde dans celles de la baie des Espagnols, et la troisième dans la petite île Bras-d'Or; cette dernière a eela de particulier, que son charbon contient de l'antimoine. Le toit de ces mines est, comme partout ailleurs, chargé d'empreintes de végétaux. Il y a aussi des mines de charbon à Saint-Domingue, à Cumana, dans la Nouvelle-Andalousie; et l'on a trouvé, en 1768, une de ces mines dans l'île de la Providence, l'une des Lueayes, où le charbon est de bonne qualité. On en connaît d'autres au Canada, dans les terres de Saquenai, vers le bord septentrional du fleuve Saint-Laurent, et dans celles de l'Acadie ou Nouvelle-Écosse. Enfin on en a vu jusque dans les terres de la baie Disko, sur la côte du Groenland.

Ainsi l'on peut trouver dans tous les pays du monde, en fouillant les entrailles de la terre, cette matière combustible, déjà très-nécessaire aujourd'hui dans les contrées dénuées de bois, et qui le deviendra bien davantage à mesure que le nombre des hommes augmentera, et que le globe qu'ils habitent se refroidira; et non-seulement cette matière peut en tout et partout remplacer le bois pour les usages du feu, mais elle peut même devenir plus utile que le charbon de bois pour les arts, au moyen de quelques précautions dont il est bon de faire ici mention, parce qu'elles nous donneront encore des connaissances sur les différentes matières dont ces charbons sont composés ou mélangés.

A Liège et dans les environs, où l'usage du charbon est si ancien, on ne se sert, pour le chauffage ordinaire, dans le plus grand nombre des maisons, que du menu charbon, c'est-à-dire des débris du charbon qui se tire en blocs et en masses; on sépare seulement de ces menus charbons les matières étrangères qui s'y trouvent mêlées en volume apparent, et surtout les pyrites, qui pourraient faire explosion dans le feu; et pour augmenter la quantité et la durée du feu de ce charbon, on le mêle avec des terres grasses, limoneuses ou argileuses des environs de la mine, et ensuite on en fait des pelotes qu'on appelle des *hochets*, qui peuvent se conserver

et s'accumuler sans s'effleurir, en sorte que chaque famille du peuple fait sa provision de hochets en été pour se chauffer en hiver.

Mais l'usage du charbon de terre, sans mélange ni addition de terre étrangère, est encore plus commun que celui de ces masses mélangées, et c'est aussi ce que nous devons considérer plus particulièrement. Avec du charbon de terre en gros morceaux et de bonne qualité, le feu dure trois ou quatre fois plus longtemps qu'avec du charbon de bois : si vingt livres de bois durent trois heures, vingt livres de charbon en dureront douze. En Languedoc, dit M. Venel, les feux de bûches et de rondins de bois sec, dans les foyers ordinaires, coûtent plus du double que les pareils feux de houille faits sur les grilles ordinaires. Cet habile chimiste recommande de ne pas négliger les braises qui se détachent du charbon de terre en brûlant ; car en les remettant au feu, leur durée et leur effet correspondent au moins au quart du feu de houille neuve, et de plus ces braises ont l'avantage de ne point donner de fumée : les cendres même du charbon de terre peuvent être utilement employées. M. Kurela, cité par M. Morand, dit qu'en pétrissant ces cendres seules avec de l'eau, on en peut faire des gâteaux qui brûlent aussi bien que les pelotes ou briquettes neuves, et qui donnent une chaleur d'une aussi grande durée.

On prendrait, au premier coup d'œil, la braise du charbon de terre pour de la braise de charbon de bois brûlé : mais il faut pour cela qu'il ait subi une combustion presque entière ; car s'il n'éprouve qu'une demi-combustion pour la préparation qui le réduit en *coak*, il ressemble alors au charbon de bois qui n'a brûlé de même qu'à demi. « Cette opération, dit très-bien M. Jars, est à peu près la même que celle pour convertir le bois en charbon. »

M. Jars donne, dans un autre mémoire, la manière dont on fait les *cinders* à Newcastle, dans des fourneaux construits pour cette opération, et dont il donne aussi la description. Enfin, dans un autre mémoire, le même académicien expose très-bien les différents procédés de la cuisson du charbon de terre dans le Lyonnais, et l'usage qu'on en fait pour les mines de cuivre à Saint-Bel.

M. Gabriel Jars, de l'Académie de Lyon, et frère de l'académicien que je viens de citer, a publié un très-bon *Mémoire sur la manière de préparer le charbon de terre pour le substituer au charbon de bois dans les travaux métallurgiques, mise en usage depuis l'année 1769 dans les mines de Saint-Bel*, dans lequel l'auteur dit, avec grande raison, que « le charbon de terre est, comme tous les autres bitumes, composé de parties huileuses et acides ; que dans ces acides on distingue un acide sulfuré, auquel il croit que l'on peut attribuer principalement les déchets que l'on éprouve lorsqu'on l'emploie dans la fonte des métaux. Le soufre et les acides dégagés par l'action du feu, dans la fusion, attaquent, rongent et détruisent les parties métalliques qu'ils rencontrent ; voilà les ennemis que l'on doit chercher à détruire : mais la difficulté de l'opération consiste à détruire ce principe rongeur, en conservant la plus grande quantité possible de parties huileuses, phlogistiques et inflammables, qui seules opèrent la fusion, et qui lui sont unies. C'est à quoi tend le procédé dont je vais donner la méthode ; on peut le nommer le *dessoufrage*. Après l'opération, le charbon minéral

n'est plus à l'œil qu'une matière sèche, spongieuse, d'un gris noir, qui a perdu de son poids et acquis du volume, qui s'allume plus difficilement que le charbon cru, mais qui a une chaleur plus vive et plus durable. »

M. Gabriel Jars donne ensuite une comparaison détaillée des effets et du produit du feu des coaks, et de celui du charbon de bois, pour la fonte des minerais de cuivre : il dit que les Anglais fondent la plupart des minerais de fer avec les coaks, dont ils obtiennent un fer coulé excellent, qui se moule très-bien ; mais que jamais ils ne sont parvenus à en faire un bon fer forgé.

Au reste, il y a des charbons qu'il serait peut-être plus avantageux de lessiver à l'eau que de cuire au feu, pour les réduire en coaks. M. de Grignon a proposé de se servir de cette méthode, et particulièrement pour le charbon d'Épinac : mais M. de Limare pense au contraire que le charbon d'Épinac n'étant que pyriteux ne doit pas être lessivé, et qu'il n'y a nul autre moyen de l'épurer que de le préparer en coak ; la lessive à l'eau ne pouvant servir que pour les charbons chargés d'alun, de vitriol, ou d'autres sels qu'elle peut dissoudre, mais non pas pour ceux où il ne se trouve que peu ou point de ces sels dissolubles à l'eau.

Le charbon de Montcenis, quoiqu'à peu de distance de celui d'Épinac, est d'une qualité différente ; il faut l'employer au moment qu'il est tiré, sans quoi il fermente bientôt et perd sa qualité ; il demande à être dessouffré par le moyen du feu, et l'on a nouvellement établi des fourneaux et des hangars pour cette opération.

Le charbon de Rive-de-Gier, dans le Lyonnais, est moins bitumineux, mais en même temps un peu pyriteux ; et, en général, il est plus compacte que celui de Montcenis : il est d'une grande activité ; son feu est âpre et durable ; il donne une flamme vive, rouge et abondante. Son poids est de cinquante-quatre livres le pied cube, lorsqu'il est dessouffré ; et dans cet état il pèse autant que le charbon brut de Saint-Chamond, qui, quoique assez voisin de celui de Rive-de-Gier, est d'une qualité très-différente ; car il est friable, léger et à peu près de la même nature que celui de Montcenis, à l'exception qu'il est un peu moins pyriteux. Il ne pèse cru que cinquante-quatre livres le pied cube, et ce poids se réduit à trente-six lorsqu'il est dessouffré.

De toutes les méthodes connues pour épurer le charbon, celle qui se pratique aux environs de Gand est l'une des meilleures : on se sert des charbons crus de Mons et de Valenciennes ; et le coak est si bien fait, dit M. de Limare, qu'on s'en sert sans inconvénient dans les blanchisseries de toile fine et de batiste : on l'épure dans des fourneaux entourés de briques, où l'on a ménagé des registres pour diriger l'air et le porter aux parties qui en ont besoin. Mais on assure que la méthode du sieur Ling, qui a mérité l'approbation du gouvernement, est encore plus avantageuse ; et je ne puis mieux terminer cet article qu'en rapportant le résultat des expériences qui ont été faites à Trianon, le 12 janvier 1779, avec du charbon du Bourbonnais dessouffré à Paris par cette méthode du sieur Ling, par lesquelles expériences il est incontestablement prouvé que le charbon préparé par ce procédé a une grande supériorité sur toutes les matières combustibles, et particulièrement

sur le charbon cru, soit pour le chauffage ordinaire, soit pour les arts de métallurgie, puisque ces expériences démontrent :

1° Que le charbon ainsi préparé, quoique diminué de masse par l'épurement, tient le feu bien plus longtemps qu'un volume égal de charbon cru ;

2° Qu'il a infiniment plus de chaleur, puisque dans un temps donné et égal, des masses de métal de même volume acquièrent plus de chaleur sans se brûler ;

3° Que ce charbon de terre préparé est bien plus commode pour les ouvriers, qui ne sont point incommodés des vapeurs sulfureuses et bitumineuses qui s'exhalent du charbon cru ;

4° Que ce charbon préparé est plus économique, soit pour le transport, puisqu'il est plus léger, soit dans tous les usages qu'on en peut faire, puisqu'il se consomme moins vite que le charbon cru ;

5° Que la propriété précieuse que le charbon préparé par cette méthode a d'adoucir le fer le plus aigre et de l'améliorer, doit lui mériter la préférence non-seulement sur le charbon cru, mais même sur le charbon de bois ;

6° Enfin que le charbon de terre épuré par cette méthode peut servir à tous les usages auxquels on emploie le charbon de bois, et avec un très-grand avantage, attendu que quatre livres de ce charbon épuré font autant de feu que douze livres de charbon de bois.

* Nous avons distingué deux sortes de charbons de terre : l'un, que l'on nomme *charbon sec*, qui produit en brûlant une flamme légère, et qui diminue de poids et de volume en se convertissant en braise ; et l'autre, que l'on appelle *charbon collant*, qui donne une chaleur plus forte, se gonfle et s'agglutine en brûlant. Nous croyons devoir ajouter à ce sujet des observations importantes qui nous ont été communiquées par M. Faujas de Saint-Fond (1). Ce savant naturaliste distingue comme nous le charbon sec du charbon collant ; mais il a remarqué de plus dans les différentes mines qu'il a examinées en France, en Angleterre et en Ecosse, que ces deux sortes de charbon de terre étaient attachées chacune à un sol d'une nature particulière, et que les charbons secs ne se trouvaient que dans les terrains calcaires, tandis qu'au contraire on ne rencontrait le charbon collant que dans les terrains granitiques et schisteux : et voici, d'après M. Faujas, quelle est la qualité de ces deux charbons, et de quelle manière chacune d'elles se présente.

Le charbon sec étant en masse continue, peut se tirer en gros morceaux : il est comme les autres charbons, disposé par lits alternatifs. Si l'on examine avec attention les lits supérieurs, on y reconnaît les caractères du bois, et on y trouve quelquefois des coquilles bien conservées, et dont la naere n'a été que peu altérée. Lorsqu'on est parvenu aux couches inférieures, la qualité du charbon devient meilleure son tissu est plus serré, sa substance plus homogène : il offre dans sa cassure de surfaces lisses et souvent brillantes comme celle du jayet ; et s'il n'en a pas le luisant, son grain est uni, serré, et n'est jamais lamelleux.

(1) Lettre de M. Faujas de Saint-Fond à M. le comte de Buffon, datée de Montclimart, 10 janvier 1786.

Ce charbon sec, lorsqu'il est de bonne qualité, répand en brûlant une flamme vive, légère, bleuâtre à son sommet, assez semblable à celle du bois ordinaire; et l'on observe qu'à mesure que ce charbon s'embrace, il se gerce et se fend en plusieurs sens : il perd au moins un tiers de son volume et de son poids en se convertissant en braise, et ses cendres sont blanches comme celles du bois.

M. Faujas m'a fait voir des charbons secs qui, après avoir été épurés, présentent évidemment les fibres ligneuses et même les couches concentriques du bois, qu'il était difficile d'y reconnaître avant que leur organisation eût été mise à découvert par l'épurement.

Lorsqu'on fait brûler ce charbon, son odeur est en général plus ou moins désagréable et forte, suivant les diverses qualités de ce minéral : quelquefois elle est très-faible; mais souvent elle est empyreumatique, ou fétide et nauséabonde, ou la même que celle du foie de soufre volatil. Au reste, M. Faujas observe que ces charbons secs, quoique moins bitumineux en apparence que les charbons collants, le sont réellement davantage, et qu'ils produisent par leur distillation un cinquième de plus de bitume, et un tiers de plus d'eau alcalisée.

Le charbon *collant*, qu'on appelle aussi *charbon gras*, diffère du charbon sec en ce qu'il se boursoufle en brûlant, tandis que le charbon sec fait retraite. Ce charbon collant augmente de volume au moins d'un tiers; il présente des pores ou cavités semblables à ceux d'une lave spongieuse, et que l'on reconnaît très-aisément lorsqu'il est éteint. C'est après avoir été ainsi dépouillé de son eau, de l'acide volatil et du bitume, qu'il porte le nom de *charbon épuré* en France, et de *coak* en Angleterre : il se réduit en une cendre grise; et soit qu'on l'emploie, dans les fourneaux, en gros morceaux ou en poussière, il s'agglutine et se colle fortement, de manière à ne former qu'une masse qu'on est obligé de soulever et de rompre, afin que l'air ne soit pas intercepté par cette masse embrasée, et que le feu ne perde pas son activité.

Ce charbon collant produit une flamme qui s'élève moins, mais qui est beaucoup plus vive et plus âpre que celle du charbon sec; il donne une chaleur plus forte et beaucoup plus durable; il en sort une fumée plus résineuse qu'alcalinescente, qui n'a point l'odeur fétide de la plupart des charbons secs, et même, lorsqu'elle est très-atténuée, elle répand une sorte d'odeur de succin. Ce charbon est composé de petites lames fort minces, très-luisantes et placées sans ordre; et si ces lames sont peu adhérentes, le charbon est très-friable : il est connu alors dans la Flandre sous le nom de *houille*, et sous celui de *menu poussier* dans les mines du Forez et du Lyonnais : mais d'autres fois ces lames, plus solides et plus adhérentes entre elles, donnent à ce charbon une continuité ferme, et qui permet de le détacher en gros morceaux. Ce charbon solide est celui qui est le plus recherché; ses lames sont assez souvent disposées en stries longitudinales, et d'un noir très-brillant : mais le luisant de ce charbon diffère de celui du charbon sec en ce que ce dernier, quoique très-luisant, a un grain serré et uni, dont le poli naturel est comme onctueux, tandis que les lames du charbon collant ont une apparence vitreuse et brillante.

M. Faujas a aussi observé qu'il se trouve quelquefois du charbon collant dans lequel la matière bitumineuse paraît affecter la forme cubique, et il dit que l'on rencontre, particulièrement dans les charbons des environs d'Édimbourg et de Glasgow, des morceaux qui ne paraissent être composés que d'une multitude de petits cubes bitumineux engagés les uns dans les autres, mais qui se détachent facilement.

L'on trouve aussi, dans ces charbons collants, tantôt des parcelles ligneuses bien caractérisées, tantôt des bois pyritisés, et surtout diverses empreintes de végétaux semblables à des roseaux et à d'autres plantes dont il serait assez difficile de déterminer exactement les espèces. Toutes ces empreintes sont en relief d'un côté et en creux de l'autre; la substance de la plante a disparu, soit qu'elle ait été détruite par la pourriture, ou qu'elle se soit convertie en charbon. M. Faujas remarque avec raison qu'il serait très-important de comparer ces sortes d'empreintes, et de voir s'il n'existerait pas quelque différence entre les empreintes des charbons des terrains calcaires et celles des charbons des sols granitiques.

A l'égard de la situation des mines de charbon sec au milieu des terrains calcaires, les seuls où on les trouve, suivant M. Faujas, cet habile minéralogiste remarque que quand une mine de charbon se trouve, par exemple, dans les parties calcaires des Alpes, au pied de quelque escarpement entièrement dépouillé de terre végétale, et où la terre est à nu, l'on aperçoit tout d'un coup l'interruption de la roche calcaire dans l'endroit où se rencontre le charbon, dont les premières couches gisent sous une espèce de monticule d'argile pure ou marneuse, ou mêlée de sable quartzéux; la seconde en tire de l'argile plus ou moins pure, du charbon, de la pierre calcaire ordinairement feuilletée, quelquefois des bois charbonnifiés qui conservent leurs caractères ligneux, et qui sont mêlés avec des coquilles: ces premières couches sont suivies d'autres lits d'argile, de pierres calcaires ou de charbons, dont l'épaisseur varie. L'inclinaison de ces couches est la même que celle de la base sur laquelle elles s'appuient, et il est important de remarquer que l'on trouve souvent à de grandes profondeurs la matière même du charbon adhérente à la pierre calcaire, et que, dans les points de contact, les molécules du charbon sont mêlées et confondues avec celles de la pierre, de manière qu'on doit rapporter à la même époque la formation de ces pierres calcaires et celle du charbon.

Mais au contraire les mines de charbon *collant*, qui sont situées dans les montagnes granitiques ou schisteuses, ont été déposées dans des espèces de bassins où les courants de la mer ont transporté les argiles, les sables, les micas, avec les matières végétales; quelquefois les flots ont entraîné des pierres de diverses espèces, et en ont formé ces amas de cailloux roulés qu'on trouve au-dessus et au-dessous des charbons collants; d'autres fois les bois et autres végétaux ont été accumulés sur les sables ou sur les argiles, où ils ont formé des couches parallèles lorsqu'ils ont été déposés sur un sol uni et horizontal, et n'ont formé que des pelotons ou des masses irrégulières, et des lits tortueux, interrompus et inclinés, lorsqu'ils ont été déposés sur une base inégale ou inclinée; et l'on doit observer que

jamais le charbon collant ne porte immédiatement sur le granite. M. Faujas a observé qu'il existe constamment une couche de grès, de sable quartzeux, ou de pierres vitreuses, roulées et arrondies par le frottement entre les granites et les couches de charbon; et si ces mêmes couches renferment des lits intermédiaires d'argile en masse ou d'argile feuilletée, ces argiles sont également séparées du granite par les sables, les grès, les pierres roulées, ou par d'autres matières provenant de la décomposition des roches vitreuses : telles sont les différences que l'on peut remarquer, suivant M. Faujas, entre les charbons secs et les charbons collants, tant pour leur nature que pour leur gisement dans les terrains calcaires et dans les terrains granitiques et schisteux. Ce naturaliste présume avec raison que la nature des charbons secs, toujours situés dans les terrains calcaires, tient en grande partie à leur formation contemporaine de celle des substances coquilleuses : la matière de ces charbons s'est mêlée avec la substance animale des coquillages dont les dépouilles ont formé les bancs de pierres calcaires; et les bois qui ont été convertis en charbon sec, placés au milieu de ces amas de matières alcalines, se sont imprégnés de l'alcali volatil qui s'en est dégagé; ce qui nous explique pourquoi ce charbon rend par la distillation une quantité d'alcali qui excède du double et du triple celle qu'on obtient des *charbons collants*.

L'on doit ajouter aux causes de ces différences entre les charbons collants et les charbons secs l'influence de la terre végétale, qui se trouve en très-petite quantité dans le charbon sec, et entre au contraire pour beaucoup dans la formation du charbon collant; et comme cette terre limoneuse est mêlée en plus grande quantité de matières vitreuses que de substances calcaires, il pourrait se faire, ainsi que l'a observé M. Faujas, que les charbons collants ne se trouvassent jamais que dans les terrains granitiques et schisteux : et c'est par cette raison que cette terre limoneuse, qui se boursoufle et augmente de volume lorsqu'on l'expose à l'action du feu, donne aux charbons collants la même propriété de se gonfler, de s'agglutiner et de se coller les uns contre les autres lorsqu'on les expose à l'action du feu.

Plus on multipliera les observations sur les charbons de terre, et plus on reconnaîtra entre leurs couches, et surtout dans les lits supérieurs, des empreintes de diverses sortes de plantes. « J'ai vu, m'écrit M. de Morveau, dans toutes les mines de charbon de Rive-de-Gier, de Saint-Chamond et de Saint-Berain, des empreintes de plantes, des prêles, des caille-laits, des joncs, dont l'écorce est très-reconnaisable, et qui ont jusqu'à un pouce de diamètre, un fruit qui joue la pomme de pin, des fougères surtout en quantité. J'ai observé dans les contre-parties de ces fougères que, d'un côté, les tiges et les côtes entières étaient en relief et les feuilles en creux, et, de l'autre côté, les côtes et les tiges en creux et les feuilles en relief : quand les schistes où sont ces empreintes sont très-micacés, comme dans un morceau que j'ai trouvé à Saint-Berain, on y distingue parfaitement la substance même de la plante et des feuilles, qui y forme une pellicule noire que l'on peut détacher, quoique très-mince. J'ai vu dans le cabinet de M. Le Camus, à Lyon, dans un de ces schistes de Saint-Chamond, un fruit rond de près d'un pouce d'é-

paisseur, dont la coupe présente trois couches concentriques ; il croit que c'est une espèce de noix vomique (1). » Toutes ces empreintes végétales achèvent de démontrer la véritable origine des charbons de terre, qui ne sont que des dépôts des bois et autres végétaux dont l'huile s'est, avec le temps, convertie en bitume par son mélange avec les acides de la terre. Mais lorsque ces végétaux conservent plus ou moins les caractères extérieurs de leur première nature, lorsqu'ils offrent encore presque en entier leur contexture et leur configuration, et que les huiles et autres principes inflammables qu'ils renferment n'ont pas été entièrement changés en bitume, ce ne sont alors que des bois ou végétaux fossiles qui n'ont pas encore toutes les qualités des charbons de terre, et qui, par leur état intermédiaire entre ces charbons et le bois ordinaire, sont une nouvelle preuve de l'origine de ces mêmes charbons, qu'on ne peut rapporter qu'aux végétaux. On rencontre particulièrement de ces amas ou couches de bois fossile à Hohen et Stockhausen, dans le pays de Nassau ; à Statfeld, près de Heiligenbron, dans le pays de Dillembourg en Allemagne, dans la Vétéravie, etc. Il y en a aussi en France, et on a découvert une de ces forêts souterraines entre Bourg-en-Bresse et Lons-le-Saulnier. Mais ce n'est pas seulement dans quelques contrées particulières qu'on rencontre ces bois fossiles ; on en trouve dans la plupart des terrains qui renferment des charbons de terre, et en une infinité d'autres endroits. Ces bois fossiles ont beaucoup de rapports avec les charbons de terre par leur couleur, par leur disposition en couches, par les terres qui en séparent les différents lits, par les sels qu'on en retire, etc. ; mais ils en diffèrent par des caractères essentiels : le peu de bitume qu'ils contiennent est moins gras que celui des charbons ; leur substance végétale et les matières terreuses qu'ils renferment n'ont presque point été altérées par cette petite quantité de bitume ; et enfin ces bois fossiles se rencontrent communément plus près de la surface du terrain que les charbons de terre, dont la première organisation a été souvent plus détruite, et dont les huiles ont toutes été converties en bitume.

Les banes de schiste, d'argile, ou de grès, qui renferment et recouvrent les mines de charbon de terre, sont souvent recouverts eux-mêmes, dans les environs des anciens volcans, par des couches de laves qui ne sont quelquefois séparées des charbons que par une petite épaisseur de terre. M. Faujas a fait cette observation auprès du Puy en Velay, auprès de Gensac en Vivarais, à Massarse dans le Nivernais, dans plusieurs endroits de l'Écosse, et particulièrement dans les mines de Glasgow, et dans celles qui appartiennent au lord Duudonal. Ces laves ne peuvent avoir coulé sur ces couches de charbon qu'après la formation de ces charbons et leur recouvrement par la terre, qui, leur servant de toit, les a préservés de l'inflammation qu'aurait produite le contact de la lave en fusion.

Nous avons présenté l'énumération de toutes les couches de charbon de terre de la montagne de Saint-Gilles au pays de Liège, avec les résultats que nous a fournis la comparaison de ces couches ; nous donnons aussi, dans la note ci-dessous, l'état

(1) Extrait d'une lettre de M. de Morveau à M. le comte de Buffon, en date du 20 novembre 1779.

des couches de terre et de charbon du puits de Caughley-lane, situé à une lieue de la Saverne en Angleterre (1). En comparant également les couches de cette mine de Caughley-lane, nous trouverons, ainsi que nous l'avions déjà conclu de la position et de la nature des couches du pays de Liège, que l'épaisseur des couches de charbon n'est pas relative à la profondeur où elles gisent, et nous verrons aussi que l'épaisseur plus ou moins grande des matières étrangères interposées entre les couches de charbon, n'influe pas sur l'épaisseur de ces couches.

Et à l'égard de la bonne ou mauvaise qualité des charbons, on remarquera, dans ces deux grands exemples, que celui qui est situé le plus profondément n'est pas le meilleur de tous; ce qui prouve qu'un séjour plus ou moins long dans le sein de la terre, ne peut influencer sur la nature du charbon qu'autant qu'il donne aux acides plus de temps pour convertir en bitume les huiles des végétaux enfouis; et tous les autres résultats que nous avons tirés de la nature et de la position des couches de la montagne de Saint-Gilles, se trouvent confirmés par la comparaison des couches de Caughley-lane. (*Add. Buff.*)

(1) ÉPAISSEUR DES COUCHES DE TERRE DU PUIT DE CAUGHLEY-LANE, SITUÉ A UNE LIEUE DE LA SAVERNE.

	Verges. Pouces.	
Sable ordinaire.	4	18
Gravier ou sable plus gros.	2	24
Argile rouge.	0	27
Pierre calcaire.	4	0
Marne bleue et rouge.	3	18
Argile dure, bleuâtre, qui se durcit à la superficie.	0	18
Argile d'un bleu pâle ou gris-de-fer.	4	9
Argile grise.	5	18
Charbon sulfureux de mauvaise odeur.	0	18
Argile d'un gris brun.	3	24
Rocher avec bitume brun mêlé de veines blanches.	6	0
Argile rouge fort dure.	6	0
Rocher noir et gris.	5	18
Argile noire, rouge et bleue mêlée.	7	0
Rocher gris avec pierres de mines de fer dans les interstices.	13	0
Mauvais charbon.	0	18
Argile blanchâtre unie qui couvre le meilleur charbon.	4	12
Le meilleur charbon (<i>best coal</i>).	2	0
Rocher qui fait le mur de la veine de charbon.	0	9
Charbon dont on fait le coak pour fondre la mine de fer.	0	27
Argile blanche, couverte par le charbon.	2	0
Banc de glaise brune et noire où se trouve la mine de fer.	2	0
Pierre dure sous mine de fer.	0	18
Couche d'argile qui couvre la mine.	0	27
Charbon dur, luisant, mêlé de <i>silex</i> qui fait feu avec l'acier.	1	0
TOTAL.	70	23

DU BITUME.

Quoique les bitumes se présentent sous différentes formes, ou plutôt dans des états différents, tant par leur consistance que par les couleurs, ils n'ont cependant qu'une seule et même origine primitive, mais ensuite modifiée par des causes secondaires : le naphte, le pétrole, l'asphalte, la poix de montagne, le succin, l'ambre gris, le jayet, le charbon de terre, tous les bitumes, en un mot, proviennent originairement des huiles animales ou végétales altérées par le mélange des acides : mais quoique le soufre provienne aussi des substances organisées, on ne doit pas le mettre au nombre des bitumes, parce qu'il ne contient point d'huile, et qu'il n'est composé que du feu fixe de ces mêmes substances combiné avec l'acide vitriolique.

Les matières bitumineuses sont ou solides comme le succin et le jayet, ou liquides comme le pétrole et le naphte, ou visqueuses, c'est-à-dire d'une consistance moyenne entre le solide et le liquide, comme l'asphalte et la poix de montagne : les autres substances plus dures, telles que les schistes bitumineux, les charbons de terre, ne sont que des terres végétales ou limoneuses plus ou moins imprégnées de bitume.

Le naphte est le bitume liquide le plus coulant, le plus léger, le plus transparent et le plus inflammable. Le pétrole, quoique liquide et coulant, est ordinairement coloré et moins limpide que le naphte. Ces deux bitumes ne se durcissent ni ne se coagulent à l'air ; ce sont les huiles les plus ténues et les plus volatiles du bitume. L'asphalte, que l'on recueille sur l'eau ou dans le sein de la terre, est gras et visqueux dans ce premier état ; mais bientôt il prend à l'air un certain degré de consistance et de solidité. Il en est de même de la poix de montagne, qui ne diffère de l'asphalte qu'en ce qu'elle est plus noire et moins tenace.

Le succin, qu'on appelle aussi *karabé*, et plus communément *ambre jaune*, a d'abord été liquide, et a pris sa consistance à l'air et même à la surface des eaux et dans le sein de la terre : le plus beau succin est transparent et de couleur d'or ; mais il y en a de plus ou moins opaque, et de toutes les nuances de couleur du blanc au jaune et jusqu'au brun noirâtre : il renferme souvent de petits débris de végétaux et des insectes terrestres, dont la forme est parfaitement conservée (1) ; il est électrique comme la résine végétale, et par l'analyse chimique on reconnaît qu'il ne contient d'autres matières solides qu'une petite quantité de fer, et qu'il est presque

(1) M. Keyser dit qu'on ne voit dans le succin que des empreintes de végétaux et d'animaux terrestres, et jamais de poissons..... Cependant d'autres auteurs assurent qu'il s'y trouve quelquefois des poissons et des œufs de poissons. On m'a présenté, cette année 1778, un morceau d'environ deux pouces de diamètre, dans l'intérieur duquel il y avait un petit poisson d'environ un pouce de longueur ; mais comme la tranche de ce morceau de succin était un peu entamée, il m'a paru que c'était de l'ambre ramolli, dans lequel on a eu l'art de renfermer le petit poisson sans le déformer.

uniquement composé d'huile et d'acide (1). Et comme on sait d'ailleurs qu'aucune substance purement minérale ne contient d'huile, on ne peut guère douter que le succin ne soit un pur résidu des huiles animales ou végétales saisies et pénétrées par les acides; et c'est peut-être à la petite quantité de fer contenue dans ces huiles, qu'il doit sa consistance et ses couleurs plus ou moins jaunes ou brunes.

Le succin se trouve plus fréquemment dans la mer que dans le sein de la terre (2), où il n'y en a que dans quelques endroits, et presque toujours en petits morceaux isolés. Parmi ceux que la mer rejette, il y en a de différents degrés de consistance, et même il s'en trouve des morceaux assez mous; mais aucun observateur ne dit en avoir vu dans l'état d'entière liquidité, et celui que l'on tire de la terre a toujours un assez grand degré de fermeté.

L'on ne connaît guère d'autre manière de succin que celle de Prusse, dont M. Neumann a donné une courte description par laquelle il paraît que cette matière se trouve à une assez petite profondeur dans une terre dont la première couche est de sable, la seconde d'argile mêlée de petits cailloux de la grosseur d'un pouce, la troisième de terre noire remplie de bois fossiles à demi-décomposés et bitumineux, et enfin la quatrième d'un minéral ferrugineux; c'est sous cette espèce de mine de fer que se trouve le succin par morceaux séparés et quelquefois accumulés en tas.

On voit que les huiles de la couche de bois ont dû être imprégnées de l'acide contenu dans l'argile de la couche supérieure, et qui en descendait par la filtration des eaux; que ce mélange de l'acide avec l'huile du bois a rendu bitumineuse cette couche végétale; qu'ensuite les parties les plus ténues et les plus pures de ce bitume sont descendues de même sur la couche du minerai ferrugineux, et qu'en la traversant, elles se sont chargées de quelques particules de fer, et qu'enfin c'est du résultat de cette dernière combinaison que s'est formé le succin qui se trouve au-dessous de la mine de fer.

Le jayet diffère du succin en ce qu'il est opaque et ordinairement très-noir: mais il est de même nature, quoique ce dernier ait quelquefois la transparence et le beau jaune de la topaze; car, malgré cette différence si frappante, les propriétés de l'un et de l'autre sont les mêmes; tous deux sont électriques; ce qui a fait donner au jayet le nom *d'ambre noir*, comme on a donné au succin celui *d'ambre jaune*: tous deux brûlent de même; seulement l'odeur que rend alors le jayet est encore plus

(1) De deux livres de succin entièrement brûlé, M. Bourdelin n'a obtenu que dix-huit grains d'une terre brune sans saveur, salme, et contenant un peu de fer.

(2) On trouve du jayet et de l'ambre jaune dans une montagne près de Bugarach en Languedoc, à douze ou treize lieues de la mer, et cette montagne en est séparée par plusieurs autres montagnes. On trouve aussi du succin dans les fentes de quelques rochers en Provence. Il s'en trouve en Sicile le long des côtes d'Agrigente, de Catane; à Bologne, vers la Marcho d'Ancone; et dans l'Ombrie, à d'assez grandes distances de la mer. Il en est de même de celui que M. le marquis de Bonnac a vu tirer dans un endroit du territoire de Dantzick, séparé de la mer par de grandes hauteurs. M. Guettard, de l'Académie des Sciences, conserve dans son cabinet un morceau de succin qui a été trouvé dans le sein de la terre en Pologne, à plus de cent lieues de distance de la mer Baltique, et un autre morceau trouvé à Neubourg, à vingt lieues de distance de Dantzick: il y en a dans des lieux encore plus éloignés de la mer, en Podolie, en Volhynie: le lac Lubien de Posnanie en rejette souvent, etc.

forte, et sa fumée plus épaisse que celle du succin. Quoique solide et assez dur, le jayet est fort léger, et on a souvent pris pour du jayet certains bois fossiles noirs, dont la cassure est lisse et luisante, et qui paraissent en effet ne différer du vrai jayet que parce qu'ils ne répandent aucune odeur bitumineuse en brûlant.

On trouve quelques minières de jayet en France; on en connaît une dans la province de Roussillon, près de Bugarach. M. de Gensanne fait mention d'une autre dans le Gévaudan, sur le penchant de la montagne près de Vebron et d'une autre près de Rouffiac, diocèse de Narbonne, où l'on faisait dans ces derniers temps de jolis ouvrages de cette matière. On a trouvé dans la glaise, en creusant la montagne de Saint-Germain-en-Laye, un morceau de bois fossile, dont M. Fougeroux de Bondaroy a fait une exacte comparaison avec le jayet. « On sait, dit ce savant académicien, que la couleur du jayet est noire, mais que la superficie de ses lames n'a point ce luisant qu'offre l'intérieur du morceau dans sa cassure; c'est aussi ce qu'il est aisé de reconnaître dans le morceau de bois de Saint-Germain. Dans l'intérieur d'une fente ou d'un morceau rompu, on voit une couleur d'un noir d'ivoire bien plus brillant que sur la surface du morceau. La dureté du jayet et du morceau de bois est à peu près la même; étant polis ils offrent la même nuance de couleur; tous deux brûlent et donnent de la flamme sur les charbons: le jayet répand une odeur bitumineuse ou de pétrole; certains morceaux du bois en question donnent une pareille odeur, surtout lorsqu'ils ne contiennent point de pyrites. Ce morceau de bois est donc changé en jayet, et il sert à confirmer le sentiment de ceux qui croient le jayet produit par des végétaux. »

On trouve du très-beau jayet en Angleterre dans le comté d'York et en plusieurs endroits de l'Écosse; il y en a aussi en Allemagne, et surtout à Wirtemberg. M. Bowles en a trouvé en Espagne près de *Peralegos*, « dans une montagne où il y a, dit-il, des veines de bois bitumineux qui ont jusqu'à un pied d'épaisseur..... On voit très-bien que c'est du bois, parce que l'on en trouve des morceaux avec leur écorce et leurs fibres ligneuses, mêlés avec le véritable jayet dur. »

Il me semble que ces faits suffisent pour qu'on puisse prononcer que le succin et le jayet tirent immédiatement leur origine des végétaux, et qu'ils ne sont composés que d'huiles végétales devenues bitumineuses par le mélange des acides; que ces bitumes ont d'abord été liquides, et qu'ils se sont durcis par leur simple dessèchement, lorsqu'ils ont perdu les parties aqueuses de l'huile et des acides dont ils sont composés. Le bitume qu'on appelle *asphalte* nous en fournit une nouvelle preuve; il est d'abord fluide, ensuite mou et visqueux, et enfin il devient dur par la seule dessiccation.

L'asphalte des Grecs est le même que le bitume des Latins; on l'a nommé particulièrement *bitume de Judée*, parce que les eaux de la mer Morte et les terrains qui l'environnent en fournissent une grande quantité. Il a beaucoup de propriétés communes avec le succin et le jayet; il est de la même nature, et il paraît, ainsi que la poix de montagne, le pétrole et le naphte, ne devoir sa liquidité qu'à une distillation des charbons de terre et des bois bitumineux qui, se trouvant voisins de

quelque feu souterrain, laissent échapper les parties huileuses les plus légères, de la même manière à peu près que ces substances bitumineuses donnent leurs huiles dans nos vaisseaux de chimie. Le naphte, le pétrole et le succin, paraissent être les huiles les plus pures que fournisse cette espèce de distillation; et le jayet, la poix de montagne et l'asphalte, sont les huiles plus grossières. L'histoire sainte nous apprend que la mer Morte, ou le lac Asphaltique de Judée, était autrefois le territoire de deux villes criminelles qui furent englouties; on peut donc croire qu'il y a eu des feux souterrains qui, agissant avec violence dans ce lieu, ont été les instruments de cet effet; et ces feux ne sont pas encore entièrement éteints, ils opèrent donc la distillation de toutes les matières végétales et bitumineuses qui les avoisinent, et produisent cet asphalte liquide que l'on voit s'élever continuellement à la surface du lac maudit, dont néanmoins les Arabes et les Égyptiens ont su tirer beaucoup d'utilité, tant pour goudronner leurs bateaux que pour embaumer leurs parents et leurs oiseaux sacrés; ils recueillent sur la surface de l'eau cette huile liquide, qui, par sa légèreté, la surmonte comme nos huiles végétales.

L'asphalte se trouve non-seulement en Judée et en plusieurs autres provinces du Levant, mais encore en Europe, et même en France. J'ai eu occasion d'examiner et même d'employer l'asphalte de Neuchâtel; il est de la même nature que celui de Judée: en le mêlant avec une petite quantité de poix, on en compose un mastic avec lequel j'ai fait enduire, il y a trente-six ans, un assez grand bassin au jardin du Roi, qui depuis a toujours tenu l'eau. On a aussi trouvé de l'asphalte en Alsace, en Languedoc, sur le territoire d'Alais et dans quelques autres endroits. La description que nous a donnée M. l'abbé de Sauvages, de cet asphalte d'Alais, ajoute encore une preuve à ce que j'ai dit de sa formation par une distillation *per ascensum*. « On voit, dit-il, régner auprès de Servas, à quelque distance d'Alais, sur une colline d'une très-grande étendue, un banc de rocher de marbre qui pose sur la terre et qui en est couvert: il est naturellement blanc; mais cette couleur est si fort altérée par l'asphalte qui le pénètre, qu'il est vers sa surface supérieure d'un brun clair, et ensuite très-foncé à mesure que le bitume approche du bas du rocher: le terrain du dessous n'est point pénétré de bitume, à la réserve des endroits où la tranche du banc est exposée au soleil; il en découle en été du bitume qui a la couleur et la consistance de la poix noire végétale; il en surnage sur une fontaine voisine, dont les eaux ont en conséquence un goût désagréable.....

» Dans le fond de quelques ravines et au-dessous du rocher d'asphalte, je vis un terrain mêlé alternativement de lits de sable et de lits de charbon de pierre, tous parallèles à l'horizon. » On voit par cet exposé que l'asphalte ne se trouve pas au-dessous, mais au-dessus des couches ou veines bitumineuses de bois et de charbon fossiles, et que par conséquent il n'a pu s'élever au-dessus que par une distillation produite par la chaleur d'un feu souterrain.

Tous les bitumes liquides, c'est-à-dire l'asphalte, la poix de montagne, le pétrole et le naphte, coulent souvent avec l'eau des sources qui se trouvent voisines des couches de bois et de charbons fossiles. A Bègrède, près d'Anson en Languedoc, il y

a une fontaine qui jette du bitume que l'on recueille à fleur d'eau. On en recueille de même à Gabian, diocèse de Béziers, et cette fontaine de Gabian est fameuse par la quantité de pétrole qu'elle produit : néanmoins il paraît par un mémoire de M. Rivière, publié en 1717, et par un autre mémoire sans nom d'auteur, imprimé à Béziers en 1752, que cette source bitumineuse a été autrefois beaucoup plus abondante qu'elle ne l'est aujourd'hui ; car il est dit qu'elle a donné avant 1717, pendant plus de quatre-vingts ans, trente-six quintaux de pétrole par an, tandis qu'en 1752 elle n'en donnait plus que trois ou quatre quintaux. Ce pétrole est d'un rouge brun foncé ; son odeur est forte et désagréable, il s'enflamme très-aisément, et même la vapeur qui s'en élève, lorsqu'on le chauffe, prend feu si l'on approche une chandelle ou toute autre lumière à trois pieds de hauteur au-dessus : l'eau n'éteint pas ce pétrole allumé ; et lors même que l'on plonge dans l'eau des mèches bien imbibées de cette huile inflammable, elles continuent de brûler quoiqu'au-dessous de l'eau. Elle ne s'épaissit ni ne se fige par la gelée, comme le font la plupart des huiles végétales ; et c'est par cette épreuve qu'on reconnaît si le pétrole est pur, ou s'il est mélangé avec quelqu'une de ces huiles. A Gabian, le pétrole ne sort de la source qu'avec beaucoup d'eau qu'il surnage toujours ; car il est beaucoup plus léger, et l'est même plus que l'huile d'olive. « Une seule goutte de ce bitume, dit M. Rivière, versée sur une eau dormante, a occupé dans peu de temps un espace d'une toise de diamètre tout émailé des plus vives couleurs ; et, en s'étendant davantage, il blanchit et enfin disparaît. Au reste, ajoute-t-il, cette huile de pétrole naturelle est la même que celle qui vient du succin dans la cornue, vers le milieu de la distillation. »

Cependant ce pétrole de Gabian n'est pas, comme le prétend l'auteur du mémoire imprimé à Béziers en 1752, le vrai naphthe de Babylone. A la vérité, beaucoup de gens prennent le naphthe et le pétrole pour une seule et même chose ; mais le naphthe des Grecs, qui ne porte ce nom que parce que c'est la matière inflammable par excellence, est plus pur que l'huile de Gabian ou que toute autre huile terrestre que les Latins ont appelée *petroleum*, comme huile sortant des rochers avec l'eau qu'elle surnage. Le vrai naphthe est beaucoup plus limpide et plus coulant ; il a moins de couleur, et prend feu plus subitement à une distance assez grande de la flamme ; si l'on en frotte du bois ou d'autres corps combustibles, ils continueront de brûler quoique plongés dans l'eau. Au reste, le terrain dans lequel se trouve le pétrole de Gabian est environné et peut être rempli de matières bitumineuses et de charbons de terre.

A une demi-lieue de distance de Clermont en Auvergne, il y a une source bitumineuse assez abondante et qui tarit par intervalles. « L'eau de cette source dit M. Le Monnier, a une amertume insupportable ; la surface de l'eau est couverte d'une couche mince de bitume qu'on prendrait pour de l'huile, et qui venant à s'épaissir par la chaleur de l'air, ressemble en quelque façon à du poix... En examinant la nature des terres qui environnent cette fontaine, et en parcourant une petite butte qui n'en est pas fort éloignée, j'ai aperçu du bitun

noir qui découlait d'entre les fentes des rochers : il se sèche à mesure qu'il reste à l'air; et j'en ai ramassé environ une demi-livre; il est sec, dur et cassant, et s'enflamme aisément; il exhale une fumée noire fort épaisse, et l'odeur qu'il répand ressemble à celle de l'asphalte. Je suis persuadé que par la distillation on en retirerait du pétrole. » Ce bitume liquide de Clermont est, comme l'on voit, moins pur que celui de Gabian; et depuis le naphte, que je regarde comme le bitume le mieux distillé par la nature, au pétrole, à l'asphalte, à la poix de montagne, au succin, au jayet et au charbon de terre, on trouve toutes les nuances et tous les degrés d'une plus ou moins grande pureté dans ces matières, qui sont toutes de même nature.

« En Auvergne, dit M. Gueltard, les monticules qui contiennent plus de bitume sont ceux du Puy de Pége (Poix) et du Puy de Cronelles : celui de Pége se divise en deux têtes, dont la plus haute peut avoir douze ou quinze pieds; le bitume y coule en deux ou trois endroits... A côté de ce monticule se trouve une petite élévation d'environ trois pieds de hauteur sur quinze de diamètre; selon M. Ozy, cette élévation n'est que de bitume qui se dessèche à mesure qu'il sort de la terre : la source est au milieu de cette élévation. Si l'on creuse en différents endroits autour et dessus cette masse de bitume, on ne trouve aucune apparence de rocher. Le Puy de Cronelles, peu éloigné du précédent, peut avoir trente ou quarante pieds de hauteur : le bitume y est solide; on en voit des morceaux durs entre les crevasses des pierres. Il en est de même de la partie la plus élevée du Puy de Pége. »

En Italie, dans les duchés de Modène, Parme et Plaisance, le pétrole est commun; le village de Miono, situé à douze milles de Parme, est un des lieux d'où on le tire dans certains puits construits de manière que cette huile vienne se rassembler dans le fond.

Les sources de naphte et de pétrole sont encore plus communes dans le Levant qu'en Italie; quelques voyageurs assurent qu'on brûle plus d'huile de naphte que de chandelle à Bagdad. « Sur la route de Schiras à Bender-Congo, à quelques milles de Bennaron vers l'orient, on voit, dit Gemelli Carreri, la montagne de Darap toute de pierre noire, d'où distille le fameux baume-momie, qui, s'épaississant à l'air, prend aussi une couleur noirâtre. Quoiqu'il y ait beaucoup d'autres baumes en Perse, celui-ci a la plus grande réputation; la montagne est gardée par ordre du roi; tous les ans les visirs de Geaxoux, de Schiras et de Lar, vont ensemble ramasser la momie qui coule et tombe dans une conque où elle se coagule; ils l'envoient au roi sous leur cachet pour éviter toute tromperie, parce que ce baume est éprouvé et très-estimé en Arabie et en Europe, et qu'on n'en tire pas plus de quarante onces par chaque année. » Je ne cite ce passage tout au long que pour rapporter à un bitume ce prétendu baume des momies. Nous avons au Cabinet du Roi les deux boîtes d'or remplies de ce baume-momie ou *mumia*, que l'ambassadeur de Perse apporta et présenta à Louis XIV (1); ce baume n'est que du bitume, et le

(1) Sa majesté Louis XIV fit demander à l'ambassadeur du roi de Perse, 1° le nom de cette drogue; 2° à quoi elle est propre; 3° si elle guérit les maladies tant internes qu'externes; 4° si c'est une drogue simple ou composée.

présent n'avait de mérite que dans l'esprit de ceux qui l'ont offert. Chardin parle de ce baume-momie (1), et il le reconnaît pour un bitume. Il dit qu'outre les momies au corps desséché qu'on trouve en Perse, dans la province de Corassan, il y a une autre sorte de momie ou bitume précieux qui distille des rochers, et qu'il y a deux mines ou deux sources de ce bitume : l'une dans la Caramanie-Déserte, au pays de Lar, et que c'est le meilleur pour les fractures, blessures, etc. ; l'autre dans le pays de Corassan. Il ajoute que ces mines sont gardées et fermées ; qu'on ne l'ouvre qu'une fois l'an en présence d'officiers de la province, et que la plus grande partie de ce bitume précieux est envoyée au trésor du roi. Il me paraît plus qu vraisemblable que ces propriétés spécifiques attribuées par les Persans à leur baume-momie sont communes à tous les bitumes de même consistance, et particulièrement à celui que nous appelons *poix de montagne* ; et, comme on vient de le voir, n'est pas seulement en Perse que l'on trouve des bitumes de cette sorte, mais dans plusieurs endroits de l'Europe, et même en France, et peut-être dans tous les pays du monde, de la même manière que l'asphalte ou bitume de Judée s'est trouvé non-seulement sur la mer Morte, mais sur d'autres lacs et dans d'autres terres très-éloignées de la Judée. On voit en quelques endroits de la mer de Marmara, particulièrement près d'Héraclée, une matière bitumineuse qui flotte sur l'eau en forme de filets, que les navigateurs grecs ramassent avec soin, et que bien des gens prennent pour une sorte de pétrole : cependant elle n'en a ni l'odeur, ni le goût, ni la consistance ; ses filets sont fermes et solides, et approchent plus de l'odeur et de la consistance du bitume de Judée,

Dans la Thébaïde, du côté de l'est, on trouve une montagne appelée *Gebel-el-Mouï* ou montagne de l'huile, à cause qu'elle fournit beaucoup d'huile de pétrole. Olearius et Tavernier font mention du pétrole qui se trouve aux environs de la mer Caspienne. Ce dernier voyageur dit : « qu'au couchant de cette mer, un peu au dessus de Chamack, il y a une roche qui s'avance sur le rivage, de laquelle distille une huile claire comme de l'eau, jusque là que des gens s'y sont trompés, et ont cru d'en pouvoir boire ; elle s'épaissit peu à peu, et au bout de neuf ou dix jours elle devient grasse comme de l'huile d'olive, gardant toujours sa blancheur... Il y a trois ou quatre grandes roches fort hautes, assez près de là, qui distillent aussi la même liqueur ; mais elle est plus épaisse, et tire sur le noir. On transporte cette dernière huile dans plusieurs provinces de la Perse, où le menu peuple ne bricole autre chose. » Léon l'Africain parle de la poix qui se trouve dans quelques rochers du mont Atlas, et des sources qui sont infectées de ce bitume ; il donne même la manière dont les Maures recueillent cette poix de montagne, qu'ils rendent liqui-

L'ambassadeur répondit : 1° que cette drogue se nomme en persan *mumia* ; 2° qu'elle est spécifique pour les fractures des os, et généralement pour toutes les blessures ; 3° qu'elle est employée pour les maladies internes et externes, et fait sortir le fer qui pourrait être resté dans les blessures ; 4° que cette drogue est simple et naturelle ; qu'elle distille d'un rocher dans la province de Dezar, qui est une des plus méridionales de la Perse ; qu'on peut s'en servir en l'appliquant sur les blessures, ou en la faisant fondre dans le beurre ou dans l'huile. Cette notice était jointe aux deux boîtes qui renferment cette drogue.

(1) Le nom de *momie* ou *momia* en persan vient de *moum*, qui signifie *cire, gomme, onguent*.

par le moyen du feu. On trouve à Madagascar cette même matière que Flacour appelle *de la poix de terre* ou *bitume judaïque*. Enfin, jusqu'au Japon, les bitumes sont non-seulement connus, mais très-communs; et Kæmpfer assure qu'en quelques endroits de ces îles l'on ne se sert que d'huile bitumineuse, au lieu de chandelle.

En Amérique, ces mêmes substances bitumineuses ne sont pas rares. Dampier a vu de la poix de montagne en blocs, de quatre livres pesant, sur la côte de Carthagène : la mer jette ce bitume sur les grèves sablonneuses de cette côte, où il demeure à sec; il dit que cette poix fond au soleil, et est plus noire, plus aigre au toucher, et plus forte d'odeur que la poix végétale. Garcilasso, qui a écrit l'histoire du Pérou, et qui y était né, rapporte qu'anciennement les Péruviens se servaient de bitume pour embaumer leurs morts. Ainsi le bitume et ses usages ont été connus de tous les temps, et presque de tous les peuples policés.

Je n'ai rassemblé tous ces exemples que pour faire voir que, quoique les bitumes se trouvent sous différentes formes dans plusieurs contrées, néanmoins les bitumes purs sont infiniment plus rares que les matières dont ils tirent leur origine; ce n'est que par une opération de la nature qu'ils peuvent s'en séparer et prendre de la liquidité : les charbons de terre, les schistes bitumineux, doivent être regardés comme les grandes masses de matières que les feux souterrains mettent en distillation pour former les bitumes liquides qui nagent sur les eaux ou coulent des rochers. Comme le bitume, par sa nature onctueuse, s'attache à toute matière, et souvent la pénètre, il faut la circonstance particulière du voisinage d'un feu souterrain, pour qu'il se manifeste dans toute sa pureté; car il me semble que la nature n'a pas d'autre moyen pour cet effet. Aucun bitume ne se dissout ni ne se délaye dans l'eau : ainsi ces eaux qui sourdent avec du bitume, n'ont pu enlever par leur action propre ces particules bitumineuses; et dès lors n'est-il pas nécessaire d'attribuer à l'action du feu l'origine de ce bitume coulant, et même à l'action du vrai feu, et non pas de la température ordinaire de l'intérieur de la terre? car il faut une assez grande chaleur pour que les bitumes se fondent, et il en faut encore une plus grande pour qu'ils se résolvent en naphte et en pétrole; et tant qu'ils n'éprouvent que la température ordinaire, ils restent durcis soit à l'air, soit dans la terre. Ainsi tous les bitumes coulant doivent leur liquidité à des feux souterrains, et ils ne se trouvent que dans les lieux où les couches de terre bitumineuse et les veines de charbon sont voisines de ces feux, qui non-seulement en liquéfient le bitume, mais le distillent et en font élever les parties les plus ténues pour former le naphte et les pétroles, lesquels, se mêlant ensuite avec des matières moins pures, produisent l'asphalte et la poix de montagne, ou se coagulent en jayet et en succin.

Nous avons déjà dit que le succin a certainement été liquide, puisqu'on voit dans son intérieur des insectes, dont quelques-uns y sont profondément enfoncés : il faut cependant avouer que jusqu'à présent aucun observateur n'a trouvé le succin dans cet état de liquidité; et c'est probablement parce qu'il ne faut qu'un très-petit temps pour le consolider. Ces insectes s'y empêtrent peut-être lorsqu'il distille des

rochers, et lorsqu'il surnage sur l'eau de la mer, où la chaleur de quelque feu sur terrain le sublime en liqueur, comme l'huile de pétrole, l'asphalte et les autres bitumes coulants.

Quoiqu'on trouve en Prusse et en quelques autres endroits des mines de succin dans le sein de la terre, cette matière est néanmoins plus abondante dans certaines plages de la mer : en Prusse et en Poméranie, la mer Baltique jette sur les côtes une grande quantité de succin, presque toujours en petits morceaux de toutes les nuances de blanc, de jaune, de brun et de différents degrés de pureté; et à la vue encore plus qu'à l'odeur, on serait tenté de croire que le succin n'est qu'une résine comme la copale, à laquelle il ressemble. Mais le succin est également impénétrable à l'eau, aux huiles et à l'esprit-de-vin, tandis que les résines, qui résistent à l'action de l'eau, se dissolvent en entier par les huiles, et surtout par l'esprit-de-vin. Cette différence suppose donc dans le succin une autre matière que celle des résines, ou du moins une combinaison différente de la même matière : or on sait que toutes les huiles végétales concrètes sont ou des gommes qui ne se dissolvent que dans l'eau, ou des résines qui ne se dissolvent que dans l'esprit-de-vin, ou enfin des gommes-résines qui ne se dissolvent qu'imparfaitement par l'une et par l'autre; dès lors ne pourrait-on pas présumer, par la grande ressemblance qui se trouve d'ailleurs entre le succin et les résines, que ce n'est en effet qu'une gomme résine dans laquelle le mélange des parties gommeuses et résineuses est si intime et en telle proportion, que ni l'eau, ni l'esprit-de-vin ne peuvent l'attaquer? L'exemple des autres gommes-résines, que ces deux menstrues n'attaquent qu'imparfaitement, semble nous l'indiquer.

En général, on ne peut pas douter que le succin et tous les autres bitumes liquides ou concrets ne doivent leur origine aux huiles animales et végétales imprégnées d'acide : mais comme, indépendamment des huiles, les animaux et végétaux contiennent des substances gélatineuses et mucilagineuses en grande quantité, il doit se trouver des bitumes uniquement composés d'huile, et d'autres mêlés d'huile et de matière gélatineuse ou mucilagineuse; des bitumes produits par les seules résines, d'autres par les gommes-résines mêlées de plus ou moins d'acide et c'est à ces diverses combinaisons de différents résidus des substances animales ou végétales, que sont dues les variétés qui se trouvent dans les qualités des bitumes.

Par exemple, l'ambre gris paraît être un bitume qui a conservé les parties les plus odorantes des résines dont le parfum est aromatique; il est dans un état de mollesse et de viscosité dans le fond de la mer, auquel il est attaché, et il a une odeur très-désagréable et très-forte dans son état de mollesse avant son dessèchement. L'avidité avec laquelle les oiseaux, les poissons, et la plupart des animaux terrestres, le recherchent et l'avalent, semble indiquer que ce bitume contient aussi une grande quantité de matière gélatineuse et nutritive. Il ne se trouve pas dans le sein de la terre; c'est dans celui de la mer, et surtout dans les mers méridionales qu'il est en plus grande quantité : il ne se détache du fond que dans le temps d

plus grandes tempêtes; et c'est alors qu'il est jeté sur les rivages. Il durcit en séchant; mais une chaleur médiocre le ramollit plus aisément que les autres bitumes : il se coagule par le froid, et n'acquiert jamais autant de fermeté que le succin; cependant, par l'analyse chimique, il donne les mêmes résultats et laisse les mêmes résidus. Enfin il ne resterait aucun doute sur la conformité de nature entre cet ambre jaune ou succin et l'ambre gris, si ce dernier se trouvait également dans le sein de la terre et dans la mer : mais jusqu'à ce jour il n'y a qu'un seul homme qui ait dit qu'on a trouvé de l'ambre gris dans la terre en Russie; néanmoins, comme l'on n'a pas d'autres exemples qui puissent confirmer ce fait, et que tout l'ambre gris que nous connaissons a été ou tiré de la mer, ou rejeté par les flots, on doit présumer que c'est dans la mer seulement que l'huile et la matière gélatineuse dont il est composé se trouvent dans l'état nécessaire à sa formation. En effet le fond de la mer doit être revêtu d'une très-grande quantité de substance gélatineuse animale, par la dissolution de tous les corps des animaux qui y vivent et périssent (1); et cette matière gélatineuse doit y être tenue dans un état de mollesse et de fraîcheur, tandis que cette même matière gélatineuse des animaux terrestres, une fois enfouie dans les couches de la terre, s'est bientôt entièrement dénaturée par le dessèchement ou le mélange qu'elle a subi. Ainsi ce n'est que dans le fond de la mer que doit se trouver cette matière dans son état de fraîcheur : elle y est mêlée avec un bitume liquide; et comme la liquidité des bitumes n'est produite que par la chaleur des feux souterrains, c'est aussi dans les mers dont le fond est chaud, comme celles de la Chine et du Japon, qu'on trouve l'ambre gris en plus grande quantité; et il paraît encore que c'est à la matière gélatineuse, molle dans l'eau, et qui prend de la consistance par le dessèchement, que l'ambre gris doit la mollesse qu'on lui remarque tant qu'il est dans la mer, et la propriété de se durcir promptement en se desséchant à l'air; tout comme on peut croire que c'est par l'intermède de la partie gommeuse de sa gomme-résine, que le succin peut avoir dans les eaux de la mer une demi-fluidité.

L'ambre gris, quoique plus précieux que l'ambre jaune, est néanmoins plus abondant; la quantité que la nature en produit est très-considérable, et on le trouve presque toujours en morceaux bien plus gros que ceux du succin, et il serait beaucoup moins rare s'il ne servait point de pâture aux animaux. Les endroits où la mer le rejette en plus grande quantité dans l'ancien continent, sont les côtes des Indes méridionales, et particulièrement des îles Philippines et du Japon, et sur les côtes du Pégu et de Bengale; celles de l'Afrique, entre Mozambique et la mer Rouge, et entre le cap Vert et le royaume de Maroc.

En Amérique, il s'en trouve dans la baie de Honduras, dans le golfe de la Floride, sur les côtes de l'île du Maragnon au Brésil; et tous les voyageurs s'accordent à dire que si les chats sauvages, les sangliers, les renards, les oiseaux, et même les

(1) M. de Montbeillard a observé, en travaillant l'histoire des insectes, qu'il y a plusieurs classes d'animaux et d'insectes marins, tels que les polypes et autres, dont la chair est parfumée, et il est tout naturel que cette matière soit entrée dans la composition de l'ambre gris.

poissons et les crabes, n'étaient pas fort friands de cette drogue précieuse, elle serait bien plus commune. Comme elle est d'une odeur très-forte au moment que la mer vient de la rejeter, les Indiens, les Nègres et les Américains la cherchent par l'odorat plus que par les yeux; et les oiseaux, avertis de loin par cette odeur, arrivent en nombre pour s'en repaître, et souvent indiquent aux hommes les lieux où ils doivent la chercher. Cette odeur désagréable et forte s'adoucit peu à peu, à mesure que l'ambre gris se sèche et se durcit à l'air. Il y en a de différents degrés de consistance et de couleur différente, du gris, du brun, du noir, et même du blanc : mais le meilleur et le plus dur paraît être le gris cendré. Comme les poissons, les oiseaux, et tous les animaux qui fréquentent les eaux ou les bords de la mer, avalent ce bitume avec avidité, ils le rendent mêlé de la matière de leurs excréments; et cette matière étant d'un blanc de craie, dans les oiseaux, cet ambre blanc, qui est le plus mauvais de tous, pourrait bien être celui qu'ils rendent avec leurs excréments; et de même l'ambre noir serait celui que rendent les cétacés et les grands poissons, dont les déjections sont communément noires.

Et comme on a trouvé de l'ambre gris dans l'estomac et les intestins de quelques cétacés, ce seul indice a suffi pour faire naître l'opinion que c'était une matière animale qui se produisait particulièrement dans le corps des baleines, et que peut-être c'était leur sperme, etc.; d'autres ont imaginé que l'ambre gris était de la cire et du miel tombés des côtes dans les eaux de la mer, et ensuite avalés par les grands poissons, dans l'estomac desquels ils se convertissaient en ambre, ou devenaient tels par le seul mélange de l'eau marine; d'autres ont avancé que c'était une plante comme les champignons ou les truffes, ou bien une racine qui croissait dans le terrain du fond de la mer : mais toutes ces opinions ne sont fondées que sur de petits rapports ou de fausses analogies. L'ambre gris, qui n'a pas été connu des Grecs ni des anciens Arabes, a été, dans ce siècle, reconnu pour un véritable bitume par toutes ses propriétés; seulement il est probable comme je l'ai insinué, que ce bitume, qui diffère de tous les autres par la consistance et l'odeur, est mêlé de quelques parties gélatineuses ou mucilagineuses des animaux et des végétaux, qui lui donnent cette qualité particulière : mais l'on ne peut douter que le fond et même la majeure partie de sa substance ne soit un vrai bitume.

Il paraît que l'ambre gris mou et visqueux tient ferme sur le fond de la mer, puisqu'il ne s'en détache que par force dans le temps de la plus grande agitation des eaux; la quantité jetée sur les rivages, et qui reste après la déprédation qu'en font les animaux, démontre que c'est une production abondante de la nature, et non pas le sperme de la baleine, ou le miel des abeilles, ou la gomme de quelque arbre particulier. Ce bitume, rejeté, balloté par la mer, remplit quelquefois les fentes des rochers contre lesquels les flots viennent se briser. Robert Lade décrit l'espèce de pêche qu'il en a vu faire sur les côtes des îles Lucayes; il dit que l'ambre gris se trouve toujours en beaucoup plus grande quantité dans la saison où les vents règnent avec le plus de violence, et que les plus grandes richesses en ce genre se trouvaient entre la petite île d'Éleuthère et celle de Harbour, et que l'on n

doutait pas que les Bermudes n'en continssent encore plus. « Nous eommencâmes, dit-il, notre recherche par l'île d'Éleuthère, dans un jour fort calme, le 14 de mars, et nous rapportâmes ce même jour douze livres d'ambre gris. Cette pêche ne coûta que la peine de plonger nos crochets de fer dans les lieux que notre guide nous indiquait, et nous eussions encore mieux fait si nous eussions eu des filets... L'ambre mou se pliait de lui-même, et embrassait le crochet de fer avec lequel il se laissait tirer jusque dans la barque : mais, faute de filets, nous eûmes le regret de perdre deux des plus belles masses d'ambre que j'aie vues de ma vie; leur forme étant ovale, elles ne furent pas plus tôt détachées, que, glissant sur le crochet, elles se perdirent dans la mer... Nous admirâmes avec quelle promptitude ce qui n'était qu'une gomme mollasse dans le sein de la mer prenait assez de consistance en un quart d'heure pour résister à la pression de nos doigts : le lendemain, notre ambre gris était aussi ferme et aussi beau que celui qu'on vante le plus dans les magasins de l'Europe... Quinze jours que nous employâmes à la pêche de l'ambre gris ne nous en rapportèrent qu'environ cent livres. Notre guide nous reprocha d'être venus trop tôt; il nous pressait de faire le voyage des Bermudes, assurant qu'il y en avait encore en plus grande quantité... qu'on en avait tiré une masse de quatre-vingts livres pesant, ce qui cessa de m'étonner lorsque j'appris, dit ce voyageur, qu'on en avait trouvé sur les côtes de la Jamaïque, une masse de cent quatre-vingts livres. »

Les Chinois, les Japonais et plusieurs autres peuples de l'Asie ne font pas de l'ambre gris autant de cas que les Européens : ils estiment beaucoup plus l'ambre jaune ou succin, qu'ils brûlent en quantité par magnificence, tant à cause de la bonne odeur que sa fumée répand, que parce qu'ils croient cette vapeur très-salubre et même spécifique pour les maux de tête et les affections nerveuses.

L'appétit véhément de presque tous les animaux pour l'ambre gris n'est pas le seul indice par lequel je juge qu'il contient des parties nutritives, mucilagineuses, provenant des végétaux, ou même des parties gélatineuses des animaux; et sa propriété, analogue avec le muse et la civette, semble confirmer mon opinion. Le muse et la civette sont, comme nous l'avons dit, de pures substances animales; l'ambre gris ne développe sa bonne odeur et ne rend un excellent parfum que quand il est mêlé de muse et de civette en dose convenable : il y a donc un rapport très-voisin entre les parties odorantes des animaux et celles de l'ambre gris, et peut-être toutes deux sont-elles de même nature.



DE LA PYRITE MARTIALE.

Je ne parlerai point ici des pyrites cuivreuses ni des pyrites arsenicales : les premières ne sont qu'un minerai de cuivre ; et les secondes, quoique mêlées de fer, diffèrent de la pyrite martiale en ce qu'elles résistent aux impressions de l'air et de l'humidité, et qu'elles sont même susceptibles de recevoir le plus vif poli. Le nom de *marcassites*, sous lequel ces pyrites arsenicales sont connues, les distingue assez pour qu'on ne puisse les confondre avec la pyrite qu'on appelle *martiale*, parce qu'elle contient une plus grande quantité de fer que tout autre métal ou demi-métal. Cette pyrite, quoique très-dure, ne peut se polir et ne résiste pas à l'impression, même légère, des éléments humides ; elle s'effleurit à l'air, et bientôt se décompose en entier. La décomposition s'en fait par une effervescence accompagnée de tant de chaleur, que ces pyrites amoncelées, soit par la main de l'homme, soit par celle de la nature, prennent feu d'elles-mêmes dès qu'elles sont humectées ; ce qui démontre qu'il y a dans la pyrite une grande quantité de feu fixe ; et comme cette matière du feu ne se manifeste sous une forme solide que quand elle est saisie par l'acide, il faut en conclure que la pyrite renferme également la substance du feu fixe et celle de l'acide : mais comme la pyrite elle-même n'a pas été produite par l'action du feu, elle ne contient point de soufre formé, et ce n'est que par la combustion qu'elle peut en fournir (1). Ainsi l'on doit se borner à dire que les pyrites contiennent les principes dont le soufre se forme par le moyen du feu, et non pas affirmer qu'elles contiennent du soufre tout formé. Ces deux substances, l'une de feu, l'autre d'acide, sont, dans la pyrite, intimement réunies et liées à une terre souvent calcaire qui leur sert de base, et qui toujours contient une plus ou moins grande quantité de fer ; ce sont là les seules substances dont la pyrite martiale est composée : elles concourent par leur mélange et leur union intime à lui donner un assez grand degré de dureté pour étinceler contre l'acier ; et comme la matière du feu fixe provient des corps organisés, les molécules organiques que cette matière a conservées, tracent dans ce minéral les premiers linéaments de l'organisation en lui donnant une forme régulière, laquelle, sans être déterminée à telle ou telle figure, est néanmoins toujours achevée régulièrement, en sphères, en ellipses, en prismes, en pyramides, en aiguilles, etc. ; car il y a des pyrites de toutes ces formes différentes, selon que les molécules organiques contenues dans la matière du feu

(1) On pourra dire que la combustion n'est pas toujours nécessaire pour produire du soufre, puisque les acides séparent le même soufre, tant des pyrites que des compositions artificielles dans lesquelles on a fait entrer le soufre tout formé ; mais cette action des acides n'est-elle pas une sorte de combustion, puisqu'ils n'agissent que par le feu qu'ils contiennent ?

ont, par leur mouvement, tracé la figure et le plan sur lequel les particules ont été forcées de s'arranger.

La pyrite est donc un minéral de figure régulière et de seconde formation, et qui n'a pu exister avant la naissance des animaux et des végétaux ; c'est un produit de leurs détriments plus immédiat que le soufre, qui, quoiqu'il tire sa première origine de ces mêmes détriments des corps organisés, a néanmoins passé par l'état de pyrite, et n'est devenu soufre que par l'effervescence ou la combustion : or l'acide, en se mêlant avec les huiles grossières des végétaux, les convertit en bitume ; et, saisissant de même les parties subtiles du feu fixe que ces huiles renfermaient, il en compose les pyrites en s'unissant à la matière ferrugineuse, qui lui est plus analogue qu'aucune autre par l'affinité qu'a le fer avec ces deux principes du soufre : aussi les pyrites se trouvent-elles sur toute la surface de la terre jusqu'à la profondeur où sont parvenus les détriments des corps organisés, et la matière pyriteuse n'est nulle part plus abondante que dans les endroits qui en contiennent les détriments, comme dans les mines de charbon de terre, dans les couches de bois fossiles, et même dans l'argile, parce qu'elle renferme les débris des coquillages et tous les premiers détriments de la nature vivante au fond des mers. On trouve de même des pyrites sous la terre végétale, dans les matières calcaires, et dans toutes celles où l'eau pluviale peut déposer la terre limoneuse et les autres détriments des corps organisés.

La force d'affinité qui s'exerce entre les parties constituantes des pyrites est si grande, que chaque pyrite a sa sphère particulière d'attraction ; elles se forment ordinairement en petits morceaux séparés, et on ne les trouve que rarement en grands banes ni en veines continues (1), mais seulement en petits lits, sans être réunies ensemble, quoiqu'à peu près contiguës et à peu de distance les unes des autres : et lorsque cette matière pyriteuse se trouve trop mêlée, trop impure, pour pouvoir se réunir en masse régulière, elle reste disséminée dans les matières brutes, telles que le schiste ou la pierre calcaire, dans lesquelles elle semble exercer encore sa grande force d'attraction ; car elle leur donne un degré de dureté qu'aucun autre mélange ne pourrait leur communiquer : les grès même qui se trouvent pénétrés de la matière pyriteuse, sont communément plus durs que les autres ; le charbon pyriteux est aussi le plus dur de tous les charbons de terre. Mais cette dureté communiquée par la pyrite ne subsiste qu'autant que ces matières durcies par son mélange sont à l'abri de l'action des éléments humides : car ces pierres calcaires, ces grès, et ces schistes si durs, parce qu'ils sont pyriteux, perdent à l'air en assez peu de temps, non-seulement leur dureté, mais même leur consistance.

Le feu fixe, d'abord contenu dans les corps organisés, a été, pendant leur décomposition, saisi par l'acide, et tous deux, réunis à la matière ferrugineuse, ont formé des pyrites martiales en très-grande quantité, dès le temps de la naissance et de

(1) Il y a, dans le comté d'Alais en Languedoc, une masse de pyrites de quelques lieues d'étendue, sur laquelle on a établi deux manufactures de vitriol ; il y a aussi près de Saint-Dizier en Champagne, un banc de pyrites martiales dont on ne connaît pas l'étendue ; et ces pyrites en masses sont posées sur un banc de grès.

la première mort des animaux et des végétaux : c'est à cette époque, presque aussi ancienne que celle de la naissance des coquillages, qu'il faut rapporter le temps de la formation des couches de la terre végétale et du charbon de terre, et aussi les amas de pyrites qui ont fait, en s'échauffant d'elles-mêmes, le premier foyer des volcans. Toutes ces matières combustibles sont encore aujourd'hui l'aliment de leurs feux, et la matière première du soufre qu'ils exhalent; et comme avant l'usage que l'homme a fait du feu, rien ne détruisait les végétaux que leur vétusté, la quantité de matière végétale accumulée pendant ces premiers âges est immense: aussi s'est-il formé des pyrites dans tous les lieux de la terre, sans compter les charbons, qui doivent être regardés comme les restes précieux de cette ancienne matière végétale, qui s'est conservée dans son baume ou son huile, devenue bitume par le mélange de l'acide.

Le bitume et la matière pyriteuse proviennent donc également des corps organisés; le premier en est l'huile, et la seconde la substance du feu fixe, l'un et l'autre saisis par l'acide: la différence essentielle entre le bitume et la pyrite martiale consiste en ce que la pyrite ne contient point d'huile, mais du feu fixe, de l'acide et du fer; or nous verrons que le fer a la plus grande affinité avec le feu fixe et l'acide, et nous avons déjà démontré que ce métal, contenu en assez grande quantité dans tous les corps organisés, se réunit en grains et se régénère dans la terre végétale, dont il fait partie constituante. Ce sont donc ces mêmes parties ferrugineuses disséminées dans la terre végétale, que la pyrite s'approprie dans sa formation, en les dénaturant au point que, quoique contenant une grande quantité de fer, la pyrite ne peut être mise au nombre des mines de fer, dont les plus pauvres donnent plus de métal que les pyrites les plus riches ne peuvent en rendre, surtout dans les travaux en grand, parce qu'elles brûlent plus qu'elles ne fondent, et que, pour en tirer le fer, il faudrait les griller plusieurs fois; ce qui serait aussi long que dispendieux, et ne donnerait pas encore une aussi bonne fonte que les vraies mines de fer.

La matière pyriteuse contenue dans la couche universelle de la terre végétale est quelquefois divisée en parties si ténues, qu'elle pénètre avec l'eau non-seulement dans les joints des pierres calcaires, mais même à travers leur masse, et que, se rassemblant ensuite dans quelque cavité, elle y forme des pyrites massives. M. de Lassone en cite un exemple dans les carrières de Compiègne, et je puis confirmer ce fait par plusieurs autres semblables. J'ai vu, dans les derniers banes de plusieurs carrières de pierre et de marbre, des pyrites en petites masses et en grand nombre, la plupart plates et arrondies, d'autres anguleuses, d'autres à peu près sphériques, etc.; j'ai vu qu'au-dessous de ce dernier bane de pierre calcaire qui était situé sous les autres, à plus de cinquante pieds de profondeur, et qui portait immédiatement sur la glaise, il s'était formé un petit lit de pyrites aplaties entre la pierre et la glaise; j'en ai vu de même dans l'argile à d'assez grandes profondeurs, et j'ai suivi dans cette argile la trace de la terre végétale avec laquelle la matière pyriteuse était descendue par la filtration des eaux. L'origine des pyrites martiales,

en quelque lieu qu'elles se trouvent, me paraît donc bien constatée; elles proviennent, dans la terre végétale, des détriments des corps organisés lorsqu'ils se rencontrent avec l'acide, et elles se trouvent partout où ces détriments ont été transportés anciennement par les eaux de la mer, ou infiltrés dans des temps plus modernes par les eaux pluviales.

Comme les pyrites ont un poids presque égal à celui d'un métal, qu'elles ont aussi le luisant métallique, qu'enfin elles se trouvent quelquefois dans les terrains voisins des mines de fer, on les a souvent prises pour de vraies mines. Cependant il est très-aisé de ne s'y pas méprendre, même à la première inspection; car elles sont toutes d'une figure décidée, quoique irrégulière et souvent différente: d'ailleurs on ne les trouve guère mêlées en quantité avec la mine de fer en grains; s'il s'en rencontre dans les mines de fer en grandes masses, elles s'y sont formées, comme dans les bancs de pierre, par la filtration des eaux: elles sont aussi plus dures que les mines de fer; et lorsqu'on les mêle au fourneau, elles les dénaturent et les brûlent au lieu de les faire fondre. Elles ne sont pas disposées, comme les mines de fer, en amas ou en couches, mais toujours dispersées, ou du moins séparées les unes des autres, même dans les petits lits où elles sont le plus contiguës.

Lorsqu'elles se trouvent amoncelées dans le sein de la terre, et que l'humidité peut arriver à leur amas, elles produisent les feux souterrains dont les grands effets nous sont représentés par les volcans, et les moindres effets par la chaleur des eaux thermales et par les sources de bitume fluides que cette chaleur élève par distillation.

La pyrite, qui paraît n'être qu'une matière ingrate et même nuisible, est néanmoins un des principaux instruments dont se sert la nature pour reproduire le plus noble de tous ses éléments; elle a renfermé dans cette matière vile le plus précieux de ses trésors, ce feu fixe, ce feu sacré qu'elle avait départi aux êtres organisés, tant par l'émission de la lumière du soleil que par la chaleur douce dont jouit en propre le globe de la terre.

Je renvoie aux articles suivants ce que nous avons à dire tant au sujet des marcassites que sur les pyrites jaunes cuivreuses, les blanches arsenicales, les galènes du plomb, et en général sur les minerais métalliques, dont la plupart ne sont que des pyrites plus ou moins mêlées de métal.

DES MATIÈRES VOLCANIQUES.

Sous le nom de *matières volcaniques*, je n'entends pas comprendre toutes les matières rejetées par l'explosion des volcans, mais seulement celles qui ont été pro-

duites ou dénaturées par l'action de leurs feux. Un volcan, dans une grande éruption annoncée par les mouvements convulsifs de la terre, soulève, détache et lance au loin les rochers, les sables, les terres, toutes les masses, en un mot, qui s'opposent à l'exercice de ses forces : rien ne peut résister à l'élément terrible dont il est animé. L'océan de feu qui lui sert de base, agite et fait trembler la terre avant de l'entr'ouvrir : les résistances qu'on croirait invincibles sont forcées de livrer passage à ses flots enflammés ; ils enlèvent avec eux les banes entiers ou en débris des pierres les plus dures, les plus pesantes, comme les couches de terre les plus légères ; et, projetant le tout sans ordre et sans distinction, chaque volcan forme au-dessus et autour de sa montagne, des collines de décombres de ces mêmes matières, qui faisaient auparavant la partie la plus solide et le massif de sa base.

On retrouve dans ces amas immenses de pierres projetées les mêmes sortes de pierres vitreuses ou calcaires, les mêmes sables et terres, dont les unes, n'ayant été que déplacées et lancées, sont demeurées intactes et n'ont reçu aucune atteinte de l'action du feu ; d'autres qui en ont été sensiblement altérées, et d'autres enfin qui ont subi une si forte impression du feu, et souffert un si grand changement, qu'elles ont pour ainsi dire été transformées, et semblent avoir pris une nature nouvelle et différente de celle de toutes les matières qui existaient auparavant.

Aussi avons-nous cru devoir distinguer dans la matière purement brute deux états différents, et en faire deux classes séparées (1) ; la première composée des produits immédiats du feu primitif, et la seconde des produits secondaires de ces foyers particuliers de la nature dans lesquels elle travaille en petit comme elle opérait en grand dans le foyer général de la vitrification du globe ; et même ses travaux s'exercent sur un plus grand nombre de substances et sont plus variés dans les volcans qu'ils ne pouvaient l'être dans le feu primitif, parce que toutes les matières de seconde formation n'existaient pas encore, les argiles, la pierre calcaire, la terre végétale, n'ayant été produites que postérieurement par l'intermède de l'eau ; au lieu que le feu des volcans agit sur toutes les substances anciennes ou nouvelles, pures ou mélangées, sur celles qui ont été produites par le feu primitif, comme sur celles qui ont été formées par les eaux, sur les substances organisées et sur les masses brutes ; en sorte que les matières volcaniques se présentent sous des formes bien plus diversifiées que celles des matières primitives.

Nous avons recueilli et rassemblé pour le Cabinet du Roi une grande quantité de ces productions de volcans ; nous avons profité des recherches et des observations de plusieurs physiciens qui, dans ces derniers temps, ont soigneusement examiné les volcans actuellement agissants et les volcans éteints : mais, avec ces lumières acquises et réunies, je ne me flatte pas de donner ici la liste entière de toutes les matières produites par leurs feux, et encore moins de pouvoir présenter le tableau fidèle des opérations qui s'exécutent dans ces fournaies souterraines,

(1) Voyez le premier article de cette histoire des minéraux.

tant pour la destruction des substances anciennes que pour la production ou la composition des matières nouvelles.

Je crois avoir bien compris, et j'ai tâché de faire entendre, comment se fait la vitrification des laves dans les monceaux immenses de terres brûlées, de cendres et d'autres matières ardentes, projetées par explosion dans les éruptions du volcan; comment la lave jaillit en s'ouvrant des issues au bas de ces monceaux; comment elle roule en torrents, ou se répand comme un déluge de feu, portant partout la dévastation et la mort; comment cette même lave, gonflée par son feu intérieur, éclate à sa surface et jaillit de nouveau pour former des éminences élevées au-dessus de son niveau; comment enfin, précipitant son cours du haut des côtes dans la mer, elle forme ces colonnes de basalte qui, par leur renflement et leur effet réciproque, prennent une figure prismatique, à plus ou moins de pans, suivant les différentes résistances, etc. Ces phénomènes généraux me paraissent clairement expliqués; et quoique la plupart des effets particuliers en dépendent, combien n'y a-t-il pas encore de choses importantes à observer sur la différente qualité de ces mêmes laves et basaltes, sur la nature des matières dont ils sont composés, sur les propriétés de celles qui résultent de leur décomposition! Ces recherches supposent des études pénibles et suivies; à peine sont-elles commencées: c'est pour ainsi dire une carrière nouvelle, trop vaste pour qu'un seul homme puisse la parcourir tout entière, mais dans laquelle on jugera que nous avons fait quelques pas, si l'on réunit ce que j'en ai dit précédemment à ce que je vais y ajouter (1).

Il était déjà difficile de reconnaître dans les premières matières celles qui ont été produites par le feu primitif, et celles qui n'ont été formées que par l'intermède de l'eau; à plus forte raison aurons-nous peine à distinguer celles qui, étant également des produits du feu, ne diffèrent les unes des autres qu'en ce que les premières n'ont été qu'une fois liquéfiées ou sublimées, et que les dernières ont subi une seconde et peut-être une troisième action du feu. En prenant donc en général toutes les matières rejetées par les volcans, il se trouvera dans leur quantité un certain nombre de substances qui n'ont pas changé de nature: les quartz, les jaspes et les micas doivent se rencontrer, dans les laves, sous leur forme propre ou peu altérée; le feldspath, le schorl, les porphyres et granites peuvent s'y trouver aussi, mais avec de plus grandes altérations, parce qu'ils sont plus fusibles; les grès et les argiles s'y présenteront convertis en poudres et en verres; on y verra les matières calcaires calcinées, le fer et les autres métaux sublimés en safran, en litharge; les acides et alcalis devenus des sels concrets; les pyrites converties en sulfures vifs; les substances organisées, végétales ou animales, réduites en cendres. Et toutes ces matières mélangées à différentes doses ont donné des substances nouvelles, et qui paraissent d'autant plus éloignées de leur première origine, qu'elles ont perdu plus de traits de leur ancienne forme.

Et si nous ajoutons à ces effets de la force du feu, qui par lui-même consume,

(1) Voyez l'article entier des *Volcans*, tome I, p 297, et les *Époques de la nature*, tome III.

disperse et dénaturé, ceux de la puissance de l'eau, qui conserve, rapproche et rétablit, nous trouverons encore dans les matières volcanisées des produits de ce second élément : les bancs de basalte ou de laves auront leurs stalactites comme les bancs calcaires ou les masses de granites ; on y trouvera de même des concrétions, des incrustations, des cristaux, des spaths, etc. Un volcan est à cet égard un petit univers ; il nous présentera plus de variétés dans le règne minéral que n'en offre le reste de la terre, dont les parties solides n'ayant souffert que l'action du premier feu, et ensuite le travail des eaux, ont conservé plus de simplicité. Les caractères imprimés par ces deux éléments, quoique difficiles à démêler, se présentent néanmoins avec des traits mieux prononcés ; au lieu que, dans les matières volcaniques, la substance, la forme, la consistance, tout, jusqu'aux premiers linéaments de la figure, est enveloppé, ou mêlé, ou détruit ; et de là vient l'obscurité profonde où se trouve jusqu'à ce jour la minéralogie des volcans.

Pour en éclaircir les points principaux, il nous paraît nécessaire de rechercher d'abord quelles sont les matières qui peuvent produire et entretenir ce feu, tantôt violent, tantôt calme, et toujours si grand, si constant, si durable, qu'il semble que toutes les substances combustibles de la surface de la terre ne suffiraient pas pour alimenter pendant des siècles une seule de ces fournaies dévorantes : mais si nous nous rappelons ici que tous les végétaux produits pendant plusieurs milliers d'années ont été entraînés par les eaux ou enfouis dans les profondeurs de la terre, où leurs huiles converties en bitume les ont conservés ; que toutes les pyrites formées en même temps à la surface de la terre ont suivi le même cours et ont été déposées dans les profondeurs où les eaux ont entraîné la terre végétale ; qu'enfin la couche entière de cette terre, qui couvrait dans les premiers temps les sommets des montagnes, est descendue avec ces matières combustibles pour remplir les cavernes qui servent de voûtes aux éminences du globe, on ne sera plus étonné de la quantité et du volume, ni de la force et de la durée de ces feux souterrains. Les pyrites humectées par l'eau s'enflamment d'elles-mêmes ; les charbons de terre, dont la quantité est encore plus grande que celle des pyrites, les limons bitumineux qui les avoisinent, toutes les terres végétales anciennement enfouies, sont autant de dépôts inépuisables de substances combustibles, dont les feux une fois allumés peuvent durer des siècles de siècles, puisque nous avons des exemples de veines de charbon de terre dont les vapeurs s'étant enflammées, ont communiqué leur feu à la mine entière de ces charbons qui brûlent depuis plusieurs centaines d'années, sans interruption et sans une diminution sensible de leur masse.

Et l'on ne peut guère douter que les anciens végétaux et toutes les productions résultantes de leur décomposition, n'aient été transportés et déposés par les eaux de la mer à des profondeurs aussi grandes que celles où se trouvent les foyers des volcans, puisque nous avons des exemples de veines de charbon de terre exploitées à deux mille pieds de profondeur (1), et qu'il est plus probable qu'on

(1) Voyez dans ce volume l'article *Charbon de terre*.

trouverait des charbons de terre et des pyrites enfouis encore plus profondément.

Or, chacune de ces matières qui servent d'aliment au feu des volcans, doit laisser après la combustion différents résidus, et quelquefois produire des substances nouvelles : les bitumes en brûlant donneront un résidu charbonneux, et formeront cette épaisse fumée qui ne paraît enflammée que dans l'obscurité. Cette fumée enveloppe constamment la tête du volcan, et se répand sur ses flancs en brouillard ténébreux ; et lorsque les bitumes souterrains sont en trop grande abondance, ils sont projetés au dehors avant d'être brûlés. Nous avons donné des exemples de ces torrents de bitume vomis par les volcans, quelquefois purs, et souvent mêlés d'eau. Les pyrites, dégagées de leurs parties fixes et terreuses, se sublimeront sous la forme de soufre, substance nouvelle qui ne se trouve ni dans les produits du feu primitif, ni dans les matières formées par les eaux ; car le soufre, qu'on dit être formé par la voie humide, ne se produit qu'au moyen d'une forte effervescence, dont la grande chaleur équivaut à l'action du feu. Le soufre ne pouvait en effet exister avant la décomposition des êtres organisés et la conversion de leurs détriments en pyrites, puisque sa substance ne contient que l'acide et le feu qui s'étaient fixés dans les végétaux ou animaux, et qu'elle se forme par la combustion de ces mêmes pyrites, déjà remplies du feu fixe qu'elles ont tiré des corps organisés. Le sel ammoniac se formera et se sublimerá de même par le feu du volcan ; les matières végétales ou animales contenues dans la terre limoneuse, et particulièrement dans les terreaux, les charbons de terre, les bois fossiles et les tourbes, fourniront cette cendre qui sert de fondant pour la vitrification des laves ; les matières calcaires, d'abord calcinées et réduites en poussière de chaux, sortiront en tourbillons encore plus épais, et paraîtront comme des nuages massifs en se répandant au loin ; enfin la terre limoneuse se fondra, les argiles se cuiront, les grès se coaguleront, le fer et les autres métaux couleront, les granites se liquéfieront ; et des unes ou des autres de ces matières, ou du mélange de toutes, résultera la composition des laves, qui dès lors doivent être aussi différentes entre elles que le sont les matières dont elles sont composées.

Et non-seulement ces laves contiendront les matières liquéfiées, fondues, agglutinées et calcinées par le feu, mais aussi les fragments de toutes les autres matières qu'elles auront saisies et ramassées en coulant sur la terre, et qui ne seront que peu ou point altérées par le feu ; enfin elles renfermeront encore dans leurs interstices et cavités les nouvelles substances que l'infiltration et la stillation de l'eau auront produites avec le temps en les décomposant, comme elle décompose toutes les autres matières.

La cristallisation, qu'on croyait être le caractère le plus sûr de la formation d'une substance par l'intermède de l'eau, n'est plus qu'un indice équivoque depuis qu'on sait qu'elle s'opère par le moyen du feu comme par celui de l'eau. Toute matière liquéfiée par la fusion donnera, comme les autres liquides, des cristallisations ; il ne leur faut pour cela que du temps, de l'espace et du repos : les matières volcaniques pourront donc contenir des cristaux, les uns formés par l'action du feu, et les au-

tres par l'infiltration des eaux ; les premiers dans le temps que ces matières étaient encore en fusion, et les seconds longtemps après qu'elles ont été refroidies. Le feldspath est un exemple de la cristallisation par le feu primitif, puisqu'on le trouve cristallisé dans les granites qui sont de première formation. Le fer se trouve souvent cristallisé dans les mines primordiales, qui ne sont que des rochers de pierres ferrugineuses attirables à l'aimant, et qui ont été formées, comme les autres grandes masses vitreuses, par le feu primitif : ce même fer se cristallise sous nos yeux par un feu lent et tranquille. Il en est de même des autres métaux et de tous les régules métalliques. Les matières volcaniques pourront donc renfermer ou présenter en dehors toutes ces substances cristallisées par le feu : ainsi je ne vois rien dans la nature, de tout ce qui a été formé par le feu ou par l'eau, qui ne puisse se trouver dans le produit des volcans ; et je vois en même temps que leurs feux ayant combiné beaucoup plus de substances que le feu primitif, ils ont donné naissance au soufre et à quelques autres minéraux qui n'existent qu'en vertu de cette seconde action du feu. Les volcans ont formé des verres de toutes couleurs, dont quelques-uns sont d'un beau bleu céleste, et ressemblent à une scorie ferrugineuse ; d'autres verres aussi fusibles que le feldspath ; des basaltes ressemblant aux porphyres ; des laves vitreuses presque aussi dures que l'agate, et auxquelles on a donné, quoique improprement, le nom d'*agates noires d'Islande* ; d'autres laves qui renferment des grenats blancs, des schorls et des chrysolithes, etc. On trouve donc un grand nombre de substances anciennes et nouvelles, pures ou dénaturées, dans les basaltes, dans les laves, et même dans la pouzzolane et dans les cendres des volcans. « Le *Monte-Berico*, près de Vicence, dit M. Ferber, est une colline entièrement formée de cendres de volcan d'un brun noirâtre, dans lesquelles se trouve une très-grande quantité de cailloux de calcédoine ou opale ; les uns formant des *druses* dont les parois peuvent avoir l'épaisseur d'un brin de paille ; les autres ayant la figure de petits cailloux elliptiques, creux intérieurement, et quelquefois remplis d'eau : la grandeur de ce dernier varie depuis le diamètre d'un petit pois jusqu'à un demi-pouce... Ces cailloux ressemblent assez aux calcédoines et aux opales. Les boules de calcédoine et de zéolithe de Féroé et d'Islande se trouvent nichées dans une terre d'un brun noirâtre, de la même manière que les cailloux dont il est ici question. »

Mais quoiqu'on trouve dans les produits ou dans les éjections des volcans presque toutes les matières brutes ou minérales du globe, il ne faut pas s'imaginer que le feu volcanique les ait toutes produites à beaucoup près, et je crois qu'il est toujours possible de distinguer, soit par un examen exact, soit par le rapport des circonstances, une matière produite par le feu secondaire des volcans, de toutes les autres qui ont été précédemment formées par l'action du feu primitif ou par l'intermède de l'eau. De la même manière que nous pouvons imiter dans nos fourneaux toutes les pierres précieuses, que nous faisons des verres de toutes couleurs, et même aussi blancs que le cristal de roche (1), et presque aussi brillants que le

(1) Le verre ou cristal de Bohême, le flintglass, etc.

diamant (1) ; que, dans ces mêmes fourneaux, nous voyons se former des cristallisations sur les matières fondues lorsqu'elles sont en repos, et que le feu est longtemps soutenu ; nous ne pouvons douter que la nature n'opère les mêmes effets avec bien plus de puissance dans ses foyers immenses, allumés depuis nombre de siècles, entretenus sans interruption, et fournis, suivant les circonstances, de toutes les matières dont nous nous servons pour nos compositions. Il faut donc, en examinant les matières volcaniques, que le naturaliste fasse comme le lapidaire, qui rejette au premier coup d'œil et sépare les *stras*, et autres verres de composition, des vrais diamants et des pierres précieuses ; mais le naturaliste a ici deux grands désavantages : le premier est d'ignorer ce que peut faire et produire un feu dont la véhémence et la continuité ne peuvent être comparées avec celles de nos feux ; le second est l'embarras où il se trouve pour distinguer dans ces mêmes matières volcaniques celles qui, étant vraies substances de nature, ont néanmoins été plus ou moins altérées, déformées, ou fondues par l'action du feu, sans cependant être entièrement transformées en verre ou en matières nouvelles. Cependant, au moyen d'une inspection attentive, d'une comparaison exacte, et de quelques expériences faciles sur la nature de chacune de ces matières, on peut espérer de les reconnaître assez pour les rapporter aux substances naturelles, ou pour les en séparer et les joindre aux compositions artificielles produites par le feu de nos fourneaux.

Quelques observateurs, émerveillés des prodigieux effets produits par ces feux souterrains, ayant sous leurs yeux les gouffres et les montagnes formés par leurs éruptions, trouvant dans les matières projetées des substances de toute espèce, ont trop accordé de puissance et d'effet aux volcans : ne voyant dans les terrains volcanisés que confusion et bouleversement, ils ont transporté cette idée sur le globe entier, et ont imaginé que toutes les montagnes s'étaient élevées par la violente action et la force de ces feux intérieurs dont ils ont voulu remplir la terre jusqu'au centre. On a même attribué à un feu central réellement existant la température ou chaleur actuelle de l'intérieur du globe. Je crois avoir suffisamment démontré la fausseté de ces idées. Quels seraient les aliments d'une telle masse de feu ? pourrait-il subsister, exister sans air ? et sa force expansive n'aurait-elle pas fait éclater le globe en mille pièces ? Et ce feu une fois échappé après cette explosion, pourrait-il redescendre et se trouver encore au centre de la terre ? Son existence n'est donc qu'une supposition qui ne porte que sur des impossibilités, et dont, en l'admettant, il ne résulterait que des effets contraires aux phénomènes connus et constatés. Les volcans ont, à la vérité, rompu, bouleversé les premières couches de la terre en plusieurs endroits ; ils en ont couvert et brûlé la surface par leurs éjections enflammées : mais ces terrains volcanisés, tant anciens que nouveaux, ne sont pour ainsi dire que des points sur la surface du globe ; et en comptant avec moi dans le passé cent fois plus de volcans qu'il n'y en a d'actuellement agissants, ce n'est encore rien en comparaison de l'étendue de la terre solide et des mers. Tâchons

(1) Les verres brillants connus vulgairement sous le nom de *stras*.

donc de n'attribuer à ces feux souterrains que ce qui leur appartient ; ne regardons les volcans que comme des instruments, ou, si l'on veut, comme des causes secondaires, et conservons au feu primitif et à l'eau, comme causes premières, le grand établissement et la disposition primordiale de la masse entière de la terre.

Pour achever de se faire des idées fixes et nettes sur ces grands objets, il faut se rappeler ce que nous avons dit au sujet des montagnes primitives, et les distinguer en plusieurs ordres : les plus anciennes, dont les noyaux et les sommets sont de quartz et de jaspé, ainsi que celles des granites et porphyres, qui sont presque contemporaines, ont toutes été formées par les boursouffures du globe dans le temps de sa consolidation ; les secondes dans l'ordre de formation sont les montagnes de schiste ou d'argile qui enveloppent souvent les noyaux des montagnes de quartz ou de granites, et qui n'ont été formées que par les premiers dépôts des eaux après la conversion des sables vitreux en argile ; les troisièmes sont les montagnes calcaires, qui généralement surmontent les schistes ou les argiles, et quelquefois les quartz et les granites, et dont l'établissement est, comme l'on voit, encore postérieur à celui des montagnes argileuses. Ainsi les petites ou grandes éminences formées par le soulèvement ou l'effort des feux souterrains, et les collines produites par les éjections des volcans, ne doivent être considérées que comme des tas de décombres provenant de ces premières matières projetées et accumulées confusément.

On se tromperait donc beaucoup si l'on voulait attribuer aux volcans les plus grands bouleversements qui sont arrivés sur le globe : l'eau a plus influé que le feu sur les changements qu'il a subis depuis l'établissement des montagnes primitives ; c'est l'eau qui a rabaisé, diminué ces premières éminences, ou qui les a enveloppées et couvertes de nouvelles matières ; c'est l'eau qui a miné, percé les voûtes des cavités souterraines qu'elle a fait écrouler, et ce n'est qu'à l'affaissement de ces cavernes qu'on doit attribuer l'abaissement des mers et l'inclinaison des couches de la terre, telle qu'on la voit dans plusieurs montagnes, qui, sans avoir éprouvé de violentes secousses du feu, sans s'être entr'ouvertes pour livrer passage, se sont néanmoins affaissées, rompues, et ont penché, en tout ou en partie, par une cause plus simple et bien plus générale, c'est-à-dire par l'affaissement des cavernes dont les voûtes leur servaient de base ; car lorsque ces voûtes se sont enfoncées, les terres supérieures ont été forcées de s'affaisser, et c'est alors que leur continuité s'est rompue, que leurs couches horizontales se sont inclinées, etc. C'est donc à la rupture et à la chute des cavernes ou boursouffures du globe qu'il faut rapporter tous les grands changements qui se sont faits dans la succession des temps. Les volcans n'ont produit qu'en petit quelques effets semblables, et seulement dans les portions de terre où se sont trouvées ramassées les pyrites et autres matières inflammables et combustibles qui peuvent servir d'aliment à leur feu ; matières qui n'ont été produites que longtemps après les premières, puisque toutes proviennent des substances organisées.

Nous avons déjà dit que les minéralogistes semblent avoir oublié, dans leur énu-

mération des matières minérales, tout ce qui a rapport à la terre végétale; ils ne font pas même mention de sa conversion en terre limoneuse, ni d'aucune de ses productions minérales: cependant cette terre est à nos pieds, sous nos yeux; et ses anciennes couches sont enfouies dans le sein de la terre, à toutes les profondeurs où se trouvent aujourd'hui les foyers des volcans, avec toutes les autres matières qui entretiennent leur feu, c'est-à-dire les amas de pyrites, les veines de charbon de terre, les dépôts de bitume et de toutes les substances combustibles. Quelques-uns de ces observateurs ont bien remarqué que la plupart des volcans semblaient avoir leur foyer dans les schistes, et que leur feu s'était ouvert une issue non-seulement dans les couches de ces schistes, mais encore dans les bancs et les rochers calcaires qui d'ordinaire les surmontent; mais ils n'ont pas pensé que ces schistes et ces pierres calcaires avaient pour base commune des voûtes de cavernes dont la cavité était, en tout ou en partie, remplie de terre végétale, de pyrites, de bitume, de charbon et de toutes les substances nécessaires à l'entretien du feu; que par conséquent ces foyers de volcan ne peuvent pas être à de plus grandes profondeurs que celle où les eaux de la mer ont entraîné et déposé les matières végétales des premiers âges, et que par la même conséquence, les schistes et les pierres calcaires qui surmontent le foyer du volcan n'ont d'autre rapport avec son feu que de lui servir de cheminée; que de même la plupart des substances, telles que les soufres, les bitumes et nombre d'autres minéraux sublimés ou projetés par le feu du volcan, ne doivent leur origine qu'aux matières végétales et aux pyrites qui lui servent d'aliment; qu'enfin la terre végétale étant la vraie matrice de la plupart des minéraux figurés qui se trouvent à la surface et dans les premières couches du globe, elle est aussi la base de presque tous les produits immédiats de ce feu des volcans.

Suivons ces produits en détail d'après le meilleur de nos observateurs, et donnons des exemples de leur mélange avec les matières anciennes. On voit au *Monte-Ronca* et en plusieurs autres endroits du *Vicentin*, des couches entières d'un mélange de laves et de marbre, ou de pierre calcaire, réunies en une sorte de brèche, à laquelle on peut donner le nom de *brèche volcanique*. On trouve un autre marbre-lave dans une grande fente perpendiculaire de rocher calcaire, laquelle descend jusqu'à l'*As-tico*, torrent impétueux; et ce marbre, qui ressemble à la *brèche africaine*, est composé de lave noire et de morceaux de marbre blanc dont le grain est très-fin, et qui prend parfaitement le poli. Cette lave en brocaille ou en brèche n'est point rare: on en trouve de semblables dans la vallée d'*Eriofredo*, au-dessus de *Tonnesa*, et dans nombre d'autres endroits des terrains volcanisés de cette contrée. Ces marbres-laves varient tant par les couleurs de la lave que par les matières calcaires qui sont entrées dans leur composition.

Les laves du pays de *Tresto* sont noires et remplies, comme presque toutes les laves, de cristallisations blanches à beaucoup de facettes, de la nature du schorl, auxquelles on pourrait donner le nom de *grenats blancs*: ces petits cristaux de grenats ou schorls blancs ne peuvent avoir été saisis que par la lave en fusion, et n'ont pas été produits dans cette lave même par cristallisation, comme semble l'in-

sinuer M. Ferber en disant « qu'ils sont d'une nature et d'une figure qui ne s'est vue jusqu'ici dans aucun terrain de notre globe, sinon dans la lave, et que leur nombre y est prodigieux. On trouve, ajoutc-t-il, au milieu de la lave, différentes espèces de cailloux qui font feu avec l'acier, telles que des pierres à fusil, des jaspes, des agates rouges, noires, blanches, verdâtres et de plusieurs autres couleurs; des hyacinthes, des chrysolithes, des cailloux de la nature des calcédoines et des opales qui contiennent de l'eau. » Ces derniers faits confirment ce que nous venons de dire au sujet des cristaux de schorl qui, comme les pierres précédentes, ont été enveloppés dans la lave.

Toutes les laves sont plus ou moins mêlées de particules de fer; mais il est rare d'y voir d'autres métaux, et aucun métal ne s'y trouve en filons réguliers et qui aient de la suite: cependant le plomb et le mercure en cinabre, le cuivre, et même l'argent, se rencontrent quelquefois en petite quantité dans certaines laves; il y en a aussi qui renferment des pyrites, de la manganèse, de la blende et de longues et brillantes aiguilles d'antimoine.

Les matières fondues par le feu des volcans ont donc enveloppé des substances solides et des minéraux de toutes sortes; les poudres calcinées qui s'élèvent de ces gouffres embrasés se durcissent avec le temps et se convertissent en une espèce de tuffeau assez solide pour servir à bâtir. Près du Vésuve ces cendres terreuses rejetées se sont tellement unies et endureies par le laps de temps, qu'elles forment aujourd'hui une pierre ferme et compacte dont ces collines volcaniques sont entièrement composées (1).

On trouve aussi dans les laves différentes cristallisations qui peuvent provenir de leur propre substance, et s'être formées pendant la condensation et le refroidissement qui a suivi la fusion des laves; alors, comme le pense M. Ferber, les molécules de matières homogènes se sont séparées du reste du mélange, et se sont réunies en petites masses; et quand il s'en est trouvé une plus grande quantité, il en a résulté des cristaux plus grands. Ce naturaliste dit avec raison, qu'en général les minéraux sont disposés à adopter des figures déterminées dans la fluidité de fusion par le feu, comme dans la fluidité humide; et nous ne devons pas être étonnés qu'il se forme des cristaux dans les laves, tandis qu'il ne s'en voit aucun dans nos verres factices; car la lave coulant lentement, et formant de grandes masses très-épaisses, conserve à l'intérieur son état de fusion assez longtemps pour que la cristallisation s'opère. Il ne faut dans le verre, dans le fer, et dans toute autre matière

(1) M. le baron de Dietrich remarque avec raison que la vraie pouzzolane n'est pas précisément de la cendre durcie et friable, comme le dit M. Ferber, mais plutôt de la pierre ponce réduite en très-petits fragments; et je puis observer que la bonne pouzzolane, c'est-à-dire celle qui, mêlée avec la chaux, fait les mortiers les plus durables et les plus impénétrables à l'eau, n'est ni la cendre fine ou grossière pure, ni les graviers de ponce blanche, et qu'il n'y a que la pouzzolane mélangée de beaucoup de parties ferrugineuses qui soit supérieure aux mortiers ordinaires: c'est, comme nous le dirons à l'article *des ciments de la nature*, le ciment ferrugineux qui donne la dureté à presque toutes les terres, et même à plusieurs pierres. Au reste, la meilleure pouzzolane, qui vient des environs de Pouzzol est grise; celle des provinces de l'État ecclésiastique est jaune, et il y en a de noire sur le Vésuve. M. le baron de Dietrich ajoute que la meilleure pouzzolane des environs de Rome se tire d'une colline qui est à la droite de la *Via-Appia*, hors de la porte Saint-Sébastien, et que les grains de cette pouzzolane sont rougeâtres.



fondue, que du repos et du temps pour qu'elle se cristallise; et je suis persuadé qu'en tenant longtemps en fonte celle de nos verres factices, il pourrait s'y former des cristaux fort semblables à ceux qui peuvent se trouver dans les laves des volcans.

Les laves, comme les autres matières vitreuses ou calcaires, doivent avoir leurs stalactites propres et produites par l'intermède de l'eau: mais il ne faut pas confondre ces stalactites avec les cristaux que le feu peut avoir formés; il en est de même de la *lave noire scoriforme* qui se trouve dans la bouche du Vésuve en grappes branchues comme des coraux, et que M. Ferber dit être une stalactite de lave, puisqu'il convient lui-même que ces prétendues stalactites sont des portions de la même matière qui ont souffert un feu plus violent ou plus long que le reste de la lave. Et quant aux véritables stalactites produites dans les laves par l'infiltration de l'eau, le même M. Ferber nous en fournit des exemples dans ces cristallisations en aiguilles qu'il a vues attachées à la surface intérieure des cavités de la lave, et qui s'y forment comme les cristaux de roche dans les cailloux creux. La grande dureté de ces cristallisations concourt encore à prouver qu'elles ont été produites par l'eau; car les cristaux du genre vitreux, tels que le cristal de roche, qui sont formés par la voie des éléments humides, sont plus durs que ceux qui sont produits par le feu.

Dans l'énumération détaillée et très-nombreuse que cet habile minéralogiste fait de toutes les laves du Vésuve, il observe que les micas qui se trouvent dans quelques laves pourraient bien n'être que les exfoliations des schorls contenus dans ces laves. Cette idée semble être d'autant plus juste, que c'est de cette manière et par exfoliation que se forment tous les micas des verres artificiels et naturels, et les premiers micas ne sont, comme nous l'avons dit, que les exfoliations en lames minces qui se sont séparées de la surface des verres primitifs. Il peut donc exister des micas volcaniques comme des micas de nature, parce qu'en effet le feu des volcans a fait des verres comme le feu primitif. Dès lors on doit trouver parmi les laves des masses mêlées de mica: aussi M. Ferber fait mention d'une lave grise compacte avec quantité de lames de mica et de schorl en petits points dispersés, qui ressemble si fort à quelques espèces de granites gris à petits grains, qu'à la vue il serait très-facile de les confondre.

Le soufre se sublime en flocons, et s'attache en grande quantité aux cavités et aux fentes de la bouche des volcans. La plus grande partie du soufre du Vésuve est en forme irrégulière et en petits grains. On voit aussi de l'arsenic mêlé de soufre dans les ouvertures intérieures de ce volcan; mais l'arsenic se disperse irrégulièrement sur la lave et en petite quantité. Il y a de même dans les crevasses et cavités de certaines laves une plus ou moins grande quantité de sel ammoniac blanc: ce sel se sublime quelque temps après l'écoulement de la lave, et l'on en voit beaucoup dans le cratère de la plupart des volcans. Dans quelques morceaux de lave de l'Etna il se trouve quantité de matière charbonneuse végétale, mêlée d'une substance saline: ce qui prouve que c'est un véritable *natron*, une espèce de soude for-

mée par les feux volcaniques, et que c'est à la combustion des végétaux que cette substance saline est due ; et à l'égard du vitriol, de l'alun, et des autres sels qu'on rencontre aussi dans les matières volcaniques, nous ne les regarderons pas comme des produits immédiats du feu, parce que leur production varie suivant les circonstances, et que leur formation dépend plus de l'eau que du feu.

Mais, avant de terminer cette énumération des matières produites par le feu des volcans, il faut rapporter, comme nous l'avons promis, les observations qui prouvent qu'il se forme par les feux volcaniques des substances assez semblables au granite et au porphyre, d'où résulte une nouvelle preuve de la formation des granites et porphyres de nature par le feu primitif : il faut seulement nous défier des noms, qui font ici, comme partout ailleurs, plus d'embarras que les choses. M. Ferber a quelque raison de dire « qu'en général il y a très-peu de différence essentielle entre le schorl, le spath dur (feldspath), le quartz et les grenats des laves. » Cela est vrai pour le schorl et le feldspath ; et je suis comme persuadé qu'originellement ces deux matières n'en font qu'une, à laquelle on pourrait encore réunir, sans se méprendre, les cristaux volcaniques en forme de grenats : mais le quartz diffère de tous trois par son infusibilité et par ses autres qualités primordiales, tandis que le feldspath, le schorl, soit en feuilles, soit en grains ou en grenats, sont des verres également fusibles, et qui peuvent aussi avoir été produits également par le feu primitif et par celui des volcans. Les exemples suivants confirmeront cette idée, que je crois bien fondée.

Les schorls noirs en petits rayons que l'on aperçoit quelquefois dans le porphyre rouge, et presque toujours dans les porphyres verts, sont de la même nature que le feldspath, à la couleur près.

Une lave noire de la Toscane, dans laquelle le schorl est en grandes taches blanches et parallépipèdes, a quelque ressemblance avec le porphyre appelé *serpentine noire antique* : le verre de la lave remplace ici la matière du jaspe, et le schorl celle du feldspath.

La lave rouge des montagnes de Bergame, contenant des petits grenats blancs, ressemble au vrai porphyre rouge.

Les granites gris à petits grains, et qu'on appelle *granitelli*, contiennent moins de feldspath que les granites rouges ; et ce feldspath, au lieu d'y être en gros cristaux rhomboïdaux, n'y paraît ordinairement qu'en petites molécules sans forme déterminée. Néanmoins on connaît une espèce de granite gris à grandes taches blanches parallépipèdes ; et la matière de ces taches, dit M. Ferber, tient le milieu entre le schorl et le spath dur (feldspath). Il y a aussi des granites gris qui renferment, au lieu de mica ordinaire, du mica de schorl.

Nous devons observer ici que le granite noir et blanc qui n'a que peu ou point de particules de feldspath, mais de grandes taches noires oblongues de la nature du schorl, ne serait pas un véritable granite, si le feldspath y manque, et si, comme le croit M. Ferber, ces taches de schorl noir remplacent le mica ; d'autant que les rayons du schorl noir « y sont, dit-il, en telle abondance, si grands, si serrés... qu'ils

paraissent faire le fond de la pierre. » Et à l'égard du granite vert de M. Ferber, dont le fond est blanc verdâtre avec de grandes taches noires oblongues, et qu'il dit être de la même nature du schorl, et des prétendus porphyres à fond vert de la nature du *trapp*, dont nous avons parlé d'après lui, nous présumons qu'on doit plutôt les regarder comme des productions volcaniques que comme de vrais granites ou de vrais porphyres de nature.

Les basaltes qu'on appelle *antiques*, et les basaltes modernes, ont également été produits par le feu des volcans, puisqu'on trouve dans les basaltes égyptiens les mêmes cristaux de schorl en grenats blancs et de schorl noir en rayons et feuillets que dans les laves ou basaltes modernes et récents; que, de plus, le basalte noir, qu'on nomme mal à propos *basalte oriental*, est mêlé de petites écailles blanches de la nature du schorl, et que sa fracture est absolument pareille à de la lave du *Monte-Albano*; qu'un autre basalte noir antique, dont on a des statues, est rempli de petits cristaux en forme de grenats, et présente quelques feuilles brillantes de schorl noir; qu'un autre basalte noir antique est mêlé de petites parties de quartz, de feldspath et de mica, et serait par conséquent un vrai granite si ces trois substances y étaient réunies, comme dans le granite de nature, et non pas nichées séparément comme elles le sont dans ce basalte; qu'enfin on trouve dans un autre basalte antique, brun ou noirâtre, des bandes ou larges raies de granite rouge à petits grains. Ainsi le vrai basalte antique n'est point une pierre particulière, ni différente des autres basaltes, et tous ont été produits, comme les laves, par le feu des volcans. Et à l'égard des bandes de granite observées dans le dernier basalte, comme elles paraissent être de vrai granite, on doit présumer qu'elles ont été enveloppées par la lave en fusion, et inerustées dans son épaisseur.

Puisque le feu primitif a formé une si grande quantité de granites, on ne doit pas être étonné que le feu des volcans produise quelquefois des matières qui leur ressemblent: mais comme au contraire il me paraît certain que c'est par la voie humide que les cristaux de roche et toutes les pierres précieuses ont été formées, je pense qu'on doit regarder comme des corps étrangers toutes les chrysolithes, hyacinthes, topazes, calcédoines, opales, etc., qui se trouvent dans les différentes matières fondues par le feu des volcans, et que toutes ces pierres ou cristaux ont été saisis ou enveloppés par les laves et basaltes lorsqu'ils coulaient en fusion sur la surface des rochers vitreux, dont ces cristaux ne sont que des stalactites que l'ardeur du feu n'a pas dénaturées. Et quant aux autres cristallisations qui se trouvent dans les cavités des laves, elles ont été produites par l'infiltration de l'eau, après le refroidissement de ces mêmes laves.

Aux observations de M. Ferber et de M. le baron de Dietrich, sur les matières volcaniques et volcanisées, nous ajouterons celles de MM. Desmarest, Faujas de Saint-Fond et de Gensanne, qui ont examiné les volcans éteints de l'Auvergne, du Velay, du Vivarais et du Languedoc; et quoique j'aie déjà fait mention de la plupart de ces volcans éteints, il est bon de recueillir et de présenter ici les différentes

substances que ces observateurs ont reconnues aux environs de ces mêmes volcans, et qu'ils ont jugé avoir été produites par leurs anciennes éruptions.

M. de Gensanne parle d'un volcan dont la bouche se trouve au sommet de la montagne qui est entre Lunas et Lodève, et qui a dû être considérable, à en juger par la quantité de laves qu'on peut observer dans tout le terrain circonvoisin. Il a reconnu trois volcans dans le voisinage du fort Brescou, sur l'un desquels M. l'évêque d'Adge (Saint-Simon-Sandricourt) a fait, en prélat citoyen, des défrichements et de grandes cultures en vignes qui produisent de bons vins. Ce vieux volcan, stérile jusqu'alors, est couvert d'une si grande épaisseur de laves, que le fond du puits que M. l'évêque d'Adge a fait faire dans sa vigne est à cent quatre pieds de profondeur, et entièrement taillé dans ce banc de laves, sans qu'on ait pu en trouver la dernière couche, quoique le fond du puits soit à trois pieds au-dessous du niveau de la mer. M. de Gensanne ajoute qu'il a compté, dans le seul Bas-Languedoc, dix volcans éteints, dont les bouches sont encore très-visibles.

M. Desmarest prétend distinguer deux sortes de basaltes : il dit avoir comparé le basalte noir dont on voit plusieurs monuments antiques à Rome avec ce qu'il appelle *le basalte noir des environs de Tulle en Limousin* ; il assure avoir vu dans cette pierre des environs de Tulle les mêmes laves, les mêmes taches et bandes de quartz ou de feldspath et de zéolithe que dans le basalte noir antique : néanmoins, ce prétendu basalte de Tulle n'en est point un ; c'est une pierre argileuse, mêlée de mica noir et de schorl, qui n'a pas, à beaucoup près, la dureté de la lave compacte ou du basalte, et qui ne porte d'ailleurs aucun caractère ni aucun indice d'un produit de volcan ; au contraire, les basaltes gris, noirs et verdâtres des anciens, sont, de l'aveu même de cet académicien, composés de petits grains assez semblables à ceux d'une lave compacte et d'un tissu serré, et ces basaltes ressemblent entièrement au basalte d'Antrim en Irlande et à celui d'Auvergne (1).

(1) « On distingue trois substances qui sont renfermées dans les laves ; les points quartzeux, et même les granites entiers ; le schorl ou *gabbro* ; les matières calcaires, celles qui sont de la nature de la zéolithe, ou de la base de l'alun ; ces deux dernières substances présentent dans les laves toutes les matières du travail de l'eau, depuis la stalactite simple jusqu'à l'agate et la calcédoine. Ces substances étrangères existaient auparavant dans le terrain où la lave a coulé, elle les a entraînées et enveloppées ; car j'ai observé que dans certains cantons couverts de laves compactes, ou d'autres productions du feu, on n'y trouve pas un seul vestige de ces cristaux de *gabbro*, si les substances qui composent l'ancien sol n'en contiennent point elles-mêmes. »

Mais nous devons observer qu'indépendamment de ces matières vitreuses ou calcaires saisies dans leur état de nature, et qui sont plus ou moins altérées par le feu, on trouve aussi dans les laves des matières qui, comme nous l'avons dit, s'y sont introduites depuis par le travail successif des eaux. Elles sont, comme le dit M. Desmarest, le résultat de l'infiltration lente d'un fluide chargé de ces matières épurées, et qui a même souvent pénétré des masses d'un tissu assez serré ; elles ne s'y trouvent alors que dans un état cristallin et spathique... Elles ont pris la forme de stalactites en gouttes rondes ou allongées, en filets déliés, en tuyaux creux ; et toutes ces formes se retrouvent au milieu des laves compactes comme dans les vides des terres cuites. »

A ce fait, qui ne m'a jamais paru douteux, M. Desmarest en ajoute d'autres qui mériteraient une plus ample explication. Les matériaux, dit-il, que le feu a fondus pour produire le basalte, sont les granites. Les granites ne sont pas les seuls matériaux qui entrent dans la composition des basaltes, puisqu'ils contiennent peut-être plus de fer, ou d'autres substances, que de matières granitiques. Les granites, continue cet académicien, ont éprouvé par le feu différents degrés d'altération qui se terminent au basalte ; on y voit le spath fusible (feldspath), qui dans quelques-uns est grisâtre, et qui dans d'autres forme un fond noir d'un grain serré ; et, au milieu de ces échantillons, on démente aisément le quartz, qui reste en cristaux ou intacts, ou éclatés par lames, ou réduits à une couleur d'un blanc terne, comme le quartz blanc rougi au feu et refroidi subitement. Le quartz n'est point

M. Faujas de Saint-Fond a très-bien observé toutes les matières produites par les volcans ; ses recherches assidues et suivies pendant plusieurs années, et pour lesquelles il n'a épargné ni soins ni dépenses, l'ont mis en état de publier un grand et bel ouvrage sur les volcans éteints, dans lequel nous puiserons le reste des faits que nous avons à rapporter, en les comparant avec les précédents.

Il a découvert dans les volcans éteints du Vivarais les mêmes pouzzolanes grises, jaunes, brunes et roussâtres, qui se trouvent au Vésuve et dans les autres terrains volcanisés de l'Italie : les expériences faites dans les bassins du jardin des Tuileries, et vérifiées publiquement, ont confirmé l'identité de la nature de ces pouzzolanes de France et d'Italie, et on peut présumer qu'il en est de même des pouzzolanes de tous les autres volcans.

Cet habile naturaliste a remarqué dans une lave grise, pesante et très-dure, des cristaux assez gros, mais confus, lesquels, réduits en poudre, ne faisaient aucune effervescence avec l'acide nitreux, mais se convertissaient, au bout de quelques heures, en une gelée épaisse ; ce qui annonce, dit-il, que cette matière est une espèce de zéolithe : mais je dois observer que ce caractère par lequel on a voulu désigner la zéolithe est équivoque ; car toute autre matière mélangée de vitreux et de calcaire se réduira de même en gelée : et d'ailleurs cette réduction en gelée n'est pas un indice certain, puisqu'en augmentant la quantité de l'acide on parvient aisément à dissoudre la matière en entier.

Le même M. de Saint-Fond a observé que le fer est très-abondant dans toutes les laves, et que souvent il s'y présente dans l'état de rouille, d'ocre ou de ehaux. On voit en effet des laves dont les surfaces sont revêtues d'une couche ocreuse produite par la décomposition du fer qu'elles contenaient, et où d'autres couches ocreuses, encore plus décomposées, se convertissent ultérieurement en une terre argileuse qui happe à la langue (1).

Ce même naturaliste rapporte, d'après M. Pazumot, qu'on a d'abord trouvé des zéolithes dans les laves d'Islande, qu'ensuite on en a reconnu dans différents basaltes en Auvergne, dans ceux du Vieux-Brisach en Alsace, dans les laves envoyées des îles de France et de Bourbon, et dans celles de l'île de Féroé. M. Pazumot est en effet le premier qui ait écrit sur la zéolithe dans les laves et son opinion

en cristaux dans les granites de nature, c'est le feldspath qui seul y est en cristaux rhomboïdaux : ainsi le quartz ne peut pas *rester en cristaux intacts*, etc., dans les basaltes.

(1) Il m'a remis, pour le Cabinet du Roi, une très-belle collection en ce genre, dans laquelle on peut voir tous les passages du basalte noir le plus dur à l'état argileux. Les différents morceaux de cette collection présentent toutes les nuances de la décomposition ; l'on y reconnaît, de la manière la plus évidente, non-seulement toutes les modifications du fer, qui en se décomposant a produit les teintes les plus variées ; mais l'on y voit jusqu'à des prismes bien conformés, entièrement convertis en substance argileuse, de manière à pouvoir être coupés avec un couteau au-si facilement que la terre à foulon, tandis que le schorl noir, renfermé dans les prismes, n'a éprouvé aucune altération.

Un fait digne de la plus grande attention, c'est que, dans certaines circonstances, les eaux s'infiltrant à travers ces laves à demi décomposées ont entraîné leurs molécules ferrugineuses, et les ont déposées et réunies sous la forme d'hématites dans les cavités adjacentes ; alors les laves terreuses, dépourvues de leur fer, ont perdu leur couleur, et ne se présentent plus que comme une terre argileuse et blanche, sur laquelle l'aimant n'a plus d'action.

est que cette substance n'est pas un produit immédiat du feu, mais une reproduction formée par l'intermède de l'eau, et par la décomposition de la terre volcanisée. C'est aussi le sentiment de M. de Saint-Fond : cependant il avoue qu'il a trouvé de la zéolithe dans l'intérieur du basalte le plus compacte et le plus dur. Il n'est donc guère possible de supposer que la zéolithe se soit formée dans ces basaltes par la décomposition de leur propre substance, et M. de Saint-Fond pense que ces dernières zéolithes s'étaient formées auparavant, et qu'elles ont seulement été saisies et enveloppées par la lave lorsqu'elle était en fusion. Mais alors comment est-il possible que la violence du feu ne les ait pas dénaturées, puisqu'elles sont enfermées dans la plus grande épaisseur de la lave où la chaleur était la plus forte? Aussi notre observateur convient-il qu'il y a des circonstances où le feu et l'eau ont pu produire des zéolithes, et il en donne des raisons assez plausibles.

Il dit, après l'avoir éprouvé par comparaison, que le basalte noir du Vivarais est plus dur que le basalte antique ou égyptien (1). Il a trouvé sur le plus haut sommet de la montagne du Mézine en Vélay un basalte gris-blanc un peu verdâtre, dur et sonore, qui se rapproche, par la couleur et par le grain, du basalte gris-verdâtre d'Égypte, et dans lequel on remarque quelques lames d'un feldspath blanc et vitreux, qui a le coup d'œil et le brillant d'une eau glacée. Ces lames sont souvent formées en parallélogrammes, et il y a des morceaux où le feldspath renferme lui-même de petites aiguilles de schorl noir.

Enfin il remarque aussi très-bien que les dendrites qu'on voit à la superficie de quelques basaltes, sont produites par le fer que l'eau dissout et dépose en forme de ramifications.

A l'égard de la figure prismatique que prennent les basaltes, notre observateur m'en a remis, pour le Cabinet du Roi, des triangulaires, c'est-à-dire à trois pans, qu'il dit être les plus rares, des quadrangulaires, des pentagones, des hexagones, des heptagones et des octogones, tous en prismes bien formés; et, après une infinité de recherches, il avoue n'avoir jamais trouvé de basalte à neuf pans, quoique Molineux dise en avoir vu dans le comté d'Antrim.

Dans certaines laves que M. de Saint-Fond appelle *basaltes irréguliers*, il a reconnu de la zéolithe en noyau, avec du schorl noir. Dans un autre basalte du Vivarais, il a vu un gros noyau de feldspath blanc à demi transparent, luisant, et ressemblant à du spath calcaire; et ce feldspath renfermait lui-même une belle aiguille prismatique de schorl noir. « Il y a de ces basaltes, dit-il, qui contiennent des noyaux

(1) Il observe quelques différences dans la pâte de ce basalte égyptien, d'après les belles statues de cette matière que M. le duc de Chaulnes a rapportées de son voyage d'Égypte; elles présentent les variétés suivantes : 1^o un basalte noir, dur et compacte, dont la pâte offre un grain serré, mais sec et âpre au toucher dans les cassures, et néanmoins susceptible d'un beau poli; 2^o un basalte d'un grain semblable, mais d'une teinte verdâtre; 3^o un basalte d'un gris lavé tirant au vert. Au reste, M. Faujas de Saint-Fond ne regarde pas comme un basalte, ni même comme un produit des volcans, la matière de quelques statues égyptiennes, qui, quoique d'une belle couleur noire, n'est qu'une pierre argileuse mêlée de mica et de schorl noir en très-petits grains; et cette pierre est bien moins dure que le basalte. Notre observateur recommande enfin de ne pas confondre avec le basalte la matière de quelques statues égyptiennes d'un gris noirâtre, qui n'est qu'un granite à grain fin ou une sorte de *granitello*.

de pierre calcaire et de pierre vitrifiable de la nature de la pierre à rasoir, et d'autres noyaux qui ressemblent à du tripoli. » Il a vu dans d'autres blocs de la chrysolithe verdâtre ; dans d'autres, du spath calcaire blanc, cristallisé et à demi transparent : d'autres morceaux sont entremêlés de couches de basalte et de petites couches de pierre calcaire ; d'autres renferment des fragments de granite blanc, mêlés de schorl noir : il y en a même dont le granite est en plaques si intimement jointes et liées au basalte, que, malgré le poli, la ligne de jonction n'est pas sensible ; enfin, dans la cavité d'un autre morceau de basalte, il a reconnu un dépôt ferrugineux sous la forme d'hématite, qui en tapisse tout l'intérieur, et qui est de couleur gorge de pigeon très-chatoyante. On voit sur cette hématite quelques gros grains d'une espèce de calcédoine blanche et demi-transparente ; une des faces de ce même morceau est recouverte de dendrites ferrugineuses : et parmi les laves proprement dites il en a remarqué plusieurs qui sont tendres, friables, et prennent peu à peu la nature d'une terre argileuse.

Il remarque avec raison que la *pierre de gallinace*, qu'on a nommée *agate noire d'Islande*, n'a aucun rapport avec les agates, et que ce n'est qu'un verre demi-transparent, une sorte d'émail, qui se forme dans les volcans, et que nous pouvons même imiter en tenant de la lave à un feu violent et longtemps continué. On trouve de cette pierre de gallinace non-seulement en Islande, mais dans les montagnes volcaniques du Pérou. Les anciens Péruviens le travaillaient pour en faire des miroirs qu'on a trouvés dans leurs tombeaux. Mais il ne faut pas confondre cette pierre de gallinace avec la *pierre d'incas*, qui est une marcassite dont ils faisaient aussi des miroirs. On rencontre de même sur l'Etna et sur le Vésuve quelques morceaux de gallinace, mais en petite quantité, et M. de Saint-Fond n'en a trouvé qu'en un seul endroit du Vivarais, dans les environs de Rochemaure. Ce morceau est tout à fait semblable à la gallinace d'Islande ; il est de même très-noir et d'une substance dure donnant des étincelles avec l'acier : mais on y voit des bulles de la grosseur de la tête d'une épingle, toutes d'une rondeur exacte ; ce qui paraît être une démonstration de plus de sa formation par le feu.

Indépendamment de toutes les variétés dont nous venons de faire mention, il se trouve très-fréquemment dans les terrains volcanisés des brèches et des pouddings que M. de Saint-Fond distingue avec raison (1) par la différence des matières dont ils sont composés.

La pouzzolane n'est que le détriment des matières volcaniques ; vue à la loupe, elle présente une multitude de grains irréguliers : on y voit aussi des points de schorl noir détachés, et très-souvent de petites portions de basalte pur ou altéré.

(1) Ces brèches se trouvent souvent en très-grandes masses ; l'église cathédrale et la plupart des maisons de la ville du Puy en Velay sont construites d'une brèche volcanique dont il y a de très-grands rochers à la montagne de Danis ; cette brèche est quelquefois en masses irrégulières : mais pour l'ordinaire elle est posée par couches fort épaisses qui ont été produites par les éruptions de l'ancien volcan de Danis. Il y a près du château de Rochemaure, des masses énormes d'une autre brèche volcanique formée par une multitude de très-petits éclats irréguliers de basalte noir dur et sain, de quelques grains de schorl noir vitreux, le tout confondu et mêlé de fragments d'une pierre blanchâtre, et tirant un peu sur la couleur de rose tendre.

On trouve de la pouzzolane dans presque tous les cantons volcanisés, particulièrement dans les environs des cratères; il y en a plusieurs espèces et de différentes couleurs dans le Vivarais, et en plus grande abondance dans le Velay.

Et je crois qu'on pourrait mettre encore au nombre des pouzzolanes, cette matière d'un rouge ferrugineux qui se trouve souvent entre les couches des basaltes, quoiqu'elle se présente comme une terre bolaire qui happe à la langue et qui est grasse au toucher. En la regardant attentivement, on y voit beaucoup de paillettes de schorl noir, et souvent même des portions de lave qui n'ont pas encore été dénaturées, et qui conservent tous les caractères de la lave; mais ce qui prouve sa conformité de nature avec la pouzzolane, c'est qu'en prenant dans cette matière rouge celle qui est la plus liante, la plus pâteuse, on en fait un ciment avec de la chaux vive, et que, dans ce ciment, le liant de la terre s'évanouit, et qu'il prend consistance dans l'eau comme la plus excellente pouzzolane.

Les pouzzolanes ne sont donc pas des cendres, comme quelques auteurs l'ont écrit, mais de vrais détriments des laves et des autres matières volcanisées. Au reste, il me paraît que notre savant observateur assure trop généralement qu'*il n'y a point de véritables cendres dans les volcans*, et qu'il n'y existe *absolument* que la matière de la lave cuite, recuite, calcinée, réduite ou en scories graveleuses ou en poudre fine. D'abord il me semble que, dans tout le cours de son ouvrage, l'auteur est dans l'idée que la lave se forme dans le gouffre ou foyer même du volcan, et qu'elle est projetée hors du cratère sous sa forme liquide et coulante, tandis qu'au contraire la lave ne se forme que dans les éminences ou monceaux de matières ardentes rejetées et accumulées, soit au-dessus du cratère, comme dans le Vésuve, soit à quelque distance des bouches d'éruption, comme dans l'Etna. La lave ne se forme donc que par une vitrification postérieure à l'éjection, et cette vitrification ne se fait que dans les monceaux de matières rejetées; elle ne sort que du pied de ces éminences ou monceaux, et dès lors cette matière vitrifiée ne contient en effet point de cendres; mais les monceaux eux-mêmes en contenaient en très-grande quantité, et ce sont ces cendres qui ont servi de fondant pour former le verre de toutes les laves. Ces cendres sont lancées hors du gouffre des volcans, et proviennent des substances combustibles qui servent d'aliment à leurs feux; les pyrites, les bitumes et les charbons de terre, tous les résidus des végétaux et animaux étant les seules matières qui puissent entretenir le feu, il est de toute nécessité qu'elles se réduisent en cendres dans le foyer même du volcan, et qu'elles suivent le torrent de ses projections: aussi plusieurs observateurs, témoins oculaires des éruptions des volcans, ont très-bien reconnu les cendres projetées, et quelquefois emportées fort loin par les vents; et si, comme le dit M. de Saint-Fond, l'on ne trouve pas de cendres autour des anciens volcans éteints, c'est uniquement parce qu'elles ont changé de nature par le laps de temps et par l'action des éléments humides.

Nous ajouterons encore ici quelques observations de M. de Saint-Fond, au sujet de la formation des pouzzolanes. Les laves poreuses se réduisent en sable et en

poussière; les matières qui ont subi une forte calcination sans se fondre deviennent friables, et forment une excellente pouzzolane : la couleur en est jaunâtre, grise, noire ou rougeâtre, en raison des différentes altérations qu'a éprouvées la matière ferrugineuse qu'elles contiennent; et il ajoute que c'est uniquement à la quantité du fer contenu dans les laves et basaltes, qu'on doit attribuer leur fusibilité. Cette dernière assertion me paraît trop exclusive : ce n'est pas en effet au fer, du moins au fer seul, qu'on doit attribuer la fusibilité des laves : c'est au *salin* contenu dans les cendres rejetées par le volcan qu'elles ont dû leur première vitrification, et c'est au mélange des matières vitreuses, calcaires et salines, autant et plus qu'aux parties ferrugineuses, qu'elles doivent la facilité de se fondre une seconde fois. Les laves se fondent comme nos verres factices et comme toute autre matière vitreuse mélangée de parties calcaires ou salines : et en général tout mélange et toute composition produit la fusibilité; car l'on sait que plus les matières sont pures, et plus elles sont réfractaires au feu : le quartz, le jaspe, l'argile et la craie pures y résistent également, tandis que toutes les matières mixtes s'y fondent aisément; et cette épreuve serait le meilleur moyen de distinguer les substances simples des matières composées, si la fusibilité ne dépendait pas encore plus de la force du feu que du mélange des matières, car, selon moi, les substances les plus simples et les plus réfractaires ne résisteraient pas à cette action du feu si l'on pouvait l'augmenter à un degré convenable.

En comparant toutes les observations que je viens de rapporter, et donnant même aux différentes opinions des observateurs toute la valeur qu'elles peuvent avoir, il me paraît que le feu des volcans peut produire des matières assez semblables aux porphyres et granites, et dans lesquelles le feldspath, le mica et le schorl se reconnaissent sous leur forme propre; et ce fait seul une fois constaté suffirait pour qu'on dût regarder comme plus que vraisemblable la formation du porphyre et du granite par le feu primitif, et à plus forte raison celle des matières premières dont ils sont composés.

Mais, dira-t-on, quelque sensibles que soient ces rapports, quelque plausibles que paraissent les conséquences que vous en tirez, n'avez-vous pas annoncé que la figuration de tous les minéraux n'est due qu'au travail des molécules organiques, qui ne pouvant en pénétrer le fond, par la trop grande résistance de leur substance dure, ont seulement tracé sur la superficie les premiers linéaments de l'organisation, c'est-à-dire les traits de la figuration? Or il n'y avait point de corps organisés dans ce premier temps où le feu primitif a réduit le globe en verre; et même est-il croyable que dans ces feux de nos fourneaux ardents, où nous voyons se former des cristaux, il y ait des molécules organiques qui concourent à la forme régulière qu'ils prennent? Ne suffit-il pas d'admettre la puissance de l'attraction et l'exercice de sa force par les lois de l'affinité, pour concevoir que toutes les parties homogènes se réunissant, elles doivent prendre en conséquence des figures régulières, et se présenter sous différentes formes relatives à leur différente nature, telles que nous les voyons dans ces cristallisations?

Ma réponse à cette importante question est que, pour produire une forme régulière dans un solide, la puissance de l'attraction seule ne suffit pas, et que l'affinité n'étant que la même puissance d'attraction, ses lois ne peuvent varier que par la diversité de figure des particules sur lesquelles elle agit pour les réunir (1); sans cela toute matière réduite à l'homogénéité prendrait la forme sphérique, comme la prennent les gouttes d'eau, de mercure et de tout autre liquide, dans le temps de leur liquéfaction. Il faut donc nécessairement que tous les corps qui ont des formes régulières avec des faces et des angles, reçoivent cette impression de figure de quelque autre cause que de l'affinité; il faut que chaque atome soit déjà figuré avant d'être attiré et réuni par l'affinité; et comme la figuration est le premier trait de l'organisation, et qu'après l'attraction il n'y a d'autre puissance active dans la nature que celle de la chaleur et des molécules organiques qu'elle produit, il me semble qu'on ne peut attribuer qu'à ces mêmes éléments actifs le travail de la figuration.

L'existence des molécules organiques a précédé celle des êtres organisés; elles sont aussi anciennes que l'élément du feu; un atome de lumière ou de chaleur est par lui-même une molécule active, qui devient organique dès qu'elle a pénétré un autre atome de matière. Ces molécules organiques une fois formées ne peuvent être détruites; le feu le plus violent ne fait que les disperser sans les anéantir: nous avons prouvé que leur essence était inaltérable, leur existence perpétuelle, leur nombre infini, et qu'étant aussi universellement répandues que les atomes de la lumière, tout concourt à démontrer qu'elles servent également à l'organisation des animaux, des végétaux, et à la figuration des minéraux, puisqu'après avoir pris à la surface de la terre leur organisme tout entier, dans l'animal et le végétal, retombant ensuite dans la masse minérale, elles réunissent tous les êtres sous la même loi, et ne font qu'un seul empire de tous les règnes de la nature.

DU SOUFRE.

La nature, indépendamment de ses hautes puissances auxquelles nous ne pouvons atteindre, et qui se déploient par des effets universels, a de plus les facultés de nos arts, qu'elle manifeste par des effets particuliers: comme nous elle sait fondre et sublimer les métaux, cristalliser les sels, tirer le vitriol et le soufre des pyrites, etc. Son mouvement plus que perpétuel, aidé de l'éternité du temps, produit,

(1) Voyez, dans l'histoire naturelle des quadrupèdes, l'article qui a pour titre *de la Nature, seconde vue*.

entraîne, amène toutes les révolutions, toutes les combinaisons possibles. Pour obéir aux lois établies par le souverain Être, elle n'a besoin ni d'instrument, ni d'adminicules, ni d'une main dirigée par l'intelligence humaine; tout s'opère parce qu'à force de temps tout se rencontre, et que dans la libre étendue des espaces et dans la succession continue du mouvement, toute matière est remuée, toute forme donnée, toute figure imprimée.

Ainsi tout se rapproche ou s'éloigne, tout s'unit ou se fuit, tout se combine ou s'oppose, tout se produit ou se détruit par des forces relatives ou contraires, qui seules sont constantes, et, se balançant sans se nuire, animent l'univers et en font un théâtre de scènes toujours nouvelles et d'objets sans cesse renaissants.

Mais en ne considérant la nature que dans ses productions secondaires, qui sont les seules auxquelles nous puissions comparer les produits de notre art, nous la verrons encore bien au-dessus de nous; et pour ne parler que du sujet particulier dont je vais traiter dans cet article, le soufre qu'elle produit au feu de ses volcans, est bien plus pur, bien mieux cristallisé que celui dont nos plus grands chimistes ont ingénieusement trouvé la composition. C'est bien la même substance; ce soufre artificiel et celui de la nature ne sont également que la matière du feu rendue fixe par l'acide; et la démonstration de cette vérité, qui ne porte que sur l'imitation par notre art d'un procédé secondaire de la nature, est néanmoins le triomphe de la chimie, et le plus beau trophée qu'elle puisse placer au haut du monument de toutes ses découvertes.

L'élément du feu, qui, dans son état de liberté, ne tend qu'à fuir et divise toute matière à laquelle on l'applique, trouve sa prison et des liens dans cet acide, qui lui-même est formé par l'intermède des autres éléments; c'est par la combinaison de l'air et du feu que l'acide primitif a été produit; et dans les acides secondaires les éléments de la terre et de l'eau sont tellement combinés, qu'aucune autre substance simple ou composée n'a autant d'affinité avec le feu: aussi cet élément se saisit de l'acide dès qu'il se trouve dans son état de pureté naturelle et sans eau superflue; il forme avec lui un nouvel être qui est le soufre, uniquement composé de l'acide et du feu.

Pour voir clairement ces rapports importants, considérons d'abord le soufre tel que la nature nous l'offre au sommet de ses volcans; il se sublime, s'attache et se cristallise contre les parois des cavernes qui surmontent tous les feux souterrains: ces chapiteaux des fournaies, embrasées par le feu des pyrites, sont les grands récipients de cette matière sublimée; elle ne se trouve nulle part en aussi grande abondance, parce que nulle part l'acide et le feu ne se rencontrent en aussi grand volume et n'agissent avec autant de puissance.

Après la chute des eaux et la production de l'acide, la nature a d'abord renfermé une partie de la matière du feu dans les pyrites, c'est-à-dire dans les petites masses ferrugineuses et minérales où l'acide vitriolique, se trouvant en quantité, a saisi cet élément du feu, et le retiendrait à perpétuité si l'action des éléments humi-

des (1) ne survenait pour le dégager et lui rendre sa liberté; l'humidité, en agissant sur la matière terreuse et s'unissant en même temps à l'acide, diminue sa force, relâche peu à peu les nœuds de son union avec le feu, qui reprend sa liberté dès que ses liens sont brisés : dans cet incendie, le feu, devenu libre, emporte avec sa flamme une portion de l'acide auquel il était uni dans la pyrite; et cet acide pur et séparé de la terre, qui reste fixe, forme, avec la substance de la flamme, une nouvelle matière uniquement composée de feu fixé par l'acide, sans mélange de terre ni de fer, ni d'aucune autre matière.

Il y a donc une différence essentielle entre le soufre et la pyrite, quoique tous deux contiennent également la substance du feu saisie par l'acide, puisque le soufre n'est composé que de ces deux substances pures et simples, tandis qu'elles sont incorporées dans la pyrite avec une terre fixe de fer ou d'autres minéraux. Le mot de *soufre minéral*, dont on a tant abusé, devrait être banni de la physique, parce qu'il fait équivoque et présente une fausse idée; car ce soufre minéral n'est pas du soufre, mais de la pyrite : et de même toutes les substances métalliques, qu'on dit être minéralisées par le soufre, ne sont que des pyrites qui contiennent, à la vérité, les principes du soufre, mais dans lesquelles il n'est pas formé. Les pyrites martiales et cuivreuses, la galène de plomb, etc., sont autant de pyrites dans lesquelles la substance du feu et celle de l'acide se trouvent plus ou moins intimement unies aux parties fixes de ces métaux : ainsi les pyrites ont été formées par une grande opération de la nature, après la production de l'acide et des matières combustibles, remplies de la substance du feu; et le soufre ne s'est formé que par une opération secondaire, accidentelle et particulière, en se sublimant avec l'acide par l'action des feux souterrains. Les charbons de terre et les bitumes, qui, comme les pyrites, contiennent de l'acide, doivent par leur combustion produire de même une grande quantité de soufre; aussi toutes les matières qui servent d'aliment au feu des volcans et à la chaleur des eaux thermales, donnent également du soufre dès que, par les circonstances locales, l'acide et le feu qui l'accompagne et l'enlève, peuvent être arrêtés et condensés par le refroidissement.

On abuse donc du nom de *soufre*, lorsqu'on dit que les métaux sont minéralisés par le soufre; et comme les abus vont toujours en augmentant, on a aussi donné le même nom de *soufre* à tout ce qui peut brûler. Ces applications équivoques ou fausses viennent de ce qu'il n'y avait dans aucune langue une expression qui pût désigner le feu dans son état fixe; le *soufre* des anciens chimistes représentait cette idée (2),

(2) L'eau seule ne décompose pas les pyrites : le long des falaises des côtes de Normandie, les bords de la mer sont jonchés de pyrites, que les pêcheurs ramassent pour en faire du vitriol.

La rivière de Marne, dans la partie de la Champagne crayense qu'elle arrose, est jonchée de pyrites martiales qui restent intactes tant qu'elles sont dans l'eau, mais qui s'effleurissent dès qu'elles sont exposées à l'air.

(4) Le soufre des philosophes hermétiques était en tout autre être que le soufre commun : ils le regardaient comme le principe de la lumière, comme celui du développement des germes et de la nutrition des corps organisés; et sous ce rapport, il paraît qu'ils considéraient particulièrement dans ce soufre son feu fixe, indépendamment de l'acide dans lequel il se trouve engagé. Dans ce point de vue, ce n'est plus du soufre qu'il s'agit, mais du feu même, en tant que fixé dans les différents corps de la nature; il en fait l'activité, le développement et la vie; et, en ce sens, le soufre des alchimistes peut en effet être regardé comme le principe des phénomènes de la cha-

le *phlogistique* la représente dans la chimie récente : et l'on n'a rien gagné à cette substitution de termes; elle n'a même fait qu'augmenter la confusion des idées, parce qu'on ne s'est pas borné à ne donner au phlogistique que les propriétés du feu fixe. Ainsi le mot ancien de *soufre*, ou le mot nouveau de *phlogistique*, dans la langue des sciences, n'auraient pas fait de mal s'ils n'eussent exprimé que l'idée nette et claire du feu dans son état fixe : cependant *feu fixe* est aussi court, aussi aisé à prononcer, que *phlogistique*; et *feu-fixe* rappelle l'idée principale de l'élément du feu, et le représente tel qu'il existe dans les corps combustibles, au lieu que *phlogistique*, qu'on n'a jamais bien défini, qu'on a souvent mal appliqué, n'a fait que brouiller les idées, et rendre obscures les explications des choses les plus claires. La réduction des chaux métalliques en est un exemple frappant ; car elle s'explique, s'entend aussi clairement que la précipitation, sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours, avec nos chimistes, à l'absence ou à la présence du phlogistique.

Dans la nature, et surtout dans la matière brute, il n'y a d'êtres réels et primitifs que les quatre éléments; chacun de ces éléments peut se trouver en un état différent de mouvement ou de repos, de liberté ou de contrainte, d'action ou de résistance, etc. : il y aurait donc tout autant de raison de faire un nouveau mot pour l'air fixe; mais heureusement on s'en est abstenu jusqu'ici. Ne vaut-il pas mieux en effet désigner par une épithète l'état d'un élément, que de faire un être nouveau de cet état en lui donnant un nom particulier? Rien n'a plus retardé le progrès des sciences que la *logomachie*, et cette création de mots nouveaux à *demi techniques*, à *demi métaphysiques*, et qui dès lors ne représentent nettement ni l'effet ni la cause : j'ai même admiré la justesse de discernement des anciens; ils ont appelé *pyrites* les matières minérales qui contiennent en abondance la substance du feu : avons-nous eu raison de substituer à ce nom celui de *soufre*, puisque les minerais ne sont en effet que des pyrites? Et de même les anciens chimistes ont entendu par le mot de *soufre* la matière du feu contenue dans les huiles, les résines, les esprits ardents, et dans tous les corps des animaux ou végétaux, ainsi que dans la substance des minéraux : avons-nous aujourd'hui raison de lui substituer celui de *phlogistique*? Le mieux eût été de n'adopter ni l'un ni l'autre : aussi n'ai-je employé dans le cours de cet ouvrage que l'expression de *feu fixe*, au lieu de *phlogistique*, comme je n'emploie ici que celle de *pyrite* au lieu de *soufre minéral*.

Au reste, si l'on veut distinguer l'idée du feu fixe de celle du phlogistique, il faudra, comme je l'ai dit, appeler *phlogistique* le feu qui, d'abord étant fixé dans les corps, est en même temps animé par l'air et peut en être séparé, et laisser le nom de *feu fixe* à la matière propre de feu fixé dans ces mêmes corps, et qui, sans l'admicule de l'air auquel il se réunit, ne pourrait s'en dégager.

Le feu fixe est toujours combiné avec l'air fixe, et tous deux sont les principes inflammables de toutes les substances combustibles : c'est en raison de la quantité

leur, de la lumière, du développement et de la nutrition des corps organisés. (*Observation communiquée par M. l'albe Bezon.*)

de cet air et feu fixe qu'elles sont plus ou moins inflammables. Le soufre, qui n'est composé que d'acide pur et de feu fixe, brûle en entier et ne laisse aucun résidu après son inflammation ; les autres substances, qui sont mêlées de terres ou de parties fixes, laissent toutes des cendres ou des résidus charbonneux après leur combustion ; et en général toute inflammation, toute combustion n'est que la mise en liberté, par le concours de l'air, du feu fixe contenu dans les corps ; et c'est alors que ce feu animé par l'air devient *phlogistique* : or, le feu libre, l'air et l'eau, peuvent également rendre la liberté au feu fixe contenu dans les pyrites ; et comme, au moment qu'il est libre, le feu reprend sa volatilité, il emporte avec lui l'acide auquel il est uni, et forme du soufre par la seule condensation de cette vapeur.

On peut faire du soufre par la fusion ou par la sublimation : il faut pour cela choisir les pyrites qu'on a nommées *sulfureuses*, et qui contiennent la plus grande quantité de feu fixe et d'acide, avec la moindre quantité de fer, cuivre, ou de toute autre matière fixe ; et selon qu'on veut extraire une grande ou petite quantité de soufre, on emploie différents moyens, qui néanmoins se réduisent tous à donner du soufre par fusion ou par sublimation.

Cette substance tirée des pyrites par notre art, est absolument semblable à celle du soufre que la nature produit par l'action de ses feux souterrains ; sa couleur est d'un jaune citrin ; son odeur est désagréable, et plus forte lorsqu'il est frotté ou échauffé ; il est électrique comme l'ambre ou la résine ; sa saveur n'est insipide que parce que le principe aqueux de son acide y étant absorbé par l'excès du feu, il n'a aucune affinité avec la salive, et qu'en général il n'a pas plus d'action sur les matières aqueuses qu'elles n'en ont sur lui ; sa densité est à peu près égale à celle de la pierre calcaire (1) ; il est cassant, presque friable, et se pulvérise aisément ; il ne s'altère pas par l'impression des éléments humides, et même l'action du feu ne le décompose pas lorsqu'il est en vaisseaux clos, et privé de l'air nécessaire à toute inflammation. Il se sublime sous sa même forme, au haut du vaisseau clos, en petits cristaux auxquels on a donné le nom de *fleurs de soufre* ; celui qu'on obtient par la fusion se cristallise de même en le laissant refroidir très-lentement : ces cristaux sont ordinairement en aiguilles ; et cette forme aiguillée, propre au soufre, se voit dans les pyrites et dans presque tous les minéraux où le feu et l'acide se trouvent combinés en grande quantité avec le métal : il se cristallise aussi en octaèdre dans les grands soupirlaux des volcans.

Le degré de chaleur nécessaire pour fondre le soufre ne suffit pas pour l'enflammer : il faut, pour qu'il s'allume, porter de la flamme à sa surface ; et dès qu'il aura reçu l'inflammation, il continuera de brûler. Sa flamme est légère et bleuâtre, et ne peut même communiquer l'inflammation aux autres matières combustibles que quand on donne plus d'activité à la combustion du soufre en augmentant le degré de feu : alors sa flamme devient plus lumineuse, plus intense, et peut en-

(1) Le soufre volatil pèse environ cent quarante-deux livres le pied cube, et le soufre en canon cent trente-neuf à cent quarante livres.

flammer les matières sèches et combustibles. Cette flamme du soufre, quelque intense qu'elle puisse être, n'en est pas moins pure; elle est ardente dans toute sa substance; elle n'est accompagnée d'aucune fumée et ne produit pas de suie : mais elle répand une vapeur suffocante qui n'est que celle de l'acide encore combiné avec le feu fixe, et à laquelle on a donné le nom d'*acide sulfureux*. Au reste, plus lentement on fait brûler le soufre, plus la vapeur est suffocante, et plus l'acide qu'elle contient devient pénétrant : c'est, comme l'on sait, avec cet acide sulfureux qu'on blanchit les étoffes, les plumes et les autres substances animales.

L'acide que le feu libre emporte, ne s'élève avec lui qu'à une certaine hauteur; car dès qu'il est frappé par l'humidité de l'air, qui se combine avec l'acide, le feu est forcé de fuir; il quitte l'acide et s'exhale tout seul : cet acide dégagé dans la combustion du soufre est du pur acide vitriolique. « Si l'on veut le recueillir au moment que le feu l'abandonne, il ne faut que placer un chapiteau au-dessus du vase, avec la précaution de le tenir assez éloigné pour permettre l'action de l'air, qui doit entretenir la combustion, et de porter dans l'intérieur du chapiteau une certaine humidité par la vapeur de l'eau chaude; on trouvera dans le récipient ajusté au bec du chapiteau, l'acide vitriolique connu sous le nom d'*esprit de vitriol*, c'est-à-dire un acide peu concentré, et considérablement affaibli par l'eau. » On concentre cet acide et on le rend pur en le distillant. « L'eau, comme plus volatile, s'élève la première et emporte un peu d'acide; plus on réitère la distillation, plus il y a de déchet, mais aussi plus l'acide qui reste se concentre; et ce n'est que par ce moyen qu'on peut lui donner toute sa force et le rendre tout à fait pur (1). » Au reste, on a imaginé depuis peu le moyen d'effectuer dans des vaisseaux clos la combustion du soufre; il suffit pour cela d'y joindre un peu de nitre, qui fournit l'air nécessaire à cette combustion; et d'après ce principe on a construit des appareils de vaisseaux clos, pour tirer l'esprit de vitriol en grand, sans danger et sans pertes : c'est ainsi qu'on y procède actuellement dans plusieurs manufactures (2), et spécialement dans la belle fabrique de sels minéraux établie à Javelle sous le nom et les auspices de monseigneur le comte d'Artois.

L'eau ne dissout point le soufre et ne fait même aucune impression à sa surface; cependant si l'on verse du soufre en fusion dans de l'eau, elle se mêle avec lui, et il reste mou tant qu'on ne le fait pas sécher à l'air : il reprend sa solidité et toute sa sécheresse dès que l'eau dont il s'est humecté par force, et avec laquelle il n'a que peu ou point d'adhérence, est enlevée par l'évaporation.

Voilà sur la composition de la substance du soufre et sur ses principales propriétés ce que nos plus habiles chimistes ont reconnu et nous représentent comme choses incontestables et certaines; cependant elles ont besoin d'être modifiées, et surtout de n'être pas prises dans un sens absolu, si l'on veut s'approcher de la vé-

(1) *Éléments de Chimie*, par M. de Morveau, tome II, page 22.

(2) C'est à Rouen que l'on a commencé à faire de l'huile de vitriol en grand par le soufre; il s'en fait annuellement dans cette ville et dans les environs quatorze cent milliers : on en fait à Lyon sans intermède du salpêtre. (Note communiquée par M. de Grignon.)

rité en s'approchant des faits réels de la nature. Le soufre, quoique entièrement composé de feu fixe et d'acide, n'en contient pas moins les quatre éléments, puisque l'eau, la terre et l'air se trouvent unis dans l'acide vitriolique, et que le feu même ne se fixe que par l'intermède de l'air.

Le phlogistique n'est pas, comme on l'assure, une substance simple, identique, et toujours la même dans tous les corps, puisque la matière du feu y est toujours unie à celle de l'air, et que, sans le concours de ce second élément, le feu fixe ne pourrait ni se dégager ni s'enflammer. On sait que l'air fixe prend souvent la place du feu fixe en s'emparant des matières que celui-ci quitte, que l'air est même le seule intermède par lequel on puisse dégager le feu fixe, qui alors devient le phlogistique : ainsi le soufre, indépendamment de l'air fixe qui est entré dans sa composition, se charge encore de nouvel air dans son état de fusion ; cet air fixe s'unit à l'acide ; la vapeur même du soufre fixe l'air et l'absorbe ; et enfin le soufre, quoique contenant le feu fixe en plus grande quantité que toutes les autres substances combustibles, ne peut s'enflammer comme elles et continuer à brûler que par le concours de l'air.

En comparant la combustion du soufre à celle du phosphore, on voit que, dans le soufre, l'air fixe prend la place du feu à mesure qu'il se dégage et s'exhale en flamme, et que, dans le phosphore, c'est l'air fixe qui se dégage le premier, et laisse le feu fixe reprendre sa liberté : cet effet s'opère sans le secours extérieur du feu libre et par le seul contact de l'air ; et dans toute matière où il se trouve des acides, l'air s'unit avec eux, et se fixe encore plus aisément que le feu même dans les substances les plus combustibles.

Dans les explications chimiques, on attribue tous les effets au phlogistique, c'est-à-dire au feu fixe seul, tandis qu'il n'est jamais seul, et que l'air fixe est très-souvent la cause immédiate ou médiate de l'effet. Heureusement que, dans ces dernières années, d'habiles physiciens, ayant suivi les traces du docteur Hales, ont fait entrer cet élément dans l'explication de plusieurs phénomènes, et ont démontré que l'air se fixait en s'unissant à tous les acides ; en sorte qu'il contribue, presque aussi essentiellement que le feu, non-seulement à toute combustion, mais même à toute calcination, soit à chaud, soit à froid.

J'ai démontré que la combustion et la calcination sont deux effets du même ordre, deux produits des mêmes causes ; et lorsque la calcination se fait à froid comme celle de la céruse par l'acide de l'air, c'est que cet acide contient lui-même une assez grande quantité de feu fixe pour produire une petite combustion intérieure, qui s'annonce par la calcination, de la même manière que la combustion intérieure des pyrites humectées se manifeste par l'inflammation.

On ne doit donc pas supposer, avec Stahl et tous les autres chimistes, que le soufre n'est composé que de phlogistique et d'acide, à moins qu'ils ne conviennent avec moi que le phlogistique n'est pas une substance simple, mais composée de feu et d'air, tous deux fixes ; que de plus ce phlogistique ne peut pas être identique et toujours le même, puisque l'air et le feu s'y trouvent combinés en différen-

tes proportions et dans un état de fixité plus ou moins constant : et de même on ne doit pas prononcer dans un sens absolu que le soufre, uniquement composé d'acide et de phlogistique, ne contient point d'eau, puisque l'acide vitriolique en contient, et qu'il a même avec cet élément assez d'affinité pour s'en saisir avidement.

L'eau, l'air et le feu, peuvent également se fixer dans les corps, et l'on sera forcé, pour exposer au vrai leur composition, d'admettre une eau fixe, comme l'on a été obligé d'admettre un air fixe après avoir admis le feu fixe ; et de même on sera conduit par des réflexions fondées, et par des observations ultérieures, à ne pas regarder l'élément de la terre comme absolument fixe, et on ne conclura pas, d'après l'idée que *toute terre est fixe*, qu'il n'existe point de terre dans le soufre parce qu'il ne donne ni suie ni résidu après sa combustion : cela prouve seulement que la terre du soufre est volatile, comme celle du mercure, de l'arsenic et de plusieurs autres substances.

Rien ne détourne plus de la route qu'on doit suivre dans la recherche de la vérité, que ces principes secondaires dont on fait de petits axiomes absolus, par lesquels on donne l'exclusion à tout ce qui n'y est pas compris : assurer que le soufre ne contient que le feu fixe et l'acide vitriolique, ce n'est pas en exclure l'eau, l'air et la terre, puisque, dans la réalité, ces trois éléments s'y trouvent comme celui du feu.

Après ces réflexions, qui serviront de préservatif contre l'extension qu'on pourrait donner à ce que nous avons dit et à ce que nous dirons encore sur la nature du soufre, nous pourrions suivre les travaux de nos savants chimistes, et présenter les découvertes qu'ils ont faites sur ses autres propriétés. Ils ont trouvé moyen de faire du soufre artificiel semblable au soufre naturel, en combinant l'acide vitriolique avec le phlogistique ou feu fixe animé par l'air ; ils ont observé que le soufre, qui dissout toutes les matières métalliques, à l'exception de l'or et du zinc, n'attaque point les pierres ni les autres matières terreuses, mais qu'étant uni à l'alcali, il devient pour ainsi dire le dissolvant général de toutes matières : l'or même ne lui résiste pas (1) ; le zinc seul se refuse à toute combinaison avec le foie de soufre.

Les acides n'ont sur le soufre guère plus d'action que l'eau, mais tous les alcalis fixes ou volatils et les matières calcaires l'attaquent, le dissolvent, et le rendent dissoluble dans l'eau. On a donné le nom de *foie de soufre* au composé artificiel du soufre et de l'alcali ; mais ici, comme en tout le reste, notre art se trouve non-seulement devancé, mais surpassé par la nature. Le foie de soufre est en effet une de ces combinaisons générales qu'elle a produites et produit même le plus continuellement et le plus universellement ; car dans tous les lieux où l'acide vitriolique se rencontre avec les détriments des substances organisées, dont la putréfaction développe et fournit à la fois l'alcali et le phlogistique, il se forme du foie de soufre :

(1) Selon Stahl, ce fut au moyen du foie de soufre que Moïse réduisit en poudre le veau d'or, suivant les paroles de l'*Exode*, chap. 32, vers. 20 : « Tulit vitulum quem fecerant, et combussit igne, contrivitque donec in pulverem redegit ; postea sparsit in superficiem aquarum, et potavit filios Israel. » (Voyez son Traité intitulé *Vitulus aureus igne combustus*.)

on en trouve dans tous les cloaques, dans les terres des cimetières et des voiries, au fond des eaux croupies, dans les terres plâtreuses, etc.; et la formation de ce composé des principes du soufre unis à l'alcali nous offre la production du soufre même sous un nouveau point de vue.

En effet, la nature le produit non-seulement par le moyen du feu au sommet des volcans et des autres fournaies souterraines, mais elle en forme incessamment par les effervescences particulières de toutes les matières qui en contiennent les principes. L'humidité est la première cause de cette effervescence: ainsi l'eau contribue, quoique d'une manière moins apparente et plus sourde, plus que le feu peut-être, à la production et au développement des principes du soufre; et ce soufre produit par la voie humide est de la même essence que le soufre produit par le feu des volcans, parce que la cause de leurs productions, quoique si différente en apparence, ne laisse pas d'être au fond la même. C'est toujours le feu qui s'unit à l'acide vitriolique, soit par l'inflammation des matières pyriteuses, soit par leur effervescence occasionnée par l'humidité; car cette effervescence n'a pour cause que le feu renfermé dans l'acide, dont l'action lente et continue équivaut ici à l'action vive et brusque de la combustion et de l'inflammation.

Ainsi le soufre se produit sous nos yeux en une infinité d'endroits où jamais les feux souterrains n'ont agi (1); et non-seulement nous trouvons ce soufre tout formé partout où se sont décomposés les débris des substances du règne animal et végétal, mais nous sommes forcés d'en reconnaître la présence dans tous les lieux où se manifeste celle du foie de soufre, c'est-à-dire dans une infinité de substances minérales qui ne portent aucune empreinte de l'action des feux souterrains.

Le foie de soufre répand une odeur très-fétide, et par laquelle on ne peut manquer de le reconnaître; son action n'est pas moins sensible sur une infinité de substances, et seul il fait autant et peut-être plus de dissolutions, de changements et d'altérations dans le règne minéral que tous les acides ensemble. C'est par ce foie de soufre naturel, c'est-à-dire par le mélange de la décomposition des pyrites et des matières alcalines, que s'opère souvent la minéralisation des métaux. Il se mêle aussi aux substances terreuses et aux pierres calcaires: plusieurs de ces substances annoncent par leur odeur fétide la présence du foie de soufre; cependant les chimistes ignorent encore comment il agit sur elles.

Le foie de soufre, ou sa seule vapeur, noircit et altère l'argent; il précipite en noir tous les métaux blancs, il agit sur toutes les substances métalliques par la voie humide comme par la voie sèche: lorsqu'il est en liqueur et qu'on y plonge des lames d'argent, il les noircit d'abord et les rend bientôt aigres et cassantes; il convertit en un instant le mercure en éthiops et la chaux de plomb en galène; il ternit sensiblement l'étain, il rouille le fer. Mais on n'a pas assez suivi l'ordre de ses combinaisons, soit avec les métaux, soit avec les terres; on sait seulement qu'il

(1) On trouve en Franche-Comté des géodes sulfureuses qui contiennent un soufre tout formé, et produit suivant toute apparence par l'efflorescence des pyrites dans des lieux où elles auront en même temps éprouvé la chaleur de la putréfaction ou de la fermentation.

attaque le cuiyre, et l'on n'a point examiné la composition qui résulte de leur union, on ne connaît pas mieux l'état dans lequel il réduit le fer par la voie sèche; on ignore quelle est son action sur les demi-métaux, et quels peuvent être les résultats de son mélange avec les matières calcaires par la voie humide comme par la voie sèche: néanmoins ces connaissances, que la chimie aurait dû nous donner, seraient nécessaires pour reconnaître clairement l'action du foie de soufre dans le sein de la terre, et ses différentes influences sur les substances tant métalliques que terreuses. On connaît mieux son action sur les substances animales et végétales; il dissout le charbon même par la voie humide, et cette dissolution est de couleur verte.

La nature a de tout temps produit et produit encore tous les jours du foie de soufre par la voie humide: la seule chaleur de la température de l'air ou de l'intérieur de la terre suffit pour que l'eau se corrompe, surtout l'eau qui se trouve chargée d'acide vitriolique, et cette eau putréfiée produit du vrai foie de soufre: toute autre putréfaction, soit des animaux ou des végétaux, donnera de même du foie de soufre dès qu'elle se trouvera combinée avec les sels vitrioliques. Ainsi le foie de soufre est une matière presque aussi commune que le soufre même; ses effets sont aussi plus fréquents, plus nombreux que ceux du soufre, qui ne peut se mêler avec l'eau qu'au moyen de l'alcali, c'est-à-dire en devenant foie de soufre.

Au reste, cette matière se décompose aussi facilement qu'elle se compose, et tout foie de soufre fournira du soufre en le mêlant avec un acide, qui, s'emparant de matières alcalines, en séparera le soufre et le laissera précipiter. On a seulement observé que ce soufre précipité par les acides minéraux est blanc, et que celui qui est précipité par les acides végétaux, et particulièrement par l'acide de vinaigre, est d'un jaune presque orangé.

On sépare le soufre de toutes les substances métalliques et de toutes les matières pyriteuses par la simple torréfaction: l'arsenic et le mercure sont les seuls qui, étant plus volatils que le soufre, se subliment avec lui, et ne peuvent en être séparés par cette opération, qu'il faut modifier, et faire alors en vaisseaux clos avec des précautions particulières.

L'huile paraît dissoudre le soufre comme l'eau dissout les sels; les huiles grasses et par expression agissent plus promptement et plus puissamment que les huiles essentielles, qui ne peuvent le dissoudre qu'avec le secours d'une chaleur assez forte pour le fondre; et malgré cette affinité très-apparente du soufre avec les huiles, l'analyse chimique a démontré qu'il n'y a point d'huile dans la substance du soufre, et que dans aucune huile végétale ou animale il n'y a point d'acide vitriolique: mais lorsque cet acide se mêle avec les huiles, il forme les bitumes; et comme les charbons de terre et les bitumes en général sont les principaux aliments des feux souterrains, il est évident qu'étant décomposés par l'embrasement produit par les pyrites, l'acide vitriolique des pyrites et des bitumes s'unit à la substance du feu, et produit le soufre qui se sublime, se condense et s'attache au haut des ses fournaies souterraines.

Nous donnerons ici une courte indication des différents lieux de la terre où l'on trouve du soufre en plus grande quantité et de plus belle qualité (1).

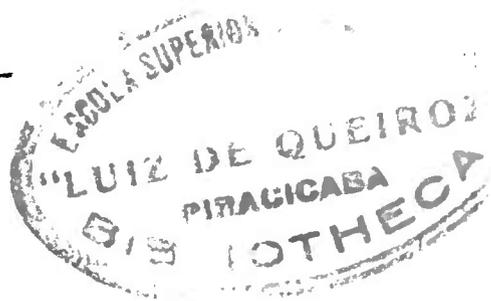
L'Islande est peut-être la contrée de l'univers où il y en a le plus, parce que cette île n'est pour ainsi dire qu'un faisceau de volcans. Le soufre des volcans du Kamtschatka, celui du Japon, de Ceylan, de Mindanao, de l'île *Jerun*, à l'entrée du golfe Persique; et dans les mers occidentales celui du Pic de Ténériffe, de Saint-Dominique, etc., sont également connus des voyageurs. Il se trouve aussi beaucoup de soufre au Chili, et encore plus dans les montagnes du Pérou, comme dans presque toutes les montagnes à volcan. Le soufre de Quito et celui de la Guadeloupe passent pour être les plus purs, et l'on voit des morceaux si beaux et si transparents, qu'on les prendrait, au premier coup d'œil, pour de bel ambre jaune. Celui qui se recueille sur le Vésuve et sur l'Etna est rarement pur. Il en est de même du soufre que certaines eaux thermales, comme celles d'Aix-la-Chapelle et de plusieurs sources en Pologne, déposent en assez grande quantité : il faut purifier tous ces soufres, qui sont mêlés de parties hétérogènes, en les faisant fondre et sublimer pour les séparer de tout ce qu'ils ont d'impur.

Presque tout le soufre qui est dans le commerce vient des volcans, des solfatares et autres cavernes et grottes qui se trouvent ou se sont trouvées au-dessus des feux souterrains; et ce n'est guère que dans ces lieux que le soufre se présente en abondance et tout formé : mais ses principes existent en bien d'autres endroits; et l'on peut même dire qu'ils sont universellement répandus dans la nature, et produits partout où l'acide vitriolique, rencontrant les débris des substances organisées, s'est saisi et surchargé de leur feu fixe, et n'attend qu'une dernière action de cet élément pour se dégager des masses terreuses ou métalliques dans lesquelles il se trouve comme enseveli et emprisonné. C'est ainsi que les principes du soufre existent dans les pyrites, et que le soufre se forme par leur combustion; et partout où il y a des pyrites, on peut former du soufre : mais ce n'est que dans les contrées où les matières combustibles, bois ou charbons de terre, sont abondantes, qu'on trouve quelque bénéfice à tirer le soufre des pyrites. On ne fait ce travail en grand que dans quelques endroits de l'Allemagne et de la Suède, où les mines de cuivre se présentent sous la forme de pyrites; on est forcé de les griller plusieurs fois pour en faire exhaler le soufre que l'on recueille comme le premier produit de ces mines. Le point essentiel de cette partie de l'exploitation des mines de cuivre, dont on peut voir ci-dessus les procédés ou détails, est d'empêcher l'inflammation du soufre en même temps qu'on détermine son écoulement dans des bassins pour l'y recueillir; cependant il est encore alors impur et mêlé, et ce n'est que du *soufre*

(1) Le passage suivant de Pline indique quelques-uns des lieux où les anciens tiraient le soufre, et prouve que dès lors le territoire de Naples était tout volcanique. « Mira, dit-il, sulphuris natura, quo plurima domantur : » nascitur in insulis Æoliis inter Siciliam et Italiam, quas ardere diximus; sed nobilissimum in Melo insula. In » Italia quoque invenitur, in Neapolitano Campanoque agro, collibus qui vocantur *Leucogæi*. Ibi e cuniculis effossum perficitur igni. Genera quatuor : vivum, quod Græci *apyron* vocant, nascitur solidum, hoc est gleba... vivum » effoditur, translucetque, et viret. Alterum genus appellant *glebam*, fullonum tantum officinis familiare... *egula* » vocatur hoc genus. Quarto autem ad ellychnia maxime conficienda. » (Pline, lib. XXXV, cap. 50.)

brut qu'il faut purifier en le séparant des parties terreuses ou métalliques qui lui restent unies. On procède à cette purification en faisant fondre ce soufre brut dans de grands vases à un feu modéré ; les parties terreuses se précipitent, et le soufre pur surnage : alors on le verse dans des moules ou lingotières, dans lesquelles il prend la forme de canons ou de pains, sous laquelle on le connaît dans le commerce ; mais ce soufre, quoique déjà séparé de la plus grande partie de ses impuretés, n'est ni transparent ni aussi pur que celui qui se trouve formé en cristaux sur la plupart des volcans. Ce soufre cristallisé doit sa transparence et sa grande pureté à la sublimation qui s'en est faite dans ces volcans ; et, par la même raison, le soufre artificiel le plus pur, ou ce que l'on appelle *fleur de soufre*, n'est autre chose que du soufre sublimé en vaisseaux clos, et qui se présente en poudre ou fleur très-pure, qui est un amas de petits cristaux aiguillés et très-fins, que l'œil, aidé de la loupe, y distingue.

DES SELS.



Les matières salines sont celles qui ont de la saveur. Mais d'où leur vient cette propriété qui nous est si sensible, et qui affecte les sens du goût, de l'odorat, et même celui du toucher ? quel est ce principe salin ? comment et quand a-t-il été formé ? Il était certainement contenu et relégué dans l'atmosphère, avec toutes les autres matières volatiles, dans le temps de l'incandescence du globe : mais, après la chute des eaux et la dépuration de l'atmosphère, la première combinaison qui s'est faite dans cette sphère encore ardente, a été celle de l'union de l'air et du feu ; cette union a produit l'acide primitif : toutes les matières aqueuses, terreuses ou métalliques avec lesquelles cet acide a pu se combiner, sont devenues des substances salines ; et comme cet acide s'est formé par la seule union de l'air avec le feu, il me paraît que ce premier acide, le plus simple et le plus pur de tous, est l'acide aérien, auquel les chimistes récents ont donné le nom d'*acide méphitique*, qui n'est que de l'air fixe, c'est-à-dire de l'air fixé par le feu.

Cet acide primitif est le premier principe salin ; il a produit tous les autres acides et alcalis : il n'a pu se combiner d'abord qu'avec les verres primitifs, puisque les autres matières n'existaient pas encore ; par son union avec cette terre vitrifiée il a pris plus de masse et acquis plus de puissance, et il est devenu *acide vitriolique*, qui, étant plus fixe et plus fort, s'est incorporé avec toutes les substances qu'il a pu pénétrer. L'acide aérien, plus volatil, se trouve universellement répandu, et l'acide vitriolique réside principalement dans les argiles et autres détriments des verres primitifs ; il s'y manifeste sous la forme d'alun : ce second acide a aussi saisi dans

quelques lieux les substances calcaires, et a formé les gypses; il a saisi la plupart des minéraux métalliques, et leur a causé de grandes altérations; il en a pour ainsi dire converti quelques-uns dans sa propre substance, en leur donnant la forme du vitriol.

En second lieu, l'acide primitif, que je désignerai dorénavant par le nom d'*acide aérien*, s'est uni avec les matières métalliques qui, comme les plus pesantes, sont tombées les premières sur le globe vitrifié; et en agissant sur ces minerais métalliques, il a formé l'acide arsenical ou l'arsenic, qui, ayant encore plus de masse que le vitriolique, a aussi plus de force, et de tous est le plus corrosif: il se présente dans la plupart des mines dont il a minéralisé et corrompu les substances.

Ensuite, mais plusieurs siècles après, cet acide primitif, en s'unissant à la matière calcaire, a formé l'*acide marin*, qui est moins fixe et plus léger que l'acide vitriolique, et qui, par cette raison, s'est plus universellement répandu, et se présente sous la forme de sel gemme dans le sein de la terre, et sous celle de sel marin dans l'eau de toutes les mers: cet acide marin n'a pu se former qu'après la naissance des coquillages, puisque la matière calcaire n'existait pas auparavant.

Peu de temps après, ce même acide aérien et primitif est entré dans la composition de tous les corps organisés; et se combinant avec leurs principes, il a formé, par la fermentation, les acides animaux et végétaux, et l'*acide nitreux* par la putréfaction de leurs détriments: car il est certain que cet acide aérien existe dans toutes les substances animales ou végétales, puisqu'il s'y manifeste sous sa forme primitive d'air fixe; et comme on peut le retirer sous cette même forme tant de l'acide nitreux que des acides vitriolique et marin, et même de l'arsenic, on ne peut douter qu'il ne fasse partie constituante de tous ces acides, qui ne sont que secondaires, et qui, comme l'on voit, ne sont pas simples, mais composés de cet acide primitif différemment combiné, tant avec la matière brute qu'avec les substances organisées.

Cet acide primitif réside dans l'atmosphère, et y réside en grande quantité sous sa forme active; il est le principe et la cause de toutes les impressions qu'on attribue aux éléments humides; il produit la rouille du fer, le vert-de-gris du cuivre, la écrouse du plomb, etc., par l'action qu'il donne à l'humidité de l'air: mêlé avec les eaux pures, il les rend acides ou acidules, il aigrit les liqueurs fermentées; avec le vin il forme le vinaigre: enfin il me paraît être le seul et vrai principe non-seulement de tous les acides, mais de tous les alcalis, tant minéraux que végétaux et animaux.

On peut le retirer du *natron*, ou alcali qu'on appelle *minéral*, ainsi que de l'alcali fixe végétal, et encore plus abondamment de l'alcali volatil, en sorte qu'on doit réduire tous les acides et tous les alcalis à un seul principe salin; et ce principe est l'acide aérien, qui a été le premier formé, et qui est le plus simple, le plus pur de tous, et le plus universellement répandu: cela me paraît d'autant plus vrai que nous pouvons, par notre art, rappeler à cet acide tous les autres acides, ou du moins les rapprocher de sa nature, en les dépouillant, par des opérations appropriées, de

toutes les matières étrangères avec lesquelles ils se trouvent combinés dans ces sels ; et que de même il n'est pas impossible de ramener les alcalis à l'état d'acide en les séparant des substances animales et végétales, avec lesquelles tout alcali se trouve toujours uni ; car quoique la chimie ne soit pas encore parvenue à faire cette conversion ou ces réductions, elle en a assez fait pour qu'on puisse juger par analogie de leur possibilité. Les plus ingénieux des chimistes, le célèbre Stahl, a regardé l'acide vitriolique comme l'acide universel, et comme le seul principe salin ; c'est la première idée d'après laquelle il a voulu établir sa théorie des sels : il a jugé que quoique la chimie n'ait pu jusqu'à ce jour ramener démonstrativement les alcalis à l'acide, c'est-à-dire résoudre ce que la nature a combiné, il ne fallait s'en prendre qu'à l'impuissance de nos moyens. Rien n'est mieux vu ; ce grand chimiste a ici consulté la simplicité de la nature : il a senti qu'il n'y avait qu'un principe salin ; et comme l'acide vitriolique est le plus puissant des acides, il s'est cru fondé à le regarder comme l'acide primitif. C'était ce qu'il pouvait penser de mieux dans un temps où l'on n'avait que des idées confuses de l'acide aérien, qui est non-seulement plus simple, mais plus universel que l'acide vitriolique ; mais lorsque cet habile homme a prétendu que son acide universel et primitif n'est composé que de terre et d'eau, il n'a fait que mettre en avant une supposition dénuée de preuves et contraire à tous les phénomènes, puisque de fait l'air et le feu entrent peut-être plus que la terre et l'eau dans la substance de tout acide, et que ces deux éléments constituent seuls l'essence de l'acide primitif.

Des quatre éléments qui sont les vrais principes de tous les corps, le feu est seul actif ; et lorsque l'air, la terre et l'eau exercent quelque impression, ils n'agissent que par le feu qu'ils renferment, et qui seul peut leur donner une puissance active : l'air, surtout, dont l'essence est plus voisine de celle des deux derniers éléments, est aussi plus actif. L'atmosphère est le réceptacle général de toutes les matières volatiles ; c'est aussi le grand magasin de l'acide primitif ; et d'ailleurs tout acide considéré en lui-même, surtout lorsqu'il est concentré, c'est-à-dire séparé, autant qu'il est possible, de l'eau et de la terre, nous présente les propriétés du feu animé par l'air : la corrosion par les acides minéraux n'est-elle pas une espèce de brûlure ? la saveur acide, amère, ou âcre de tous les sels, n'est-elle pas un indice certain de la présence et de l'action d'un feu qui se développe dès qu'il peut, avec l'air, se dégager de la base aqueuse ou terreuse à laquelle il est uni ? et cette saveur, qui n'est que la mise en liberté de l'air et du feu, ne s'opère-t-elle pas par le contact de l'eau et de toute matière aqueuse, telle que la salive, et même par l'humidité de la peau ? Les sels ne sont donc corrosifs et même sapides que par le feu et l'air qu'ils contiennent. Cette vérité peut se démontrer encore par la grande chaleur que produisent tous les acides minéraux dans leur mélange avec l'eau, ainsi que par leur résistance à l'action de la forte gelée. La présence du feu et de l'air dans le principe salin me paraît donc très-évidemment démontrée par les effets, quand même on regarderait avec Stahl l'acide vitriolique comme l'acide primitif et le premier principe salin ; car l'air s'en dégage en même temps que le feu par

l'intermède de l'eau, comme dans la pyrite, et cette action de l'humidité produit non-seulement de la chaleur, mais une espèce de flamme intérieure et de feu réellement actif, qui brûle en corrodant toutes les substances auxquelles l'acide peut s'unir; et ce n'est que par le moyen de l'air que le feu contracte cette union avec l'eau.

L'acide aérien altère aussi tous les sucs extraits des végétaux; il produit le vinaigre et le tartre; il forme dans les animaux l'acide auquel on a donné le nom d'*acide phosphorique*. Ces acides des végétaux et des animaux, ainsi que tous ceux qu'on pourrait regarder comme intermédiaires, tels que l'acide des citrons, des grenades, de l'oseille, et ceux des fourmis, de la moutarde, etc., tirent également leur origine de l'acide aérien modifié dans chacune de ces substances par la fermentation, ou par le mélange d'une plus ou moins grande quantité d'huile; et même les substances dont la saveur est douce, telles que le sucre, le miel, le lait, etc., ne diffèrent de celles qui sont aigres et piquantes, comme les citrons, le vinaigre, etc., que par la quantité et la qualité du mucilage et de l'huile qui enveloppe l'acide; car leur principe salin est le même; et toutes leurs saveurs, quoique si différentes, doivent se rapporter à l'acide primitif, et à son union avec l'eau, l'huile, et la terre mucilagineuse des substances animales et végétales.

On adoucit tous les acides, et même l'acide vitriolique, en les mêlant aux substances huileuses, et particulièrement à l'esprit-de-vin; et c'est dans cet état huileux, mucilagineux et doux, que l'acide aérien se trouve dans plusieurs substances végétales, et dans les fruits dont l'acidité ou la saveur plus douce ne dépend que de la quantité d'eau, d'huile et de terre atténuée et mucilagineuse dans lesquelles cet acide se trouve combiné. L'acide animal appartient aux végétaux comme aux animaux; car on le tire de la moutarde et de plusieurs autres plantes, aussi bien que des insectes et autres animaux: on doit donc en inférer que les acides animaux et les acides végétaux sont les mêmes, et qu'ils ne diffèrent que par la quantité ou la qualité des matières avec lesquelles ils sont mêlés; et, en les examinant en particulier, on verra bien que le vinaigre, par exemple, et le tartre étant tous deux des produits du vin, leurs acides ne peuvent différer essentiellement: la fermentation a seulement plus de développement que celui de vinaigre, et l'a même rendu volatil et presque spiritueux. Ainsi tous les acides des animaux et des végétaux, et même les acerbés, qui ne sont que des acides mêlés d'une huile amère, tirent leur première origine de l'acide aérien.

Les acides minéraux sont beaucoup plus forts que les acides animaux et végétaux. « Ces derniers acides, dit M. Macquer, retiennent toujours de l'huile, *au lieu que les acides minéraux n'en contiennent point du tout.* » Il me semble que cette dernière assertion doit être interprétée; car il faut reconnaître que si les acides minéraux, dans leur état de pureté, ne contiennent aucune huile, ils peuvent, en passant à l'état de sel, par leur union avec diverses terres, se charger en même temps de parties huileuses; et en effet la matière grasse des sels dans les *eaux-mères* paraît être une substance huileuse, puisqu'elle se réduit à l'état charbonneux par la com-

bustion. Les sels minéraux contiennent donc une huile qui paraît leur être essentielle; et celle qui se trouve de plus dans les acides tirés des animaux et des végétaux, ne leur est qu'accessoire. C'est probablement par l'affinité de cette matière grasse avec les huiles végétales et les graisses animales, que l'acide minéral peut se combiner dans les végétaux et dans les animaux.

Les acides et les alcalis sont des principes salins, mais ne sont pas des sels : on ne les trouve nulle part dans leur état pur et simple, et ce n'est que quand ils sont unis à quelque matière qui puisse leur servir de base, qu'ils prennent la forme de sel, et qu'ils doivent en porter le nom; cependant les chimistes les ont appelés *sels simples*, et ils ont nommé *sels neutres* les vrais sels. Je n'ai pas cru devoir employer cette dénomination, parce qu'elle n'est ni nécessaire ni précise; car si l'on appelle *sel neutre* tout sel dont la base est une et simple, il faudra donner le nom d'*hépar* aux sels dont la base n'est pas simple, mais composée de deux matières différentes, et donner un troisième, quatrième, cinquième nom, etc., à ceux dont la base est composée de deux, trois, quatre, etc., matières différentes. C'est là le défaut de toutes les nomenclatures méthodiques; elles sont forcées de disparaître dès que l'on veut les appliquer aux objets réels de la nature.

Nous donnerons donc le nom de *sel* à toutes les matières dans lesquelles le principe salin est entré, et qui ont une saveur sensible; et nous ne présenterons d'abord que les sels qui sont formés par la nature, soit en masses solides dans le sein de la terre, soit en dissolution dans l'air et dans l'eau. On peut appeler *sels fossiles* ceux qu'on tire de la terre : les vitriols, l'alun, la sélénite, le natron, l'alcali fixe végétal, le sel marin, le nitre, le sel ammoniac, le borax, et même le soufre et l'arsenic, sont tous des sels formés par la nature. Nous tâcherons de reconnaître leur origine et d'expliquer leur formation, en nous aidant des lumières que la chimie a répandues sur cet objet plus que sur aucun autre, et les réunissant aux faits de l'histoire naturelle qu'on ne doit jamais en séparer.

La nature nous offre en stalactites les vitriols du fer, du cuivre et du zinc; l'alun en filets cristallisés; la sélénite en gypse aussi cristallisé; le natron en masse solide et pure, ou simplement mêlé de terre; le sel marin en cristaux cubiques et en masses immenses; le nitre en efflorescences cristallisées; le sel ammoniac en poudre sublimée par les feux souterrains; le borax en eau gélatineuse, et l'arsenic en terre métallique. Elle a d'abord formé l'acide aérien par la seule et simple combinaison de l'air et du feu : cet acide primitif s'étant ensuite combiné avec toutes les matières terreuses et métalliques a produit l'acide vitriolique avec la terre vitrifiable, l'arsenic avec les matières métalliques, l'acide marin avec les substances calcaires, l'acide nitreux avec les détriments putréfiés des corps organisés; il a de même produit les alcalis par la végétation, l'acide du tartre et du vinaigre par la fermentation; enfin il est entré sous sa propre forme dans tous les corps organisés. L'air fixe que l'on tire des matières calcaires, celui qui s'élève par la première fermentation de tous les végétaux, ou qui se forme par la respiration des animaux, n'est que ce même acide aérien qui se manifeste aussi par sa saveur dans les eaux

acidules, dans les fruits, les légumes et les herbes : il a donc produit toutes les substances salines ; il s'est étendu sur tous les règnes de la nature ; il est le premier principe de toute saveur, et, relativement à nous, il est pour l'organe du goût ce que la lumière et les couleurs sont pour le sens de la vue.

Et les odeurs, qui ne sont que des saveurs plus fines, et qui agissent sur l'odorat, qui n'est qu'un sens de goût plus délicat, proviennent aussi de ce premier principe salin, qui s'exhale en parfums agréables dans la plupart des végétaux, et en mauvaise odeur dans certaines plantes et dans presque tous les animaux : il s'y combine avec leurs huiles grossières ou volatiles ; il s'unit à leur graisse, à leurs mucilages ; il s'élabore avec leur sève et leur sang ; il se transforme en acides aigres, acerbés ou doux, en alcalis fixes ou volatils, par le travail de l'organisation auquel il a grande part ; car c'est, après le feu, le seul agent de la nature, puisque c'est par ce principe salin que tous les corps acquièrent leurs propriétés actives, non-seulement sur nos sens vivants du goût et de l'odorat, mais encore sur les matières brutes et mortes, qui ne peuvent être attaquées et dissoutes que par le feu ou par ce principe salin. C'est le ministre secondaire de ce grand et premier agent qui, par sa puissance sans bornes, brûle, fond ou vitrifie toutes les substances passives, que le principe salin, plus faible et moins puissant, ne peut qu'attaquer, entamer et dissoudre, et cela parce que le feu y est tempéré par l'air auquel il est uni ; et que quand il produit de la chaleur ou d'autres effets semblables à ceux du feu, c'est qu'on sépare cet élément de la base passive dans laquelle il était renfermé.

Tous les sels dissous dans l'eau se cristallisent en forme assez régulière, par une évaporation lente et tranquille ; mais lorsque l'évaporation de l'eau se fait trop promptement, ou qu'elle est troublée par quelque mouvement extérieur, les cristaux salins ne se forment qu'imparfaitement et se groupent confusément. Les différents sels donnent des cristaux de figures différentes : ils se produisent principalement à la surface du liquide, à mesure qu'il s'évapore ; ce qui prouve que l'air contribue à leur formation, et qu'elle ne dépend pas uniquement du rapprochement des parties salines qui s'unissent à la vérité par leur attraction mutuelle, mais qui ont besoin pour cela d'être mises en liberté parfaite : or elles n'obtiennent cette liberté entière qu'à la surface du liquide, parce que sa résistance augmente avec sa densité par l'évaporation, en sorte que les parties salines se trouvent à la vérité plus voisines par la diminution du volume du liquide ; mais elles ont en même temps plus de peine à vaincre sa résistance, qui augmente dans la même proportion que ce volume diminue : et c'est par cette raison que toutes les cristallisations des sels s'opèrent plus efficacement et plus abondamment à la surface qu'à l'intérieur du liquide en évaporation.

Lorsque l'on a tiré par ce moyen tout le sel en cristaux que le liquide chargé de sel peut fournir, il en reste encore dans l'eau-mère ; mais ce sel y est si fort engagé avec la matière grasse, qu'il n'est plus susceptible de rapprochement de cristallisation ; et même si cette matière grasse est en très-grande quantité, l'eau ne peut plus

en dissoudre le sel : cela prouve que la solubilité dans l'eau n'est pas une propriété inhérente et essentielle aux substances salines.

Il en est du caractère de la cristallisation comme de celui de la solubilité : la propriété de se cristalliser n'est pas plus essentielle aux sels que celle de se dissoudre dans l'eau ; et l'un de nos plus judicieux physiciens, M. de Morveau, a eu raison de dire « que la saveur est le seul caractère distinctif des sels, et que les autres propriétés qu'on a voulu ajouter à celle-ci, pour perfectionner leur définition, n'ont servi qu'à rendre plus incertaines les limites que l'on voulait fixer... la solubilité par l'eau ne convenant pas plus aux sels qu'à la gomme et à d'autres matières. Il en est de même de la cristallisation, puisque tous les corps sont susceptibles de se cristalliser en passant de l'état liquide à l'état solide ; et il en est encore de même, ajoute-t-il, de la qualité qu'on suppose aux sels de n'être point combustibles par eux-mêmes ; car dans ce cas le nitre ammoniacal ne serait plus un sel. »

Nos définitions, qui pèchent si souvent par défaut, pèchent aussi, comme l'on voit, quelquefois par excès : l'un nuit au complément, et l'autre à la précision de l'idée qui représente la chose ; et les énumérations qu'on se permet de faire en conséquence de cette extension des définitions, nuisent encore plus à la netteté de nos vues, et s'opposent au libre exercice de l'esprit en le surchargeant de petites idées particulières, souvent précaires, en lui présentant des méthodes arbitraires qui l'éloignent de l'ordre réel des choses, et enfin en l'empêchant de s'élever au point de pouvoir généraliser les rapports que l'on doit en tirer. Quoiqu'on puisse donc réduire tous les sels de la nature à un seul principe salin, et que ce principe primitif soit, selon moi, l'acide aérien, la nombreuse énumération qu'on a faite des sels sous différents noms, ne pouvait manquer de s'opposer à cette vue générale : on a cru jusqu'au temps de Stahl, et plusieurs chimistes croient encore, que les principes salins dans l'acide nitreux et dans l'acide marin sont très-différents de l'acide vitriolique, et que ces mêmes principes sont non-seulement différents, mais opposés et contraires dans les acides et dans les alcalis ; or n'est-ce pas admettre autant de causes qu'il y a d'effets dans un même ordre de choses ? c'est donner la nomenclature pour la science, et substituer la méthode au génie.

De la même manière qu'on a fait et compté trois sortes d'acides relativement aux trois règnes, les acides minéraux, végétaux et animaux, on compte aussi trois sortes d'alcalis, le minéral, le végétal et l'animal ; et néanmoins ces trois alcalis doivent se réduire à un seul, et même l'alcali peut aussi se ramener à l'acide, quoiqu'ils paraissent opposés, et qu'ils agissent violemment l'un contre l'autre.

Nous ne suivrons donc pas, en traitant des sels, l'énumération très-nombreuse qu'on en a faite en chimie, d'autant que chaque jour ce nombre peut augmenter, et que les combinaisons qui n'ont pas encore été tentées pourraient donner de nouveaux résultats salins dont la formation, comme celle de la plupart des autres sels, ne serait due qu'à notre art ; nous nous contenterons de présenter les divisions

générales, en nous attachant particulièrement aux sels que nous offre la nature, soit dans le sein et à la surface de la terre, soit au sommet de ses volcans (1).

(1) Si l'on veut se satisfaire à cet égard, on peut consulter la table ci-jointe, que mon illustre ami, M. de Morveau, vient de publier. Cette nomenclature, quoique très-abrégée, paraîtra néanmoins encore assez nombreuse.

TABLEAU de nomenclature chimique, contenant les principales dénominations analogiques, et des exemples de formation des noms composés.

RÈGNES.	ACIDES.	NOMS GÉNÉRIQUES DES SELS.
MINÉRAL.	Méphitique, ou air fixe.	Méphites.
	Vitriolique.	Vitriols.
	Nitreux.	Nitres.
	Muriatique, ou du sel marin.	Muriates.
	Régalin.	Régaltes.
	Arsenical.	Arséniates.
	Boracin, ou sel sédatif.	Borax.
VÉGÉTAL.	Fluorique, ou du spath fluor.	Fluors.
	Acéteux, ou vinaigre.	Acètes.
	Tartareux, ou du tartre.	Tartres.
	Oxalin, ou de l'oseille.	Oxaltes.
	Saccharin, ou du sucre.	Sacchartes.
ANIMAL.	Citrin, ou du citron.	Citrates.
	Lignique, ou du bois.	Lignites.
	Phosphorique.	Phosphates.
	Formicin, ou des fourmis.	Formiates.
	Sébacé, ou du suif.	Sébrates.
	Galactique, ou du lait.	Galactes.

BASES OU SUBSTANCES QUI S'UNISSENT AUX ACIDES.	EXEMPLES POUR LA CLASSE DES VITRIOLS.	EXEMPLES PRIS DE DIVERSES CLASSES.
Phlogistique.	Soufre vitriolique, ou soufre commun.	Soufre méphitique, ou plombagine.
Alumine, ou terre de l'argile.	Vitriol alumineux, ou alun.	Nitre alumineux.
Calce, ou terre calcaire.	Vitriol calcaire, ou sélénite.	Muriate calcaire.
Magnésie.	Vitriol magnésien, ou sel d'Epsom.	Acète de magnésie.
Barote, ou terre de spath pesant.	Vitriol barotique, ou spath pesant.	Tartre barotique.
Potasse, ou alcali fixe végétal.	Vitriol de potasse, ou tartre vitriolé.	Arséniate de potasse.
Soude, ou alcali fixe minéral.	Vitriol de soude, ou sel de Glauber.	Borax de soude, ou borax commun.
Ammoniac, ou alcali volatil.	Vitriol ammoniacal.	Fluor ammoniacal.
Or.	Vitriol d'or.	Régalte d'or.
Argent.	Vitriol d'argent.	Oxalte d'argent.
Platine.	Vitriol de platine.	Sacrhate de platine.
Mercure.	Vitriol de mercure.	Citrate de mercure.
Cuivre.	Vitriol de cuivre, ou vitriol de Chypre.	Lignite de cuivre.
Plomb.	Vitriol de plomb.	Phosphate de plomb.
Étain.	Vitriol d'étain.	Formiate d'étain.
Fer.	Vitriol de fer, ou couperose verte.	Sébeste martial.
Antimoine (au lieu de régule d').	Vitriol antimonial.	Muriate antimonial, ou beurre d'antimoine.
Bismuth.	Vitriol de bismuth.	Galacte de bismuth.
Zinc.	Vitriol de zinc, ou couperose blanche.	Borax de zinc.
Arsenic.	Vitriol d'arsenic.	Muriate d'arsenic.
Cobalt.	Vitriol de cobalt.	Saccharte de cobalt.
Nickel.	Vitriol de nickel.	Formiate de nickel.
Manganèse.	Vitriol de manganèse.	Oxalte de manganèse.
Esprit-de-vin.	Éther vitriolique.	Éther lignique, ou éther de Goetting, etc., etc.

Les dix-huit acides, les vingt-quatre bases, et les produits de leur union, forment ainsi quatre cent soixante-qua-

Nous venons de voir que la première division des acides et des alcalis en minéraux, végétaux et animaux, est plutôt une partition nominale qu'une division réelle, puisque tous ne sont au fond que la même substance saline qui, seule et sans secours, entre dans les végétaux et les animaux, et qui attaque aussi la plupart des matières vitrifiables, calcaires et métalliques; ce n'est que relativement à ce dernier effet qu'on lui a donné le nom d'*acide minéral*; et comme cette division en acides minéraux, végétaux et animaux, a été universellement adoptée, je ne sais pourquoi l'on n'a pas rappelé l'acide nitreux à l'acide végétal et animal, puisqu'il n'est produit que par la putréfaction des corps organisés : cependant on le compte parmi les acides minéraux, parce qu'il est le plus puissant après l'acide vitriolique, mais cette puissance même et ses autres propriétés me semblent démontrer que c'est toujours le même acide, c'est-à-dire l'acide aérien, qui a passé par les végétaux et par les animaux dans lesquels il s'est exalté avec la matière du feu par la fermentation putride de leurs corps, et que c'est par ces combinaisons multipliées qu'il a pris tous les caractères particuliers qui le distinguent des autres acides.

Dans les végétaux, lorsque l'acide aérien se trouve mêlé d'huile douce, ou enveloppé de mucilage, sa saveur est agréable et sucrée : l'acide des fruits, du raisin, par exemple, ne prend de l'aigreur que par la fermentation, et néanmoins tous les sels tirés des végétaux contiennent de l'acide, et ils ne diffèrent entre eux que par les qualités qu'ils acquièrent en fermentant, et qu'ils empruntent de l'air en se joignant à l'acide qu'il contient; et de même que tous les acides végétaux aigres ou doux, acerbés ou sucrés, ne prennent ces saveurs différentes que par les premiers effets de la fermentation, l'acide nitreux n'acquiert ses qualités caustiques et corrosives que par cette même fermentation portée au dernier degré, c'est-à-dire à la putréfaction : seulement nous devons observer que l'acide animal entre peut-être autant et plus que le végétal dans le nitre; car comme cet acide subit encore de nouvelles modifications en passant du végétal à l'animal, et que tous deux se trouvent réunis dans les matières putréfiées, ils s'y rassemblent, s'exaltent ensemble, et se combinant avec l'alcali fixe végétal, ils forment le nitre dont l'acide, malgré toutes ces transformations, n'en est pas moins essentiellement le même que l'acide aérien.

Tous les acides tirent donc leur première origine de l'acide aérien, et il me semble qu'on ne pourra guère en douter si l'on pèse toutes les raisons que je viens d'exposer, et auxquelles je n'ajouterai qu'une considération qui est encore de quelque poids. On conserve tous les acides, même les plus forts et les plus concentrés, dans des flacons ou vaisseaux de verre; ils entameraient toute autre matière; or, dans les premiers temps, le globe entier n'était qu'une masse de verre sur laquelle les acides minéraux, s'ils eussent existé, n'auraient pu faire aucune impression, puisqu'ils n'en font aucune sur notre verre : l'acide aérien, au contraire, agit sur le verre et peu à peu l'entame, l'exfolie, le décompose et le réduit en terre; par con-

torze dénominations claires et méthodiques, indépendamment des *hépars*, ou composés à trois parties dont les noms viennent encore dans ce système, comme *hépar de soude*, *hépar ammoniacal*, *pyrites d'argent*, etc., etc.

séquent cet acide est le premier et le seul qui ait agi sur la masse vitreuse du globe; et comme il était alors aidé d'une forte chaleur, son action en était d'autant plus prompte et plus pénétrante; il a donc pu, en se mêlant intimement avec la terre vitrifiée, produire l'acide vitriolique qui n'a plus d'action sur cette même terre, parce qu'il en contient et qu'elle lui sert de base: dès lors cet acide, le plus fort et le plus puissant de tous, n'est néanmoins ni le plus simple de tous ni le premier formé; il est le second dans l'ordre de formation, l'arsenic est le troisième, l'acide marin, le quatrième, etc., parce que l'acide primitif aérien n'a d'abord pu saisir que la terre vitrifiée, ensuite la terre métallique (1), puis la terre calcaire, etc., à mesure et dans le même ordre que ces matières se sont établies sur la masse du globe vitrifié: je dis à mesure et dans le même ordre, parce que les matières métalliques sont tombées les premières de l'atmosphère où elles étaient reléguées et étendues en vapeurs; elles ont rempli les interstices et les fentes du quartz et des autres verres primitifs, où l'acide aérien les ayant saisies, a produit l'acide arsenical; ensuite, après la production et la multiplication des coquillages, les matières calcaires formées de leurs débris se sont établies et l'acide aérien les ayant pénétrées a produit l'acide marin, et successivement les autres acides et les alcalis après la naissance des animaux et des végétaux; enfin la production des acides et des alcalis a nécessairement précédé la formation des sels, qui tous supposent la combinaison de ces mêmes acides ou alcalis avec une matière terreuse ou métallique, laquelle leur sert de base et contient toujours une certaine quantité d'eau qui entre dans la cristallisation de tous les sels; en sorte qu'ils sont beaucoup moins simples que les acides ou alcalis, qui seuls sont les principes de leur essence saline.

Ceci était écrit, ainsi que la suite de cette histoire naturelle des sels, et j'étais sur le point de livrer cette partie de mon ouvrage à l'impression, lorsque j'ai reçu (au mois de juillet de cette année 1782), de la part de M. le chevalier *Marsilio Landriani*, de Milan, le troisième volume de ses opuscules *physico-chimiques*, dans lequel j'ai vu avec satisfaction, que cet illustre et savant physicien a pensé comme moi sur l'acide primitif: il dit expressément « que l'acide universel, élémentaire, primitif, dans lequel peuvent se résoudre tous les acides connus jusqu'à ce jour, est l'acide *méphitique*, cet acide qui étant combiné avec la chaux vive l'adoucit et la *neutralise*, qui mêlé avec les eaux les rend acidules et pétillantes; c'est l'*air fixe* de Black, le *gaz méphitique* de Macquer, l'*acide atmosphérique* de Bergman. »

M. le chevalier Landriani prouve son assertion par des expériences ingénieuses; il a pensé avec notre savant académicien, M. Lavoisier, que l'air fixe ou l'acide méphitique se forme par la combinaison de l'air et du feu, et il conclut par dire: « Il me paraît hors de doute, 1° que l'air déphlogistiqué, au moment qu'il s'élève des corps capables de le produire, se change en air fixe, s'il est surpris par le phlogistique dans le moment de sa formation.

(1) Les mines spathiques et les malachites contiennent notamment une très-grande quantité d'acide aérien.

» 2° Que comme il résulte des expériences que les acides nitreux, vitriolique, marin, phosphorique, arsenical, unis à certaines terres, peuvent se changer en air déphlogistiqué, lequel de son côté peut aisément se convertir en air fixe ; et comme d'autre part l'acide du sucre, celui de la crème de tartre, celui du vinaigre, celui des fourmis, etc., peuvent aussi aisément se convertir en air fixe par le moyen de la chaleur, il est assez démontré que tous les acides peuvent être convertis en air fixe, et que cet air fixe est peut-être l'acide universel, comme étant le plus commun et se rencontrant le plus fréquemment dans les diverses productions de la nature. »

Je suis sur tout cela du même avis que M. le chevalier Landriani, et je n'ai d'autre mérite ici que d'avoir reconnu, d'après mon système général sur la formation du globe, que le plus pur et le plus simple des acides avait dû se former le premier par la combinaison de l'air et du feu, et que par conséquent on devait le regarder comme l'acide primitif dont tous les autres ont tiré leur origine : mais je n'étais pas en état de démontrer par les faits, comme ce savant physicien vient de le faire, que tous les acides, de quelque espèce qu'ils soient, peuvent être convertis en cet acide primitif, ce qui confirme victorieusement mon opinion ; car cette conversion des acides doit être réciproque et commune, en sorte que tous les acides ont pu être formés par l'acide aérien, puisque tous peuvent être ramenés à la nature de cet acide.

Il me paraît donc plus certain que jamais, tant par ma théorie que par les expériences de M. Landriani, que l'acide aérien, c'est-à-dire l'air fixe ou fixé par le feu, est vraiment l'acide primitif, et le premier principe salin dont tous les autres acides et alcalis tirent leur origine ; et cet acide, uniquement composé d'air et de feu, n'a pu former les autres substances salines qu'en se combinant avec la terre et l'eau, aussi tous les autres acides contiennent de la terre et de l'eau ; et la quantité de ces deux éléments est plus grande dans tous les sels que celle de l'air et du feu ; ils prennent différentes formes selon les doses respectives des quatre éléments, et selon la nature de la terre qui leur sert de base ; et comme la proportion de la quantité des quatre éléments dans les principes salins, et la qualité différente de la terre qui sert de base à chaque sel, peuvent toutes se combiner les unes avec les autres, le nombre des substances salines est si grand, qu'il ne serait guère possible d'en faire une exacte énumération : d'ailleurs toutes les combinaisons salines faites par l'art de la chimie, ne doivent pas être mises sur le compte de la nature ; nos premières considérations doivent donc tomber sur les sels qui se forment naturellement soit à la surface, soit à l'intérieur de la terre : nous les examinerons séparément, et les présenterons successivement en commençant par les sels vitrioliques.

ACIDE VITRIOLIQUE ET VITRIOLS.

Cet acide est absolument sans odeur et sans couleur ; il ressemble à cet égard parfaitement à l'eau ; néanmoins sa substance n'est pas aussi simple, ni même, comme le dit Stahl, uniquement composée des seuls éléments de la terre et de l'eau ; il a été formé par l'acide aérien, il en contient une grande quantité, et sa substance est réellement composée d'air et de feu unis à la terre vitrifiable, et à une très-petite quantité d'eau qu'on lui enlève aisément par la concentration ; car il perd peu à peu sa liquidité par la grande chaleur, et peut prendre une forme concrète par la longue application d'un feu violent : mais, dès qu'il est concentré, il attire puissamment l'humidité de l'air, et par l'addition de cette eau, il acquiert plus de volume ; il perd en même temps quelque chose de son activité saline ; ainsi l'eau ne réside dans cet acide épuré qu'en très-petite quantité, et il n'y a de terre qu'autant qu'il en faut pour servir de base à l'air et au feu, qui sont fortement et intimement unis à cette matière vitrifiable.

Au reste, cet acide et les autres acides minéraux ne se trouvent pas dans la nature seuls et dégagés, et on ne peut les obtenir qu'en les tirant des substances avec lesquelles ils se sont combinés, et des corps qui les contiennent. C'est en décomposant les pyrites, les vitriols, le soufre, l'alun et les bitumes, qu'on obtient l'acide vitriolique ; toutes ces matières en sont plus ou moins imprégnées ; toutes peuvent aussi lui servir de base ; et il forme avec elles autant de différents sels, desquels on le retire toujours sous la même forme et sans altération.

On a donné le nom de *vitriol* à trois sels métalliques formés par l'union de l'acide vitriolique avec le fer, le cuivre et le zinc ; mais on pourrait, sans abuser du nom, l'étendre à toutes les substances dans lesquelles la présence de l'acide vitriolique se manifeste d'une manière sensible. Le vitriol du fer est vert, celui du cuivre est bleu, et celui du zinc est blanc : tous trois se trouvent dans le sein de la terre, mais en petite quantité, et il paraît que ce sont les seules matières métalliques que la nature ait combinées avec cet acide ; et quand même on serait parvenu par notre art à faire d'autres vitriols métalliques, nous ne devons pas les mettre au nombre des substances naturelles, puisqu'on n'a jamais trouvé de vitriol d'or, d'argent, de plomb, d'étain, ni d'antimoine, de bismuth, de cobalt, etc., dans aucun lieu, soit à la surface, soit à l'intérieur de la terre.

Le vitriol vert ou le vitriol ferrugineux, appelé vulgairement *couperose*, se présente dans toutes les mines de fer où l'eau chargée d'acide vitriolique a pu pénétrer. C'est sous les glaises ou les plâtres que gisent ordinairement ces mines de vitriol, parce que les terres argileuses et plâtreuses sont imprégnées de cet acide, qui, se mêlant avec l'eau des sources souterraines, ou même avec l'eau des pluies, descend par stillation sur la matière ferrugineuse, et, se combinant avec elle, forme ce vitriol vert qui se trouve tantôt en masses assez informes, auxquelles on

donne le nom de *pierres atramentaires*, et tantôt en stalaetites plus ou moins opaques, et quelquefois cristallisées. La forme de ces cristaux vitrioliques est rhomboïdale et assez semblable à celle des cristaux du spath calcaire. C'est donc dans les mines de fer de seconde et de troisième formation, abreuviées par les eaux qui découlent des matières argileuses et plâtreuses, qu'on rencontre ce vitriol natif, dont la formation suppose non-seulement la décomposition de la matière ferrugineuse, mais encore le mélange de l'acide en assez grande quantité. Toute matière ferrugineuse imprégnée de cet acide, donnera du vitriol : aussi le tire-t-on des pyrites martiales en les décomposant par la calcination ou par l'humidité.

Cette pyrite, qui n'a aucune saveur dans son état naturel, se décompose, lorsqu'elle est exposée longtemps à l'humidité de l'air, en une poudre saline, acerbée et styptique ; en lessivant cette poudre pyriteuse, on en retire du vitriol par l'évaporation et le refroidissement. Lorsqu'on veut en obtenir une grande quantité, on entasse ces pyrites les unes sur les autres à deux ou trois pieds d'épaisseur ; on les laisse exposées aux impressions de l'air pendant trois ou quatre ans, et jusqu'à ce qu'elles soient réduites en poudre ; on les remue deux fois par an pour accélérer cette décomposition ; on recueille l'eau de la pluie qui les lessive pendant ce temps, et on la conduit dans des chaudières où l'on place des ferrailles qui s'y dissolvent en partie par l'excès de l'acide ; ensuite on fait évaporer cette eau, et le vitriol se présente en cristaux.

On peut aussi tirer du vitriol des pyrites par le moyen du feu, qui dégage, sous la forme de soufre, une partie de l'acide et du feu fixe qu'elles contiennent ; on lessive ensuite la matière qui reste après cette extraction du soufre ; et, pour charger d'acide l'eau de ce résidu, on la fait passer successivement sur d'autres résidus également *dessoufrés*, après quoi on l'évapore dans des chaudières de plomb. La matière pyriteuse n'est pas épuisée de vitriol par cette première opération ; on la reprend pour l'étendre à l'air, et au bout de dix-huit mois ou deux ans, elle fournit, par une semblable lessive, de nouveau vitriol.

Il y a, dans quelques endroits, des terres qui sont assez mêlées de pyrites décomposées pour donner du vitriol par une seule lessive. Au reste, on ne se sert que de chaudières de plomb pour la fabrication du vitriol, parce que l'acide rongerait le fer et le cuivre. Pour reconnaître si la lessive vitriolique est assez chargée, il faut se servir d'un *pèse-liqueur* ; dès que cet instrument indiquera que la lessive contient vingt-huit onces de vitriol, on pourra la faire évaporer pour obtenir ce sel en cristaux. Il faut environ quinze jours pour opérer cette cristallisation, et l'on a observé qu'elle réussit beaucoup mieux pendant l'hiver qu'en été.

Nous avons en France quelques mines de vitriol naturel. « On en exploite, dit M. de Gensanne, une au lieu de *La Fonds* près *Saint-Julien de Valgogne* ; le travail y est conduit avec la plus grande intelligence : le minéral y est riche et en grande abondance, et le vitriol qu'on y fabrique est certainement de la première qualité. » Il doit se trouver de semblables mines dans tous les endroits où la terre limoneuse et ferrugineuse se trouve mêlée d'une grande quantité de pyrites décomposées.

Il se produit aussi du vitriol par les eaux sulfureuses qui découlent des volcans ou des solfatares.

« La formation de ce vitriol, dit M. l'abbé Mazéas, s'opère de trois façons. La première, par les vapeurs qui s'élèvent des solfatares et des ruisseaux sulfureux ces vapeurs, en retombant sur les terres ferrugineuses, les recouvrent peu à peu d'une efflorescence de vitriol... La seconde se fait par la filtration des vapeurs à travers les terres; ces sortes de mines fournissent beaucoup plus de vitriol que les premières; elles se trouvent communément sur le penchant des montagnes qui contiennent des mines de fer, et qui ont des sources d'eaux sulfureuses. La troisième manière est lorsque la terre ferrugineuse contient beaucoup de soufre: on s'aperçoit, dès qu'il a plu, d'une chaleur sur la surface de la terre, causée par une fermentation intestinale... Il se forme du vitriol en plus ou moins grande quantité dans ces terres. »

Le vitriol bleu, dont la base est le cuivre, se forme comme le vitriol de fer; on ne le trouve que dans les mines secondaires où le cuivre est déjà décomposé, et dont les terres sont abreuvées d'une eau chargée d'acide vitriolique. Ce vitriol cuivreux se présente aussi en masses ou en stalactites, mais rarement cristallisées, et les cristaux sont plus souvent dodécaèdres qu'hexaèdres ou rhomboïdaux. On peut tirer ce vitriol des pyrites cuivreuses et des autres minerais de ce métal, qui sont presque tous dans l'état pyriteux.

On peut aussi employer des débris ou rognures de cuivre avec l'alun pour faire ce vitriol. On commence par jeter sur ces morceaux de cuivre du soufre pulvérisé; on les met ensemble dans un four, et on les plonge ensuite dans une eau où l'on a fait dissoudre de l'alun: l'acide de l'alun ronge et détruit les morceaux de cuivre; on transvase cette eau dans des baquets de plomb lorsqu'elle est suffisamment chargée, et en la faisant évaporer on obtient le vitriol qui se forme en beaux cristaux bleus. C'est de cette apparence cristalline ou vitreuse que le nom même de *vitriol* est dérivé.

Le vitriol de zinc est blanc, et se trouve aussi en masses et en stalactites dans les minières de pierre calaminaire ou dans les blendes; il ne se présente que très-rarement en cristaux à facettes: sa cristallisation la plus ordinaire dans le sein de la terre est en filets soyeux et blancs.

On peut ajouter à ces trois vitriols métalliques, qui tous trois se trouvent dans l'intérieur de la terre, une substance grasse à laquelle on a donné le nom de *beurre fossile*, et qui suinte des schistes alumineux: c'est une vraie stalactite vitriolique ferrugineuse, qui contient plus d'acide qu'aucun des autres vitriols métalliques; et, par cette raison, M. le baron de Dietrich a cru pouvoir avancer que ce beurre fossile n'est que de l'acide vitriolique concret. Mais si l'on fait attention que cet acide ne prend une forme concrète qu'après une très-forte concentration et par la continuité d'un feu violent, et qu'au contraire ce beurre vitriolique se forme, comme les autres stalactites, par l'intermède de l'eau, il me semble qu'on ne doit pas hésiter à le rapporter aux vitriols que la nature produit par la voie humide.

Après ces vitriols à base métallique, on doit placer les vitriols à base terreuse, qui, pris généralement, peuvent se réduire à deux : le premier est l'alun, dont la terre est argileuse ou vitreuse ; et le second est le gypse, que les chimistes ont appelé *sélénite*, et dont la base est une terre calcaire. Toutes les argiles sont imprégnées d'acide vitriolique, et les terres qu'on appelle *alumineuses* ne diffèrent des argiles communes qu'en ce qu'elles contiennent une plus grande quantité de cet acide : l'alun y est toujours en particules éparses, et c'est très-rarement qu'il se présente en filets cristallisés ; on le retire aisément de toutes les terres et pierres argileuses en les faisant calciner et ensuite lessiver à l'eau.

Le gypse, qu'on peut regarder comme un vitriol calcaire, se présente en stalactites et en grands morceaux cristallisés dans toutes les carrières de plâtre.

Mais lorsque la quantité de terre contenue dans l'argile et dans le plâtre est trop grande en comparaison de celle de l'acide, il perd en quelque sorte sa propriété la plus distinctive ; il n'est plus corrosif, il n'est pas même sapide : car l'argile et le plâtre n'affectent pas plus nos organes que toute autre matière ; et, sous ce point de vue, on doit rejeter du nombre des substances salines ces deux matières, quoiqu'elles contiennent de l'acide.

Nous devons, par la même raison, ne pas compter au nombre des vitriols ou substances vraiment salines, toutes les matières où l'acide en petite quantité se trouve non-seulement mêlé avec l'une ou l'autre terre argileuse ou calcaire, mais avec toutes deux, comme dans les marnes et dans quelques autres terres et pierres mélangées de parties vitreuses, calcaires, limoneuses et métalliques : ces sels à double base forment un second ordre de matières salines auxquelles on peut donner le nom d'*hépar*. Mais toute matière simple, mixte, ou composée de plusieurs substances différentes, dans laquelle l'acide est engagé ou saturé de manière à n'être pas senti ni reconnu par la saveur, ne doit ni ne peut être comptée parmi les sels sans abuser du nom ; car alors presque toutes les matières du globe seraient des sels, puisque presque toutes contiennent une certaine quantité d'acide aérien. Nous devons ici fixer nos idées par nos sensations : toutes les matières insipides ne sont pas des sels ; toutes celles au contraire dont la saveur offense, irrite, ou flatte le sens du goût, seront des sels, de quelque nature que soit leur base, et en quelque nombre ou quantité qu'elles puissent être mélangés. Cette propriété est générale, essentielle, et même la seule qui puisse caractériser les substances salines, et les séparer de toutes les autres matières. Je dis le seul caractère distinctif des sels ; car l'autre propriété par laquelle on a voulu les distinguer, c'est-à-dire la solubilité dans l'eau, ne leur appartient pas exclusivement ni généralement, puisque les gommes et même les terres se dissolvent également dans toutes les liqueurs aqueuses, et que d'ailleurs on connaît des sels que l'eau ne dissout point, tels que le soufre, qui est vraiment salin, puisqu'il contient l'acide vitriolique en grande quantité.

Suivons donc l'ordre des matières dans lesquelles la saveur saline est sensible ; et, ne considérant d'abord que les composés de l'acide vitriolique, nous aurons,

dans les minéraux, les vitriols de fer, de cuivre et de zinc, auxquels on doit ajouter l'alun, parce que tous sont non-seulement sapides, mais même corrosifs.

L'acide vitriolique, qui par lui-même est fixe, devient volatil en s'unissant à la matière du feu libre, sur laquelle il a une action très-marquée, puisqu'il la saisit pour former le soufre, et qu'il devient volatil avec lui dans sa combustion. Cet acide sulfureux volatil ne diffère de l'acide vitriolique fixe que par son union avec la vapeur sulfureuse dont il répand l'odeur ; et le mélange de cette vapeur à l'acide vitriolique, au lieu d'augmenter sa force, la diminue beaucoup : car cet acide, devenu volatil et sulfureux, a beaucoup moins de puissance pour dissoudre ; son affinité avec les autres substances est plus faible ; tous les autres acides ne peuvent se décomposer, et de lui-même il se décompose par la seule évaporation. La fixité n'est donc point une qualité essentielle à l'acide vitriolique ; il peut se convertir en acide aérien, puisqu'il devient volatil et se laisse emporter en vapeurs sulfureuses.

L'acide sulfureux fait seulement plus d'effet que l'acide vitriolique sur les couleurs tirées des végétaux et des animaux ; il les altère et même les fait disparaître avec le temps, au lieu que l'acide vitriolique fait reparaître quelques-unes de ces mêmes couleurs, et en particulier celles des roses. L'acide sulfureux les détruit toutes ; et c'est d'après cet effet qu'on l'emploie pour donner aux étoffes la plus grande blancheur et le plus beau lustre.

L'acide sulfureux me paraît être l'une des nuances que la nature a mises entre l'acide vitriolique et l'acide nitreux ; car toutes les propriétés de cet acide sulfureux le rapprochent évidemment de l'acide nitreux, et tous deux ne sont au fond que le même acide aérien, qui, ayant passé par l'état d'acide vitriolique, est devenu volatil dans l'acide sulfureux, et a subi encore plus d'altération avant d'être devenu acide nitreux par la putréfaction des corps organisés. Ce qui fait la principale différence de l'acide sulfureux et de l'acide nitreux, c'est que le premier est beaucoup plus chargé d'eau que le second, et que par conséquent il n'est pas aussi fortement uni avec la matière du feu.

Après les vitriols métalliques, nous devons considérer les sels que l'acide vitriolique a formés avec les matières terreuses, et particulièrement avec la terre argileuse qui sert de base à l'alun ; nous verrons que cette terre est la même que celle du quartz, et nous en retirons une nouvelle démonstration de la conversion réelle du verre primitif en argile.

LIQUEUR DES CAILLOUX.

J'ai dit et répété plus d'une fois dans le cours de mes ouvrages, que l'argile tirait son origine de la décomposition des grès et des autres débris du quartz réduits en poudre et atténués par l'action des acides et l'impression de l'eau ; je l'ai même démontré par des expériences faciles à répéter, et par lesquelles on peut convertir en assez peu de temps la poudre de grès en argile, par la simple action de l'acide aérien et de l'eau : j'ai rapporté de semblables épreuves sur le verre pulvérisé ; j'ai cité les observations réitérées et constantes qui nous ont également prouvé que les laves les plus solides des volcans se convertissent en terre argileuse, en sorte qu'indépendamment des recherches chimiques et des preuves qu'elles peuvent fournir, la conversion des sables vitreux en argile m'était bien démontrée. Mais une vérité tirée des analogies générales, fait peu d'effet sur les esprits accoutumés à ne juger que par les résultats de leur méthode particulière : aussi la plupart des chimistes doutent encore de cette conversion ; et néanmoins les résultats bien entendus de leur propre méthode me semblent confirmer cette vérité aussi pleinement qu'ils peuvent le désirer ; car, après avoir séparé dans l'argile l'acide de sa base terreuse, ils ont reconnu que cette base était une terre vitrifiable ; ils ont ensuite combiné, par le moyen du feu, le quartz pulvérisé avec l'alcali dissous dans l'eau, et ils ont vu que cette matière précipitée devient soluble comme la terre de l'alun par l'acide vitriolique : enfin ils en ont formé un composé fluide qu'ils ont nommé *liqueur des cailloux*. « Une demi-partie d'alcali et une partie de quartz pulvérisé, fondues ensemble, dit M. de Morveau, forment un beau verre transparent, qui conserve sa solidité. Si on change les proportions, et que l'on mette, par exemple, quatre parties d'alcali pour une partie de terre quartzreuse, la masse fondue participera d'autant plus des propriétés salines ; elle sera soluble par l'eau, ou même se résoudra spontanément en liqueur par l'humidité de l'air : c'est ce que l'on nomme *liqueur des cailloux*. Le quartz y est tenu en dissolution par l'alcali, au point de passer par le filtre.

» Tous les acides, et même l'eau chargée d'air fixe, précipitent cette liqueur des cailloux, parce qu'en s'unissant à l'alcali ils le forcent d'abandonner la terre. Quand les deux liqueurs sont concentrées, il se fait une espèce de miracle chimique, c'est-à-dire que le mélange devient solide... On peut conclure de toutes les expériences faites à ce sujet, 1° que la terre quartzreuse éprouve, pendant sa combinaison avec l'alcali, par la fusion, une altération qui la rapproche de l'état de l'argile, et la rend susceptible de former de l'alun avec l'acide vitriolique ; 2° que la terre argileuse et la terre quartzreuse, altérées par la vitrification, ont une affinité marquée, même par

la voie humide, avec l'alcali privé d'air, etc... Aussi l'argile et l'alun sont bien réellement des sels vitrioliques à base de terre vitrifiable...

» L'argile est un sel avec excès de terre... et il est certain qu'elle contient de l'acide vitriolique, puisqu'elle décompose le nitre et le sel marin à la distillation. On démontre que sa base est alumineuse en saturant d'acide vitriolique l'argile dissoute dans l'eau, et formant ainsi un véritable alun; on fait passer enfin l'alun à l'état de l'argile, en lui faisant prendre une nouvelle portion de terre alumineuse précipitée et édulcorée. Il faut l'employer tandis qu'elle est encore en bouillie, car elle devient beaucoup moins soluble en séchant; et cette circonstance établit une nouvelle analogie entre elle et la terre précipitée de la liqueur des cailloux. »

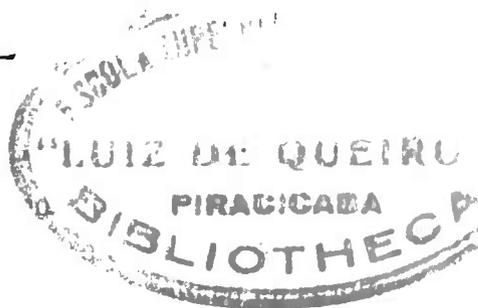
Cette terre qui sert de base à l'alun est argileuse : elle prend au feu, comme l'argile, toutes sortes de couleurs; elle y devient rougeâtre, jaune, brune, grise, verdâtre, bleuâtre et même noire; et si l'on précipite la terre vitrifiable de la liqueur des cailloux, cette terre précipitée a toutes les propriétés de la terre de l'alun : car en l'unissant à l'acide vitriolique, on en fait de l'alun; ce qui prouve que l'argile est de la même essence que la terre vitrifiable ou quartzeuse.

Ainsi les recherches chimiques, bien loin de s'opposer au fait réel de la conversion des verres primitifs en argile, le démontrent encore par leurs résultats, et il est certain que l'argile ne diffère du quartz ou du grès réduits en poudre que par l'atténuation des molécules de cette poudre quartzeuse sur laquelle l'acide aérien, combiné avec l'eau, agit assez longtemps pour les pénétrer, et enfin les réduire en terre. L'acide vitriolique ne produit pas cet effet, car il n'a point d'action sur le quartz ni sur les autres matières vitreuses; c'est donc à l'acide aérien qu'on doit l'attribuer : son union d'une part avec l'eau, et d'autre part le mélange des poussières alcalines avec les poudres vitreuses, lui donnent prise sur cette même matière quartzeuse. Ceci me paraît assez clair, même en rigoureuse chimie, pour espérer qu'on ne doutera plus de cette conversion des verres primitifs en argile, puisque toutes les argiles sont mélangées des débris de coquilles et d'autres productions du même genre, qui toutes peuvent fournir à l'acide aérien l'intermédiaire alcalin nécessaire à sa prompte action sur la matière vitrifiable. D'ailleurs l'acide aérien, seul et sans mélange d'alcali, attaque avec le temps toutes les matières vitreuses; car le quartz, le cristal de roche et tous les autres verres produits par la nature, se ternissent, s'irisent et se décomposent à la surface par la seule impression de l'air humide, et par conséquent la conversion du quartz en argile a pu s'opérer par la seule combinaison de l'acide aérien et de l'eau. Ainsi les expériences chimiques prouvent ce que les observations en histoire naturelle m'avaient indiqué; savoir, que l'argile est de la même essence que le quartz, et qu'elle n'en diffère que par l'atténuation de ses molécules réduites en terre par l'impression de l'acide primitif et de l'eau.

Et ce même acide aérien, en agissant dès les premiers temps sur la matière quartzeuse, y a pris une base qui l'a fixé et en a fait l'acide le plus puissant de tous, l'acide vitriolique, qui, dans le fond, ne diffère de l'acide primitif que par sa fixité,

et par la masse et la force que lui donne la substance vitrifiable qui lui sert de base; mais l'acide aérien étant répandu dans toute l'étendue de l'air, de la terre et des eaux, et le globe entier n'étant dans le premier temps qu'une masse vitrifiée, cet acide primitif a pénétré toutes les poudres vitreuses, et les ayant atténuées, ramollies et humectées par son union avec l'eau, les a peu à peu décomposées, et enfin converties en terres argileuses.

ALUN.



L'acide aérien, s'étant d'abord combiné avec les poudres du quartz et des autres verres primitifs, a produit l'acide vitriolique par son union avec cette terre vitrifiée, laquelle s'étant ensuite convertie et réduite en argile par cette action même de l'acide et de l'eau, cet acide vitriolique s'y est conservé et s'y manifeste sous la forme d'alun, et l'on ne peut douter que ce sel ne soit composé d'acide vitriolique et de terre argileuse. Mais cette terre de l'alun est-elle de l'argile pure, comme M. Bergman, et, d'après lui, la plupart des chimistes récents le prétendent? Il me semble qu'il y a plusieurs raisons d'en douter, et qu'on peut croire avec fondement que cette argile qui sert de base à l'alun n'est pas pure, mais mélangée d'une certaine quantité de terre limoneuse et calcaire, qui toutes deux contiennent de l'alcali.

1° Deux de nos plus savants chimistes, MM. Macquer et Baumé, ont reconnu des indices de substances alcalines dans cette terre. « Quoique essentiellement argileuse, dit M. Macquer, la terre de l'alun paraît cependant exiger un certain degré de calcination, et même le concours des sels alcalis, pour former facilement et abondamment de l'alun avec de l'acide vitriolique; et M. Baumé est parvenu à réduire l'alun en une espèce de sélénite, en combinant avec ce sel la plus grande quantité possible de sa propre terre. » Cela me paraît indiquer assez clairement que cette terre qui sert de base à l'alun n'est pas une argile pure, mais une terre vitreuse mélangée de substances alcalines et calcaires.

2° M. Fougéroux de Bondaroy, l'un de nos savants académiciens, qui a fait une très-bonne description de la carrière dont on tire l'alun de Rome, dit expressément: « Je regarde cette pierre d'alun comme calcaire, puisqu'elle se calcine au feu... La chaux que l'on fait de cette pierre a la propriété de se durcir sans aucun mélange de sable ou d'autres terres, lorsqu'après avoir été humectée on la laisse sécher. » Cette observation de M. de Bondaroy semble démontrer que les pierres de cette carrière de la *Tolfa*, dont on tire l'alun de Rome, seraient de la même nature que

nos pierres à plâtre, si la matière calcaire n'y était pas mêlée d'une plus grande quantité d'argile. Ce sont, à mon avis, des marnes plus argileuses que calcaires, qui ont été pénétrées de l'acide vitriolique, et qui par conséquent peuvent fournir de l'alun et de la sélénite.

3° L'alun ne se tire pas de l'argile blanche et pure, qui est de première formation, mais des glaises ou argiles impures, qui sont de seconde formation, et qui toutes contiennent des corps marins, et sont par conséquent mélangées de substances calcaires, et souvent aussi de terre limoneuse.

4° Comme l'alun se tire aussi des pyrites, et même en grande quantité, et que les pyrites contiennent de la terre ferrugineuse et limoneuse, il me semble qu'on peut en inférer que la terre qui sert de base à l'alun est aussi mélangée de terre limoneuse ; et je ne sais si le grand boursoufflement que ce sel prend au feu ne doit être attribué qu'à la réfraction de son eau de cristallisation, et si cet effet ne provient pas, du moins en partie, de la nature de la terre limoneuse, qui, comme je l'ai dit, se boursouffle au feu, tandis que l'argile pure y prend de la retraite.

5° Et ce qui me paraît encore plus décisif, c'est que l'acide vitriolique, même le plus concentré, n'a aucune action sur la terre vitrifiable pure, et qu'il ne l'attaque qu'autant qu'elle est mélangée de parties alcalines. Il n'a donc pu former l'alun avec la terre vitrifiable simple ou avec l'argile pure, puisqu'il n'aurait pu les saisir pour en faire la base de ce sel, et qu'en effet il n'a saisi l'argile qu'à cause des substances calcaires ou limoneuses dont cette terre vitrifiable s'est trouvée mélangée.

Quoi qu'il en soit, il est certain que toutes les matières dont on tire l'alun ne sont ni purement vitreuses ni purement calcaires ou limoneuses, et que les pyrites, les pierres d'alun et les terres alumineuses contiennent non-seulement de la terre vitrifiable ou de l'argile en grande quantité, mais aussi de la terre calcaire et limoneuse en petite quantité. Ce n'est que quand cette terre de l'alun a été travaillée par des opérations qui en ont séparé les terres calcaires ou limoneuses, qu'elle a pu devenir une argile pure sous la main de nos chimistes. Cependant M. le baron de Dietrich prétend « que la pierre qui fournit l'alun et que l'on tire à la Tolfa est une véritable argile qui ne contient point, ou *très-peu*, de parties calcaires ; que la petite quantité de sélénite qui se forme pendant la manipulation ne prouve pas qu'il y ait de la terre calcaire dans la pierre d'alun...., et que la chaux qui produit la sélénite, peut très-bien provenir des eaux avec lesquelles on arrose la pierre après l'avoir calcinée. » Mais, quelque confiance que puissent mériter les observations de cet habile minéralogiste, nous ne pouvons nous empêcher de croire que la terre dont on retire l'alun ne soit composée d'une grande quantité d'argile et d'une certaine portion de terre limoneuse et de terre calcaire. Nous ne croyons pas qu'il soit nécessaire d'insister sur les raisons que nous venons d'exposer, et qui me semblent décisives : l'impuissance de l'acide vitriolique sur les matières vitrifiables suffit seule pour démontrer qu'il n'a pu former l'alun avec l'argile pure. Ainsi l'acide vitriolique a existé longtemps avant l'alun, qui n'a pu être produit qu'après

la naissance des coquillages et des végétaux, puisque leurs détriments sont entrés dans sa composition.

La nature ne nous offre que très-rarement, et en petite quantité, de l'alun tout formé. On a donné à cet alun natif le nom d'*alun de plume*, parce qu'il est cristallisé en filets qui sont arrangés comme les barbes d'une plume. Ce sel se présente plus souvent en efflorescence de formes différentes sur la surface de quelques minéraux pyriteux ; sa saveur est acerbe et styptique, et son action très-astringente. Ces effets, qui proviennent de l'acide vitriolique, démontrent qu'il est plus libre et moins saturé dans l'alun que dans la sélénite, qui n'a point de saveur sensible ; et en général le plus ou moins d'action de toute matière saline dépend de cette différence : si l'acide est pleinement saturé par la matière qu'il a saisie, comme dans l'argile et le gypse, il n'a plus de saveur ; et moins il est saturé, comme dans l'alun et les vitriols métalliques, plus il est corrosif. Cependant la qualité de la base dans chaque sel influe aussi sur sa saveur et son action ; car plus la matière de ces bases est dense et pesante, plus elle acquiert de masse et de puissance par son union avec l'acide, et plus la saveur du sel qui en résulte a de force.

Il n'y a point de mines d'alun proprement dites, puisqu'on ne trouve nulle part ce sel en grandes masses, comme le sel marin, ni même en petites masses comme le vitriol ; mais on le tire aisément des argiles qui portent le nom de *terres alumineuses*, parce qu'elles sont plus chargées d'acide, et peut-être plus mélangées de terre limoneuse ou calcaire que les autres argiles. Il en est de même de ces pierres d'alun dont nous venons de parler, et qui sont *argilo-calcaires* : on le retire aussi des pyrites, dans lesquelles l'acide vitriolique se trouve combiné avec la terre ferrugineuse et limoneuse. La simple lessive à l'eau chaude suffit pour extraire ce sel des terres alumineuses ; mais il faut laisser effleurir les pyrites à l'air, ainsi que ces pierres d'alun, ou les calciner au feu et les réduire en poudre avant de les lessiver pour en obtenir l'alun.

L'eau bouillante dissout ce sel plus promptement et en bien plus grande quantité que l'eau froide ; il se cristallise par l'évaporation et le refroidissement. La figure de ces cristaux varie comme celle de tous les autres sels. M. Bergman assure néanmoins que quand la cristallisation de l'alun n'est pas troublée, il forme des octaèdres parfaits (1), transparents et sans couleur, comme l'eau. Cet habile et laborieux chimiste prétend aussi s'être assuré que ces cristaux contiennent trente-neuf parties d'acide vitriolique, seize parties et demie d'argile pure, et quarante-cinq parties et demie d'eau. Mais je soupçonne que dans son eau, et peut-être même dans son acide vitriolique, il est resté de la terre calcaire ou limoneuse ; car il est certain que la base de l'alun en contient. L'acide, quoique en si grande quantité, relativement à celle de la terre qui lui sert de base, est néanmoins si fortement uni avec

(1) M. Desmeste dit, avec plus de fondement, ce me semble, « que ce sel se cristallise en effet en octaèdres rectangles lorsqu'il est avec excès d'acide, mais que la forme de ces octaèdres varie beaucoup ; que leurs côtés et leurs angles sont souvent tronqués, et que d'ailleurs il a vu des cristaux d'alun parfaitement cubiques, et d'autres rectangles. »

cette terre, qu'on ne peut l'en séparer par le feu le plus violent : il n'y a d'autre moyen de les désunir qu'en offrant à cet acide des alcalis, ou quelques matières inflammables avec lesquelles il ait encore plus d'affinité qu'avec sa terre. On retire par ce moyen l'acide vitriolique de l'alun calciné ; on en forme du soufre artificiel et du pyrophore qui a la propriété de s'enflammer par le seul contact de l'air.

L'alun qui se tire des matières pyriteuses s'appelle dans le commerce *alun de glace* ou *alun de roche* : il est rarement pur, parce qu'il retient presque toujours quelques parties métalliques, et qu'il est mêlé de vitriol de fer. L'alun connu sous le nom d'*alun de Rome* est plus épuré et sans mélange sensible de vitriol de fer, quoiqu'il soit un peu rouge : on le tire en Italie des pierres alumineuses de la carrière de la Tolfa. Il y a de semblables carrières de pierres d'alun en Angleterre, particulièrement à Whitby, dans le comté d'York, ainsi qu'en Saxe, en Suède, en Norwège, et dans les pays de Hesse et de Liège, de même que dans quelques provinces d'Espagne. On extrait l'alun dans ces différentes mines à peu près par les mêmes procédés qui consistent à faire effleurir à l'air, pendant un temps suffisant, la terre ou pierre alumineuse, à la lessiver ensuite, et à faire cristalliser l'alun par l'évaporation de l'eau (1). L'alun de Rome est celui qui est le plus estimé, et qu'on assure être le plus pur. Tous les aluns sont, comme l'on voit, des productions de notre art, et le seul sel de cette espèce que la nature nous offre tout formé est l'alun de plume, qui ne se trouve que dans des cavités où suintent et s'évaporent les eaux chargées de ce sel en dissolution. Cet alun est très-pur : mais nulle part il n'est en assez grande quantité pour faire un objet de commerce, et encore moins pour fournir à la consommation que l'on fait de l'alun dans plusieurs arts et métiers.

Ce sel a en effet des propriétés utiles, tant pour la médecine que pour les arts, et surtout pour la teinture et la peinture. La plupart des pastels ne sont que des terres d'alun teintes de différentes couleurs. Il sert à la teinture en ce qu'il a la propriété d'ouvrir les pores et d'entamer la surface des laines et des soies qu'on veut teindre, et de fixer les couleurs jusque dans leur substance ; il sert aussi à la préparation des cuirs, à lisser le papier, à argenter le cuivre, à blanchir l'argent, etc. : mis en suffisante quantité sur la poudre à canon, il la préserve de l'humidité et même de l'inflammation ; il s'oppose aussi à l'action du feu sur le bois et sur les autres matières combustibles, et les empêche de brûler si elles en sont fortement imprégnées : on le mêle avec le suif pour rendre les chandelles plus fermes : on frotte d'alun calciné les formes qui servent à imprimer les toiles et papiers, pour y faire adhérer les couleurs ; on en frotte de même les balles d'imprimerie pour leur faire prendre l'encre, etc.

Les Asiatiques ont, avant les Européens, fait usage de l'alun ; les plus anciennes

(1) Dans quelques-unes de ces exploitations, on fait griller le minerai ; mais, comme le remarque très-bien M. Jars, cette opération n'est bonne que pour celles de ces mines qui sont très-pyriteuses, et serait pernicieuse dans les autres, où la combustion détruirait une portion de l'alun, et qu'il suffit de laisser effleurir à l'air, où elles s'échauffent d'elles-mêmes.

fabriques de ce sel étaient en Syrie et aux environs de Constantinople et de Smyrne, dans le temps des califes, et ce n'est que vers le milieu du quinzième siècle que les Italiens transportèrent l'art de fabriquer l'alun dans leur pays, et que l'on découvrit les mines alumineuses d'*Ischia*, de Viterbe, etc. Les Espagnols établirent ensuite, dans le seizième siècle, une manufacture d'alun près de Carthagène, à *Almazaran*, et cet établissement subsiste encore. Depuis ce temps, on a fabriqué de l'alun en Angleterre, en Bohême, et dans d'autres provinces de l'Allemagne, et aujourd'hui on en connaît sept manufactures en Suède, dont la plus considérable est celle de *Gliphyttau* dans la Noricie.

Il y a en France assez de mines pyriteuses et même assez de terres alumineuses pour qu'on pût y faire tout l'alun dont on a besoin sans l'acheter de l'étranger ; et néanmoins je n'en connais qu'une seule petite manufacture en Roussillon, près des Pyrénées : cependant on en pourrait fabriquer de même en Franche-Comté, où il y a une grande quantité de terres alumineuses à quelque distance de Norteau. M. de Gensanne, qui a reconnu ces terres, en a aussi trouvé en Vivarais, près de la Gorce. « Plusieurs veines de cette terre alumineuse sont, dit-il, parsemées de charbon *jayet*, et l'on y trouve par intervalles de l'alun natif. » Il y a aussi près de Soyons des mines de couperose et d'alun. On voit encore beaucoup de terres alumineuses aux environs de Roquefort et de Cascastel ; d'autres près de Cornillon, dans le diocèse d'Uzès, dans lesquelles l'alun se forme naturellement : mais combien n'avons-nous pas d'autres richesses que nous foulons aux pieds, non par dédain ni par défaut d'industrie, mais par les obstacles qu'on met ou le peu d'encouragement que l'on donne à toute entreprise nouvelle !

AUTRES COMBINAISONS DE L'ACIDE VITRIOLIQUE.

Nous venons de voir que cet acide, le plus fort et le plus puissant de tous, a saisi les terres argileuses et calcaires, dans lesquelles il se manifeste sous la forme d'alun et de sélénite ; que l'argile et le plâtre, quoique imprégnés de cet acide, n'ont néanmoins aucune saveur saline, parce qu'il y a excès de terre sur la quantité d'acide, et qu'il y est pleinement saturé ; que l'alun, au contraire, dont la base n'est que de la terre argileuse mêlée d'une petite portion de terre alcaline, a une saveur styptique et des effets astringents, parce que l'acide n'y est pas saturé ; qu'il en est de même de tous les vitriols métalliques, dont la base étant d'une matière plus dense que la terre vitreuse ou calcaire, a donné à ses sels plus de masse et de puis-

sance. Nous avons vu que les terres alumineuses ne sont que des argiles mélangées et plus fortement imprégnées que les autres d'acide vitriolique; que l'alun, qu'on peut regarder comme un vitriol à base terreuse, retient dans ses cristaux une quantité d'eau plus qu'égale à la moitié de son poids, et que cette eau n'est pas essentielle à sa substance saline, puisqu'il la perd aisément au feu sans se décomposer; qu'il s'y boursoufle comme la terre limoneuse, et qu'en même temps qu'il se laisse dépouiller de son eau, il retient très-fixement l'acide vitriolique, et devient, après la calcination, presque aussi corrosif que cet acide même.

Maintenant, si nous examinons les autres matières avec lesquelles cet acide se trouve combiné, nous reconnâtrons que l'alcali minéral ou marin, qui est le seul sel alcali naturel, et qui est universellement répandu, est aussi le seul avec lequel l'acide vitriolique se soit naturellement combiné sous la forme d'un sel cristallisé, auquel on a donné le nom du chimiste *Glauber*. On trouve ce sel dans l'eau de la mer, et généralement dans toutes les eaux qui tiennent du sel gemme ou marin en dissolution; mais la nature n'en a formé qu'une très-petite quantité en comparaison du sel gemme ou marin, qui diffère de ce sel de Glauber en ce que ce n'est pas l'acide vitriolique, mais l'acide marin qui est uni avec l'alcali dans le sel marin, qui, de tous les sels naturels, est le plus abondant.

Lorsque l'on combine l'acide vitriolique avec l'alcali végétal, il en résulte un sel cristallisable, d'une saveur amère et salée, auquel on a donné plusieurs noms différents, et singulièrement celui de *tartre vitriolé*. Ce sel, qui est dur, et qui décrépite au feu, ne se dissout que difficilement dans l'eau, et ne se trouve pas cristallisé par la nature, quoique tous les sels formés par l'acide vitriolique puissent se cristalliser.

L'acide vitriolique, qui se combine dans les terres vitreuses, calcaires et métalliques, et se présente sous la forme d'alun, de sélénite et de vitriol, se trouve encore combiné dans le sel d'Epsom avec la *magnésie*, qui est une terre particulière différente de l'argile, et qui paraît avoir aussi quelques propriétés qui la distinguent de la terre calcaire. En la supposant mixte et composée des deux, elle approche beaucoup plus de la craie que de l'argile. Cette terre *magnésie* ne se trouve point en grandes masses comme les argiles, les craies, les plâtres, etc.; néanmoins elle est mêlée dans plusieurs matières vitreuses et calcaires, on l'a reconnue par l'analyse chimique dans les schistes bitumeux, dans les terres plâtreuses, dans les marnes, dans les pierres appelées *serpentes*, dans l'*ampelite*; et l'on a observé qu'elle forme à la surface et dans les interstices de ces matières un sel amer fort abondant. L'acide vitriolique est combiné dans ce sel jusqu'à saturation, et lorsqu'on l'en retire en lui offrant un alcali, la magnésie qui lui servait de base se présente sous la forme d'une terre blanche, légère, sans saveur et presque sans ductilité lorsqu'on la mêle avec l'eau. Ces propriétés lui sont communes avec les pierres calcaires imprégnées d'acide vitriolique, dont sans doute la magnésie retient encore quelques parties après avoir été précipitée de la dissolution de son sel; elle se rapproche encore plus de la nature de la terre calcaire, en ce qu'elle fait une grande efferves-

cence avec tous les acides, et qu'elle fournit de même une très-grande quantité d'air fixe ou d'acide aérien, et qu'après avoir perdu cet air par la calcination, elle se dissout comme la chaux dans tous les acides : seulement cette magnésie calcinée n'a pas la causticité de la chaux, et ne se dissout pas de même lorsqu'on la mêle avec l'eau; ce qui la rapproche de la nature du plâtre. Cette différence de la chaux vive et de la magnésie calcinée semble provenir de la plus grande puissance avec laquelle la chaux retient l'acide aérien, que la calcination n'enlève qu'en partie à la terre calcaire, et qu'elle enlève en plus grande quantité de la magnésie. Cette terre n'est donc au fond qu'une terre calcaire, qui, d'abord imprégnée, comme le plâtre, d'acide vitriolique, se trouve encore plus abondamment fournie d'acide aérien que la pierre calcaire ou le plâtre; et ce dernier acide est la seule cause de la différence des propriétés de la magnésie et des qualités particulières de son sel : il se forme en grande quantité à la surface des matières qui contiennent de la magnésie; l'eau des pluies ou des sources le dissout et l'emporte dans les eaux dont on le tire par l'évaporation; et ce sel formé de l'acide vitriolique à base de magnésie, a pris son nom de la fontaine d'*Epsom*, en Angleterre, de l'eau de laquelle on le tire en grande quantité. M. Brownrigg assure avoir trouvé du sel d'*Epsom* cristallisé dans les mines de charbon de Whitehaven; il était en petites masses solides, transparentes, et en filaments blancs argentins, tantôt réunis, tantôt isolés, dont quelques-uns avaient jusqu'à trois pouces de longueur.

La saveur de ce sel n'est pas piquante; elle est même fraîche, mais suivie d'un arrière-goût amer; sa qualité n'est pas astringente : il est donc en tout très-différent de l'alun; et comme il diffère aussi de la sélénite par sa saveur et par sa solubilité dans l'eau, on a jugé que la magnésie qui lui sert de base était une terre entièrement différente de l'argile et de la craie, d'autant que cette même magnésie combinée avec d'autres acides, tels que l'acide nitreux ou celui du vinaigre, donne encore des sels différents de ceux que l'argile ou la terre calcaire donnent en les combinant avec ces mêmes acides. Mais si l'on compare ces différences avec les rapports et les ressemblances que nous venons d'indiquer entre la terre calcaire et la magnésie, on ne pourra douter, ce me semble, qu'elle ne soit au fond une vraie terre calcaire, d'abord pénétrée d'acide vitriolique, et ensuite modifiée par l'acide aérien, et peut-être aussi par l'alcali végétal, dont elle paraît avoir plusieurs propriétés.

La seule chose qui pourrait faire penser que cette magnésie est mêlée d'une petite quantité d'argile, c'est que, dans les matières argileuses, elle est si fortement unie à la terre alumineuse, qu'on a de la peine à l'en séparer; mais cet effet prouve seulement que la terre de l'alun n'est pas une argile pure, et qu'elle contient une certaine quantité de terre alcaline. Ainsi, tout considéré, je regarde la magnésie comme une sorte de plâtre; ces deux matières sont également imprégnées d'acide vitriolique, elles ont les mêmes propriétés essentielles; et quoique la magnésie ne se présente pas en grandes masses comme le plâtre, elle est peut-être en aussi grande quantité sur la terre et dans l'eau; car on en retire des cendres de tous les

végétaux, et plus abondamment des *eaux-mères*, du nitre et du sel marin : autre preuve que ce n'est au fond qu'une terre calcaire modifiée par la végétation et la putréfaction.

L'acide vitriolique, en se combinant avec les huiles végétales, a formé les bitumes et s'est pleinement saturé ; car il n'a plus aucune action sur le bitume, qui n'a pas plus de saveur sensible que l'argile et le plâtre, dans lesquels cet acide est de même pleinement saturé.

Si l'on expose à l'action de l'acide vitriolique les substances végétales et animales dans leur état naturel, « il agit à peu près comme le feu ; s'il est bien concentré, il les dessèche, les crispe, et les réduit presque à l'état charbonneux ; et de là on peut juger qu'il en altère souvent les principes en même temps qu'il les sépare. » Ceci prouve bien que cet acide n'est pas uniquement composé des principes aqueux et terreux, comme Stahl et ses disciples l'ont prétendu, mais qu'il contient aussi une grande quantité d'air actif et de feu réel. Je crois devoir insister ici sur ce que j'ai déjà dit à ce sujet, parce que le plus grand nombre des chimistes pensent que l'acide vitriolique est l'acide primitif, et que, pour le prouver, ils ont tâché d'y ramener ou d'en rapprocher tous les autres acides. Or leur grand maître en chimie a voulu établir sa théorie des sels sur deux idées dont l'une est générale, l'autre particulière : la première, *que l'acide vitriolique est l'acide universel et le seul principe salin qu'il y ait dans la nature ; et que toutes les autres substances salines, acides ou alcalines, ne sont que des modifications de cet acide altéré, enveloppé, déguisé par des substances accessoires.* Nous n'avons pas adopté cette idée, qui néanmoins a le mérite de se rapprocher de la simplicité de la nature. L'acide vitriolique sera, si l'on veut, le second acide ; mais l'acide aérien est le premier, non-seulement dans l'ordre de leur formation, mais encore parce qu'il est le plus pur et le plus simple de tous, n'étant composé que d'air et de feu, tandis que l'acide vitriolique et tous les autres acides sont mêlés de terre et d'eau. Nous nous croyons donc fondé à regarder l'acide aérien comme l'acide primitif, et nous pensons qu'il faut substituer cette idée à celle de ce grand chimiste, qui le premier a senti qu'on devait ramener tous les acides à un seul acide primitif et universel. Mais sa seconde supposition, *que cet acide universel n'est composé que de terre et d'eau*, ne peut se soutenir, non-seulement parce que les effets ne s'accordent point avec la cause supposée, mais encore parce que cette idée particulière et secondaire me paraît opposée et même contraire à toute théorie, puisque alors l'air et le feu, les deux principaux agents de la nature, seraient exclus de toute substance essentiellement saline et réellement active, attendu que toutes ne contiendraient que ce même principe salin, uniquement composé de terre et d'eau.

Dans la réalité, l'acide est, après le feu, l'agent le plus actif de la nature ; et c'est par le feu et par l'air contenus dans sa substance qu'il est actif, et qu'il le devient encore plus lorsqu'il est aidé de la chaleur, ou lorsqu'il se trouve combiné avec des substances qui contiennent elles-mêmes beaucoup d'air et de feu, comme dans le nitre : il devient, au contraire, d'autant plus faible qu'il est mêlé d'une plus

grande quantité d'eau, comme dans les cristaux d'alun, la crème de tartre, les sels ou les sucres des plantes fermentées ou non fermentées, etc.

Les chimistes ont avec raison distingué les substances salines par elles-mêmes des matières qui ne sont salines que par un mélange des principes salins avec d'autres substances. « Tous les acides et alcalis minéraux, végétaux et animaux, tant fixes que volatils, fluors ou concrets, doivent, dit M. Macquer, être regardés comme des substances salines par elles-mêmes; il y a même quelques autres substances qui n'ont point de propriétés acides ou alcalines décidées, mais qui ayant celles des sels en général, et pouvant communiquer les propriétés salines aux composés dans lesquels elles entrent, peuvent par cette raison être regardées comme des substances essentiellement salines: tels sont l'arsenic et le sel sédatif... Toutes ces substances, quoique essentiellement salines, diffèrent beaucoup entre elles, surtout par les degrés de force et d'activité, et par leur attraction plus ou moins grande avec les matières dans lesquelles elles peuvent se combiner; comparez, par exemple, la force de l'acide vitriolique avec la faiblesse de l'acide du tartre... Les acides minéraux sont plus forts que les acides tirés des végétaux et des animaux; et parmi les acides minéraux, l'acide vitriolique est le plus fort, le plus inaltérable, et par conséquent le plus pur, le plus simple, le plus sensiblement et essentiellement sel... Parmi les autres substances salines, celles qui paraissent les plus actives, les plus simples, telles que les autres acides minéraux, nitreux et marins, sont en même temps celles dont les propriétés se rapprochent le plus de celles de l'acide vitriolique.

On peut faire prendre à l'acide vitriolique plusieurs des propriétés caractéristiques de l'acide nitreux en le combinant d'une certaine manière avec le principe inflammable, comme on le voit par l'exemple de l'acide sulfureux volatil: les acides huileux végétaux deviennent d'autant plus forts et plus semblables à l'acide vitriolique, qu'on les dépouille plus exactement de leurs principes huileux, et peut-être parviendrait-on à les réduire en acide vitriolique pur en multipliant les opérations; et réciproquement l'acide vitriolique et le nitreux, affaiblis par l'eau et traités avec une grande quantité de matières huileuses, et encore mieux avec l'esprit-de-vin, prennent des caractères d'acides végétaux... Les propriétés des alcalis fixes semblent, à la vérité, s'éloigner beaucoup de celles des acides en général, et par conséquent de l'acide vitriolique: cependant comme il entre dans la composition des alcalis fixes une grande quantité de terre, qu'on peut séparer beaucoup de cette terre par des distillations et calcinations répétées, et qu'à mesure qu'on dépouille ces substances salines de leur principe terreux, elles deviennent d'autant moins fines et d'autant plus déliquescentes, en un mot, qu'elles se rapprochent d'autant plus de l'acide vitriolique à cet égard, il ne paraîtra pas hors de vraisemblance que les alcalis puissent devoir leurs propriétés salines à un principe salin de la nature de l'acide vitriolique, mais beaucoup déguisé par la quantité de terre et vraisemblablement des principes inflammables auxquels il est joint dans ces combinaisons; et les alcalis volatils ont des matières salines essentiellement de même nature que l'alcali

fixe, et qui ne doivent leur volatilité qu'à une différente proportion et combinaison de leurs principes prochains. »

J'ai cru devoir rapporter tous ces faits, avoués par les chimistes, et tels qu'ils sont consignés dans les ouvrages d'un des plus savants et des plus circonspects d'entre eux, pour qu'on ne puisse plus douter de l'unité du principe salin ; qu'on cesse de voir les acides nitreux et marins et les acides végétaux et animaux, comme essentiellement différents de l'acide vitriolique, et qu'enfin on s'habitue à ne pas regarder les alcalis comme des substances salines d'une nature opposée et même contraire à celle des acides : c'était l'opinion dominante depuis plus d'un siècle, parce qu'on ne jugeait de l'alcali qu'en les opposant l'un à l'autre, et qu'au lieu de chercher ce qu'ils ont de commun et de semblable, on ne s'attachait qu'à la différence que présentent leurs effets, sans faire attention que ces mêmes effets dépendent moins de leurs propriétés salines que de la quantité des substances accessoires dont ils sont mélangés, et dans lesquelles le principe salin ne peut se manifester sous la même forme, ni s'exercer avec la même force et de la même manière que dans l'acide, où il n'est ni contraint ni masqué.

Et cette conversion des acides et des alcalis, qui dans l'opinion de Stahl, peuvent tous se ramener à l'acide vitriolique, est supposée réciproque ; en sorte que cet acide peut devenir lui-même un alcali ou un autre acide : mais tous, sous quelque forme qu'ils se présentent, proviennent originairement de l'acide aérien.

Reprenant donc le principe salin dans son essence et sous sa forme la plus pure, c'est-à-dire sous celle de l'acide aérien, et le suivant dans ses combinaisons, nous trouverons qu'en se mêlant avec l'eau il en a formé des liqueurs spiritueuses ; toutes les eaux aciduleuses et mousseuses, le vin, le cidre, la bière, ne doivent leurs qualités qu'au mélange de cet acide aérien qu'ils contiennent sous la forme d'air fixe : nous verrons qu'étant ensuite absorbé par ces mêmes matières, il leur donne l'aigreur du vinaigre, du tartre, etc. ; qu'étant entré dans la substance des végétaux et des animaux, il a formé l'acide animal et tous les alcalis par le travail de l'organisation. Cet acide primitif s'étant d'abord combiné avec la terre vitrifiée a formé l'acide vitriolique, lequel a produit avec les substances métalliques, les vitriols de fer, de cuivre et de zinc ; avec l'argile et la terre calcaire, l'alun et la sélénite ; le sel de Glauber avec l'alcali minéral, et le sel d'*Epsom* ou de *Seditz* avec la magnésie.

Ce sont là les principales combinaisons sous lesquelles se présente l'acide vitriolique ; car nulle part on ne le trouve dans son état de pureté et sous sa forme liquide ; et cela par la raison que, ayant une très-grande tendance à s'unir avec le feu libre, avec l'eau, avec la plupart des substances terreuses et métalliques, il s'en saisit partout, et ne demeure nulle part sous cette forme liquide que nous lui connaissons lorsqu'il est séparé, par notre art, de toutes les substances auxquelles il est naturellement uni. Cet acide, bien déflégré et concentré, pèse spécifiquement plus du double de l'eau, et par conséquent beaucoup plus que la terre commune ; et comme sa fluidité diminue à mesure qu'on le concentre, on doit croire que si l'on pouvait l'amener à un état coneret et solide, il aurait plus de densité que les

pierres calcaires et les grès (1) : mais comme il a une très-grande affinité avec l'eau, et que même il attire l'humidité de l'air, il n'est pas étonnant que, ne pouvant être condensé que par une forte chaleur, il ne se trouve jamais sous une forme sèche et solide dans le sein de la terre.

Dans les eaux qui découlent des collines calcaires, et qui se rassemblent sur la glaise qui leur sert de base, l'acide vitriolique de la glaise se trouve combiné avec la terre calcaire : ces eaux contiennent donc de la sélénite en plus ou moins grande quantité ; et c'est de là que vient la crudité de presque toutes les eaux de puits ; la sélénite dont elles sont imprégnées leur donne une sorte de sécheresse dure qui les empêche de se mêler au savon, et de pénétrer les pois et autres graines que l'on veut faire cuire. Si l'eau a filtré profondément dans l'épaisseur de la glaise, la saveur de l'acide vitriolique y devient plus sensible ; et, dans les lieux qui recèlent les feux souterrains, ces eaux deviennent sulfureuses par leur mélange avec l'acide sulfureux volatil, etc.

L'acide aérien et primitif, en se combinant avec la terre calcaire, a produit l'acide marin, qui est moins fixe et moins puissant que le vitriolique, et auquel cet acide aérien a communiqué une partie de sa volatilité. Nous exposerons les propriétés particulières de cet acide dans les articles suivants.

ACIDES DES VÉGÉTAUX ET DES ANIMAUX.

La formation des acides végétaux et animaux par l'acide aérien est encore plus immédiate et plus directe que celle des acides minéraux, parce que cet acide primitif a pénétré tous les corps organisés, et qu'il y réside sous sa forme propre et en grande quantité.

Si l'on voulait compter les acides végétaux par la différence de leur saveur, il y en aurait autant que de plantes et de fruits, dont le goût agréable ou répugnant est varié presque à l'infini : ces végétaux plus ou moins fermentés présenteraient encore d'autres acides plus développés et plus actifs que les premiers ; mais tous proviennent également de l'acide aérien.

Les acides végétaux que les chimistes ont le mieux examinés sont ceux du vinaigre et du tartre, et ils n'ont fait que peu d'attention aux acides des végétaux non fermentés. Tous les vins, et en particulier celui du raisin, se font par une première

(1) En supposant que l'eau distillée pèse dix mille, le grès des tailleurs de pierre ne pèse que vingt mille huit cent cinquante-cinq : ainsi l'acide vitriolique bien concentré, pesant plus du double de l'eau, pèse au moins autant que le grès.

fermentation de la liqueur des fruits, et cette première fermentation leur ôte la saveur sucrée qu'ils ont naturellement; ces liqueurs vineuses exposées à l'air, c'est-à-dire à l'action de l'acide aérien, l'absorbent et s'aigrissent: l'acide primitif est donc également la cause de ces deux fermentations; il se dégage dans la première, et se laisse absorber dans la seconde. Le vinaigre n'est formé que par l'union de cet acide aérien avec le vin, et il conserve seulement une petite quantité d'huile inflammable ou d'esprit-de-vin qui le rend spiritueux; aussi s'évapore-t-il à l'air, et il n'en attire pas l'humidité comme les acides minéraux: d'ailleurs il est mêlé, comme le vin, de beaucoup d'eau, et le moyen le plus sûr et le plus facile de concentrer le vinaigre, est de l'exposer à une forte gelée; l'eau qu'il contient se glace, et ce qui reste est un vinaigre très-fort, dans lequel l'acide est concentré: mais il faut s'attendre à ne tirer que cinq pour cent d'un vinaigre qu'on fait ainsi geler, et ce vinaigre concentré par la gelée et plus sujet à s'altérer que l'autre, parce que le froid qui lui a enlevé toute son eau ne lui a rien fait perdre de son huile; il faut donc l'en dégager par la distillation pour l'obtenir et le conserver dans son état de pureté et de plus grande force. Cependant la pureté de cet acide n'est jamais absolue; quelque épuré qu'il soit, il retient toujours une certaine quantité d'huile éthérée qui ne peut que l'affaiblir; il n'a aucune action directe sur les matières vitreuses, et cependant il agit comme l'acide aérien sur les substances calcaires et métalliques; il convertit le fer en rouille, le cuivre en vert-de-gris, etc.; il dissout avec effervescence les terres calcaires, et forme avec elles un sel très-amer, qui s'effleurit à l'air. Il agit de même sur les alcalis: c'est par son union avec l'alcali végétal que se fait la *terre foliée* de tartre, qui est employée en médecine comme un puissant apéritif. On distingue dans la saveur de cette terre le goût du vinaigre et celui de l'alcali fixe dont elle est chargée, et elle attire, comme l'alcali, l'humidité de l'air; on peut aisément en dégager l'acide du vinaigre, en offrant à son alcali un acide plus puissant.

Le vinaigre dissout avec effervescence l'alcali fixe minéral et l'alcali volatil; cet acide forme avec le premier un sel dont les cristaux et les qualités sont à peu près les mêmes que celles de la terre foliée du tartre, et il produit avec l'alcali volatil un sel ammoniacal qui attire puissamment l'humidité de l'air. Enfin l'acide du vinaigre peut dissoudre toutes les substances animales et végétales. M. Gellert assure que cet acide, aidé d'une chaleur longtemps continuée, réduit en bouillie les bois les plus durs, ainsi que les cornes et les os des animaux.

Les substances qui sont susceptibles de fermentation contiennent du tartre tout formé, avant même d'avoir fermenté; il se trouve en grande quantité dans tous les sucs du raisin et des autres fruits sucrés; ainsi l'on doit regarder le tartre comme un produit immédiat de la végétation, qui ne souffre point d'altération par la fermentation, puisqu'il se présente sous sa même forme dans les résidus du vin et du vinaigre après la distillation.

Le tartre est donc un dépôt salin qui se sépare peu à peu des liqueurs vineuses, et prend une forme concrète et presque *pierreuse*, dans laquelle on distingue néan-

moins quelques parties cristallisées : la saveur du tartre, quoique acide, est encore sensiblement *vineuse*; les chimistes ont donné le nom de *crème de tartre* au sel cristallisé que l'on en tire, et ce sel n'est pas simple ; il est combiné avec l'alcali végétal. L'acide contenu dans ce sel de tartre se sépare de sa base par la seule action du feu ; il s'élève en grande quantité et sous sa forme propre d'acide aérien, et la matière qui reste après cette séparation est une terre alcaline qui a les mêmes propriétés que l'alcali fixe végétal : la preuve évidente que l'acide aérien est le principe salin de l'acide du tartre, c'est qu'en essayant de le recueillir il fait explosion et brise les vaisseaux.

Le sel de tartre n'attaque pas les matières vitreuses, et néanmoins il se combine et forme un sel avec la terre de l'alun : autre preuve que cette terre qui sert de base à l'alun n'est pas une terre vitreuse pure, mais mélangée de parties alcalines, calcaires ou limoneuses ; car l'acide du tartre agit avec une grande puissance sur les substances calcaires, et il s'unit avec effervescence à l'alcali fixe végétal ; ils forment ensemble un sel auquel les chimistes ont donné le nom de *sel végétal*. Il s'unit de même et fait effervescence avec l'alcali minéral, et ils donnent ensemble un autre sel connu sous le nom de *sel de Seignette*; ces deux sels sont, au fond, de la même essence, et ne diffèrent pas plus l'un de l'autre que l'alcali végétal ne diffère de l'alcali minéral, qui, comme nous l'avons dit, sont essentiellement les mêmes. Nous ne suivrons pas plus loin les combinaisons de la crème de tartre, et nous observerons seulement qu'elle n'agit point du tout sur les huiles.

Au reste, le sel du tartre est l'un des moins solubles dans l'eau ; il faut qu'elle soit bouillante, et en quantité vingt fois plus grande que celle du sel, pour qu'elle puisse le dissoudre.

Les vins rouges donnent du tartre plus ou moins rouge, et les vins blancs du tartre grisâtre, et plus ou moins blanc ; leur saveur est à peu près la même et d'un goût aigrelet plutôt qu'acide.

Le sucre, dont la saveur est si agréable, est néanmoins un sel essentiel que l'on peut tirer en plus ou moins grande quantité de plusieurs végétaux : il est l'un des plus dissolubles dans l'eau ; et lorsqu'on le fait cristalliser avec précaution, il donne de beaux cristaux : c'est ce sucre purifié que nous appelons *sucré candi*. Le principe acide de ce sel est encore évidemment l'acide aérien ; car le sucre étant dissous dans l'eau pure fermente ; et cet acide s'en dégage en partie par une évaporation spiritueuse : le reste demeure fortement uni avec l'huile et la terre mucilagineuse, qui donnent à ce sel sa saveur douce et agréable. M. Bergman a obtenu un acide très-puissant en combinant le sucre avec une grande quantité d'acide nitreux : mais cet acide composé ne doit point être regardé comme l'acide principe du sucre, puisqu'il est formé par le moyen d'un autre acide qui en est très-différent ; et quoique les propriétés de l'acide nitreux et de cet acide saccharin ne soient pas les mêmes, on ne doit pas en conclure, avec ce savant chimiste, que ce même acide saccharin n'ait rien emprunté de l'acide nitreux qu'on est obligé d'employer pour le former.

Les propriétés les mieux constatées et les plus évidentes des acides animaux sont

les mêmes que celles des acides végétaux, et démontrent suffisamment que le principe salin est le même dans les uns et dans les autres ; c'est également l'acide aérien, différemment modifié par la végétation ou par l'organisation animale, d'autant que l'on retire cet acide de plusieurs plantes aussi bien que des animaux. Les fourmis et la moutarde fournissent le même acide et en grande quantité. Cet acide est certainement aérien, car il est très-volatil ; et si l'on met en distillation une masse de fourmis fraîches et qui n'aura pas eu le temps de fermenter, une grande partie de l'acide animal s'en dégage et se volatilise sous sa propre forme d'air fixe ou d'acide aérien ; et cet acide recueilli et séparé de l'eau avec laquelle il a passé dans la distillation, a les mêmes propriétés à peu près que l'acide du vinaigre : il se combine de même avec les alcalis fixes, et forme des sels qui, par l'odeur urineuse, décèlent leur origine animale.

Les chimistes récents ont donné le nom d'*acide phosphorique* à l'acide qu'ils ont tiré non-seulement de l'urine et des excréments, mais même des os et des autres parties solides des animaux : mais il en est à peu près de cet acide phosphorique des os comme de l'acide du sucre, parce qu'on ne peut obtenir le premier que par le moyen de l'acide vitriolique, et le second par celui de l'acide nitreux ; ce qui produit des acides composés, qui ne sont plus les vrais acides du sucre et des os, lesquels considérés en eux-mêmes et dans leur simplicité, se réduiront également à la forme d'acide aérien ; et s'il est vrai, comme le dit M. Proust, qu'on ait trouvé de l'acide phosphorique dans des mines de plomb blanches, on ne pourra guère douter qu'il ne puisse tirer en partie son origine de l'acide vitriolique.

Un de nos habiles chimistes (1) s'est attaché à prouver par plusieurs expériences, contre les assertions d'un autre habile chimiste, que l'acide phosphorique est tout formé dans les animaux, et qu'il n'est point le produit du feu ou de la fermentation. Cela se peut, et je serais même très-porté à le croire, pourvu que l'on convienne que cet acide phosphorique tout formé dans les animaux, ou dans les excréments, n'est pas absolument le même que celui qu'on en tire en employant l'acide vitriolique, dont la combinaison ne peut que l'altérer et l'éloigner d'autant plus de sa forme originelle d'acide aérien, que le travail de l'organisation suffit pour le convertir en acide phosphorique, tel qu'on le retire de l'urine, sans le secours de l'acide vitriolique ni d'aucun autre acide.

(1) M. Brongniart, démonstrateur en chimie aux écoles du Jardin du Roi. Il a fait sur ce sujet un grand nombre d'expériences par lesquelles il a reconnu que l'acide phosphorique est produit par une modification de l'acide aérien, qui s'en dégage en quantité considérable dans la décomposition de l'acide phosphorique, et même dans sa concentration. Si on fait brûler du phosphore en vaisseaux clos, on obtient une très-grande quantité d'air fixe ou acide aérien, et en même temps l'acide phosphorique coule le long des parois des récipients ; ce même acide, soumis ensuite à l'action du feu dans une cornue de verre, donne des vapeurs abondantes et presque incoercibles. Si, au lieu de faire brûler ainsi le phosphore, on l'expose seulement à l'action de l'air dans une atmosphère tempérée et humide, le phosphore se décompose en brûlant presque insensiblement ; il donne une flamme très-légère, et laisse échapper une très-grande quantité d'air fixe : on peut s'en convaincre en imbibant un linge d'une solution alcaline caustique ; au bout d'un certain laps de temps, l'alcali est saturé d'acide aérien, et cristallisé très-parfaitement. Ces expériences prouvent, d'une manière convaincante, que l'acide phosphorique est le résultat d'une modification particulière de l'acide aérien, qui ne peut avoir lieu qu'au moyen de la végétation et de l'animalisation.

ALCALIS ET LEURS COMBINAISONS.

De la même manière qu'on doit réduire tous les acides au seul acide aérien, on peut aussi lui ramener les alcalis, en les réduisant tous à l'alcali minéral ou marin; c'est même le seul sel que la nature nous présente dans un état libre et non *neutralisé*: on connaît cet alcali sous le nom de *natron*; il se forme contre les murs des édifices, ou sur la terre et les eaux dans les climats chauds. On m'en a envoyé de Suez des morceaux assez gros et assez purs; cependant il est ordinairement mêlé de terre calcaire (1). Ce sel, auquel on a donné le nom d'*alcali minéral*, pourrait, comme le nitre, être placé dans le règne végétal, puisqu'il est de la même nature que l'alcali qu'on tire de plusieurs plantes qui croissent dans les terres voisines de la mer, et que d'ailleurs il paraît se former par le concours de l'acide aérien, et à peu près comme le salpêtre; mais celui-ci ne se présente nulle part en masses ni même en morceaux solides, au lieu que le natron, soit qu'il se forme sur la terre ou sur l'eau, devient compacte et même assez solide.

Les anciens ont parlé du natron sous le nom de *nitre*: sur quoi le P. Hardouin se trompe lorsqu'il dit que le *nitrum* de Pline est *exactement la même chose que notre salpêtre*; car il est clair que Pline, sous le nom de *nitre*, parle du natron, qui se forme, dit-il, dans l'eau de certains lacs d'Égypte, vers *Memphis* et *Naucratis*, et qui a la propriété qu'il lui attribue de conserver les corps; à sa causticité, augmentée par la falsification qu'en faisaient dès lors les Égyptiens en y mêlant de la chaux, on le reconnaît évidemment pour l'alcali minéral ou natron, bien différent du vrai nitre ou salpêtre.

On emploie le natron dans le Levant aux mêmes usages que nous employons la soude, et ces deux alcalis sont en effet de même nature. Nous tirions autrefois du natron d'Alexandrie, où s'en fait le commerce; et si ce sel alcalin était moins cher que le sel de soude, auquel il peut suppléer, et que nous tirons aussi de l'étranger, il ne faudrait pas abandonner ce commerce, qui paraît languir.

La plupart des propriétés de cet alcali minéral sont les mêmes que celles de l'alcali fixe végétal, et ils ne diffèrent entre eux que par quelques effets qu'on peut attribuer à l'union plus intime de la base terreuse dans l'alcali minéral que dans l'alcali végétal; mais tous deux sont essentiellement de la même nature.

(1) Le natron qui nous vient d'Égypte se tire de deux lacs, l'un voisin du Caire, et l'autre à quelque distance d'Alexandrie; ces lacs sont secs pendant neuf mois de l'année, et se remplissent en hiver d'une eau qui découle des éminences voisines: cette eau saline n'est pas limpide, mais trouble et rougeâtre; les premières chaleurs du printemps la font évaporer, et le natron se forme sur le sol du lac, d'où on le tire en morceaux solides et grisâtres qui deviennent plus blancs en les exposant à l'air pour les laisser s'égoutter. On a donné le nom de *sel mur* au natron qui se forme contre les vieux murs; il est ordinairement mêlé d'une grande quantité de substance calcaire, et dans cet état il est neutralisé.

C'est de la cendre des plantes qui contiennent du sel marin que l'on obtient l'alcali fixe végétal en grande quantité; et quoique tiré des végétaux, il est le même que l'alcali minéral ou marin; la différence de leurs effets n'est bien sensible que sur les acides végétaux et sur les huiles, dont ils font des sels de différentes sortes, et des savons plus ou moins fermes.

On obtient donc par la combustion et l'incinération des plantes qui croissent près de la mer, et qui par conséquent sont imprégnées de sel marin; on obtient, dis-je, en grande quantité l'alcali minéral ou marin, qui porte le nom de *soude*, et qu'on emploie dans plusieurs arts et métiers.

On distingue dans le commerce deux sortes de sodes : la première qui provient de la combustion des kalis et autres plantes terrestres qui croissent dans les climats chauds et dans les terres voisines de la mer; la seconde qu'on se procure de même par la combustion et la réduction en cendres des *fucus*, des *algues*, et des autres plantes qui croissent dans la mer même; et néanmoins la première soude contient beaucoup plus d'alcali marin que la seconde; et ce sel alcali est, comme nous l'avons dit, le même que le natron. Ainsi la nature sait former ce sel encore mieux que l'art : car nos sodes ne sont jamais pures; elles sont toujours mêlées de plusieurs autres sels, et surtout de sel marin; souvent elles contiennent aussi des parties ferrugineuses et d'autres matières terreuses qui ne sont point salines.

C'est par son alcali fixe que la soude produit tous ses effets : ce sel sert de fondant dans les verreries, et de détergent dans les blanchisseries : avec les huiles, il forme les savons, etc. Au reste, on peut employer la soude telle qu'elle est, sans en tirer le sel, si l'on ne veut faire que du verre commun; mais il la faut épurer pour faire des verres blancs et des glaces. Le sel marin, dont l'alcali de la soude est presque toujours mêlé, ne nuit point à la vitrification, parce qu'il est très-fusible, et qu'il ne peut que faciliter la fusion des sables vitreux, et entraîner les impuretés dont ils peuvent être souillés. Le *fiel du verre*, qui s'élève au-dessus du verre fondu, n'est qu'un mélange de ces impuretés et des sels.

L'alcali fixe végétal ou minéral doit également sa formation au travail de la nature dans la végétation; car on le peut tirer également de tous les végétaux, dans lesquels il est seulement en plus ou moins grande quantité. Ce sel végétal, lorsqu'il est pur, se présente sous la forme d'une poudre blanche, mais non cristallisée; sa saveur est si violente et si caustique, qu'il brûlerait et cautériserait la langue si on le goûtait sans le délayer auparavant dans une grande quantité d'eau : il attire l'humidité de l'air en si grande abondance, qu'il se résout en eau. Cet alcali qu'on appelle *fixe* ne l'est néanmoins qu'à un feu très-modéré, car il se volatilise à un feu violent; et cela prouve assez que la chaleur peut le convertir en alcali volatil, et que tous deux sont au fond de la même essence. L'alcali fixe a plus de puissance que les autres sels pour vitrifier les substances terreuses ou métalliques : il les fait fondre et les convertit presque toutes en verre solide et transparent.

Les cendres de nos foyers contiennent de l'alcali fixe végétal; et c'est par ce sel qu'elles nettoient et détergent le linge par la lessive. Cet alcali que fournissent les

cendres des végétaux est fort impur; cependant on en fait beaucoup dans les pays où le bois est abondant : on le connaît dans les arts sous le nom de *potasse*; et quoique impur, il est d'un grand usage dans les verreries, dans la teinture, et dans la fabrication du salpêtre.

C'est sans fondement qu'un de nos chimistes a prétendu que le tartre ne contient point d'alcali : cette opinion a été bien réfutée par M. Bernard. L'alcali fixe se trouve tout formé dans les végétaux; et le tartre, qui n'est qu'un de leurs résidus, ne peut manquer d'en contenir; et d'ailleurs la lie de vin brûlée et réduite en cendres fournit une grande quantité d'alcali aussi bon et même plus pur que celui de la soude.

C'est par la combinaison de l'acide marin avec l'alcali minéral que s'est formé le sel marin ou sel commun, dont nous faisons un si grand usage. Il se trouve non-seulement dissous dans l'eau de toutes les mers et de plusieurs fontaines, mais il se présente encore en masses solides et en très-grands amas dans le sein de la terre; et quoique l'acide de ce sel, c'est-à-dire l'acide marin, provienne originairement de l'acide aérien, comme tous les autres acides, il a des propriétés particulières qui l'en distinguent; il est plus faible que les acides vitriolique et nitreux, et on l'a regardé comme le troisième dans l'ordre des acides minéraux. Cette distinction est fondée sur la différence de leurs effets : l'acide marin est moins puissant, moins actif que les deux premiers, parce qu'il contient moins d'air et de feu; et d'ailleurs il acquiert des propriétés particulières par son union avec l'alcali; et s'il était possible de le dépouiller et de le séparer en entier de cette base alcaline, peut-être reprendrait-il les qualités de l'acide vitriolique ou de l'acide aérien, qui, comme nous l'avons dit, est l'acide primitif, dont la forme ne varie que par les différentes combinaisons qu'il subit ou qu'il a subies en s'unissant à d'autres substances.

L'acide marin diffère de l'acide vitriolique en ce qu'il est plus léger, plus volatil, qu'il a de l'odeur, de la couleur, et qu'il produit des vapeurs. Toutes ces qualités semblent indiquer qu'il contient une bonne quantité d'acide aérien provenant du détriment des corps organisés. Il diffère de l'acide nitreux par sa couleur qui est d'un jaune mêlé de rouge, par ses vapeurs qui sont blanches, par son odeur qui tire sur celle du safran, et parce qu'il a moins d'affinité avec les terres absorbantes et les sels alcalis. Enfin cet acide marin n'est pas susceptible d'un aussi grand degré de concentration que les acides vitriolique et nitreux, à cause de sa volatilité qui est beaucoup plus grande.

Au reste, comme l'alcali minéral ou marin et l'alcali fixe végétal sont de la même nature, et qu'ils sont presque universellement répandus, on ne peut guère douter que l'alcali ne se soit formé, dès les premiers temps après la naissance des végétaux, par la combinaison de l'acide primitif aérien avec les détriments des substances animales et végétales. Il en est de même de l'acide marin, qui se trouve combiné dans des matières de toutes espèces; car, indépendamment du sel commun dont il fait l'essence avec l'alcali minéral, il se combine aussi avec les alcalis végétaux

et animaux fixes ou volatils, et il se trouve dans les substances calcaires, dans les matières nitreuses, et même dans quelques substances métalliques, comme dans la mine d'argent *cornée*; enfin il forme le sel ammoniac lorsqu'il s'unit avec l'alcali volatil par sublimation dans le feu des volcans.

L'alcali minéral et l'alcali végétal, qui sont au fond les mêmes, sont aussi tous deux fixes : le premier se trouve presque pur dans le natron, et le second se tire plus abondamment des cendres du tartre que de toute autre matière végétale. On leur donne la dénomination d'*alcalis caustiques* lorsqu'ils prennent en effet une plus grande causticité par l'addition de l'acide aérien contenu dans les chaux terreuses ou métalliques : par cette union ces alcalis commencent à se rapprocher de la nature de l'acide. L'alcali volatil appartient plus aux animaux qu'aux végétaux; et lorsqu'il est de même imprégné de l'acide aérien, il ne peut plus se cristalliser, ni même prendre une forme solide; et dans cet état on l'a nommé *alcali fluor*.

L'acide phosphorique paraît être l'acide le plus actif qu'on puisse tirer des animaux. Si l'on combine cet acide des animaux avec l'alcali volatil, qui est aussi leur alcali le plus exalté, il en résulte un sel auquel les chimistes récents ont donné le nom de *sel microcosmique*, et dont M. Bergman a cru devoir faire usage dans presque toutes ses analyses chimiques. Ce sel est en même temps ammoniacal et phosphorique; et lorsque l'acide du phosphore se trouve combiné avec une substance calcaire, comme dans les os des animaux, il semble que les propriétés salines disparaissent; car ce sel phosphorique à base calcaire n'a plus aucune saveur sensible. La substance calcaire des os fait sur l'acide phosphorique le même effet que la craie sur l'acide vitriolique. Cet acide animal et l'acide végétal *acéteux* ou *tartareux* contiennent sensiblement beaucoup de cet air fixe ou acide aérien, duquel ils tirent leur origine.

SEL MARIN ET SEL GEMME.

L'eau de la mer contient une grande quantité d'acide et d'alcali, puisque le sel qu'on en retire en la faisant évaporer est composé des deux; elle est aussi imprégnée de bitume; et c'est ce qui fait qu'elle est en même temps saline et amère. Or le bitume est composé d'acide et d'huile; et d'ailleurs la décomposition de tous les corps organisés dont la mer est peuplée produit une immense quantité d'huile. L'eau marine contient donc non-seulement les acides et les alcalis, mais encore les huiles et toutes les matières qui peuvent provenir de la décomposition des corps, à l'exception de celles que ces substances prennent par la putréfaction à l'air libre;

encore se forme-t-il à la surface de la mer, par l'action de l'acide aérien, des matières assez semblables à celles qui sont produites sur la terre par la décomposition des animaux et des végétaux.

La formation du sel marin n'a pu s'opérer qu'après la production de l'acide et de l'alcali, puisqu'ils en sont les substances constituantes. L'acide aérien a été formé, dès les premiers temps après l'établissement de l'atmosphère, par le simple mélange de l'air et du feu ; mais l'alcali n'a été produit que dans un temps subséquent, par la décomposition des corps organisés. L'eau de la mer n'était d'abord que simplement acide ou même acidule ; elle est devenue plus acide et salée par l'union de l'acide primitif avec les alcalis et les autres acides ; ensuite elle a pris de l'amertume par le mélange du bitume ; et enfin elle s'est chargée de graisse et d'huile par la décomposition des corps de tous les cétacés, poissons et amphibiens, dont la substance est, comme l'on sait, plus huileuse que celle des animaux terrestres.

Et cette salure, cette amertume et cette huile de l'eau de la mer, n'ont pu qu'augmenter avec le temps, parce que tous les fleuves qui arrivent à ce grand réceptacle des eaux sont eux-mêmes chargés de parties salines, bitumineuses et huileuses, que la terre leur fournit, et que toutes ces matières étant plus fixes et moins volatiles que l'eau, l'évaporation ne les enlève pas ; leur quantité ne peut donc qu'augmenter, tandis que celle de l'eau reste toujours la même, puisque les eaux courantes sur la terre ramènent à la mer tout ce que les vapeurs poussées par les vents lui enlèvent.

On doit encore ajouter à ces causes de l'augmentation de la salure des mers la quantité considérable de sel que les eaux qui filtrent dans l'intérieur de la terre dissolvent et détachent des masses purement salines qui se trouvent en plusieurs lieux et jusqu'à d'assez grandes profondeurs. On a donné le nom de sel *gemme* à ce sel fossile. Il est absolument de la même nature que celui qui se tire de l'eau de la mer par l'évaporation. Il se trouve sous une forme solide, concrète et cristallisée en amas immenses, dans plusieurs régions du globe, et notamment en Pologne, en Hongrie, en Russie et en Sibérie. On en trouve aussi en Allemagne, dans les environs de Halle près de Saltzbourg, dans quelques provinces de l'Espagne (1), et spé-

(1) Près de Villena, à quelques lieues d'Alicante, il y a un marais d'où l'on tire le sel pour la consommation des villages voisins, et, à quatre lieues de là, une montagne isolée toute de sel gemme, couverte seulement d'une couche de plâtre de différentes couleurs....

Il y a beaucoup de salines dans la juridiction de *Mingranilla* ; on travaille à quelques-unes et non aux autres ; le sel gemme qu'on en tire est excellent, parce que cette espèce est toujours plus salée que celle qui se fait par évaporation, y ayant moins d'eau dans sa cristallisation....

À une demi-lieue de là, on descend un peu pour entrer dans un terrain de plâtre où sont quelques collines. Au bas de la couverture de plâtre, il y a un banc de sel gemme dont on ne sait point la profondeur, parce que quand les excavations passent trois cents pieds, il en coûte beaucoup pour tirer le sel, et quelquefois le terrain s'enfoncé ou se remplit d'eau : alors on creuse de nouveaux puits ; car tout l'endroit est une masse énorme de sel mêlé en certaines places avec un peu de plâtre, et, dans d'autres, pur et rougeâtre, et le plus souvent cristallin.... Dans la mine de Cardona, au contraire, il n'y a point de plâtre, et cependant le sel en est si dur et si bien cristallisé, que l'on en fait des statues, de petits autels et des meubles curieux. Celui de Mingranilla est dur aussi, mais moins que celui de Cardona, parce qu'il se casse comme quelques spaths fragiles... Cette mine a dû être couverte an-

cialement en Catalogne, où l'on voit, près de la ville de Cardonne (1), une montagne entière de sel. En d'autres endroits les amas de sel gemme forment des bancs d'une très-grande épaisseur sur une étendue de deux ou trois lieues en longueur et d'une largeur indéterminée comme on l'a observé dans la mine de Wieliczka en Pologne, qui est la plus célèbre de toutes celles du Nord.

Les bancs de sel y sont surmontés de plusieurs lits de glaises mêlés, comme les autres lits de glaises, d'un peu de sable et de débris de coquillages et autres productions marines. L'argile ou glaise contient l'acide, et les corps marins contiennent l'alcali. On pourrait donc imaginer qu'ils ont fourni l'alcali nécessaire pour former avec l'acide ce sel fossile : mais lorsqu'on jette les yeux sur l'épaisseur énorme de ces bancs de sel, on voit que, quand même la glaise et les corps marins qu'elle renferme se seraient entièrement dépouillés de leur acide et de leur alcali, ils n'auraient pu produire que les dernières couches superficielles de ces bancs, dont l'épaisseur étonne encore plus que leur étendue. Il me semble donc que, pour concevoir la formation de ces masses immenses de sel pur, il faut avoir recours à une cause plus puissante et plus ancienne que celle de la stillation des eaux et la dissolution des sels contenus dans les terres qui surmontent ces salines. Elles ont commencé par être des marais salants, où l'eau de la mer en stagnation a produit successivement les couches de sel qui composent ces bancs, et qui se sont déposées les unes sur les autres à mesure qu'elles se formaient par l'évaporation des eaux qui arrivaient pour remplacer les premières, et qui laissaient de même déposer leur sel après l'évaporation; en sorte que, dans le temps où la chaleur du globe était beaucoup

ciennement d'une épaisseur de plus de huit cents pieds de matières étrangères, que les eaux ont peu à peu entraînées dans les lieux les plus bas...

Dans une montagne où est le village de Vallicera, on trouve une mine de sel gemme qui paraît hors de terre; du côté de l'entrée, et environ vingt pas en dedans, on voit que le sel, qui est blanc et abondant, a pénétré dans les couches de plâtre. Cette mine peut avoir environ quatre cents pas de longueur; et différentes galeries latérales en ont plus de quatre-vingts, soutenues par des piliers de sel qui la font ressembler à une église gothique: le sel suit la direction de la colline, en penchant un peu au nord, comme les veines du plâtre; ce sel n'a qu'environ cinq pieds de haut... Il paraît avoir rongé différentes couches de plâtre et de margue (marne) pour se placer où il est, quoiqu'il reste cependant assez de ces matières.

Au bout de la principale galerie... on voit que la bande de sel descend jusqu'au vallon, et passe à la colline qui est vis-à-vis... La voûte de cette mine est de plâtre... Ensuite il y a deux pouces de sel blanc, séparé du plâtre par quelques filons de terre saline; après il y a trois doigts de sel pur et deux de sel de pierre, et une bande de terre; ensuite une autre bande bleue suivie de deux pouces de sel; après quoi il y a des bandes alternatives de terre et de sel cristallin jusqu'au lit de la mine, qui est de plâtre: descendant au vallon et montant aux collines qui sont vis-à-vis, les bandes de terre sont d'un bleu obscur, et les lits de sel sont de couleur blanche. Cette mine est très-élevée en égard à la mer, parce que depuis Bayonne on monte toujours pour y arriver. (*Histoire naturelle d'Espagne*, par M. Bowles, pages 376 et suivantes.)

(1) La ville de Cardonne est située au pied d'une montagne de sel qui est presque coupée perpendiculairement du côté de la rivière: cette montagne est une masse énorme de sel solide de quatre ou cinq cents pieds de haut sans raies ni fentes, ni conches, et il n'y a point de plâtre aux environs; elle a une lieue de circuit... On ignore la profondeur du sel, qui pour l'ordinaire est blanc; il y en a aussi du rouge... d'autre d'un bleu clair: mais ces couleurs disparaissent lorsque le sel est écrasé, car dans cet état il est blanc...

La superficie de montagne est grande, cependant les pluies ne font pas diminuer le sel: la rivière qui coule au pied est néanmoins salée; et quand il pleut, la salaison augmente et fait mourir le poisson; mais ce mauvais effet ne s'étend pas à plus de trois lieues, après quoi le poisson se porte aussi bien qu'ailleurs. (*Histoire naturelle d'Espagne*, par M. Bowles, pages 410 et suivantes.) Les anciens ont parlé de ces montagnes de sel de l'Espagne. *Est, dit Aulu-Gelle, in his regionibus (Hispanie) mons ex sale mero magnus; quantum demas tantum adrescit.* (Aulu-Gelle, liv. II chap. 22, ex Catone.)

plus grande qu'elle ne l'est aujourd'hui, le sel a dû se former bien plus promptement et plus abondamment qu'il ne se forme dans nos marais salants : aussi ce sel gemme est-il communément plus solide et plus pur que celui que nous obtenons en faisant évaporer les eaux salées ; il a retenu moins d'eau dans sa cristallisation ; il attire moins l'humidité de l'air, et ne se dissout qu'avec beaucoup de temps dans l'eau, à moins qu'on n'aide la dissolution par le secours de la chaleur.

On vient de voir, par les notes précédentes, que ces grands amas de sel gemme se trouvent tous ou sous des couches de glaise et de marne, ou sous des bancs de plâtre, c'est-à-dire sous des matières déposées et transportées par les eaux, et que par conséquent la formation de ces amas de sel est à peu près contemporaine aux dernières alluvions des eaux, dont les dépôts sont en effet les glaises mêlées de craie et les plâtres, matières dont la substance est analogue à celle du sel marin, puisqu'elles contiennent en même temps l'acide et l'alcali qui font l'essence de sa composition. Cependant, je le répète, ce ne sont pas les parties salines contenues dans ces bancs argileux, marneux et plâtreux, qui seules ont pu produire ces énormes dépôts de sel gemme, quand même ces bancs de terre auraient été de huit cents pieds plus épais, comme le dit M. Bowles ; et ce ne peut être que par des alternatives d'alluvion et de dessèchement, et par une évaporation prompte, que ces grandes masses de sel ont pu s'accumuler.

Pour mieux faire entendre cette formation successive, supposons que le sol sur lequel porte la dernière couche saline fût alternativement baigné par les marées, et que pendant les six heures de l'alluvion du flux, la chaleur fût alors assez grande, comme elle l'était en effet, pour causer, dans cet intervalle de six heures, la prompte évaporation de quelques pouces d'épaisseur d'eau : il sera dès lors formé sur ce sol une première couche de sel de quelques lignes d'épaisseur, et, douze heures après, cette première couche aura été surmontée d'une autre, produite par la même cause ; en sorte que dans les lieux où la marée s'élevait à une grande hauteur, les amas de sel ont pu prendre presque autant d'épaisseur. Cette cause a certainement produit un tel effet dans plusieurs lieux de la terre, et particulièrement dans ceux où les amas de sel ne sont pas d'une très-grande épaisseur, et quelques-uns de ces amas semblent offrir encore la trace des ondes qui les ont accumulés ; mais dans les lieux où ces amas sont épais de cinquante et peut-être de cent pieds, comme à Wieliczka en Pologne, et à Cardonne en Catalogne, on peut encore supposer très-légitimement une seconde circonstance qui a pu concourir comme cause avec la première. Cette circonstance s'est trouvée dans les lieux où la mer formait des anses ou des bassins, dans lesquels son eau stagnante devait s'évaporer presque aussi vite qu'elle se renouvelait, ou bien s'évaporerait en entier lorsqu'elle ne pouvait être renouvelée. On peut se former une idée de ces anciens bassins de la mer et de leur produit en sel par les laes salés que nous connaissons en plusieurs endroits de la surface de la terre : une chaleur double de celle de la température actuelle causerait en peu de temps l'entière évaporation de l'eau, et laisserait au fond toute la masse de sel qu'elle tient en dissolution, et l'épaisseur

de ce dépôt salin serait proportionnelle à la quantité d'eau contenue dans le bassin et enlevée par l'évaporation; en sorte, par exemple, qu'en supposant huit cents brasses ou quatre mille pieds de profondeur au bassin, on aurait au moins cent pieds d'épaisseur de sel après l'évaporation de cette eau, qui, comme l'on sait, contient communément un quarantième de sel relativement à son poids. Je dis, cent pieds *au moins*, car ici le volume augmente plus que proportionnellement à la masse. Je ne sais si cette augmentation relative a été déterminée par des expériences; mais je suis persuadé qu'elle est considérable, tant par la quantité d'eau que le sel retient dans sa cristallisation, que par les matières grasses et terreuses dont l'eau de la mer est toujours chargée, et que l'évaporation ne peut enlever.

Quoi qu'il en soit, les vues que je viens de présenter sont suffisantes pour concevoir la formation de ces prodigieux dépôts de sel, sur lesquels nous croyons devoir donner encore quelques détails importants. Voici l'ordre des différents bancs de terre et de pierre qu'on trouve avant de parvenir au sel dans les mines de Wieliczka. « Le premier lit, celui qui s'étend jusqu'à l'extérieur de la mine, est de sable, c'est-à-dire un amas de grains fins arrondis, blancs, jaunâtres et même rougeâtres. Ce banc de sable est suivi de plusieurs lits de terre argileuse plus ou moins colorée; mais le plus ordinairement ces terres ont la couleur de rouille de fer. Ces lits de terre, à une certaine profondeur, sont séparés par des lames de pierre que leur peu d'épaisseur, jointe à leur couleur noirâtre, ferait regarder comme des ardoises; ce sont des pierres feuilletées... On descend d'abord dans le premier étage par une espèce de puits de huit pieds en carré ayant deux cents pieds de France de profondeur, au lieu de six cents, comme on a voulu le dire... On y trouve une chapelle taillée dans la masse du sel, et qui peut avoir environ trente pieds de longueur sur vingt-quatre de largeur et dix-huit de hauteur. Tous les ornements et les images de cette chapelle sont aussi faits avec le sel... Il n'y a que neuf cents pieds de profondeur depuis le sommet de la mine jusque dans l'endroit le plus profond. Et il est étonnant qu'on ait voulu persuader le public qu'il y avait dans cette mine une espèce de ville souterraine, puisqu'il n'y a dans les galeries que quelques petites chambres qui sont destinées à renfermer les outils des ouvriers lorsqu'ils s'en vont le soir de la mine... Plus on pénètre profondément dans ces salines, plus l'on trouve le sel abondant et pur; si l'on rencontre quelques couches de terre, elles n'ont ordinairement que deux à trois pieds d'épaisseur et fort peu d'étendue. Toutes ces couches sont d'une glaise plus ou moins sableuse.

» On n'a point trouvé jusqu'à présent dans ces mines aucune production volcanique, telle que soufre, bitume, charbon minéral, etc., comme il s'en trouve dans les salines de Halle, de la Haute-Saxe et du comté de Tyrol. On y trouve beaucoup de coquilles principalement des bivalves et des madrépores...

» Je n'assurerai pas que ces mines aient, comme on le dit, trois lieues d'étendue en tous sens.... Mais il y a lieu de croire qu'elles communiquent à celles de Bochnia (ville à cinq milles au levant de Wieliczka), où l'on exploite le même sel. Le travail de Wieliczka a toujours été dirigé du côté de Bochnia, et celui de Bochnia du

côté de Wieliczka, jusqu'en 1772, qu'on se trouva arrêté de part et d'autre par un lit de terre marneuse, ne contenant pas un atome de sel... Mais l'administration ayant dirigé l'exploitation du côté du midi, on trouva du sel beaucoup plus pur...

» On détache ce sel de la masse en blocs qui ont ordinairement sept à huit pieds de longueur sur quatre de largeur et deux d'épaisseur ; on emploie pour cela des coins de fer, et on opère à peu près de la manière qu'on le fait dans nos carrières pour en tirer la pierre de taille... Lorsque ces gros blocs sont ainsi détachés, on les divise en trois ou quatre parties, dont on fait des cylindres pour en faciliter le transport.

» Les morceaux de sel que l'on trouve quelquefois dans cette mine de Wieliczka se rencontrent par cubes isolés dans les couches de glaise, sans affecter de marche régulière, et quelquefois formant des bandes de deux à trois pouces d'épaisseur dans la masse du sel ; mais celui qui se trouve en grains dans la glaise est toujours le plus beau, et on conduit presque tout ce sel blanc dans l'endroit que l'on appelle *la chancellerie*, qui est un bureau où travaillent quatre commis pendant la journée. Tout ce qui orne cette chancellerie, comme tables, armoires, etc., est en sel... Avec les morceaux de sel blanc les plus transparents, on travaille de jolis ouvrages qui ont différentes formes, comme des crucifix, des tables, des chaises, des tasses à café, des canons montés sur leurs affûts, des montres, des salières, etc. »

Nous ne pouvons douter qu'il n'y ait en France des mines de sel gemme, puisque nous y connaissons un grand nombre de fontaines salées, et dans nos provinces même les plus éloignées de la mer : mais la recherche de ces mines est prohibée, et même l'usage de l'eau qui en découle nous est interdit par une loi fiscale, qui s'oppose au droit si légitime d'user de ce que la nature nous offre avec profusion ; loi de proscription contre l'aisance de l'homme et la santé des animaux, qui, comme nous, doivent participer aux bienfaits de la mère commune, et qui, faute de sel, ne vivent et ne se multiplient qu'à demi ; loi de malheur, ou plutôt sentence de mort contre les générations à venir, qui n'est fondée que sur le mécompte et sur l'ignorance, puisque le libre usage de cette denrée, si nécessaire à l'homme et à tous les êtres vivants ferait plus de bien et deviendrait plus utile à l'État que le produit de la prohibition ; car il soutiendrait et augmenterait la vigueur, la santé, la propagation, la multiplication des hommes et de tous les animaux utiles. La gabelle fait plus de mal à l'agriculture que la grêle et la gelée : les bœufs, les chevaux, les moutons, tous nos premiers aides dans cet art de première nécessité et de réelle utilité, ont encore plus besoin que nous de ce sel qui leur était offert comme l'assaisonnement de leur insipide herbage, et comme un préservatif contre l'humidité putride dont nous les voyons périr ; tristes réflexions que j'abrège en disant que l'aneantissement d'un bienfait de la nature est un crime dont l'homme ne se fût jamais rendu coupable s'il eût entendu ses véritables intérêts.

Les mines de sel se présentent dans tous les pays où l'on a la liberté d'en faire usage ; il y en a tout autant en Asie qu'en Europe ; et le despotisme oriental, qui nous paraît si pesant pour l'humanité, s'est cependant abstenu de peser sur la na-

ture. Le sel est commun en Perse et ne paie aucun droit ; les salines y sont en grand nombre, tant à la surface que dans l'intérieur de la terre. On voit aux environs d'Astracan une montagne de sel gemme, où les habitants du pays, et même les étrangers, ont la liberté d'en prendre autant qu'il leur plaît. Il y a aussi des plaines immenses qui sont pour ainsi dire toutes couvertes de sel : on voit une semblable plaine de sel en Natolie. Pline dit que Ptolémée, en plaçant son camp près de Péluse, découvrit sous le sable une couche de sel que l'on trouva s'étendre de l'Égypte à l'Arabie. La mer Caspienne et plusieurs autres lacs sont plus ou moins salés (1). Ainsi, dans les terres les plus éloignées de l'Océan, l'on ne manque pas plus de sel que dans les contrées maritimes, et partout il ne coûte que les frais de l'extraction ou de l'évaporation. En Afrique, il y a peut-être encore plus de mines de sel qu'en Europe et en Asie : les voyageurs citent les salines du cap de Bonne-Espérance ; Kolbe surtout s'étend beaucoup sur la manière dont s'y forme le sel, et sur les moyens de le recueillir. En Abyssinie, il y a de vastes plaines toutes couvertes de sel, l'on y connaît aussi des mines de sel gemme ; il s'en trouve de même aux îles du Cap-Vert, au Cap-Blanc ; et comme la chaleur est excessive au Sénégal, en Guinée, et dans toutes les terres basses de l'Afrique, le sel s'y forme par une évaporation prompte et presque continuelle. Il s'en forme aussi sur la Côte d'Or, et il y a des mines de sel gemme au Congo. En général, l'Afrique, comme la région la plus chaude de la terre, a peu d'eau douce, et presque tous les lacs et autres eaux stagnantes de cette partie du monde sont plus ou moins salés.

L'Amérique, surtout dans les contrées méridionales, est assez abondante en sel marin ; il s'en trouve aussi dans les îles, et notamment à Saint-Domingue et sur plusieurs côtes du continent, ainsi que dans les terres de l'isthme de Panama, dans celles du Pérou, de la Californie, et jusque dans les terres Magellaniques.

Il y a donc du sel dans presque tous les pays du monde, soit en masses solides à l'intérieur de la terre, soit en poudre cristallisée à sa surface, soit en dissolution dans les eaux courantes ou stagnantes. Le sel en masse ou en poudre cristallisée ne coûte que la peine de le tirer de sa mine, ou celle de le recueillir sur la terre : celui qui est dissous dans l'eau ne peut s'obtenir que par l'évaporation ; et dans les pays où les matières combustibles sont rares, on peut se servir avantageusement de la chaleur du soleil, et même l'augmenter par des miroirs ardents lorsque la masse de l'eau salée n'est pas considérable, et l'on a observé que les vents secs font autant et peut-être plus d'effet que le soleil sur la surface des marais salants. On voit, par le témoignage de Pline, que les Germains et les Gaulois tiraient le sel des fontaines salées par le moyen du feu ; mais le bois ne leur coûtait rien, ou si peu, qu'ils n'ont pas eu besoin de recourir à d'autres moyens : aujourd'hui, et même

(1) Pline, en parlant des rivières salées, qu'il place près de la mer Caspienne, dit que le sel forme une croûte à la surface, sous laquelle le fleuve coule, comme s'il était glacé, ce qu'on ne peut néanmoins entendre que des mers et des anses, où l'eau tranquille et dormante, et baissant dans les chaleurs, donnait lieu à la voute de sel de se former... *Sed et summa fluminum durantur in salem, amne reliquo veluti sub gelu fluente, ut apud Caspias portas, que salis flumina appellantur.* (*Histoire naturelle*, lib. XXXI, chap. 1, scol. 29.)

depuis plus d'un siècle, on fait le sel en France par la seule évaporation, en attirant l'eau de la mer dans de grands terrains qu'on appelle *des marais salants*. M. Montel a donné une description très-exacte des marais salants de Peccais dans le Bas-Languedoc. On ne fait à Peccais qu'une récolte de sel chaque année, et le temps nécessaire à l'évaporation est de quatre ou cinq mois depuis le commencement de mai jusqu'à la fin de septembre.

Il y a de même des marais salants en Provence, dans lesquels on fait quelquefois deux récoltes chaque année, parce que la chaleur et la sécheresse de l'été y sont plus grandes; et comme la mer Méditerranée n'a ni flux ni reflux, il y a plus de sûreté et moins d'inconvénients à établir des marais salants dans son voisinage que dans celui de l'Océan. Les seuls marais salants de Peccais, dit M. Montel, rapportent à la ferme générale sept ou huit millions par an. Pour que la récolte du sel soit regardée comme bonne, il faut que la couche de sel produite par l'évaporation successive, pendant quatre à cinq mois, soit épaisse de deux pouces et demi ou trois pouces. Il est dit dans la *Gazette d'agriculture* : « Qu'en 1775 il y avait plus de quinze cents hommes employés à recueillir et entasser le sel dans les marais de Peccais: indépendamment de ces salines et de celles de Saint-Jean et de Roque-maure, où le sel s'obtient par industrie, il s'en forme tout naturellement des quantités mille fois plus considérables dans les marais qui s'étendent jusque auprès de Martigues en Provence. L'imagination peut à peine se figurer la quantité étonnante de sel qui s'y trouve cette année : *tous les hommes, tous les bestiaux de l'Europe ne pourraient la consommer en plusieurs années*; et il s'en forme à peu près autant tous les ans.

» Pour garder, ce n'est pas dire conserver, mais bien perdre tout ce sel, il y aura une brigade de gardes à cheval, nommée dans le pays du nom sinistre de *brigade noire*, laquelle va campant d'un lieu à un autre, et envoyant journellement des détachements de tous les côtés. Ces gardes ont commencé à camper vers la fin de mai; ils resteront sur pied, suivant la coutume, jusqu'à ce que les pluies d'automne aient fondu et dissipé tout ce sel naturel. »

On voit, par ce récit, qu'on pourrait épargner le travail des hommes et la dépense des digues et autres constructions nécessaires au maintien des marais salants, si l'on voulait profiter de ce sel que nous offre la nature : il faudrait seulement l'entasser comme on entasse celui qui s'est déposé dans les marais salants, et le conserver pendant trois ou quatre ans, pour lui faire perdre son amertume et son eau superflue. Ce n'est pas que ce sel, trop nouveau, soit nuisible à la santé, mais il est de mauvais goût; et tout celui qu'on débite au public dans les greniers à sel doit, par les règlements, avoir été *facturé* deux ou trois ans auparavant.

Malgré l'inconvénient des marées, on n'a pas laissé d'établir des marais salants sur l'Océan comme sur la Méditerranée, surtout dans le Bas-Poitou, le pays d'Aunis, la Saintonge, la Bretagne et la Normandie : le sel s'y fait de même par l'évaporation de l'eau marine. « Or on facilite cette évaporation, dit M. Guettard, en faisant circuler l'eau autour de ces marais, et en la recevant ensuite dans de petits carrés

qui se forment au moyen d'espèces de vannes : l'eau, par son séjour, s'y évapore plus ou moins promptement, et toujours proportionnellement à la force de la chaleur du soleil ; elle y dépose ainsi le sel dont elle est chargée. » Cet académicien décrit ensuite avec exactitude les salines de Normandie dans la baie d'Avranches, sur une plage basse où le mouvement de la mer se fait le moins sentir, et donne le temps nécessaire à l'évaporation. Voici l'extrait de cette description : On ramasse le sable chargé de ce dépôt salin, et cette récolte se fait pendant neuf ou dix mois de l'année ; on ne la discontinue que depuis la fin de décembre jusqu'au commencement d'avril... On transporte ce sable mêlé de sel dans un lieu sec, où on en fait de gros tas en forme de spirale ; ce qui donne la facilité de monter autour pour les exhausser autant qu'on le juge à propos : on couvre ces tas avec des fagots, sur lesquels on met un enduit de terre grasse pour empêcher la pluie de pénétrer.... Lorsqu'on veut travailler ce sable salin, on découvre peu à peu le tas ; et à mesure qu'on enlève le sable, on le lave dans une fosse enduite de glaise bien battue et revêtue de planches, entre les joints desquelles l'eau peut s'écouler. On met dans cette fosse cinquante ou soixante boisseaux de ce sable salin, et on y verse trente ou trente-cinq seaux d'eau ; elle passe à travers le sable et dissout le sel qu'il contient : on la conduit par des gouttières dans des cuves carrées de trois pieds, qui sont placées dans un bâtiment qui sert à l'évaporation ; on examine avec une éprouvette si cette eau est assez chargée de sel ; et si elle ne l'est pas assez, on enlève le sable de la fosse et on y en remet de nouveau. Lorsque l'eau se trouve suffisamment salée, on la transvase dans des vaisseaux de plomb qui n'ont qu'un ou deux pouces de profondeur sur vingt-six pouces de longueur et vingt-deux de largeur ; on place ces plombs sur un fourneau qu'on chauffe avec des fagots bien secs : l'évaporation se fait en deux heures. On remet alors de la nouvelle eau salée dans les vaisseaux de plomb, et on la fait évaporer de même. La quantité de sel que l'on retire en vingt-quatre heures, au moyen de ces opérations répétées, est d'environ cent livres dans trois vaisseaux de plomb des dimensions ci-dessus. On donne d'abord un feu assez fort, et on le continue ainsi jusqu'à ce qu'il se forme une petite fleur de sel sur l'écume de cette eau ; on enlève alors cette écume et on en ralentit le feu. L'évaporation étant achevée on remue le sel avec une pelle pour le dessécher ; on le jette dans des paniers en forme d'entonnoir, où il peut s'égoutter. Ce sel, quoique tiré par le moyen du feu, et dans un pays où le bois est cher, ne se vend guère que 3 liv. 10 s. les cinquante livres pesant. Il y a aussi en Bretagne soixante petites fabriques de sel par évaporation, tiré des vases et sables de la mer, dans lesquels on mêle un tiers de sel gris pour le purifier et porter les liqueurs à quinze sur cent.

On fait aussi du sel en grand dans quelques cantons de cette même province de Bretagne ; on tire des marais salants de la baie de Bourgneuf seize ou dix-sept mille muids de sel, et l'on estime que ceux de Guérande et du Croisic produisent, année commune, environ vingt-cinq mille muids.

En Franche-Comté, en Lorraine et dans plusieurs autres contrées de l'Europe et des autres parties du monde, le sel se tire de l'eau des fontaines salées. M. de Mon-

tigny, de l'Académie des Sciences, a donné une bonne description des salines de la Franche-Comté, et du travail qu'elles exigent. Voici l'extrait de ses observations. « Les eaux, dit M. de Montigny, de tous les puits salés, tant de Salins que de Montmorot, contiennent en dissolution, avec le sel marin ou *sel gemme*, des gypses ou sélénites gypseuses; des sels composés de l'acide vitriolique engagé dans une base terreuse; du sel de Glauber; des sels déliquescents, composés de l'acide marin engagé dans une base terreuse; une terre alcaline très-blanche, que l'on sépare du sel gemme lorsqu'on le tient longtemps en fusion dans un creuset; enfin une espèce de glaise très-fine, et quelques parties grasses, bitumineuses, ayant une forte odeur de pétrole. Toutes ces eaux portent un principe alcalin surabondant..... Elles ne sont point mêlées de vitriols métalliques...

» Les sels en petits grains, ainsi que les sels en pain, se sont également trouvés chargés d'un alcali terreux. Ainsi ces sels ne sont pas, comme le sel marin, dans un état de neutralité parfaite.

» Le sel à gros grains de Montmorot est le seul que nous ayons trouvé parfaitement neutre..... Ce sel à gros grains est tiré des mêmes eaux que le sel à petits grains; mais il est formé par une évaporation beaucoup plus lente: il vient en cristaux plus gros, très-réguliers, et en même temps beaucoup plus purs... Si les eaux des fontaines salées ne contenaient que du sel gemme en dissolution, l'évaporation de ces eaux, plus lente ou plus prompte, n'influerait en rien sur la pureté du sel... On ne peut donc séparer les matières étrangères de ces sels de Franche-Comté que par une très-lente évaporation; et cependant c'est avec les sels à petits grains, faits par une très-prompte évaporation, que l'on fabrique tous les sels en pain, dont l'usage est général dans toute la Franche-Comté... On met les pains de sel qu'on vient de fabriquer sur des lits de braises ardentes, où ils restent pendant vingt-cinq, trente, et même quarante heures, jusqu'à ce qu'ils aient acquis la sécheresse et la dureté nécessaires pour résister au transport (1)... Le mélange de sel de Glauber, de gypse, de bitume et de sel marin à base terreuse, qui vient par la réduction de ces eaux, est d'une amertume inexprimable...

» La saveur et la quantité du sel marin sont fort altérées par le mélange du gypse lorsque les eaux ne reçoivent pas assez de chaleur pour en opérer la séparation, et la quantité du gypse est fort considérable dans les eaux de Salins... Le gypse de Salins rend le sel d'un blanc opaque, et le gypse de Montmorot lui donne sa couleur grise... Lorsque les eaux sont faibles en salure, comme celles de Montmorot,

(1) Nous devons observer que cette pratique de mettre le sel à l'exposition du feu pour le durcir est préjudiciable à la pureté et à la qualité du sel.

1^o Parce que pour mouler le sel il faut qu'il soit humecté de son eau-mère, que le feu ne fait que dessécher en agglutinant la masse saline, et cette eau-mère est une partie impure qui reste dans le sel.

2^o Une partie du gypse se décompose; son acide vitriolique agit sur la base du sel marin, le dénature et le rend amer.

3^o Le sel marin le plus pur reçoit une altération très-sensible par la calcination; il devient plus caustique; une partie de l'acide s'en dissipe, et laisse une base terreuse qui procède de la décomposition de l'acide minéral. La décomposition du sel est si sensible, que l'on ne peut rester dans les étuves du grillage, à cause des vapeurs acides qui affectent la poitrine et les yeux.

on a trouvé le moyen de les concentrer par une méthode ingénieuse et qui multiplie l'évaporation sans feu. »

Ces fontaines salées de la Franche-Comté, qui fournissent du sel à toute cette province et à une partie de la Suisse, ne sont pas plus abondantes que celles qui se trouvent en Lorraine, et qui s'exploitent dans les petites villes de Dieuze, Moyenvie et Château-Salins, toutes situées le long de la vallée qu'arrose la rivière de Seille. A Rosières, dans la même province, était une saline des plus belles de l'Europe par l'étendue de son bâtiment de graduation ; mais cette saline est détruite depuis environ vingt ans. A Dieuze, non plus qu'à Moyenvie et à Château-Salins, on n'a pas besoin de ces grands bâtiments ou hangars de graduation pour évaporer l'eau, parce que d'elle-même elle est assez chargée pour qu'on puisse, en la soumettant immédiatement à l'ébullition, en tirer le sel avec profit.

Il se trouve aussi des sources et fontaines salées dans le duché de Bourgogne et dans plusieurs autres provinces, où la ferme générale entretient des gardes pour empêcher le peuple de puiser de l'eau dans ces sources. Si l'on refuse ce sel aux hommes, on devrait au moins permettre aux animaux de s'abreuver de cette eau, en établissant des bassins dans lesquels ces mêmes gardes ne laisseraient entrer que les bœufs et les moutons, qui ont autant et peut-être plus besoin que l'homme de ce sel pour prévenir les maladies de pourriture qui les font périr ; ce qui, je le répète, cause beaucoup plus de perte à l'État que la vente du sel ne donne de profit.

Dans quelques endroits ces fontaines salées forment des petits lacs ; on en voit un aux environs de Courtezon, dans la principauté d'Orange. « Des hommes, dit M. Guettard, intéressés à ce qu'on ne fasse point d'usage de cette eau, ordonnent de *trépiquer* et mêler ainsi avec la terre le sel qui peut, dans la belle saison, se cristalliser sur les bords de cet étang. L'eau en est claire et limpide, un peu onctueuse au toucher, d'un goût passablement salé. Ce petit lac est éloigné de la mer d'environ vingt lieues. S'il n'était dû qu'à une masse d'eau de mer restée dans cet endroit, bientôt la seule évaporation aurait suffi pour le tarir. Ce lac ne reçoit point de rivière ; il faut donc nécessairement qu'il sorte de son fond des sources d'eau salée pour l'entretenir. »

Dans d'autres pays où la nature, moins libérale que chez nous, est en même temps moins insultée, et où on laisse aux habitants la liberté de recueillir et de solliciter ses bienfaits, on a su se procurer, et pour ainsi dire créer, des sources salées là où il n'en existait pas, en conduisant, par de grands et ingénieux travaux, des cours d'eau à travers des couches de terre ou de pierre imbuës ou imprégnées de sel, que ces eaux dissolvent et dont elles sortent chargées. C'est à M. Jars que nous devons la connaissance et la description de cette singulière exploitation qui se fait dans le voisinage de la ville de Halle en Tyrol. « Le sel, dit-il, est mélangé dans cette mine avec un rocher de la nature de l'ardoise, qui en contient dans tous ses lits ou divisions..... Pour extraire le sel de cette masse, on commence par ouvrir une galerie, en partant d'un endroit où le rocher est ferme, et on l'avance d'une vingtaine de toises ; ensuite on en fait une seconde de chaque côté d'environ dix

toises, et d'autres encore qui leur sont parallèles, de sorte qu'il ne reste dans cet espace que des piliers distants les uns des autres de cinq pieds, et qui ont à peu près les mêmes dimensions en carré, sur six pieds de hauteur, qui est celle des galeries. Pendant qu'on travaille à ces excavations, d'autres ouvriers sont occupés à faire des mortaises ou entailles de chaque côté de la galerie principale, qui a été commencée dans le rocher ferme, pour y placer des pièces de bois et y former une digue qui serve à retenir l'eau; et dans la partie inférieure de cette digue on laisse une ouverture pour y mettre une bonde ou un robinet. Lorsque le tout est exactement bouché, on y fait arriver de l'eau douce par des tuyaux qui partent du sommet de la montagne; peu à peu le sel se dissout à mesure que l'eau monte dans la galerie..... Dans quelques-unes des excavations de cette mine, l'eau séjourne cinq, six, et même douze mois avant que d'être saturée; ce qui dépend de la richesse de la veine de sel et de l'étendue de l'excavation..... Ce n'est que quand l'eau est entièrement saturée que l'on ouvre les robinets des digues pour la faire couler et la conduire par des tuyaux de bois jusqu'à Halle, où sont les chaudières d'évaporation. »

Dans les contrées du Nord où l'eau de la mer se glace, on pourrait tirer le sel de cette eau en la recevant dans des bassins peu profonds, et la laissant exposée à la gelée; le sel abandonne la partie qui se glace et se concentre dans la portion inférieure de l'eau, qui, par ce moyen assez simple, se trouve beaucoup plus salée qu'elle ne l'était auparavant.

Il semble que la nature ait pris par elle-même le soin de combiner l'acide et l'alcali pour former ce sel qui nous est le plus utile, le plus nécessaire de tous, et qu'elle l'ait en même temps accumulé, répandu en immense quantité sur la terre et dans toutes les mers; l'air même est imprégné de ce sel; il entre dans la composition de tous les êtres organisés; il plaît au goût de l'homme et de tous les animaux; il est aussi reconnaissable par sa figure que recommandable par sa qualité; il se cristallise plus facilement qu'un autre sel, et ses cristaux sont des cubes presque parfaits (1); il est moins soluble que plusieurs autres sels, et la chaleur de l'eau même bouillante, n'augmente que très-peu sa solubilité: néanmoins il attire si puissamment l'humidité de l'air, qu'il se réduit en liqueur si on le tient dans des lieux très-humides; il décrépité sur le feu par l'effort de l'air qui se dégage alors de ses cristaux, dont l'eau s'évapore en même temps: et cette eau de cristallisation qui, dans certains sels, comme l'alun, paraît faire plus de la moitié de la masse saline, n'est dans le sel marin qu'en petite quantité; car, en le faisant calciner et même fondre à un feu violent, il n'éprouve aucune décomposition, et forme une masse opaque et blanche, également saline, et du même poids à peu près (2) qu'avant la fusion; ce qui prouve qu'il ne perd au feu que de l'air, et qu'il contient très-peu d'eau.

(1) Les grains figurés en trémies sont de petits cubes groupés les uns contre les autres.

(2) Le sel marin ne perd qu'un huit-centième de son poids par la calcination.

Ce sel, qui ne peut être décomposé par le feu, se décompose néanmoins par les acides vitriolique et nitreux, qui, ayant plus d'affinité avec son acide, s'en saisissent et lui font abandonner sa base alcaline, autre preuve que les trois acides vitriolique, nitreux et marin, sont de la même nature au fond, et qu'ils ne diffèrent que par les modifications qu'ils ont subies. Aucun de ces trois acides ne se trouve pur dans le sein de la terre ; et lorsqu'on les compare, on voit que l'acide marin ne diffère du vitriolique qu'en ce qu'il est moins pesant et plus volatil, qu'il saisit moins fortement les substances alcalines, et qu'il ne forme presque toujours avec elles que des sels déliquescents : il ressemble à l'acide nitreux par cette dernière propriété, qui prouve que tous deux sont plus faibles que l'acide vitriolique, dont on peut croire qu'ils se sont formés, en ne perdant pas de vue leur première origine, qu'il ne faut pas confondre avec leur formation secondaire et leur conversion réciproque. L'acide aérien a été le premier formé ; il n'est composé que d'air et de feu. Ces deux éléments, en se combinant avec la terre vitrifiée, ont d'abord produit l'acide vitriolique ; ensuite l'acide marin s'est produit par leur combinaison avec les matières calcaires ; et enfin l'acide nitreux a été formé par l'union de ce même acide aérien avec la terre limoneuse et les autres débris putréfiés des corps organisés.

Comme l'acide marin est plus volatil que le nitreux et le vitriolique, on ne peut le concentrer autant. Il ne s'unit pas de même avec la matière du feu, mais il se combine pleinement avec les alcalis fixe et volatil : il forme avec le premier le sel marin, et avec le second un sel très-piquant qui se sublime par la chaleur.

Quoique l'acide marin ne soit qu'un faible dissolvant en comparaison des acides vitriolique et nitreux, il se combine néanmoins avec l'argent et avec le mercure ; mais sa propriété la plus remarquable, c'est qu'étant mêlé avec l'acide nitreux, ils font ensemble ce que l'acide vitriolique ne peut faire : ils dissolvent l'or, qu'aucun autre dissolvant ne peut entamer et quoique l'acide marin soit moins puissant que les deux autres, il forme néanmoins des sels plus corrosifs avec les substances métalliques ; il les dissout presque toutes avec le temps, surtout lorsqu'il est aidé de la chaleur, et il agit même plus efficacement sur leurs chaux que les autres acides.

Comme toute la surface de la terre a été longtemps sous les eaux, et que c'est par les mouvements de la mer qu'ont été formées toutes les couches qui enveloppent le noyau du globe fondu par le feu, il a dû rester, après la retraite des eaux, une grande quantité des sels qui y étaient dissous : ainsi les acides de ces sels doivent être universellement répandus. On a donné le nom d'*acide méphitique* à leurs émanations volatiles ; cet *acide méphitique* n'est que notre acide aérien, qui, sous la forme d'air fixe, se dégage des sels et enlève une petite quantité de leur acide particulier, auquel il était uni par l'intermède de l'eau : aussi cet acide se manifeste-t-il dans la plupart des mines sous la forme de *moufette suffocante*, qui n'est autre chose que de l'air fixe stagnant dans ces profonds souterrains ; et ce phénomène offre une nouvelle et grande preuve de la production primitive de l'acide aérien et de sa dispersion universelle dans tous les règnes de la nature. Toutes les matières minérales

en effervescence et toutes les substances végétales ou animales en fermentation, peuvent donc produire également de l'acide méphitique; mais les seules matières animales et végétales en putréfaction produisent assez de cet acide pour donner naissance au sel de nitre.

DU NITRE.

L'acide nitreux est moins fixe que l'acide vitriolique, et moins volatil que l'acide marin; tous trois sont toujours fluides, et on ne les trouve nulle part dans un état concret, quoiqu'on puisse amener à cet état l'acide vitriolique en le concentrant par une chaleur violente: mais il se résout bientôt en liqueur dès qu'il est refroidi. Cet acide ne prend point de couleur au feu, et il reste blanc; l'acide marin y devient jaune, et l'acide nitreux paraît d'abord vert: mais sa vapeur, en se mêlant avec l'air, devient rouge; et il prend lui-même cette couleur rouge par une forte concentration. Cette vapeur que l'acide nitreux exhale a de l'odeur et colore la partie vide des vaisseaux de verre dans lesquels on le tient renfermé; comme plus volatil, il est aussi moins pesant que l'acide vitriolique, qui pèse plus du double de l'eau, tandis que la pesanteur spécifique de l'acide nitreux n'est que de moitié plus grande que celle de l'eau pure.

Quoique plus faible à certains égards que l'acide vitriolique, l'acide nitreux ne laisse pas de le vaincre à la distillation en le séparant de l'alcali. Or l'acide vitriolique ayant plus d'affinité que l'acide nitreux avec l'alcali, comment se peut-il que cet alcali lui soit enlevé par ce second acide? Cela ne prouve-t-il pas que l'acide aérien réside en grande quantité dans l'acide nitreux, et qu'il est la cause médiante de cette décomposition opposée à la loi commune des affinités?

On peut enlever à tous les sels l'eau qui est entrée dans leur cristallisation, et sans laquelle leurs cristaux ne se seraient pas formés. Cette eau, ni la forme en cristaux, ne sont donc point essentielles aux sels, puisque, après en avoir été dépouillés, ils ne sont point décomposés, et qu'ils conservent toutes leurs propriétés salines. Le nitre seul se décompose lorsqu'on le prive de cette eau de cristallisation; et cela démontre que l'eau, ainsi que l'acide aérien, entrent dans la composition de ce sel, non-seulement comme parties intégrantes de sa masse, mais même comme parties constituantes de sa substance et comme éléments nécessaires à sa formation.

Le nitre est donc de tous les sels le moins simple, et quoique les chimistes aient abrégé sa définition en disant que c'est un sel composé d'acide nitreux et d'alcali

fixe végétal, il me paraît que c'est non-seulement un composé, mais même un *surcomposé* de l'acide aérien par l'eau, la terre et le feu fixe des substances animales et végétales exaltées par la fermentation putride : il réunit les propriétés des acides minéraux, végétaux et animaux ; quoique moins fort que l'acide vitriolique par sa qualité dissolvante, il produit d'autres plus grands effets ; il semble même augmenter la force du plus puissant des éléments en donnant au feu plus de violence et plus d'activité.

L'acide nitreux attaque presque toutes les matières métalliques ; il dissout avec autant de promptitude que d'énergie toutes les substances calcaires et toutes les terres mêlées des détriments des végétaux et des animaux ; il forme avec presque toutes des sels déliquescents : il agit aussi très-fortement sur les huiles, et même il les enflamme lorsqu'il est bien concentré, mais en l'affaiblissant avec de l'eau, et l'unissant à l'huile, il forme des sels savonneux ; et en le mêlant, dans cet état aqueux, avec l'esprit-de-vin, il s'adoucit au point de perdre presque toute son acidité, et l'on en peut faire une liqueur éthérée semblable à l'éther qui se fait avec l'esprit-de-vin et l'acide vitriolique. Ce dernier acide peut prendre une forme concrète, à force de concentration ; l'acide nitreux, plus volatil, reste toujours liquide et s'exhale continuellement en vapeurs ; il attire l'humidité de l'air, mais moins fortement que l'acide vitriolique. Il en est de même de l'effet que ces deux acides produisent en les mêlant avec l'eau : la chaleur est plus forte et le bouillonnement plus grand par le vitriolique que par le nitreux ; celui-ci est néanmoins très-corrosif, et ce qu'on appelle *eau-forte* n'est que ce même acide nitreux affaibli par une certaine quantité d'eau.

Cet acide, ainsi que tous les autres, provient originairement de l'acide aérien, et il semble en être plus voisin que les deux autres acides minéraux ; car il est évidemment uni à une grande quantité d'air et de feu ; la preuve en est que l'acide nitreux ne se trouve que dans les matières imprégnées des déjections ou des débris putréfiés des végétaux et des animaux qui contiennent certainement plus d'air et de feu qu'aucun des minéraux. Ce n'est qu'en unissant ces acides minéraux avec l'acide aérien, ou avec les substances qui en contiennent, qu'on peut les amener à la forme d'acide nitreux ; par exemple, on peut faire du nitre avec de l'acide vitriolique et de l'urine : et de même l'acide sulfureux volatil, qui n'est que l'acide vitriolique uni avec l'air et le feu, approche autant de la nature de l'acide nitreux qu'il s'éloigne de celle de l'acide vitriolique, duquel néanmoins il ne diffère que par ce mélange, qui le rend volatil et lui donne l'odeur du soufre qui brûle. De plus, l'acide nitreux et l'acide sulfureux se ressemblent encore, et diffèrent de l'acide vitriolique en ce qu'ils altèrent beaucoup plus les couleurs des végétaux que l'acide vitriolique, et que les cristallisations des sels qu'ils forment avec l'alcali se ressemblent entre elles autant qu'elles diffèrent de celle du tartre vitriolé.

Tout nous porte donc à croire que l'acide nitreux est moins simple et plus surchargé d'air et de feu que tous les autres acides ; que même, comme nous l'avons dit, ce sel est un *surcomposé* de feu et d'air accumulés et concentrés avec une petite

portion d'eau et de terre par le travail profond et la chaleur intime de l'organisation animale et végétale; qu'enfin ces mêmes éléments y sont exaltés et développés par la fermentation putride.

De tous les sels, le nitre est celui qui se dissout, se détruit et s'évanouit le plus complètement et le plus rapidement, et toujours avec une explosion qui démontre le combat intestin et la puissante expansion des fluides élémentaires, qui s'écartent et se fuient à l'instant que leurs liens sont rompus.

En présentant le phlogistique, c'est-à-dire le feu animé par l'air, à l'acide vitriolique, le feu, comme nous l'avons dit, se fixe par cet acide, et il en résulte une nouvelle substance qui est le soufre. En présentant de même le phlogistique à l'acide du nitre, il devrait, suivant l'ingénieuse idée de Stahl, se former un soufre nitreux; mais tel est l'excès du feu renfermé dans cet acide, que le soufre s'y détruit à l'instant même qu'il se forme, la moindre accession d'un nouveau feu suffisant pour le dégager de ses liens et le mettre en explosion.

Cette détonation du nitre est le plus terrible phénomène que la nature, sollicitée par notre art, ait jusqu'ici manifesté. Si le feu de Prométhée fut dérobé aux cieux, celui-ci semble pris au Tartare, portant partout la ruine et la mort: combiné par un génie funeste, ou plutôt soufflé par le démon de la guerre, il est devenu le grand instrument de la destruction des hommes et de la dévastation de la terre.

Ce redoutable effet du nitre enflammé est causé par la propriété qu'il a de s'allumer en un instant dans toutes les parties de sa masse, dès qu'elles peuvent être atteintes par la flamme. La surabondance de son propre feu n'attend que le plus léger contact de cet élément pour s'y réunir en rompant ses liens avec une force et une violence à laquelle rien ne peut résister. L'inflammation de la première particule communiquant son feu à celles qui l'avoisinent, et ainsi de proche en proche dans toute la masse, avec une inconcevable rapidité, et dans un instant pour ainsi dire indivisible, la somme de toutes ces explosions simultanées forme la détonation totale, d'autant plus redoutable qu'elle est plus renfermée, et que les résistances qu'on lui oppose sont plus grandes; car c'est encore une des propriétés particulières du nitre, et qui décele de plus en plus sa nature ignée et aérienne, que de brûler et détoner en vaisseaux clos, et sans avoir besoin, comme toute autre matière combustible, du contact et du ressort de l'air libre.

La plus grande force de la poudre à canon tient donc à ce que tout son nitre s'enflamme, et s'enflamme à la fois, ou dans le plus petit temps possible. Or cet effet dépend d'abord de la pureté du nitre, et ensuite de la proportion et de l'intimité de son mélange avec le soufre et le charbon destinés à porter l'inflammation sur toutes les parties du nitre. L'expérience a fait connaître que la meilleure proportion de ce mélange pour faire la poudre à canon est de soixante-quinze parties de nitre sur quinze parties et demie de soufre et neuf parties et demie de charbon. Néanmoins le charbon et le soufre ne contribuent pas par eux-mêmes à l'explosion du nitre; ils ne servent, dans la composition de la poudre, qu'à porter et communiquer subitement le feu à toutes les parties de sa masse; et même l'on pourrait

dans le mélange supprimer le charbon, et ne se servir que du soufre pour porter la flamme sur le nitre ; car M. Baumé dit avoir fait de très-bonne poudre à canon par cette seule mixtion du soufre et du nitre.

Comme cet usage du nitre ou salpêtre n'est malheureusement que trop universel, et que la nature semble s'être refusée à nous offrir ce sel en grande quantité, on a cherché des moyens de s'en procurer par l'art, et ce n'est que de nos jours qu'on a tâché de perfectionner la pratique de ces procédés : c'est l'objet du prix annoncé pour l'année prochaine (1) par l'Académie des Sciences, sur les nitrures artificielles. Ces recherches auront sans doute pour point de vue d'exposer au libre contact de l'air, sous le plus de surface possible, et dans un degré de température et d'humidité convenables à la fermentation, un mélange proportionné de matières végétales et animales en putréfaction. Les substances animales produisent, à la vérité, du nitre en plus grande abondance que les matières végétales ; mais ce nitre formé par la putréfaction des animaux est à base terreuse et sans alcali fixe, et les végétaux putréfiés, ou les résidus de leur combustion, peuvent seuls fournir au nitre cette base d'alcali fixe.

On obtiendra donc du bon nitre toutes les fois qu'on exposera au contact et à l'impression de l'air des matières végétales et animales en putréfaction, soit en les mêlant avec des pierres et terres poreuses, suivant le procédé que nous indique la nature en nous offrant le nitre produit dans les plâtras et les craies ; soit en projetant ces matières sur des fagots ou fascines, ainsi que le propose M. Macquer : supposé néanmoins que ce mélange soit entretenu dans le degré de température et d'humidité nécessaires pour soutenir la fermentation putride ; car cette dernière circonstance n'est pas moins essentielle que le concours de l'air pour la production du nitre, même de celui qui se forme naturellement.

La nature n'a point produit de nitre en masse : il semble qu'elle ait, comme nous, besoin de tout son art pour former ce sel ; c'est par la végétation qu'elle le travaille et le développe dans quelques plantes, telles que les *borraginées*, les *soleils*, etc. ; et il est à présumer que ces plantes, dans lesquelles le nitre est tout formé, le tirent de la terre et de l'air avec la sève ; car l'acide aérien réside dans l'atmosphère et s'étend à la surface de la terre ; il devient acide nitreux en s'unissant aux éléments des matières animales et végétales putréfiées, et il se formerait du nitre presque partout si les pluies ne le dissolvaient pas à mesure qu'il se produit : aussi l'on ne trouve du nitre presque en nature et en quantité sensible que dans quelques endroits des climats secs et chauds, comme en Espagne et en Orient, et dans le nouveau continent, au Pérou, sur des terrains de tout temps incultes, où la putréfaction des corps organisés s'est opérée sans trouble, a été aidée de la chaleur et maintenue par la sécheresse. Ces terres sont quelquefois couvertes d'une couche de salpêtre de deux ou trois lignes d'épaisseur ; il est semblable à celui que l'on recueille sur les parois des vieux murs, en les balayant légèrement avec un

(1) Ceci a été écrit dans l'année 1781.

houssoir, d'où lui vient le nom de *salpêtre de houssage*. C'est par la même raison que l'on trouve des couches de salpêtre naturel sur la craie et sur le tuf calcaire, dans les endroits caverneux où ces terres sont à l'abri des pluies ; et j'en ai moi-même recueilli sous des voûtes et dans des cavités de carrières de pierre calcaire où l'eau avait pénétré et entraîné ce sel, qui s'était formé à la surface du terrain. Mais rien ne prouve mieux la nécessité du concours de l'acide aérien, pour la formation du nitre, que les observations de M. le duc de La Rochefoucauld, l'un de nos plus illustres et plus savants académiciens. Il les a faites sur le terrain de la montagne de *La Roche-Guyon*, situé entre Mantes et Vernon : cette montagne n'est qu'une masse de craie, dans laquelle on a pratiqué quelques habitations, où on a trouvé et recueilli du nitre en efflorescence et quelquefois cristallisé. Cela n'a rien d'extraordinaire, puisque ces lieux étaient habités par les hommes et les animaux : aussi M. le duc de La Rochefoucauld s'est-il attaché à reconnaître si la craie de l'intérieur de la montagne contenait du nitre comme en contiennent ses cavités et sa surface ; et il s'est convaincu, par des observations exactes et appuyées d'expériences décisives, que ni le nitre ni l'acide nitreux n'existent dans la craie qui n'a pas été exposée aux impressions de l'air ; et il prouve, par d'autres expériences, que cette seule impression de l'air suffit pour produire l'acide nitreux dans la craie. Voilà donc évidemment l'acide nitreux ramené à l'acide aérien ; car l'alcali végétal, qui sert de base au nitre, est tout aussi évidemment produit par la décomposition putride des végétaux, et c'est par cette raison qu'on trouve du nitre tout formé dans la terre végétale et sur la surface spongieuse de la craie, des tufs et des autres substances calcaires (1). Mais en général le salpêtre naturel n'est nulle part assez abondant pour qu'on puisse en ramasser une grande quantité ; et pour y suppléer, on est obligé d'avoir recours à l'art. Une simple lessive suffit pour le tirer de ces terres, où il se forme naturellement. Les matières qui en contiennent le plus sont les terres crétacées, et surtout les débris des mortiers et des plâtres qui ont été employés dans les bâtiments, et cependant on n'en extrait guère qu'une livre par quintal ; et comme il s'en fait une prodigieuse consommation, on a cherché à combiner les matières et les circonstances nécessaires pour augmenter et accélérer la formation de ce sel.

En Prusse et en Suède, on fait du salpêtre en amoncelant, par couches alternatives, du gazon, des cendres, de la chaux et du chaume : on délaie ces trois premières matières avec de l'urine et de l'eau-mère de salpêtre ; on arrose de temps en temps d'urine les couches qui forment ce monceau, qu'on établit sous un hangar, à l'abri de la pluie. Le salpêtre se forme et se cristallise à la surface du tas en moins d'un an, et on assure qu'il s'en produit ordinairement pendant dix ans. Nous avons suivi cette méthode en France, et on pourra peut-être la perfectionner (2) ;

(1) En Normandie, du côté d'Évreux, près du château de M. le duc de Bouillon, il y a une fabrique de salpêtre entretenue par la lixiviation des raclures de la craie des rochers, que l'on ratisse sept à huit fois par an.

(2) Il y a quatorze ou quinze nitrières artificielles nouvellement établies en Franche-Comté, plusieurs en Bourgogne, et quelques-unes dans d'autres provinces.

mais jusqu'à ce jour on a cherché le salpêtre dans toutes les habitations des hommes et des animaux, dans les caves, dans les écuries, les étables, et dans les autres lieux humides et couverts : c'est une grande incommodité pour les habitants de la campagne et même pour ceux des villes ; et il est fort à désirer que les nitrières artificielles puissent suppléer à cette recherche, plus vexatoire qu'un impôt.

Après avoir recueilli les débris et les terres où le salpêtre se manifeste, on mêle ces matières avec des cendres, et on lessive le mélange par une grande quantité d'eau ; on fait passer cette eau, déjà chargée de sel, sur de nouvelles terres toujours mêlées de cendres, jusqu'à ce qu'elle contienne douze livres de matière saline sur cent livres d'eau ; ensuite on fait bouillir ces eaux pour les réduire par l'évaporation, et on obtient le nitre, qui se cristallise par le refroidissement. Au lieu de cendres on pourrait mêler de la potasse avec les terres nitreuses : car la cendre des végétaux n'agit ici que par son sel, et la potasse n'est que le sel de cette cendre.

Au reste, la matière saline dont les eaux sont chargées jusqu'à douze pour cent, est un mélange de plusieurs sels, et particulièrement de sel marin combiné avec différentes bases : mais comme ce sel se précipite et se cristallise le premier, on l'enlève aisément ; et on laisse le nitre, qui est encore en dissolution, se cristalliser lentement ; il prend alors une forme conerète, et on le sépare du reste de la liqueur : mais comme, après cette première cristallisation, elle contient encore du nitre, on la fait évaporer et refroidir une seconde fois pour obtenir le surplus de ce sel, qui se manifeste de même en cristaux ; après quoi il ne reste que *l'eau-mère*, dont les sels ne peuvent plus se cristalliser. Mais ce nitre n'est pas encore assez pur pour en faire de la poudre à canon ; il faut le dissoudre et le faire cristalliser une seconde et même une troisième fois, pour lui donner toute la pureté et la blancheur qu'il doit avoir avant d'être employé à cet usage.

Le nitre s'enflamme sur les charbons ardents avec un bruit de sifflement ; et lorsqu'on le fait fondre dans un creuset, il fait explosion et détone dès qu'on lui offre quelque matière inflammable, et particulièrement du charbon réduit en poudre. Ce sel purifié est transparent ; il n'attire que faiblement l'humidité de l'air : il n'a que peu ou point d'odeur : sa saveur est désagréable ; néanmoins on l'emploie dans les salaisons pour donner aux viandes une couleur rouge. La forme de ses cristaux varie beaucoup ; ils se présentent tantôt en prismes rayés dans leur longueur, tantôt en rhombes, tantôt en parallépipèdes rectangles ou obliques. M. le docteur Desmeste a scrupuleusement examiné toutes ces variétés de figures, et il pense qu'on pourrait les réduire au parallépipède, qui est, dit-il, la forme primitive de ce sel.

La plupart des sels peuvent perdre leur forme cristallisée et être privés de leur eau de cristallisation, sans être décomposés et sans que leur essence saline en soit altérée. Le nitre seul se décompose par le concours de l'air, lorsqu'il est en fusion ; son eau de cristallisation se réduit en vapeurs et enlève avec elle l'acide, en sorte qu'il ne reste au fond du creuset que de l'alcali fixe ; preuve évidente que l'acide du nitre est le même que l'acide aérien. Au reste, comme le nitre se dissout bien

plus parfaitement et en bien plus grande quantité dans l'eau bouillante que dans l'eau froide, il se cristallise plus par le refroidissement que par l'évaporation, et les cristaux seront d'autant plus gros que le refroidissement aura été plus lent.

La saveur du nitre n'est pas agréable comme celle du sel marin; elle est cependant plus fraîche, mais elle laisse ensuite une impression répugnante au goût. Ce sel se conserve à l'air; comme il est chargé d'acide aérien, il n'attire pas celui de l'atmosphère; il ne perd pas même sa transparence dans un air sec, et ne devient déliquescant que par une surcharge d'humidité. Il se liquéfie très-aisément au feu, et à un degré de chaleur bien inférieur à celui qui est nécessaire pour le faire rougir; il se fond sans grand mouvement intérieur et sans boursoufflement à l'extérieur, lors même qu'on pousse la fonte jusqu'au rouge. En laissant refroidir ce nitre fondu, il forme une masse solide et demi-transparente, à laquelle on a donné le nom impropre de *cristal minéral*; car ce n'est que du nitre qui n'est plus cristallisé, et qui du reste a conservé toutes ses propriétés.

L'acide vitriolique et l'arsenic, qui ont encore plus d'affinité que l'acide nitreux avec l'alcali, décomposent le nitre en lui enlevant l'alcali, sans toucher à son acide; ce qui fournit le moyen de retirer cet acide du nitre par la distillation. L'alcali qui reste retient une certaine quantité d'arsenic, et c'est ce qu'on appelle *nitre fixé par l'arsenic*. C'est un très-bon fondant, et duquel on peut se servir avantageusement pour la vitrification. Nous ne parlerons pas d'autres combinaisons de l'acide nitreux, et nous nous réservons de les indiquer dans les articles où nous traiterons de la dissolution des métaux.

SEL AMMONIAC.

Ce sel est ainsi nommé du mot grec *ἀμμος*, qui signifie du *sable*, parce que les anciens ont écrit qu'on le trouvait dans les sables, qui avaient aussi donné leur nom au temple de *Jupiter Ammon*. Cette tradition néanmoins ne s'est pas pleinement confirmée: car ce n'est qu'au-dessus des volcans et des autres fournaies souterraines que nous sommes assurés qu'il se trouve réellement du sel ammoniac formé par la nature. C'est un composé de l'acide marin et de l'alcali volatil, et cette union ne peut se faire que par le feu ou par l'action d'une grande chaleur. On a dit que l'ardeur du soleil, dans les terrains secs des climats les plus chauds, produisait ce sel dans les endroits où la terre se trouvait arrosée de l'urine des animaux; et cela ne paraît pas impossible, puisque l'urine putréfiée donne de l'alcali volatil, et que la chaleur du soleil, dans un temps de sécheresse, peut équivaloir à l'action d'un feu réel; et comme il y a sur la surface de la terre des contrées où

le sel marin abonde, il peut s'y former du sel ammoniac par l'union de l'acide de ce sel avec l'alcali volatil de l'urine et des autres matières animales ou végétales en putréfaction; et de même dans les lieux où il se sera rencontré d'autres sels acides, vitrioliques, nitreux, etc., il en aura résulté autant de différents sels ammoniacaux qu'il y a de combinaisons diverses entre l'acide de ces sels et l'alcali volatil; car quoiqu'on puisse dire aussi qu'il y a plusieurs alcalis volatils, parce qu'en effet ils diffèrent entre eux par quelques qualités qu'ils empruntent des substances dont on les tire, cependant tous les chimistes conviennent qu'en les purgeant de ces matières étrangères tous ces alcalis volatils se réduisent à un seul, toujours semblable à lui-même, lorsqu'il est amené à un point de pureté convenable.

De tous les sels ammoniacaux, celui que la nature nous présente en plus grande quantité est le sel ammoniac formé de l'acide marin et de l'alcali volatil: les autres qui sont composés de ce même alcali avec l'acide vitriolique, l'acide nitreux, ou avec les acides végétaux et animaux, n'existent pas sur la terre, ou ne s'y trouvent qu'en si petite quantité, qu'on peut les négliger dans l'énumération des productions de la nature. Mais de la même manière que l'alcali fixe et minéral s'est combiné en immense quantité avec l'acide marin, comme le moins éloigné de son essence, et a produit le sel commun, l'alcali volatil a aussi saisi de préférence cet acide marin plus volatil, et par conséquent plus conforme à sa nature que les deux autres acides minéraux. Il n'est donc pas impossible que le sel ammoniac se forme dans tous les lieux où l'alcali volatil et le sel marin se trouvent réunis. Les anciens relateurs ont écrit que l'urine des chameaux produit, sur les sables salés de l'Arabie et de la Libye, du sel ammoniac en grande quantité; mais les voyageurs récents n'ont ni recherché ni vérifié ce fait, qui néanmoins me paraît assez probable.

Les acides en général s'unissent moins intimement avec l'alcali volatil qu'avec les alcalis fixes; et l'acide marin en particulier n'est qu'assez faiblement uni avec l'alcali volatil dans le sel ammoniac. C'est peut-être par cette raison que tous les sels ammoniacaux ont une saveur beaucoup plus vive et plus piquante que les sels composés des mêmes acides et de l'alcali fixe. Ces sels ammoniacaux sont aussi plus volatils et plus susceptibles de décomposition, parce que l'alcali volatil n'est pas aussi fortement uni que l'alcali fixe avec leur acide.

On trouve du sel ammoniac tout formé et sublimé au-dessus des solfatares et des volcans; et ce fait nous fournit une nouvelle preuve de ce que j'ai dit au sujet des matières qui servent d'aliment à leurs feux; ce sont les pyrites, les terres limoneuses et végétales, les terreaux, le charbon de terre, les bitumes et toutes les substances, en un mot, qui sont composées des détriments des végétaux et des animaux, et c'est par le choc de l'eau de la mer contre le feu que se font les explosions des volcans: l'incendie de ces matières animales et végétales humectées d'eau marine doit donc former du sel ammoniac, qui se sublime par la violence du feu, et qui se cristallise par le refroidissement contre les parois des solfatares et des volcans. Le savant minéralogiste Cronstedt dit « qu'il serait aisé d'assigner l'origine du sel ammoniac, s'il était prouvé que les volcans sont produits par des ardoises

formées de végétaux décomposés et d'animaux putréfiés avec l'*humus* ; car on sait, ajoute-t-il, que les pétrifications ont des principes qui donnent un sel urincux. » Mais les ardoises ne sont pas, comme le dit Cronstedt, de l'*humus*, ou *terre végétale* ; elles ne sont pas formées de cette terre et de végétaux décomposés, ou d'animaux putréfiés, et les volcans ne sont pas produits par les ardoises ; car c'est cette même terre *humus*, ce sont les détriments des végétaux et des animaux dont elle est composée, qui sont les véritables aliments des feux souterrains ; ce sont de même les charbons de terre, les bitumes, les pyrites, et toutes les matières composées ou chargées de ces détriments des corps organisés, qui causent leur incendie et entretiennent leur feu ; et ce sont ces mêmes matières qui contiennent des sels urincux en bien plus grande quantité que les pétrifications ; enfin c'est là la véritable origine du sel ammoniac dans les volcans : il se forme par l'union de l'acide de l'eau marine à l'alcali volatil des matières animales et végétales, et se sublime ensuite par l'action du feu.

Le sel ammoniac et le phosphore sont formés par ces deux mêmes principes salins : l'acide marin, qui seul ne s'unit pas avec la matière du feu, la saisit dès qu'il est joint à l'alcali volatil, et forme le sel ammoniac ou le phosphore, suivant les circonstances de sa combinaison ; et même, lorsque l'acide marin ou l'acide nitreux sont combinés avec l'alcali fixe minéral, ils produisent encore le phosphore ; car le sel marin *calcaire* et le nitre *calcaire* répandent et conservent de la lumière assez longtemps après leur calcination ; ce qui semble prouver que la base de tout phosphore est l'alcali, et que l'acide n'en est que l'accessoire. C'est donc aussi l'alcali volatil, plutôt que l'acide marin, qui fait l'essence de tous les sels ammoniacaux, puisqu'ils ne diffèrent entre eux que par leurs acides, et que tous sont également formés par l'union de ce seul alcali : enfin c'est par cette raison que tous les sels ammoniacaux sont à demi volatils.

Le sel ammoniac formé par la combinaison de l'alcali volatil avec l'acide marin, se cristallise lorsqu'il est pur, soit par la sublimation, soit par la simple évaporation, tous deux néanmoins suivies du refroidissement. Comme ses cristaux conservent une partie de la volatilité de leur alcali, la chaleur du soleil suffit pour les dissiper en les volatilisant. Au reste, ce sel est blanc, presque transparent ; et lorsqu'il est sublimé dans des vaisseaux clos, il forme une masse assez compacte, dans laquelle on remarque des filets appliqués dans leur longueur parallèlement les uns aux autres. Il attire un peu l'humidité de l'air, et devient déliquescent avec le temps.

L'eau le dissout facilement ; et l'on a observé qu'il produit un froid plus que glacial dans sa dissolution. Ce grand refroidissement est d'autant plus marqué que la chaleur de l'air est plus grande et qu'on le dissout dans une eau plus chaude ; et la dissolution se fait bien plus promptement dans l'eau bouillante que dans l'eau froide.

L'action du feu ne suffit pas seule pour décomposer le sel ammoniac ; il se volatilise à l'air libre, ou se sublime, comme le soufre, en vaisseaux clos, sans perdre sa forme et son essence : mais on le décompose aisément par les acides vitriolique

et nitreux, qui sont plus puissants que l'acide marin, et qui s'emparent de l'alcali volatil que cet acide, plus faible, est forcé d'abandonner. On peut aussi le décomposer par les alcalis fixes et par les substances calcaires et métalliques qui s'emparent de son acide, avec lequel elles ont plus d'affinité que l'alcali volatil.

La décomposition de ce sel par la craie ou par toute autre matière calcaire, offre un phénomène singulier ; c'est que d'un sel ammoniac que nous supposons composé de parties égales d'acide marin et d'alcali volatil, on retire par cette décomposition beaucoup plus d'alcali volatil, au point que sur une livre de sel, composée de huit onces d'acide marin et de huit onces d'alcali volatil, on retire quatorze onces de ce même alcali : ces six onces de surplus ont certainement été fournies par la craie, laquelle, comme toutes les autres substances calcaires, contient une très-grande quantité d'air et d'eau qui se dégagent ici avec l'alcali volatil pour en augmenter le volume et la masse : autre preuve que l'air fixe ou l'acide aérien peut se convertir en alcali volatil.

Indépendamment de l'acide aérien, il entre encore de la matière inflammable dans l'alcali volatil, et par conséquent dans la composition du sel ammoniac ; il fait par cette raison fuser le nitre lorsqu'on les chauffe ensemble ; il rehausse la couleur de l'or, si on le projette sur la fonte de ce métal ; il sert aussi, et par la même cause, à fixer l'étamage sur le cuivre et sur le fer. On fait donc un assez grand usage de ce sel ; et comme la nature n'en fournit qu'en très-petite quantité, on aurait dû chercher les moyens d'en fabriquer par l'art ; mais jusqu'ici on s'est contenté de s'en procurer par le commerce. On le tire des Indes orientales, et surtout de l'Égypte, où l'on en fait tous les ans plusieurs centaines de quintaux. C'est des déjections des animaux et des hommes que l'on extrait ce sel en Égypte. On sait que, faute de bois, on y ramasse soigneusement les excréments de tous les animaux : on les mêle avec un peu de paille hachée pour leur donner du corps et les faire sécher au soleil ; ils deviennent combustibles par ce dessèchement, et l'on ne se sert guère d'autres matières pour faire du feu. On recueille avec encore plus de soin la suie que leur combustion produit abondamment ; cette suie contient l'alcali volatil et l'acide marin, tous deux nécessaires à la formation du sel ammoniac : aussi ne faut-il que la renfermer dans des vaisseaux de verre, qu'on en remplit aux trois quarts, et qu'on chauffe graduellement au point de faire sublimer l'alcali volatil ; il enlève avec lui une portion de l'acide marin, et ils forment ensemble, au haut du vaisseau, une masse considérable de sel ammoniac. Vingt-six livres de cette suie animale donnent, dit-on, six livres de sel ammoniac. Ce qu'il y a de sûr, c'est que l'Égypte en fournit l'Europe et l'Asie. Néanmoins on fabrique aussi du sel ammoniac dans quelques endroits des Indes orientales ; mais il ne nous en arrive que rarement et en petite quantité. On le distingue aisément de celui d'Égypte ; il est en forme de pain de sucre, et l'autre est en masse aplatie : leur surface est également noireie de l'huile filigineuse de la suie, et il faut les laver pour les rendre blancs au dehors comme ils le sont au dedans.

La saveur de ce sel est piquante et salée, et en même temps froide et amère ; son

odeur pénétrante est urineuse, et il y a toute raison de croire qu'il peut en effet se former dans les lieux où l'alcali volatil de l'urine putréfiée se combine avec l'acide du sel marin. Ses cristaux sont en filets arrangés en forme de barbes de plume, à peu près comme ceux de l'alun; ils sont pliants et flexibles, au lieu que ceux de l'alun sont roides et cassants. Au reste, on peut tirer du sel ammoniac de toutes les matières qui contiennent du sel marin et de l'alcali volatil. Il y a même des plantes, comme la moutarde, les ehoux, etc., qui fournissent du sel ammoniac, parce qu'elles sont imprégnées de ces deux sels.

On recueille le sel ammoniac qui se sublime par l'action des feux souterrains, et même l'on aide à sa formation en amoncelant des pierres sur les ouvertures et fentes par où s'exhalent les fumées ou vapeurs enflammées; elles laissent sur ces pierres une espèce de suie blanche et salée, de laquelle on tire du sel marin et du sel ammoniac: quelquefois aussi cette suie est purement ammoniacale; et cela arrive lorsque l'acide marin dégagé de sa base s'est combiné avec l'alcali volatil des substances animales et végétales, qui, sous la forme de bitume, de charbon de terre, etc., servent d'aliment au feu des volcans. Le Vésuve, l'Etna, et toutes les solfatares, en produisent, et l'on en trouve aussi sur les vieux volcans éteints, ou qui brûlent tranquillement et sans explosion. On cite le pays des Kalmoueks en Tartarie, et le territoire d'Orenbourg en Sibérie, comme très-abondants en sel ammoniac; on assure que dans ces lieux il a formé d'épaisses incrustations sur les rochers, et que même il se présente quelquefois en masses jointes à du soufre ou d'autres matières volcaniques.

BORAX.

Le borax est un sel qui nous vient de l'Asie, et dont l'origine et même la fabrication ne nous sont pas bien connues. Il paraît néanmoins que ce sel est formé ou du moins ébauché par la nature, et que les anciens Arabes qui lui ont donné son nom, savaient le *facturer* et en faisaient un grand usage: mais ils ne nous ont rien transmis de ce qu'ils pouvaient savoir sur sa formation dans le sein de la terre, et sur la manière de l'extraire et de le préparer; les voyageurs modernes nous apprennent seulement que ce sel se trouve dans quelques provinces de la Perse, de la Tartarie méridionale, et dans quelques entrées des Indes orientales. La meilleure relation est celle qui a été publiée par l'un de nos plus laborieux et savants naturalistes, M. Valmont de Bomare, par laquelle il paraît que ce sel se trouve dans des terres grasses et dans des pierres tendres, arrosées ou peut-être formées du dépôt des eaux qui découlent des montagnes à mines métalliques; ce qui semble

indiquer que ce sel est en dissolution dans ces eaux, et que la terre grasse ou la pierre tendre ont été pénétrées dans cette eau saline et minérale. On appelle *tinkal* ou *borax brut* la matière qu'on extrait de ces terres et pierres par la lessive et l'évaporation; et c'est sous cette forme et sous ce nom qu'on l'apporte en Europe, où l'on achève de le purifier.

Dans leur état de pureté, les cristaux du borax ressemblent à ceux de l'alun; ils contiennent cependant moins d'eau, et en exigent une plus grande quantité pour se dissoudre, et même ils ne se dissolvent bien que dans l'eau chaude. Au feu, ce sel se gonfle moins que l'alun; mais il s'y liquéfie et s'y calcine de même: enfin il se convertit en une sorte de verre salin, qu'on préfère au borax même dans plusieurs usages, parce qu'étant dépouillé de toute humidité, il n'est point sujet à se boursoufler. Ce verre de borax n'est ni dur ni dense, et il participe moins des qualités du verre que de celles du sel; il se décompose à l'air, y devient farineux; il se dissout dans l'eau, et donne, par l'évaporation, des cristaux tout semblables à ceux du borax. Ainsi ce sel, en se vitrifiant, loin de se dénaturer, ne fait que s'épurer davantage et acquérir des propriétés plus actives: car ce verre de borax est le plus puissant de tous les fondants; et lorsqu'on le mêle avec des terres, de quelque qualité qu'elles soient, il les convertit toutes en verres solides plus ou moins transparents, suivant la nature de ces terres.

Tout ceci paraît déjà nous indiquer que le borax contient une grande quantité d'alcali; et cela se prouve encore par l'effet des acides sur ce sel: ils s'emparent de son alcali, et forment des sels tout semblables à ceux qu'ils produisent en se combinant avec l'alcali minéral ou marin; et non-seulement on peut enlever au borax son alcali par les acides vitriolique, nitreux et marin, mais aussi par les acides végétaux. Ainsi la présence de l'alcali fixe dans le borax est parfaitement démontrée; mais ce n'est cependant pas cet alcali seul qui constitue son essence saline; car après en avoir séparé par les acides cet alcali, il reste un sel qui n'est lui-même ni acide ni alcali, et qu'on ne sait comment définir. M. Homberg, de l'Académie des Sciences, est le premier qui en ait parlé; il l'a nommé *sel sédatif*, et ce nom n'a rapport qu'à quelques propriétés calmantes que cet habile chimiste a cru lui reconnaître: mais on ignore encore quel est le principe salin de ce sel singulier; et comme sur les choses incertaines il est permis de faire des conjectures, et que j'ai ci-devant réduit tous les sels simples à trois sortes, savoir: les acides, les alcalis et les arsenicaux, il me semble qu'on peut soupçonner avec fondement que le sel sédatif a l'arsénie pour principe salin.

D'abord il paraît certain que ce sel existe tout formé dans le borax, et qu'il y est uni avec l'alcali, dont les acides ne font que le dégager, puisqu'en le combinant de nouveau avec l'alcali, on en refait du borax. 2° Le sel sédatif n'est point un acide, et cependant il semble suppléer l'acide dans le borax, puisqu'il y est uni avec l'alcali: or il n'y a dans la nature que l'arsénie qui puisse faire fonction d'acide avec les substances alcalines. 3° On obtient le sel sédatif du borax par sublimation; il s'élève et s'attache au haut des vaisseaux clos en filets déliés ou en lames minces,

légères et brillantes; et c'est sous cette forme qu'on conserve ce sel. On peut aussi le retirer du borax par la simple cristallisation; il paraît être aussi pur que celui qu'on obtient par la sublimation: car il est également brillant et aussi beau; il est seulement plus pesant, quoique toujours très-léger; et l'on ne peut s'empêcher d'admirer la légèreté de ce sel obtenu par sublimation: un gros, dit M. Macquer, suffit pour remplir un assez grand bocal. 4° C'est toujours par le moyen des acides qu'on retire le sel sédatif du borax, soit par sublimation ou par cristallisation; et M. Baron, habile chimiste, de l'Académie des Sciences, a bien prouvé qu'il ne se forme pas, comme on pourrait l'imaginer, par la combinaison actuelle de l'alcali avec les acides dont on se sert pour le tirer du borax: ainsi ce sel n'est certainement point un acide connu. 5° Les chimistes ont regardé ce sel comme simple, parce qu'il ne leur a pas été possible de le décomposer; il a résisté à toutes les épreuves qu'ils ont pu tenter, et il a conservé son essence sans altération. 6° Ce sel est non-seulement le plus puissant fondant des substances terreuses, mais il produit le même effet sur les matières métalliques.

Ainsi, quoique le sel sédatif paraisse simple, et qu'il le soit en effet plus que le borax, il est néanmoins composé de quelques substances salines et métalliques si intimement unies, que notre art ne peut les séparer; et je présume que ces substances peuvent être de l'arsenic et du cuivre, auquel on sait que l'arsenic adhère si fortement, qu'on a grand'peine à l'en séparer. Ceci n'est qu'une conjecture, un soupçon; mais comme d'une part le borax ne se trouve que dans des terres ou des eaux chargées de parties métalliques, et particulièrement dans le voisinage des mines de cuivre en Perse, et que d'autre part le sel sédatif n'est ni acide ni alcali, et qu'il a plusieurs propriétés semblables à celles de l'arsenic, et qu'enfin il n'y a de sels simples dans la nature que l'acide, l'alcali et l'arsenic, j'ai cru que ma conjecture était assez fondée pour la laisser paraître, en la soumettant néanmoins à toute critique, et particulièrement à l'arrêt irrévocable de l'expérience, qui la détruira ou la confirmera. Je puis, en attendant, citer un fait qui paraît bien constaté. M. Cadet, l'un de nos savants chimistes, de l'Académie des Sciences, a tiré du borax un eulot de cuivre par des dissolutions et des filtrations répétées; et ce seul fait suffit pour démontrer que le cuivre des substances dont le borax est composé: mais il sera peut-être plus difficile d'y reconnaître l'arsenic.

Le sel sédatif est encore plus fusible, plus vitrifiable et plus vitrifiant que le borax, et cependant il est privé de son alcali, qui, comme l'on sait, est le sel le plus fondant et le plus nécessaire à la vitrification; dès lors ce sel sédatif contient donc une matière qui, sans être alcaline, a néanmoins la même propriété vitrifiante. Or je demande quelle peut être cette matière, si ce n'est de l'arsenic, qui seul a ses propriétés, et qui même peut fondre et vitrifier plusieurs substances que les alcalis ne peuvent vitrifier.

Ce sel se dissout dans l'esprit-de-vin: il donne à sa flamme une belle couleur verte; ce qui semble prouver encore qu'il est imprégné de quelques éléments métalliques, et particulièrement de ceux du cuivre. Il est vrai qu'en supposant ce sel

composé d'arsenic et de cuivre, il faut encore admettre dans sa composition une terre vitrescible capable de saturer l'arsenic et d'envelopper le cuivre; car ce sel sédatif a très-peu de saveur, et ses effets, au lieu d'être funestes comme ceux de l'arsenic et du cuivre, ne sont que doux et même salutaires. Mais ne trouve-t-on pas la même différence d'effets entre le sublimé corrosif et le mercure doux? Un autre fait qui va encore à l'appui de ma conjecture, c'est que le borax fait pâlir la couleur de l'or; et l'on sait que l'arsenic le pâlit ou blanchit de même: mais on ne sait pas et il faudrait l'essayer, si en jetant à plusieurs reprises une grande quantité de borax sur l'or en fusion, il ne le rendrait pas cassant comme fait l'arsenic. S'il produisait cet effet, on ne pourrait guère douter que le borax et le sel sédatif ne contiennent de l'arsenic. Au reste, il faudrait faire de préférence cet essai sur le sel sédatif qui est débarrassé d'alcali, et qui a, comme le borax, la propriété de blanchir l'or. Enfin on peut comparer au borax le *nitre fixé par l'arsenic*, qui devient par ce mélange un très-puissant fondant, et qu'on peut employer, au lieu de borax, pour opérer la vitrification. Tous ces rapports me semblent indiquer que l'arsenic fait partie du borax, mais qu'il adhère si fortement à la base métallique de ce sel, qu'on ne peut l'en séparer.

Au reste, il n'est pas certain qu'on ne puisse tirer le sel sédatif que du seul borax, puisque M. Hoëffer assure que les eaux du lac *Cherchiago*, dans le territoire de Sienne en Italie, en fournissent une quantité assez considérable; et cependant il ne dit pas que ces mêmes eaux fournissent du borax.

On apporte de Turquie, de Perse, du continent des Indes, et même de l'île de Ceylan, du *tinkal* ou *borax brut* de deux sortes: l'un est mou et rougeâtre, et l'autre est ferme et gris ou verdâtre; on leur enlève ces couleurs et l'onctuosité dont ils sont encore imprégnés, en les purifiant. Autrefois les Vénitiens étaient, et actuellement les Hollandais sont les seuls qui aient le secret de ce petit art, et les seuls aussi qui fassent le commerce de ce sel; cependant on assure que les Anglais en tirent de plusieurs endroits des Indes, et qu'ils en achètent des Hollandais à Ceylan.

Le borax bien purifié doit être fort blanc et très-léger. On le falsifie souvent en le mêlant d'alun: il porte alors une saveur styptique sur la langue; et, volume pour volume, il est bien moins léger que le borax pur, qui n'a d'ailleurs presque point de saveur, et dont les cristaux sont plus transparents que ceux de l'alun. On distingue donc à ces deux caractères sensibles le borax pur du borax mélangé.

La plus grande et la plus utile propriété du borax est de faciliter, plus qu'aucun autre sel, la fusion des métaux; il en rassemble aussi les parties métalliques, et les débarrasse des substances hétérogènes qui s'y trouvent mêlées, en les réduisant en scories qui nagent au-dessus du métal fondu: il le défend aussi de l'action de l'air et du feu, parce qu'il forme lui-même un verre qui sert de bain au métal avec lequel il ne se confond ni ne se mêle; et comme il en accélère et facilite la fusion, il diminue par conséquent la consommation des combustibles et le temps nécessaire à la fonte; car il ne faut qu'un feu modéré pour qu'il exerce son action fon-

dante. On s'en sert donc avec tout avantage pour souder les métaux, dont on peut, par son moyen, réunir les pièces les plus délicates sans les déformer; il a éminemment cette utile propriété de réunir et souder ensemble tous les métaux durs et difficiles à fondre.

Quoique, à mon avis, le borax contienne de l'arsenic, il est néanmoins autant ami des métaux que l'arsenic se montre leur ennemi; le borax les rend liants et fusibles, et ne leur communique aucune des qualités de l'arsenic, qui, lorsqu'il est seul et nu, les aigrit et les corrode: et d'ailleurs l'action du borax est subordonnée à l'art, au lieu que l'arsenic agit par sa propre activité, et se trouve répandu et produit par la nature dans presque tout le règne minéral; et, à cet égard, l'arsenic, comme sel, devrait trouver ici sa place.

Nous avons dit que des trois grandes combinaisons salines de l'acide primitif ou aérien, la première s'est faite avec la terre vitreuse, et nous est représentée par l'acide vitriolique; la seconde s'est opérée avec la terre calcaire, et a produit l'acide marin; et la troisième, avec la substance métallique, a formé l'arsenic. L'excès de causticité qui le caractérise, et ses autres propriétés, semblent en effet tenir à la masse et à la densité de la base que nous lui assignons: mais l'arsenic est un *protée*, qui non-seulement se montre sous la forme du sel, mais se produit aussi sous celle d'un régule métallique; et c'est à cause de cette propriété qu'on lui a donné le nom et le rang de demi-métal. Ainsi nous remettons à en traiter à la suite des demi-métaux, dont il paraît être le dernier, quoique, par des traits presque aussi fortement marqués, il s'unisse et s'assimile aux sels.

Nous terminerons donc ici cette histoire naturelle des sels, peut-être déjà trop longue. Mais j'ai dû parler de toutes les matières salines que produit la nature, et je n'ai pu le faire sans entrer dans quelque discussion sur les principes salins, et sans exposer avec un peu de détail les différents effets des acides et des alcalis amenés par notre art à leur plus grand degré de pureté. J'ai tâché d'exposer leurs propriétés essentielles, et je crois qu'on en aura des idées nettes si l'on veut me lire sans préjugés. J'aurais encore plus excédé les bornes que je me suis prescrites, si je me fusse livré à comparer avec les sels produits par la nature tous ceux que la chimie a su former par ses combinaisons: les sels sont, après le feu, les plus grands instruments de ce bel art, qui commence à devenir une science par sa réunion avec la physique.

DU FER.

On trouve rarement les métaux sous leur forme métallique dans le sein de la terre; ils y sont ordinairement sous une forme minéralisée, c'est-à-dire altérée par

le mélange intime de plusieurs matières étrangères, et la quantité des métaux purs est très-petite en comparaison de celle des métaux minéralisés; car, à l'exception de l'or, qui se trouve presque toujours dans l'état de métal, tous les autres métaux se présentent le plus souvent dans l'état de minéralisation. Le feu primitif, en liquéfiant et vitrifiant toute la masse des matières terrestres du globe, a sublimé en même temps les substances métalliques, et leur a laissé d'abord leur forme propre et particulière: quelques-unes de ces substances métalliques ont conservé cette forme native; mais la plupart l'ont perdue par leur union avec des matières étrangères et par l'action des éléments humides. Nous verrons que la production des métaux purs et celle des métaux mélangés de matière vitreuse par le feu primitif sont contemporaines, et qu'au contraire les métaux minéralisés par les acides et travaillés par l'eau sont d'une formation postérieure.

Tous les métaux sont susceptibles d'être sublimés par l'action du feu; l'or, qui est le plus fixe de tous, ne laisse pas se sublimer par la chaleur, et il en est de même de tous les autres métaux et minéraux métalliques: ainsi, lorsque le feu primitif eut réduit en verre les matières fixes de la masse terrestre, les substances métalliques se sublimèrent et furent par conséquent exclues de la vitrification générale; la violence du feu les tenait élevées au-dessus de la surface du globe; elles ne tombèrent que quand cette chaleur extrême, commençant à diminuer, leur permit de rester dans un état de fusion sans être sublimées de nouveau. Les métaux qui, comme le fer et le cuivre, exigent le plus de feu pour se fondre, durent se placer les premiers sur la roche du globe encore tout ardente. L'argent et l'or, dont la fusion ne suppose qu'un moindre degré de feu, s'établirent ensuite et coulèrent dans les fentes perpendiculaires de cette roche déjà consolidée; ils remplirent les interstices que le quartz dérépité leur offrait de toutes parts, et c'est par cette raison qu'on trouve l'or et l'argent vierge en petits filets dans la roche quartzreuse. Le plomb et l'étain, auxquels il ne faut qu'une bien moindre chaleur pour se liquéfier, coulèrent longtemps après ou se convertirent en chaux, et se placèrent de même dans les fentes perpendiculaires. Enfin tous ces métaux, souvent mêlés et réunis ensemble, y formèrent les filons primitifs des mines primordiales, qui toutes sont mélangées de plusieurs minéraux métalliques. Et le mercure, qu'une médiocre chaleur volatilise, ne put s'établir que peu de temps avant la chute des eaux et des autres matières également volatiles.

Quoique ces dépôts des différents métaux se soient formés successivement et à mesure que la violence du feu diminuait, comme ils se sont faits dans les mêmes lieux, et que les fentes perpendiculaires ont été le réceptacle commun de toutes les matières métalliques fondues ou sublimées par la chaleur intérieure du globe, toutes les mines sont mêlées de différents métaux et minéraux métalliques. En effet il y a presque toujours plusieurs métaux dans la même mine: on trouve le fer avec le cuivre, le plomb avec l'argent, l'or avec le fer, et quelquefois tous ensemble; car il ne faut pas croire, comme bien des gens se le figurent, qu'une mine d'or ou d'argent ne contienne que l'une ou l'autre de ces matières: il suffit, pour

qu'on lui donne cette dénomination, que la mine soit mêlée d'une assez grande quantité de l'un ou de l'autre de ces métaux pour être travaillée avec profit ; mais souvent et presque toujours le métal précieux y est en moindre quantité que les autres matières minérales ou métalliques.

Quoique les faits subsistants s'accordent parfaitement avec les causes et les effets que je suppose, on ne manquera pas de contester cette théorie de l'établissement local des mines métalliques : on dira qu'on peut se tromper en estimant par comparaison et jugeant par analogie les procédés de la nature ; que la vitrification de la terre et la sublimation des métaux par le feu primitif n'étant pas des faits démontrés, mais de simples conjectures, les conséquences que j'en tire ne peuvent qu'être précaires et purement hypothétiques : enfin l'on renouvellera sans doute l'objection triviale si souvent répétée contre les hypothèses, en s'écriant qu'en bonne physique il ne faut ni comparaisons ni systèmes.

Cependant il est aisé de sentir que nous ne connaissons rien que par comparaison, et que nous ne pouvons juger des choses et de leurs rapports qu'après avoir fait une ordonnance de ces mêmes rapports, c'est-à-dire un système. Or les grands procédés de la nature sont les mêmes en tout ; et lorsqu'ils nous paraissent opposés, contraires ou seulement différents, c'est faute de les avoir saisis et vus assez généralement pour les bien comparer. La plupart de ceux qui observent les effets de la nature ne s'attachant qu'à quelques points particuliers, croient voir des variations et même des contrariétés dans ses opérations ; tandis que celui qui l'embrasse par des vues plus générales reconnaît la simplicité de son plan, et ne peut qu'admirer l'ordre constant et fixe de ses combinaisons et l'uniformité de ses moyens d'exécution : grandes opérations, qui, toutes fondées sur des lois invariables, ne peuvent varier elles-mêmes ni se contrarier dans les effets. Le but du philosophe naturaliste doit donc être de s'élever assez haut pour pouvoir déduire d'un seul effet général, pris comme cause, tous les effets particuliers. Mais pour voir la nature sous ce grand aspect, il faut l'avoir examinée, étudiée et comparée dans toutes les parties de son immense étendue. Assez de génie, beaucoup d'étude, un peu de liberté de penser, sont trois attributs sans lesquels on ne pourra que défigurer la nature, au lieu de la représenter : je l'ai souvent senti en voulant la peindre, et malheur à ceux qui ne s'en doutent pas ! leurs travaux, loin d'avancer la science, ne font qu'en retarder les progrès ; de petits faits, des objets présentés par leurs faces obliques ou vus sous un faux jour, des choses mal entendues, des méthodes scolastiques, de grands raisonnements fondés sur une métaphysique puérile ou sur des préjugés, sont les matières sans substance des ouvrages de l'écrivain sans génie ; ce sont autant de tas de décombres qu'il faut enlever avant de pouvoir construire. Les sciences seraient donc plus avancées si moins de gens avaient écrit ; mais l'amour-propre ne s'opposera-t-il pas toujours à la bonne foi ? L'ignorant se croit suffisamment instruit ; celui qui ne l'est qu'à demi se croit plus que savant ; et tous s'imaginent avoir du génie ou du moins assez d'esprit pour en critiquer les productions : on le voit par les ouvrages de ces écrivains qui n'ont d'autre mérite que

tiques, de grands raisonnements fondés sur une métaphysique puérile ou sur des préjugés, sont les matières sans substance des ouvrages de l'écrivain sans génie; ce sont autant de tas de décombres qu'il faut enlever avant de pouvoir construire. Les sciences seraient donc plus avancées si moins de gens avaient écrit; mais l'amour-propre ne s'opposera-t-il pas toujours à la bonne foi? L'ignorant se croit suffisamment instruit; celui qui ne l'est qu'à demi se croit plus que savant; et tous s'imaginent avoir du génie ou du moins assez d'esprit pour en critiquer les productions: on le voit par les ouvrages de ces écrivains qui n'ont d'autre mérite que de crier contre les systèmes, parce qu'ils sont non-seulement incapables d'en faire, mais peut-être même d'entendre la vraie signification de ce mot, qui les épouvante ou les humilie. Cependant tout système n'est qu'une combinaison raisonnée, une ordonnance des choses ou des idées qui les représentent; et c'est le génie seul qui peut faire cette ordonnance, c'est-à-dire un système en tout genre, parce que c'est au génie seul qu'il appartient de généraliser les idées particulières, de réunir toutes les vues en un faisceau de lumière, de se faire de nouveaux aperçus, de saisir les rapports fugitifs, de rapprocher ceux qui sont éloignés, d'en former de nouvelles analogies, de s'élever enfin assez haut et de s'étendre assez loin pour embrasser à la fois tout l'espace qu'il a rempli de sa pensée: c'est ainsi que le génie seul peut former un ordre systématique des choses et des faits, de leurs combinaisons respectives, de la dépendance des causes et des effets, de sorte que le tout rassemblé, réuni, puisse présenter à l'esprit un grand tableau de spéculations suivies, ou du moins un vaste spectacle dont toutes les scènes se lient et se tiennent par des idées conséquentes et des faits assortis.

Je crois donc que mes explications sur l'action du feu primitif, sur la sublimation des métaux, sur la formation des matières vitreuses, argileuses et calcaires, sont d'accord avec les procédés de la nature dans ses plus grandes opérations; et nous verrons que l'ensemble de ce système et ses autres rapports seront encore confirmés par tous les faits que nous rapporterons dans la suite, en traitant de chaque métal en particulier.

Mais pour ne parler ici que du fer, on ne peut guère douter que ce métal n'ait commencé à s'établir le premier sur le globe, et peu de temps après la consolidation du quartz, puisqu'il a coloré les jaspes et les cristaux de feldspath, au lieu que l'or, l'argent ni les autres métaux, ne paraissent pas être entrés comme le fer dans la substance des matières vitreuses produites par le feu primitif: et ce fait prouve que le fer, plus capable de résister à la violence du feu, s'est en effet établi le premier et dès le temps de la consolidation des verres de nature; car le fer primordial se trouve toujours intimement mêlé avec la matière vitreuse, et il a formé avec elle de très-grandes masses, et même des montagnes à la surface du globe (1), tandis que les autres métaux, dont l'établissement a été postérieur, n'ont occupé

(1) Pline dit avec raison que, de toutes les substances métalliques, le fer est celle qui se trouve en plus grandes masses, et qu'on a vu des montagnes qui en étaient entièrement formées.

que les intervalles des fentes perpendiculaires de la roche quartzeuse dans lesquelles ils se trouvent par filons et en petits amas.

Aussi n'existe-t-il nulle part de grandes masses de fer pur et pareil à notre fer forgé, ni même semblable à nos fontes de fer, et à peine peut-on citer quelques exemples de petits morceaux de fonte ou régule de fer trouvés dans le sein de la terre, et formés sans doute accidentellement par le feu des volcans, comme l'on trouve aussi et plus fréquemment des morceaux d'or, d'argent et de cuivre, qu'on reconnaît évidemment avoir été fondus par ces feux souterrains.

La substance du fer de nature n'a donc jamais été pure, et, dès le temps de la consolidation du globe, ce métal s'est mêlé avec la matière vitreuse, et s'est établi en grandes masses dans plusieurs endroits à la surface et jusqu'à une petite profondeur dans l'intérieur de la terre. Au reste, ces grandes masses ou roches ferrugineuses ne sont pas également riches en métal; quelques-uns donnent soixante-dix ou soixante-douze pour cent de fonte, tandis que d'autres n'en donnent pas quarante; et l'on sait que cette fonte de fer qui résulte de la fusion des mines n'est pas encore du métal, puisque avant de devenir fer elle perd au moins un quart de sa masse par le travail de l'affinerie: on est donc assuré que les mines de fer en roche les plus riches ne contiennent guère qu'une moitié de fer, et que l'autre moitié de leur masse est de matière vitreuse; on peut même le reconnaître en soumettant ces mines à l'action des acides, qui en dissolvent le fer et laissent intacte la substance vitreuse.

D'ailleurs ces roches de fer, que l'on doit regarder comme les mines primordiales de ce métal dans son état de nature, sont toutes attirables à l'aimant (1); preuve évidente qu'elles ont été produites par l'action du feu, et qu'elles ne sont qu'une espèce de fonte impure de fer, mélangée d'une plus ou moins grande quantité de matière vitreuse. Nos mines de fer en grains, en ocre ou en rouille, quoique provenant originairement des débris de ces roches primitives, mais ayant été formées postérieurement par l'intermède de l'eau, ne sont point attirables à l'aimant, à moins qu'on ne leur fasse subir une forte impression du feu à l'air libre (2). Ainsi la propriété d'être attirable à l'aimant appartenant uniquement aux mines de fer qui ont passé par le feu, on ne peut guère se refuser à croire que ces énormes

(1) Comme toutes les mines de Suède sont très-attirables à l'aimant, on se sert de la boussole pour les trouver. Cette méthode est fort en usage, et elle est assez sûre, quoique les mines de fer soient souvent enfouies à plusieurs toises de profondeur; mais elle serait inutile pour la recherche de la plupart de nos mines de fer en grains, dont la formation est due à l'action de l'eau, et qui ne sont point attirables à l'aimant avant d'avoir subi l'action du feu.

(2) Les mines de fer en grains ne sont en général point attirables à l'aimant; il faut, pour qu'elles le deviennent, les faire griller à un feu assez vif et à l'air libre. J'en ai fait l'expérience sur la mine de Villiers, près de Montbard, qui se trouve en sacs entre les rochers calcaires, et qui est en grains assez gros: ayant fait griller une once de cette mine à feu ouvert, et l'ayant fait broyer et réduire en poudre, l'aimant en a tiré six gros et demi; mais ayant fait mettre une pareille quantité de cette mine dans un creuset couvert et bien bouché, qu'on a fait rougir à blanc, et ayant ensuite écrasé cette mine ainsi grillée, au moyen d'un marteau, l'aimant n'en a tiré aucune partie de fer, tandis que dans un autre creuset mis au feu en même temps, et qui n'était pas bouché, cette même mine, réduite en poudre par le marteau, s'est trouvée aussi attirable par l'aimant que la première. Cette expérience m'a démontré que le feu seul, ou le feu fixe, ne suffit pas pour rendre la mine de fer attirable à l'aimant, et qu'il est nécessaire que le feu soit libre et animé par l'air pour produire cet effet.

rochers de fer attirables à l'aimant n'aient en effet subi la violente action du feu dont ils portent encore l'empreinte, et qu'ils n'aient été produits dans le temps de la dernière incandescence et de la première condensation du globe.

Les masses de l'aimant ne paraissent différer des autres roches de fer qu'en ce qu'elles ont été exposées aux impressions de l'électricité de l'atmosphère, et qu'elles ont en même temps éprouvé une plus grande ou plus longue action du feu, qui les a rendues magnétiques par elles-mêmes et au plus haut degré; car on peut donner le magnétisme à tout fer ou toute matière ferrugineuse, non-seulement en la tenant constamment dans la même situation, mais encore par le choc et par le frottement, c'est-à-dire par toute cause ou tout mouvement qui produit de la chaleur et du feu. On doit donc penser que les pierres d'aimant étant de la même nature que les autres roches ferrugineuses, leur grande puissance magnétique vient de ce qu'elles ont été exposées à l'air, et travaillées plus violemment ou plus longtemps par la flamme du feu primitif. La substance de l'aimant paraît même indiquer que le fer qu'elle contient a été altéré par le feu, et réduit en un état de régule très-difficile à fondre, puisqu'on ne peut traiter les pierres d'aimant à nos fourneaux ni les fondre avantageusement pour en tirer du fer, comme l'on en tire de toutes les autres pierres ferrugineuses ou mines de fer en roche en les faisant auparavant griller et concasser (1).

Toutes les mines de fer en roche doivent donc être regardées comme des espèces de fontes de fer, produites par le feu primitif; mais on ne doit pas compter au nombre de ces roches primordiales de fer celles qui sont mêlées de matière calcaire: ce sont des mines secondaires, des concrétions spathiques, en masses plus ou moins distinctes ou confuses, et qui n'ont été formées que postérieurement par l'intermède de l'eau. Aussi ne sont-elles point attirables à l'aimant; elles doivent être placées au nombre des mines de seconde, et peut-être de troisième formation. De même il ne faut pas confondre avec les mines primitives, vitreuses et attirables à l'aimant, celles qui, ayant éprouvé l'impression du feu dans les volcans, ont acquis cette propriété qu'elles n'avaient pas auparavant. Enfin il faut excepter encore les sables ferrugineux et magnétiques, tels que celui qui est mêlé dans la platine, et tous ceux qui se trouvent mélangés dans le sein de la terre, soit avec les mines de fer en grains, soit avec d'autres matières; car ces sablons ferrugineux, attirables à l'aimant, ne proviennent que de la décomposition du mâchefer ou résidu ferrugineux des végétaux brûlés par le feu des volcans ou par d'autres incendies.

On doit donc réduire le vrai fer de nature, le fer primordial, aux grandes masses des roches ferrugineuses attirables à l'aimant, et qui ne sont mélangées que de matières vitreuses. Ces roches se trouvent en plus grande quantité dans les régions

(1) On trouve quelquefois de l'aimant blanc qui ne paraît pas avoir passé par le feu, parce que toutes les matières ferrugineuses se colorent au feu en rouge brun ou en noir; mais cet aimant blanc n'est peut-être que le produit de la décomposition d'un aimant primitif, réformé par l'intermède de l'eau. Voyez ci-après l'article de l'*Aimant*.

du Nord que dans les autres parties du globe. On sait qu'en Suède, en Russie, en Sibérie, ces mines magnétiques sont très-communes, et qu'on les cherche à la boussole. On prétend aussi qu'en Laponie la plus grande partie du terrain n'est composée que de ces masses ferrugineuses. Si ce dernier fait est aussi vrai que les premiers, il augmenterait la probabilité, déjà fondée, que la variation de l'aiguille aimantée provient de la différente distance et de la situation où l'on se trouve relativement au gisement de ces grandes masses magnétiques. Je dis la variation de l'aiguille aimantée, car je ne prétends pas que sa direction vers les pôles doive être uniquement attribuée à cette même cause : je suis persuadé que cette direction de l'aimant est un des effets de l'électricité du globe, et que le froid des régions polaires influe plus qu'aucune autre cause sur la direction de l'aimant (1).

Quoi qu'il en soit, il me paraît certain que les grandes masses des mines de fer en roche ont été produites par le feu primitif, comme les autres grandes masses de matières vitreuses. On demandera peut-être pourquoi ce premier fer de nature produit par le feu ne se présente pas sous la forme de métal; pourquoi l'on ne trouve dans ces mines aucune masse de fer pur et pareil à celui que nous fabriquons à nos feux. J'ai prévenu cette question en prouvant que le fer ne prend de la ductilité que parce qu'il a été comprimé par le marteau : c'est autant la main de l'homme que le feu qui donne au fer la forme de métal, et qui change en fer ductile la fonte aigre, en épurant cette fonte, et en rapprochant de plus près les parties métalliques qu'elle contient. Cette fonte de fer, au sortir du fourneau, reste, comme nous l'avons dit, encore mélangée de plus d'un quart de matières étrangères : elle n'est donc tout au plus que d'un quart plus pure que les mines en roche les plus riches, qui par conséquent ont été mêlées par moitié de matières vitreuses dans la fusion opérée par le feu primitif.

On pourra insister en retournant l'objection contre ma réponse, en disant qu'on trouve quelquefois de petits morceaux de fer pur ou natif dans certains endroits, à d'assez grandes profondeurs, sous des rochers ou des couches de terre qui ne paraissent pas avoir été remués par la main des hommes, et que ces échantillons du travail de la nature, quoique rares, suffisent pour prouver que notre art et le secours du marteau ne sont pas des moyens uniques ni des instruments absolument nécessaires, ni par conséquent les seules causes de la ductilité et de la pureté de ce métal, puisque la nature, dénuée de ces adminicules de notre art, ne laisse pas de produire du fer assez semblable à celui de nos forges.

Pour satisfaire à cette instance, il suffira d'exposer que par certains procédés nous pouvons obtenir du régule de fer sans instruments ni marteaux, et par le seul effet d'un feu bien administré et soutenu longtemps au degré nécessaire pour épurer la fonte sans la brûler, en laissant ainsi remuer par le feu, successivement et lentement, les molécules métalliques, qui se réunissent alors par une espèce de départ ou séparation des matières hétérogènes dont elles étaient mélangées. Ainsi

(1) Voyez ci-après l'article de l'*Aimant*.

la nature aura pu, dans certaines circonstances, produire le même effet; mais ces circonstances ne peuvent qu'être extrêmement rares, puisque, par nos propres procédés, dirigés à ce but, on ne réussit qu'à force de précautions.

Ce point, également intéressant pour l'histoire de la nature et pour celle de l'art, exige quelques discussions de détail, dans lesquelles nous entrerons volontiers par la raison de leur utilité. La mine de fer jetée dans nos fourneaux élevés de vingt à vingt-cinq pieds, et remplis de charbons ardents, ne se liquéfie que quand elle est descendue à plus des trois quarts de cette hauteur; elle tombe alors sous le vent des soufflets, et achève de se fondre au-dessus du creuset qui la reçoit, et dans lequel on la tient pendant quelques heures, tant pour en accumuler la quantité que pour la laisser se purger des matières hétérogènes qui s'écoulent en forme de verre impur qu'on appelle *laitier*. Cette matière, plus légère que la fonte de fer, en surmonte le bain dans le creuset; plus on tient la fonte dans cet état en continuant le feu, plus elle se dépouille de ses impuretés : mais comme on ne peut la brasser autant qu'il le faudrait, ni même la remuer aisément dans ce creuset, elle reste nécessairement encore mêlée d'une grande quantité de ces matières hétérogènes, en sorte que les meilleures fontes de fer en contiennent plus d'un quart, et les fontes communes près d'un tiers, dont il faut les purger pour les convertir en fer (1). Ordinairement on fait, au bout de douze heures, ouverture au creuset; la fonte coule, comme un ruisseau de feu, dans un long et large sillon, où elle se consolide en un lingot ou *gueuse* de quinze cents à deux mille livres de poids : on laisse ce lingot se refroidir au moule, et on l'en tire pour le conduire sur des rouleaux et le faire entrer, par l'une de ses extrémités, dans le foyer de l'affinerie, où cette extrémité, chauffée par un nouveau feu, se ramollit et se sépare du reste du lingot : l'ouvrier perce et pétrit avec des *ringards* (2) cette loupe à demi liquéfiée, qui, par ce travail, s'épure et laisse couler, par le fond du foyer, une partie de la matière hétérogène que le feu du fourneau de fusion n'avait pu séparer; ensuite l'on porte cette loupe ardente sous le marteau, où la force de la percussion fait sortir de sa masse encore molle le reste des substances impures qu'elle contenait; et ces mêmes coups redoublés du marteau rapprochent et réunissent en une masse solide et plus allongée les parties de ce fer que l'on vient d'épurer, et qui ne prennent qu'alors la forme et la ductilité du métal.

Ce sont là les procédés ordinaires dans le travail de nos forges; et quoiqu'ils paraissent assez simples, ils demandent de l'intelligence, et supposent de l'habitude et même des attentions suivies. L'on ne doit pas traiter autrement les mines pauvres qui ne donnent que trente ou même quarante livres de fonte par quintal : mais avec des mines riches en métal, c'est-à-dire avec celles qui donnent soixante-dix, soixante, ou même cinquante-cinq pour cent, on peut obtenir du fer, et même

(1) Dans cet épurement de la fonte, pour la convertir en fer par le travail de l'affinerie et par la percussion du marteau, il se perd quelques portions de fer que les matières hétérogènes entraînent avec elles, et on en retrouve une partie dans les scories de l'affinerie.

(2) On appelle *ringards* des barreaux de fer pointus par l'une de leurs extrémités.

de l'acier, sans faire passer ces mines par l'état d'une fonte liquide et sans les couler en lingots; au lieu des hauts fourneaux entretenus en feux sans interruption pendant plusieurs mois, il ne faut pour ces mines riches que de petits fourneaux, qu'on charge et vide plus d'une fois par jour. On leur a donné le nom de *fourneaux à la catalane* : ils n'ont que trois ou quatre pieds de hauteur; ceux de Styrie en ont dix ou douze; et quoique la construction de ces fourneaux à la catalane et de ceux de Styrie soit différente, leur effet est à peu près le même : au lieu de gueuses ou lingots d'une fonte coulée, on obtient dans ces petits fourneaux des *massets* ou loupes formées par coagulation, et qui sont assez épurées pour qu'on puisse les porter sous le marteau au sortir de ces fourneaux de liquation : ainsi la matière de ces massets est bien plus pure que celle des gueuses, qu'il faut travailler et purifier au feu de l'affinerie avant de les mettre sur l'enclume. Ces massets contiennent souvent de l'acier, qu'on a soin d'en séparer, et le reste est du bon fer ou du fer mêlé d'acier. Voilà donc de l'acier et du fer, tous deux produits par le seul régime du feu, et sans que l'ouvrier en ait pétri la matière pour la dépurer; et de même, lorsque dans les hauts-fourneaux on laisse quelques parties de fonte se recuire au feu pendant plusieurs semaines, cette fonte d'abord mêlée d'un tiers ou d'un quart de substances étrangères, s'épure au point de devenir un vrai régule de fer qui commence à prendre de la ductilité. Ainsi la nature a pu et peut encore, par le feu des volcans, produire des fontes et des régules de fer semblables à ceux que nous obtenons dans ces fourneaux de liquation sans le secours du marteau; et c'est à cette cause qu'on doit rapporter la formation de ces morceaux de fer ou d'acier qu'on a regardés comme natifs, et qui, quoique très-rares, ont suffi pour faire croire que c'était là le vrai fer de la nature, tandis que dans la réalité elle n'a formé, par son travail primitif, que des roches ferrugineuses, toutes plus impures que les fontes de notre art.

Nous donnerons dans la suite les procédés par lesquels on peut obtenir des fontes, des aciers et des fers de toutes qualités : l'on verra pourquoi les mines de fer riches peuvent être traitées différemment des mines pauvres; pourquoi la méthode catalane, celle de Styrie et d'autres, ne peuvent être avantageusement employées à la fusion de nos mines en grains; pourquoi, dans tous les cas, nous nous servons du marteau pour achever de consolider le fer, etc. Il nous suffit ici d'avoir démontré par les faits que le feu primitif n'a point produit de fer pur semblable à notre fer forgé, mais que la quantité tout entière de la matière de fer s'est mêlée, dans le temps de la consolidation du globe, avec les substances vitreuses, et que c'est de ce mélange que sont composées les roches primordiales de fer et d'aimant, qu'enfin si l'on tire quelquefois du sein de la terre des morceaux de fer, leur formation, bien postérieure, n'est due qu'à la main de l'homme, ou à la rencontre fortuite d'une mine de fer dans le gouffre d'un volcan.

Reprenant donc l'ordre des premiers temps, nous jugerons aisément que les roches ferrugineuses se sont consolidées presque en même temps que les rochers granitiques se sont formés, c'est-à-dire après la consolidation et la réduction en dé-

bris du quartz et des autres premiers verres. Ces roches sont composées de molécules ferrugineuses, intimement unies avec la matière vitreuse; elles ont d'abord été confondues ensemble; elles se sont ensuite consolidées par le refroidissement, sous la forme d'une pierre dure et pesante; elles ont conservé cette forme primitive dans tous les lieux où elles n'ont pas été exposées à l'action des éléments humides: mais les parties extérieures de ces roches ferrugineuses s'étant trouvées, dès le temps de la première chute des eaux, exposées aux impressions des éléments humides, elles se sont converties en rouille et en ocre; cette rouille, détachée de leurs masses, aura bientôt été transportée, comme les sables vitreux, par le mouvement des eaux, et déposée sur le fond de cette première mer, lequel, dans la suite, est devenu la surface de tous nos continents.

Par cette décomposition des premières roches ferrugineuses, la matière du fer s'est trouvée répandue sur toutes les parties de la surface du globe, et par conséquent cette matière est entrée, avec les autres éléments de la terre, dans la composition des végétaux et des animaux, dont les détriments s'étant ensuite accumulés, ont formé la terre végétale, dans laquelle la mine de fer en grains s'est produite par la réunion de ces mêmes particules ferrugineuses disséminées et contenues dans cette terre, qui, comme nous l'avons dit (1), est la vraie matrice de la plupart des minéraux figurés, et en particulier des mines de fer en grains.

La grande quantité de rouille détachée de la surface des roches primitives de fer, et transportée par les eaux, aura dû former aussi des dépôts particuliers en plusieurs endroits: chacune de nos mines d'ocre est un de ces anciens dépôts; car l'ocre ne diffère de la rouille du fer que par le plus ou moins de terre qui s'y trouve mêlée. Et lorsque la décomposition de ces roches primordiales s'est opérée plus lentement, et qu'au lieu de se convertir en rouille grossière, la matière ferrugineuse a été atténuée et comme dissoute par une action plus lente des éléments humides, les parties les plus fines de cette matière ayant été saisies et entraînées par l'eau, ont formé par stillation des concrétions ou stalactites ferrugineuses, dont la plupart sont plus riches en métal que les mines en grains et en rouille.

On peut réduire toutes les mines de fer de seconde formation à ces trois états, de mines en grains, de mines en ocre ou en rouille, et de mines en concrétions. Elles ont également été produites par l'action et l'intermède de l'eau; toutes tirent leur origine de la composition des roches primitives de fer, de la même manière que les grès, les argiles et les schistes proviennent de la décomposition des premières matières vitreuses.

J'ai démontré, dans l'article de la *Terre végétale*, comment se sont formés les grains de la mine de fer: nous les voyons pour ainsi dire se produire sous nos yeux, par la réunion des particules ferrugineuses disséminées dans cette terre végétale, et ces grains de mines contiennent quelquefois une plus grande quantité de fer que les roches de fer les plus riches; mais comme ces grains sont presque

(1) Voyez, dans le tome I, l'article de la *Terre végétale*.

toujours très-petits, et qu'il n'est jamais possible de les tirer un à un, ni de les séparer en entier des terres avec lesquelles ils sont mêlés, surtout lorsqu'il s'agit de travail en grand, ces mines en grains ne rendent ordinairement par quintal que de trente-cinq à quarante-cinq livres de fonte, et souvent moins, tandis que plusieurs mines en roche donnent depuis cinquante jusqu'à soixante et au delà : mais je me suis assuré, par quelques essais en petit, qu'on aurait au moins un aussi grand produit en ne faisant fondre que le grain net de ces mines de seconde formation. Elles peuvent être plus ou moins riches en métal, selon que chaque grain aura reçu dans sa composition une plus ou moins forte quantité de substance métallique, sans mélange de matières hétérogènes ; car de la même manière que nous voyons se former des stalactites plus ou moins pures dans toutes les matières terrestres, ces grains de mines de fer, qui sont de vraies stalactites de la terre végétale imprégnée de fer, peuvent être aussi plus ou moins purs, c'est-à-dire plus ou moins chargés de parties métalliques ; et par conséquent ces mines peuvent être plus riches en métal que le minéral en roche, qui, ayant été formé par le feu primitif, contient toujours une quantité considérable de matière vitreuse. Je dois même ajouter que les mines en stalactites et en masses concrètes en fournissent un exemple sensible : elles sont, comme les mines en grains, formées par l'intermède de l'eau ; et quoiqu'elles soient toujours mêlées de matières hétérogènes, elles donnent assez ordinairement une plus grande quantité de fer que la plupart des mines de première formation.

Ainsi toute mine de fer, soit qu'elle ait été produite par le feu primitif, ou travaillée par l'eau, est toujours mêlée d'une plus ou moins grande quantité de substances hétérogènes ; seulement on doit observer que, dans les mines produites par le feu, le fer est toujours mêlé avec une matière vitreuse, tandis que, dans celles qui ont été formées par l'intermède de l'eau, le mélange est plus souvent de matière calcaire (1). Ces dernières mines, qu'on nomme *spathiques* (2) à cause de ce mélange de spath ou de parties calcaires, ne sont point attirables à l'aimant, parce qu'elles n'ont pas été produites par le feu, et qu'elles ont été, comme les mines en grains ou en rouille, toutes formées du détriment des premières roches ferrugineuses, qui ont perdu le magnétisme par cette décomposition : néanmoins, lorsque ces mines secondaires, formées par l'intermède de l'eau, se trouvent mêlées de sablons ferrugineux qui ont passé par le feu, elles sont alors attirables à l'aimant, parce que ces sablons, qui ne sont pas susceptibles de rouille, ne perdent jamais cette propriété d'être attirables à l'aimant.

(1) Les mines de fer de Rougé en Bretagne sont en masses de rocher de trois quarts de lieue d'étendue, sur quinze à dix-huit pieds d'épaisseur, disposées en bancs horizontaux ; elles sont de seconde formation, et sont en même temps mêlées de matières siliceuses. Je ne cite cet exemple que pour faire voir que les mines de seconde formation se trouvent quelquefois mêlées de matières vitreuses ; mais, dans ce cas, ces matières vitreuses sont elles-mêmes de seconde formation. Ce fait m'a été fourni par M. de Grignon, qui a observé ces mines en Bretagne.

(2) Il y a néanmoins quelques-unes de ces mines attirables à l'aimant, dans le Dauphiné et dans les Pyrénées.

La fameuse montagne d'Eisenhartz en Styrie, haute de quatre cent quatre-vingts toises, est presque toute composée de minéraux ferrugineux de différentes qualités; on en tire, de temps immémorial, tout le fer et l'acier qui se fabriquent dans cette contrée; et l'on a observé que le minéral propre à faire de l'acier était différent de celui qui est propre à faire du bon fer. Le minéral le plus riche en acier, que l'on appelle *phlint*, est blanc, fort dur et difficile à fondre: mais il devient rouge ou noir, et moins dur, en s'effleurissant dans la mine même. Celui qui est le plus propre à donner du fer doux est le plus tendre; il est aussi plus fusible, et quelquefois environné de rouille ou d'ocre. Le noyau et la masse principale de cette montagne sont sans doute de fer primordial produit par le feu primitif, duquel les autres minéraux ferrugineux ne sont que des exsudations, des concrétions, des stalactites plus ou moins mélangées de matière calcaire, de pyrites, et d'autres substances dissoutes ou délayées par l'eau, et qui sont entrées dans la composition de ces masses secondaires lorsqu'elles se sont formées.

De quelque qualité que soient les mines de fer en roches solides, on est obligé de les concasser et de les réduire en morceaux gros comme des noisettes, avant de les jeter au fourneau: mais pour briser plus aisément les blocs de ce minéral, ordinairement très-dur, on est dans l'usage de les faire griller au feu; on établit une couche de bois sec, sur laquelle on met ces gros morceaux de minéral, que l'on couvre d'une autre couche de bois; puis un second lit de minéral, et ainsi alternativement jusqu'à cinq ou six pieds de hauteur; et après avoir allumé le feu, on le laisse consumer tout ce qui est combustible et s'éteindre de lui-même. Cette première action du feu rend le minéral plus tendre; on le concasse plus aisément, et il se trouve plus disposé à la fusion qu'il doit subir au fourneau. Toutes les roches de fer qui ne sont mélangées que de substances vitreuses exigent qu'on y joigne une certaine quantité de matière calcaire pour en faciliter la fonte; celles au contraire qui ne contiennent que peu ou point de matière vitreuse, et qui sont mélangées de substances calcaires, demandent l'addition de quelque matière vitrescible, telle que la terre limoneuse, qui, se fondant aisément, aide à la fusion de ces mines de fer, et s'empare des parties calcaires dont elles sont mélangées.

Les mines qui ont été produites par le feu primitif sont, comme nous l'avons dit, toutes attirables à l'aimant, à moins que l'eau ne les ait décomposées et réduites en rouille, en ocre, en grains ou en concrétions; car elles perdent dès lors cette propriété magnétique: cependant les mines primitives ne sont pas les seules qui soient attirables à l'aimant; toutes celles de seconde formation qui auront subi l'action du feu, soit dans les volcans, soit par les incendies des forêts, sont également et souvent aussi susceptibles de cette attraction; en sorte que si l'on s'en tenait à cette seule propriété, elle ne suffirait pas pour distinguer les mines ferrugineuses de première formation de toutes les autres qui, quoique de formation bien postérieure, sont également attirables à l'aimant; mais il y a d'autres indices assez certains par lesquels on peut les reconnaître. Les matières ferrugineuses primitives sont toutes en très-grandes masses, et toujours intimement mêlées de matières vi-

treuse; celles qui ont été produites postérieurement par les volcans, ou par d'autres incendies, ne se trouvent qu'en petits morceaux, et le plus souvent en paillettes et en sablons; et ces sablons ferrugineux et très-attirables à l'aimant sont ordinairement bien plus réfractaires au feu que la roche de fer la plus dure. Ces sablons ont apparemment essayé une si forte action du feu, qu'ils ont pour ainsi dire changé de nature et perdu toutes leurs propriétés métalliques; car il ne leur est resté que la seule qualité d'être attirables à l'aimant, qualité communiquée par le feu, et qui, comme l'on voit, n'est pas essentielle à toute matière ferrugineuse, puisque les mines qui ont été formées par l'intermède de l'eau en sont dépourvues ou dépouillées, et qu'elles ne reprennent ou n'acquièrent cette propriété magnétique qu'après avoir passé par le feu.

Toute la quantité, quoique immense, du fer disséminé sur le globe provient donc originairement des débris et détriments des grandes masses primitives, dans lesquelles la substance ferrugineuse est mêlée avec la matière vitreuse, et s'est consolidée avec elle : mais ce fer disséminé sur la terre se trouve dans des états très-différents, suivant les impressions plus ou moins fortes qu'il a subies par l'action des autres éléments et par le mélange de différentes matières. La décomposition la plus simple du fer primordial est sa conversion en rouille : les faces des roches ferrugineuses exposées à l'action de l'acide aérien se sont couvertes de rouille, et cette rouille de fer, en perdant sa propriété magnétique, a néanmoins conservé ses autres qualités, et peut même se convertir en métal plus aisément que la roche dont elle tire son origine. Ce fer réduit en rouille, et transporté dans cet état par les eaux sur toute la surface du globe, s'est plus ou moins mêlé avec la terre végétale; il s'y est uni et atténué au point d'entrer avec la sève dans la composition de la substance des végétaux, et, par une suite nécessaire, dans celle des animaux : les uns et les autres rendent ensuite ce fer à la terre par la destruction de leur corps. Lorsque cette destruction s'opère par la pourriture, les particules de fer provenant des êtres organisés n'en sont pas plus magnétiques, et ne forment toujours qu'une espèce de rouille plus fine et plus ténue que la rouille grossière dont elles ont tiré leur origine : mais si la destruction des corps se fait par le moyen du feu, alors toutes les molécules ferrugineuses qu'ils contiennent reprennent, par l'action de cet élément, la propriété d'être attirables à l'aimant, que l'impression des éléments humides leur avait ôtée; et comme il y a eu, dans plusieurs lieux de la terre, de grands incendies de forêts, et presque partout des feux particuliers, et des feux encore plus grands dans les terrains volcanisés, on ne doit pas être surpris de trouver à la surface et dans l'intérieur des premières couches de la terre des particules de fer attirables à l'aimant, d'autant que les détriments de tout le fer fabriqué par la main de l'homme, toutes les poussières de fer produites par le frottement et par l'usure, conservent cette propriété tant qu'elles ne sont pas réduites en rouille. C'est par cette raison que dans une mine dont les particules en rouille, ou les grains, ne sont point attirables à l'aimant, il se trouve souvent des paillettes ou sablons magnétiques, qui pour la plupart sont noirs, et quelquefois brillants comme

du mica. Ces sablons, quoique ferrugineux, ne sont ni susceptibles de rouille, ni dissolubles par les acides, ni fusibles au feu ; ce sont des particules d'un fer qui a été brûlé autant qu'il peut l'être, et qui a perdu, par une trop longue et trop violente action du feu, toutes ses qualités, à l'exception de la propriété d'être attiré par l'aimant, qu'il a conservée ou plutôt acquise par l'impression de cet élément.

Il se trouve donc dans le sein de la terre beaucoup de fer en rouille, et une certaine quantité de fer en paillettes attirables à l'aimant. On doit rechercher le premier pour le fondre, et rejeter le second qui est presque infusible. Il y a, dans quelques endroits, d'assez grands amas de ces sablons ferrugineux que des artistes peu expérimentés ont pris pour de bonnes mines de fer, et qu'ils ont fait porter à leur fourneau, sans se douter que cette matière ne pouvait s'y fondre. Ce sont ces mêmes sablons ferrugineux qui se trouvent toujours mêlés avec la platine, et qui font même partie de la substance de ce minéral.

Voilà donc déjà deux états sous lesquels se présente le fer disséminé sur la terre ; celui d'une rouille qui n'est point attirable à l'aimant et qui se fond aisément à nos fourneaux, et celui de ces paillettes ou sablons magnétiques qu'on ne peut réduire que très-difficilement en fonte. Mais, indépendamment de ces deux états, les mines de fer de seconde formation se trouvent encore sous plusieurs autres formes, dont la plus remarquable, quoique la plus commune, est en grains plus ou moins gros : ces grains ne sont point attirables à l'aimant, à moins qu'ils ne renferment quelques atomes de ces sablons dont nous venons de parler ; ce qui arrive assez souvent lorsque les grains sont gros. Les *œtites* ou géodes ferrugineuses doivent être mises au nombre de ces mines de fer en grains, et leur substance est quelquefois mêlée de ces paillettes attirables à l'aimant. La nature emploie les mêmes procédés pour la formation de ces géodes ou gros grains, que pour celle des plus petits : ces derniers sont ordinairement les plus purs ; mais tous, gros et petits, ont au centre une cavité vide ou remplie d'une matière qui n'est que peu ou point métallique, et plus les grains sont gros, plus est grande proportionnellement la quantité de cette matière impure qui se trouve dans le centre. Tous sont composés de plusieurs couches superposées et presque concentriques ; et ces couches sont d'autant plus riches en métal qu'elles sont plus éloignées du centre. Lorsqu'on veut mettre au fourneau de grosses géodes, il faut en séparer cette matière impure qui est au centre, en les faisant concasser et laver. Mais on doit employer de préférence les mines en petits grains, qui sont aussi plus communes et plus riches que les mines en géodes ou en très-gros grains.

Comme toutes nos mines de fer en grains ont été amenées et déposées par les eaux de la mer, et que, dans ce mouvement de transport, chaque flot n'a pu se charger que des matières d'un poids et d'un volume à peu près égal, il en résulte un effet qui, quoique naturel, a paru singulier ; c'est que, dans chacun de ces dépôts, les grains sont tous à très-peu près égaux en grosseur, et sont en même temps de la même pesanteur spécifique. Chaque manière de fer a donc son grain particulier : dans les unes les grains sont aussi petits que la graine de moutarde ; dans

d'autres ils sont comme de la graine de navette, et dans d'autres ils sont gros comme des pois. Et les sables ou graviers, soit calcaires, soit vitreux, qui ont été transportés par les eaux avec ces grains de fer, sont aussi du même volume et du même poids que les grains, à très-peu près, dans chaque minière. Souvent ces mines en grains sont mêlées de sables calcaires, qui, loin de nuire à la fusion, servent de *castine* ou fondant : mais quelquefois aussi elles sont enduites d'une terre argileuse et grasse, si fort adhérente aux grains, qu'on a grande peine à la séparer par le lavage ; et si cette terre est de l'argile pure, elle s'oppose à la fusion de la mine, qui ne peut s'opérer qu'en ajoutant une assez grande quantité de matière calcaire. Ces mines mêlées de terre *attachantes*, qui demandent beaucoup plus de travail au lavoir et beaucoup plus de feu au fourneau, sont celles qui donnent le moins de produit relativement à la dépense. Cependant, en général, les mines en grains coûtent moins à exploiter et à fondre que la plupart des mines en roche, parce que celles-ci exigent de grands travaux pour être tirées de leur carrière, et qu'elles ont besoin d'être grillées pendant plusieurs jours avant d'être concassées et jetées au fourneau de fusion.

Nous devons ajouter à cet état du fer en grains celui du fer en stalactites ou concrétions continues, qui se sont formées, soit par l'agrégation des grains, soit par la dissolution et le flux de la matière dont ils sont composés, soit par des dépôts de toute autre matière ferrugineuse entraînée par la stillation des eaux. Ces concrétions ou stalactites ferrugineuses sont quelquefois très-richees en métal, et souvent aussi elles sont mêlées de substances étrangères, et surtout de matières calcaires, qui facilitent leur fusion, et rendent ces mines précieuses par le peu de dépense qu'elles exigent et le bon produit qu'elles donnent.

On trouve aussi des mines de fer mêlées de bitume et de charbon de terre ; mais il est rare qu'on puisse en faire usage, parce qu'elles sont presque aussi combustibles que ce charbon, et que souvent la matière ferrugineuse y est réduite en pyrites, et s'y trouve en trop petite quantité pour qu'on puisse l'extraire avec profit.

Enfin le fer disséminé sur la terre se trouve encore dans un état très-différent des trois états précédents ; cet état est celui de pyrite, minéral ferrugineux dont le fond n'est que du fer décomposé et intimement lié avec la substance du feu fixe, qui a été saisie par l'acide. La quantité de ces pyrites ferrugineuses est peut-être aussi grande que celle des mines de fer en grains et en rouille : ainsi, lorsque les détriments du fer primordial n'ont été attaqués que par l'humidité de l'air ou l'impression de l'eau, ils se sont convertis en rouille, en ocre, ou formés en stalactites et en grains ; et quand ces mêmes détriments ont subi une violente action du feu, soit dans les volcans, soit par d'autres incendies, ils ont été brûlés autant qu'ils pouvaient l'être, et se sont transformés en mâchefer, en sablons et paillettes attirables à l'aimant : mais lorsque ces mêmes détriments, au lieu d'être travaillés par les éléments humides ou par le feu, ont été saisis par l'acide chargé de la substance du feu fixe, ils ont pour ainsi dire perdu leur nature de fer, et ils ont pris la forme

de pyrites, que l'on ne doit pas compter au nombre des vraies mines de fer, quoiqu'elles contiennent une grande quantité de matière ferrugineuse, parce que le fer y étant dans un état de destruction et intimement uni ou combiné avec l'acide et le feu fixe, c'est-à-dire avec le soufre, qui est le destructeur du fer, on ne peut ni séparer ce métal, ni le rétablir par les procédés ordinaires ; il se sublime et brûle au lieu de fondre, et même une assez petite quantité de pyrites jetées dans un fourneau avec la mine de fer suffit pour en gâter la fonte. On doit donc éviter avec soin l'emploi des mines mêlées de parties pyriteuses, qui ne peuvent donner que de fort mauvaise fonte et du fer très-cassant.

Mais ces mêmes pyrites, dont on ne peut guère tirer les parties ferrugineuses par le moyen du feu, reproduisent du fer en se décomposant par l'humidité ; exposées à l'air, elles commencent par s'effleurir à la surface, et bientôt elles se réduisent en poudre : leurs parties ferrugineuses reprennent alors la forme de rouille, et dès lors on doit compter ces pyrites décomposées au nombre des autres mines de fer ou de rouilles disséminées dont se forment les mines en grains (1) et en concrétions. Ces concrétions se trouvent quelquefois mélangées avec de la terre limoneuse, et même avec de petits cailloux ou du sable vitreux ; et lorsqu'elles sont mêlées de matières calcaires, elles prennent des formes semblables à celle du spath, et on les a dénommées *mines spathiques*. Ces mines sont ordinairement très-fusibles, et souvent fort riches en métal ; quelques-unes, comme celle de Conflans en Lorraine, sont en assez grandes masses et en gros blocs, d'un grain serré et d'une couleur tannée. Ce minerai est rempli de cristallisations de spath, de bélemnites, de cornes d'ammon, etc. : il est très-riche, et donne du fer de bonne qualité.

Il en est de même des mines de fer cristallisées auxquelles on a donné le nom d'*hématites*, parce qu'il s'en trouve souvent qui sont d'un rouge couleur de sang. Ces hématites cristallisées doivent être considérées comme des stalactites des mines de fer sous lesquelles elles se trouvent : elles sont quelquefois étendues en lits horizontaux d'une assez grande épaisseur, sous des couches beaucoup plus épaisses de mines en rouille ou en ocre (2) ; et l'on voit évidemment que ces hématites sont

(1) Quelques minéralogistes ont même prétendu que toutes les mines de fer en grains et en concrétions doivent leur origine à la décomposition des pyrites. Je dois observer que cette opinion serait trop exclusive : la destruction des pyrites martiales n'est pas la seule cause de la production des mines en concrétions ou en grains, puisque tous les débris des matières ferrugineuses doivent les produire également, et que d'ailleurs la décomposition et la dissémination universelles de la matière ferrugineuse par l'eau ont précédé nécessairement la formation des pyrites, qui ne sont en effet produites que dans les lieux où la matière ferrugineuse, l'acide et le feu fixe des débris des végétaux et des animaux se sont trouvés réunis.

(2) Je crois qu'on doit rapporter à ces couches d'hématites en grandes masses la mine de fer qui se tire à Roncé dans le Maine, et de laquelle M. de Barbure m'a envoyé la description suivante : « Cette mine située à cinq quarts de lieue de Sillé-le-Guillaume, est très-riche ; elle est dans une terre ocreuse qui a plus de trente pieds d'épaisseur ; il part de la partie inférieure de cette mine plusieurs filons qui, en s'enfonçant, vont aboutir à de gros blocs isolés de mine de fer ; ces blocs se rencontrent à vingt ou vingt-six pieds de profondeur, et sont composés de parties ferrugineuses qui paraissent être sans mélange ; ils ont aussi des ramifications qui, en se prolongeant, vont se joindre à d'autres masses de mine de fer moins pures que ces premiers blocs, parce qu'elles renferment dans l'intérieur de petites pierres qui y sont incorporées et intimement unies : néanmoins les forgerons leur trouvent une sorte de mérite qui les fait préférer aux autres masses ferrugineuses plus homogènes ; car, si elles renferment moins de fer, elles ont l'avantage de se fondre plus aisément à cause des pierres qu'elles renferment, et qui en facilitent la fusion. » C'est à cette même sorte de mine que l'on peut rapporter celles auxquelles on donne le nom

produites par la stillation d'une eau chargée de molécules ferrugineuses qu'elle a détachées en passant à travers cette grande épaisseur d'ocre ou de rouille. Au reste, toutes les hématites ne sont pas rouges ; il y en a de brunes et même de couleur plus foncée : mais lorsqu'on les réduit en poudre, elles prennent toutes une couleur d'un rouge plus ou moins vif, et l'on peut les considérer en général comme l'un des derniers produits de la décomposition du fer par l'intermède de l'eau.

Les hématites, les mines spathiques et autres concrétions ferrugineuses, de quelques substances qu'elles soient mêlées, ne doivent pas être confondues avec les mines du fer primordial ; elles ne sont que de seconde ou troisième formation. Les premières roches de fer ont été produites par le feu primitif, et sont toutes intimement mélangées de matières vitreuses. Les détriments de ces premières roches ont formé les rouilles et les ocres que le mouvement des eaux a transportées sur toutes les parties du globe ; les particules plus ténues de ces rouilles ferrugineuses ont été pompées par les végétaux, et sont entrées dans leur composition et dans celle des animaux, qui les ont ensuite rendues à la terre par la pourriture et la destruction de leur corps. Ces mêmes molécules ferrugineuses, ayant passé par le corps des êtres organisés, ont conservé une partie des éléments du feu dont elles étaient animées pendant qu'ils étaient vivants ; et c'est de la réunion de ces molécules de fer animées de feu que se sont formées les pyrites, qui ne contiennent en effet que du fer, du feu fixe et de l'acide, et qui d'ailleurs, se présentant toujours sous une forme régulière, n'ont pu la recevoir que par l'impression des molécules organiques encore actives dans les derniers résidus des corps organisés ; et comme les végétaux produits et détruits dans les premiers âges de la nature étaient en nombre immense, la quantité des pyrites produites par leurs résidus est de même si considérable, qu'elle surpasse en quelques endroits celle des mines de fer en rouille et en grains, et les pyrites se trouvent souvent enfouies à de plus grandes profondeurs que les unes et les autres.

C'est de la décomposition successive de ces pyrites et de tous les autres détriments du fer primordial ou secondaire, que se sont ensuite formées les concrétions spathiques et les mines en masses ou en grains, qui toutes sont de seconde et de troisième formation, car indépendamment des mines en rouille ou en grains qui ont autrefois été transportées, lavées et déposées par les eaux de la mer, indépendamment de celles qui ont été produites par la destruction des pyrites et par celle de tout le fer dont nous faisons usage, on ne peut douter qu'il ne se forme encore tous les jours de la mine de fer en grains dans la terre végétale, et des pyrites dans toutes les terres imprégnées d'acide, et que par conséquent les mines secondaires de fer ne puissent se reproduire plusieurs fois de la même manière qu'elles ont d'abord été produites, c'est-à-dire avec les mêmes molécules ferrugineuses provenant originairement des détriments des roches primordiales de fer, qui se sont mê-

de mines tapées, qui sont des mines de concrétions en masses et couches, et qui gisent souvent sous les mines en ocre ou en rouille, et qui, quoique en grands morceaux, sont ordinairement plus riches en métal ; la plupart sont spathiques ou mélangées de matières calcaires. (Note communiquée par M. de Grignon.)

lées dans toutes les matières brutes et dans tous les corps organisés, et qui ont successivement pris toutes les formes sous lesquelles nous venons de les présenter.

Ainsi ces différentes transformations du fer n'empêchent pas que ce métal ne soit un dans la nature, comme tous les autres métaux : ses mines, à la vérité, sont plus sujettes à varier que toutes les autres mines métalliques ; et comme elles sont en même temps les plus difficiles à traiter, et que les expériences, surtout en grand, sont longues et très-coûteuses, et que les procédés, ainsi que les résultats des routines ou méthodes ordinaires sont très-différents les uns des autres, bien des gens se sont persuadé que la nature, qui produit partout le même or, le même argent, le même cuivre, le même plomb, le même étain, s'était prêtée à une exception pour le fer, et qu'elle en avait formé des qualités différentes, non-seulement dans les divers pays, mais dans les mêmes lieux. Cependant cette idée n'est point du tout fondée ; l'expérience m'a démontré que l'essence du fer est toujours et partout la même, en sorte que l'on peut, avec les plus mauvaises mines, venir à bout de faire des fers d'aussi bonne qualité qu'avec les meilleures : il ne faut pour cela que purifier ces mines en les purgeant de la trop grande quantité des matières étrangères qui s'y trouvent ; le fer qu'on en tirera sera dès lors aussi bon qu'aucun autre.

Mais pour arriver à ce point de perfection, il faut un traitement différent, suivant la nature de la mine ; il faut l'essayer en petit, et la bien connaître avant d'en faire usage en grand ; et nous ne pouvons donner sur cela que des conseils généraux, qui trouveront néanmoins leur application particulière dans un très-grand nombre de cas. Toute roche primordiale de fer, ou mine en roche mélangée de matière vitreuse, doit être grillée pendant plusieurs jours, et ensuite concassée en très-petits morceaux avant d'être mise au fourneau ; sans cette première préparation, qui rend le minéral moins dur, on ne viendrait que très-difficilement à bout de le briser, et il refuserait même d'entrer en fusion au feu du fourneau, ou n'y entrerait qu'avec beaucoup plus de temps : il faut toujours y mêler une bonne quantité de castine ou matière calcaire. Le traitement de ces mines exige donc une plus grande dépense que celui des mines en grains, par la consommation plus grande des combustibles employés à leur réduction ; et à moins qu'elles ne soient, comme celles de Suède, très-riches en métal, ou que les combustibles ne soient à très-bas prix, le produit ne suffit pas pour payer les frais du travail.

Il n'en est pas de même des mines en concrétions et en masses spathiques ou mélangées de matières calcaires, il est rarement nécessaire de les griller (1) : on les casse aisément au sortir de leur minière, et elles se fondent avec une grande facilité et sans addition, sinon d'un peu de terre limoneuse ou d'autre matière vitrifiable lorsqu'elles se trouvent trop chargées de substance calcaire. Ces mines sont donc celles qui donnent le plus de produit relativement à la dépense.

(1) Il y a cependant, dans les Pyrénées et dans le Dauphiné, des mines spathiques où la matière calcaire est si intimement unie et en si grande quantité avec la substance ferrugineuse, qu'il est nécessaire de les griller afin de réduire en chaux cette matière calcaire que l'on en sépare ensuite par le lavage ; mais ces sortes de mines ne font qu'une légère exception à ce qui vient d'être dit.

Pour qu'on puisse se former quelque idée du gisement et de la qualité des mines primordiales ou roches de fer, nous croyons devoir rapporter ici les observations que M. Jars, de l'Académie des Sciences, a faites dans ses Voyages. « En Suède, dit-il, la mine de *Nordmarck*, à trois lieues au nord de *Philipstad*, est en filons perpendiculaires, dans une montagne peu élevée au milieu d'un très-large vallon; les filons suivent la direction de la montagne, qui est du nord au sud, et ils sont presque tous à très-peu près parallèles: ils ont en quelques endroits sept ou huit toises de largeur. Les montagnes de ce district, et même de toute cette province, sont de granite; mais les filons de mine de fer se trouvent aux environs, dans une espèce de terre bleuâtre et brunâtre: cette pierre est unie aux filons de fer comme le quartz l'est au plomb, au cuivre, etc. Lorsque le granite s'approche du filon, il le dérange et l'oblitére; ainsi les filons de fer ne se trouvent point dans les granites: le meilleur indice est le mica blanc et noir à grandes facettes; on est presque toujours sûr de trouver au-dessous du minéral riche. Il y a aussi de la pierre calcaire aux environs des granites: mais le fer ne s'y trouve qu'en rognons, et non pas en filons, ce qui prouve qu'il est de seconde formation dans ces pierres calcaires. Le minéral est attirable à l'aimant; il est très-dur, très-compacte et fort pesant: il donne plus de cinquante pour cent de bonne fonte. Ces mines sont en masses, et on les travaille comme nous exploitons nos carrières les plus dures, avec de la poudre.

» Les mines de Presberg, à deux lieues à l'orient de Philipstad, sont de même en filons et dans des rochers assez semblables à ceux de Nordmarek; ces filons sont quelquefois accompagnés de grenats, de schorl et d'une pierre micacée assez semblable à la craie de Briançon: ils sont situés dans une presque île environnée d'un très-grand lac; ils sont parallèles, et vont, comme la presque île, du nord au sud.

» On dédaigne d'exploiter les filons qui n'ont pas au moins une toise d'épaisseur; le minéral rend en général cinquante pour cent de fonte. Les filons sont presque perpendiculaires, et les différentes mines ont depuis douze jusqu'à quarante toises de profondeur.

» On fait griller le minéral avant de le jeter dans les hauts-fourneaux, qui ont environ vingt-cinq pieds de hauteur; on le fond à l'aide d'une castine calcaire.

» Les mines de Danemora, dans la province d'Upland, à une lieue d'Upsal, sont les meilleures de toute la Suède. Le minéral est communément uni avec une matière fusible (1), en sorte qu'il se fond seul et sans addition de matière calcaire. Ces mines de Danemora sont au bord d'un grand lac, les filons en sont presque perpendiculaires et parallèles dans une direction commune du nord-est au sud-ouest: quoique tous les rochers soient de granite, les filons de fer sont toujours, comme

(1) J'observerai que si cette mine est de première formation, la matière dont le minéral est mélangé, et qui lui est intimement unie, ne doit pas être calcaire, mais que ce pourrait être du feldspath ou du schorl, qui non-seulement sont très-fusibles par eux-mêmes, mais qui communiquent de la fusibilité aux substances dans lesquelles ils se trouvent incorporés.

ceux des mines précédentes, dans une pierre bleuâtre (1). Il y a actuellement dix mines en exploitation sur trois filons bien distincts : la plus profonde de ces mines est exploitée jusqu'à quatre-vingts toises de profondeur ; elle est, comme toutes les autres, fort incommodée par les eaux : on les exploite comme des carrières de pierres dures, en faisant au jour de très-grandes ouvertures. Le minéral est très-attirable à l'aimant ; on lui donne sur tous les autres la préférence pour être converti en acier : on y trouve quelquefois de l'asbeste. On exploite ces mines tant avec la poudre à canon qu'avec de grands feux de bois allumés, et l'on jette ce bois depuis le dessus de la grande ouverture. Après l'extraction de ces pierres de fer en quartiers plus ou moins gros, on en impose de deux pieds de hauteur sur une couche de bois de sapin de deux pieds d'épaisseur, et l'on couvre le minéral d'un pied et demi de poudre de charbon, et ensuite on met le feu au bois : le minéral, attendri par ce grillage, est broyé sous un marteau ou bocard, après quoi on le jette au fourneau seul et sans addition de castine. »

Dans plusieurs endroits, les mines de fer en roche sont assez magnétiques pour qu'on puisse les trouver à la boussole ; cet indice est l'un des plus certains pour distinguer les mines de première formation par le feu, de celles qui n'ont ensuite été formées que par l'intermède de l'eau : mais de quelque manière et par quelque agent qu'elles aient été travaillées, l'élément du fer est toujours le même, et l'on peut, en y mettant tous les soins nécessaires, faire du bon fer avec les plus mauvaises mines ; tout dépend du traitement de la mine et du régime du feu, tant au fourneau de fusion qu'à l'affinerie.

Comme l'on sait maintenant fabriquer le fer dans presque toutes les parties du monde, nous pouvons donner l'énumération des mines de fer qui se travaillent actuellement chez tous les peuples policés. On connaît en France celles d'Allevard en Dauphiné, qui sont en masses concrètes, et qui donnent de très-bon fer et d'assez bon acier par la fonte, que l'on appelle *acier de rive*. « J'ai vu, dit M. Grignon, environ vingt filons de mines spathiques dans les montagnes d'Allevard ; il y en a qui ont six pieds et plus de largeur sur une hauteur incommensurable : ils marchent régulièrement et sont presque tous perpendiculaires. On donne le nom de *maillat* à ceux des filons dont le minerai fond aisément et donne du fer doux, et l'on appelle *rive* les filons dont le minerai est bien moins fusible et produit du fer dur. C'est avec le mélange d'un tiers de *maillat* sur deux tiers de *rive*, qu'on fait fondre la mine de fer, dont on fait ensuite de bon acier connu sous le nom d'*acier de rive*. »

(1) M. Jars ne dit pas si cette pierre bleue est vitreuse ou calcaire ; sa couleur bleue provient certainement du fer qui fait partie de sa substance, et je présume que sa fusibilité peut provenir du feldspath et du schœel qui s'y trouvent mêlés, et qu'elle ne contient point de substance calcaire à laquelle on pourrait attribuer sa fusibilité ; ma présomption est fondée sur ce que cette mine descend jusqu'à quatre-vingts toises dans un terrain qui n'est environné que de granite, et où M. Jars ne dit pas avoir observé des bancs de pierre calcaire. Il me paraît donc que cette mine de Danemora est de première formation, comme celle de Presberg et de Nordmark, et que, quoiqu'elle soit plus fusible, elle ne contient que de la matière vitreuse, comme toutes les autres mines de fer primitives.

Les mines du Berri, de la Champagne, de la Bourgogne, de la Franche-Comté, du Nivernais, du Languedoc et de quelques autres provinces de France, sont, pour la plupart, en rouille et en grains, et fournissent la plus grande partie des fers qui se consomment dans le royaume. En général, on peut dire qu'il y a en France des mines de fer de presque toutes les sortes : celles qui sont en masses solides se trouvent non-seulement en Dauphiné, mais aussi dans le Roussillon, le comté de Foix, la Bretagne et la Lorraine; et celles qui sont en grains ou en rouille se présentent en grand nombre dans presque toutes les autres provinces de ce royaume.

L'Espagne a aussi ses mines de fer, dont quelques-unes sont en masses concrètes qui se sont formées de la dissolution et du détriment des masses primitives; d'autres qui fournissent beaucoup de vitriol ferrugineux, et qui paraissent être produites par l'intermède de l'eau chargée d'acide : il y en a d'autres en ocre et en grains dans plusieurs endroits de la Catalogne, de l'Aragon, etc.

En Italie, les mines de fer les plus célèbres sont celles de l'île d'Elbe; on en a fait récemment de longues descriptions, qui néanmoins sont assez peu exactes. Ces mines sont ouvertes depuis plusieurs siècles, et fournissent du fer à toutes les provinces méridionales de l'Italie.

Dans la Grande-Bretagne, il se trouve beaucoup de mines de fer; la disette de bois fait que depuis longtemps on se sert de charbon de terre pour les fondre : il faut que ce charbon soit épuré lorsqu'on veut s'en servir, surtout à l'affinerie; sans cette préparation, il rendrait le fer très-cassant. Les principales mines de fer de l'Ecosse sont près de la bourgade de Carron; celles de l'Angleterre se trouvent dans le duché de Cumberland et dans quelques autres provinces.

Dans le pays de Liège, les mines de fer sont presque toutes mêlées d'argile, et dans le comté de Namur elles sont au contraire mélangées de matière calcaire. La plupart des mines d'Alsace et de Suisse gisent aussi sur des pierres calcaires : toute la partie du mont Jura, qui commence aux confins du territoire de Schaffhouse et qui s'étend jusqu'au comté de Neuchatel, offre en plusieurs endroits des indices certains de mines de fer.

Toutes les provinces d'Allemagne ont de même leurs mines de fer, soit en roche, en grains, en ocre, en rouille, ou en concrétions : celles de Styrie et de Carinthie, dont nous avons parlé, sont les plus fameuses; mais il y en a aussi de très-riches dans le Tyrol, la Bohême, la Saxe, le comté de Nassau-Siegen, le pays d'Hanovre, etc.

M. Guettard fait mention des mines de fer de la Pologne, et il en a observé quelques-unes : elles sont pour la plupart en rouille, et se tirent presque toutes dans les marais ou dans les lieux bas; d'autres sont, dit-il, en petits morceaux ferrugineux, et celles qui se trouvent dans les collines sont aussi à peu près de la même nature.

Les pays du nord sont les plus abondants en mines de fer : les voyageurs assurent que la plus grande partie des terres de la Laponie sont ferrugineuses. On a trouvé des mines de fer en Islande et en Groenland.

En Moscovie, dans les Russies et en Sibérie, les mines de fer sont très-communes et font aujourd'hui l'objet d'un commerce important; car on en transporte le fer en grande quantité dans plusieurs provinces de l'Asie et de l'Europe, et même jusque dans nos ports de France.

En Asie, le fer n'est pas aussi commun dans les parties méridionales que dans les contrées septentrionales. Les voyageurs disent qu'il y a très-peu de mines de fer au Japon, et que ce métal y est presque aussi cher que le cuivre : cependant à la Chine le fer est à bien plus bas prix; ce qui prouve que les mines de ce dernier métal y sont en plus grande abondance.

On en trouve dans les contrées de l'Inde, à Siam, à Golconde et dans l'île de Ceylan. L'on connaît de même les fers de Perse, d'Arabie, et surtout les aciers fameux connus sous le nom de *damas*, que ces peuples savaient travailler avant même que nous eussions, en Europe, trouvé l'art de faire de bon acier.

En Afrique, les fers de Barbarie et ceux de Madagascar sont cités par les voyageurs; il se trouve aussi des mines de fer dans plusieurs autres contrées de cette partie du monde, à Bambouc, à Congo et jusque chez les Hottentots; mais tous ces peuples, à l'exception des Barbaresques, ne savent travailler le fer que très-grossièrement; et il n'y a ni forges, ni fourneaux considérables dans toute l'étendue de l'Afrique : du moins les relateurs ne font mention que des fourneaux nouvellement établis par le roi de Maroc, pour fondre des canons de cuivre et de fonte de fer.

Il y a peut-être autant de mines de fer dans le vaste continent de l'Amérique que dans les autres parties du monde; et il paraît qu'elles sont aussi plus abondantes dans les contrées du nord que dans celles du midi : nous avons même formé, dès le siècle précédent, des établissements considérables de fourneaux et de forges dans le Canada, où l'on fabriquait de très-bon fer. Il se trouve de même des mines de fer en Virginie, où les Anglais ont établi depuis peu des forges; et comme ces mines sont très-abondantes et se tirent aisément, et presque à la surface de la terre, dans toutes ces provinces qui sont actuellement sous leur domination, et que d'ailleurs le bois y est très-commun, ils peuvent fabriquer le fer à peu de frais; et ils ne désespèrent pas, dit-on, de fournir ce fer de l'Amérique au Portugal, à la Turquie, à l'Afrique, aux Indes orientales et à tous les pays où s'étend leur commerce. Suivant les voyageurs, on a aussi trouvé des mines de fer dans les climats plus méridionaux de ce nouveau continent, comme à Saint-Domingue, au Mexique, au Pérou, au Chili, à la Guyane et au Brésil; et cependant les Mexicains et les Péruviens, qui étaient les peuples les plus policés de ce continent, ne faisaient aucun usage du fer, quoiqu'ils eussent trouvé l'art de fondre les autres métaux; ce qui ne doit pas étonner puisque dans l'ancien continent il existait des peuples bien plus anciennement civilisés que ne pouvaient l'être les Américains, et que néanmoins il n'y a pas trois mille cinq cents ans que les Grecs ont, les premiers, trouvé les moyens de fondre la mine de fer, et de fabriquer ce métal dans l'île de Crète.

La matière du fer ne manque donc en aucun lieu du monde : mais l'art de le travailler est si difficile, qu'il n'est pas encore universellement répandu, parce qu'il ne peut être avantageusement pratiqué que chez les nations les plus polies, et où le gouvernement concourt à favoriser l'industrie ; car quoiqu'il soit physiquement très-possible de faire partout du fer de la meilleure qualité, comme je m'en suis assuré par ma propre expérience, il y a tant d'obstacles physiques et moraux qui s'opposent à cette perfection de l'art, que dans l'état présent des choses on ne peut guère l'espérer.

Pour en donner un exemple, supposons un homme qui, dans sa propre terre, ait des mines de fer et des charbons de terre, ou des bois en plus grande quantité que les habitants de son pays ne peuvent en consommer : il lui viendra tout naturellement dans l'esprit l'idée d'établir des forges pour consumer ses combustibles, et tirer avantage de ses mines. Cet établissement, qui exige toujours une grosse mise de fonds, et qui demande autant d'économie dans la dépense que d'intelligence dans les constructions, pourrait rapporter à ce propriétaire environ dix pour cent, si la manutention en était administrée par lui-même. La peine et les soins qu'exige la conduite d'une telle entreprise, à laquelle il faut se livrer tout entier et pour longtemps, le forceront bientôt à donner à ferme ses mines, ses bois et ses forges ; ce qu'il ne pourra faire qu'en cédant moitié du produit : l'intérêt de sa mise se réduira dès lors à cinq au lieu de dix pour cent. Mais le très-pesant impôt dont la fonte de fer est grevée au sortir du fourneau, diminue si considérablement le bénéfice, que souvent le propriétaire de la forge ne tire pas trois pour cent de sa mise ; à moins que des circonstances particulières et très-rares ne lui permettent de fabriquer ses fers à bon marché et de les vendre cher (1). Un autre obstacle moral tout aussi opposé, quoique indirectement, à la bonne fabrication de nos fers, c'est le peu de préférence qu'on donne aux bonnes manufactures, et le peu d'attention pour cette branche de commerce qui pourrait devenir l'une des plus importantes du royaume, et qui languit par la liberté de l'entrée des fers étrangers. Le mauvais fer se fait à bien meilleur compte que le bon, et cette différence est au moins du cinquième de son prix : nous ne ferons donc jamais que du fer d'une qualité médiocre, tant que le bon et le mauvais fer seront également grevés d'impôts, et que les étrangers nous apporteront, sans un impôt proportionnel, la quantité de bons fers dont on ne peut se passer pour certains ouvrages.

D'ailleurs les architectes et autres gens chargés de régler les mémoires des ouvriers qui emploient le fer dans les bâtiments et la construction des vaisseaux, ne

(1) J'ai établi dans ma terre de Buffon un haut-fourneau avec deux forges ; l'une a deux feux et deux marteaux, et l'autre a un feu et un marteau : j'y ai joint une fenderie, une double batterie, deux martinets, deux bocards, etc. Toutes ces constructions faites sur mon propre terrain et à mes frais, m'ont coûté plus de trois cent mille livres ; j'ai ensuite conduit pendant douze ans toute la manutention de ces usines : je n'ai jamais pu tirer les intérêts de ma mise au denier vingt ; et, après douze ans d'expérience, j'ai donné à ferme toutes ces usines pour six mille cinq cents livres : ainsi je n'ai pas deux et demi pour cent de mes fonds, tandis que l'impôt en produit à très-peu près autant et sans mise de fonds à la caisse du domaine. Je ne cite ces faits que pour mettre en garde contre des spéculations illusoires les gens qui pensent à faire de semblables établissements, et pour faire voir en même temps que le gouvernement, qui en tire le profit le plus net, leur doit protection.

font pas assez d'attention à la différente qualité des fers; ils ont un tarif général et commun sur lequel ils règlent indistinctement le prix du fer, en sorte que les ouvriers qui l'emploient pour leur compte dédaignent le bon, et ne prennent que le plus mauvais et le moins cher: à Paris surtout, cette inattention fait que dans les bâtimens on n'emploie que de mauvais fers; ce qui en cause ou précipite la ruine. On sentira toute l'étendue de ce préjudice, si l'on veut se rappeler ce que j'ai prouvé par des expériences (1); c'est qu'une barre de bon fer a non-seulement plus de durée pour un long avenir, mais encore quatre ou cinq fois plus de force et de résistance actuelle qu'une pareille barre de mauvais fer.

Je pourrais m'étendre bien davantage sur les obstacles qui, par des réglemens mal entendus, s'opposent à la perfection de l'art des forges en France: mais, dans l'histoire naturelle du fer, nous devons nous borner à le considérer dans ses rapports physiques, en exposant non-seulement les différentes formes sous lesquelles il nous est présenté par la nature, mais encore toutes les différentes manières de traiter les mines et les fontes de fer pour en obtenir du bon métal. Ce point de vue physique, aujourd'hui contrarié par les obstacles moraux dont nous venons de parler, est néanmoins la base réelle sur laquelle on doit se fonder pour la conduite des travaux de cet art, ou pour changer ou modifier les réglemens qui s'opposent à nos succès en ce genre.

Nous n'avons en France que peu de ces roches primordiales de fer, si communes dans les provinces du nord, et dans lesquelles l'élément du fer est toujours mêlé et intimement uni avec une matière vitreuse. La plupart de nos mines sont en petits grains ou en rouille, et elles se trouvent ordinairement à la profondeur de quelques pieds; elles sont souvent dilatées sur un assez grand espace de terrain, où elles ont été déposées par les anciennes alluvions des eaux avant qu'elles eussent abandonné la surface de nos continents. Si ces mines ne sont mêlées que de sables calcaires, un seul lavage ou deux suffiront pour les en séparer et les rendre propres à être mises au fourneau: la portion de sable calcaire que l'eau n'aura pas emportée servira de castine; il n'en faudra point ajouter, et la fusion de la mine sera facile et prompte: on observera seulement que quand la mine reste trop chargée de ce sable calcaire, et qu'on n'a pu l'en séparer assez en la lavant ou la criblant, il faut alors y ajouter au fourneau une petite quantité de terre limoneuse, qui, se convertissant en verre, fait fondre en même temps cette matière calcaire superflue, et ne laisse à la mine que la quantité nécessaire à sa fusion: ce qui fait la bonne qualité de la fonte.

Si ces mines en grains se trouvent au contraire mêlées d'argile fortement attachée à leurs grains, et qu'on a peine d'en séparer par le lavage, il faut le répéter plusieurs fois, et donner à cette mine au fourneau une assez grande quantité de castine: cette matière calcaire facilitera la fusion de la mine en s'emparant de l'argile qui enveloppe le grain, et qui se fondra par ce mélange. Il en sera de même si la mine

(1) Voyez, partie expérimentale, *Mémoire sur la ténacité du fer*, tome II, page 458.

se trouve mêlée de petits cailloux; la matière calcaire accélérera leur fusion : seulement on doit laver, cribler, et vanner ces mines, afin d'en séparer autant qu'il est possible, les petits cailloux qui souvent y sont en trop grande quantité.

J'ai suivi l'extraction et le traitement de ces trois sortes de mines : les deux premières étaient *en nappes*, c'est-à-dire dilatées dans une assez grande étendue de terrain; la dernière, mêlée de petits cailloux, était au contraire *en nids* ou en sacs, dans les fentes perpendiculaires des bancs de pierre calcaire. Sur une vingtaine de ces mines *ensachées* dans les rochers calcaires, j'ai constamment observé qu'elles n'étaient mêlées que de petits cailloux quartzeux, de calcédoines et de sables vitreux, mais point du tout de graviers ou de sables calcaires, quoique ces mines fussent environnées de tous côtés de bancs solides de pierres calcaires dont elles remplissaient les intervalles ou fentes perpendiculaires à d'assez grandes profondeurs, comme de cent, cent cinquante, et jusqu'à deux cents pieds : ces fentes, toujours plus larges vers la superficie du terrain, vont toutes en se rétrécissant à mesure qu'on descend, et se terminent par la réunion des rochers calcaires dont les bancs deviennent continus au-dessous. Ainsi, quand ce sac de mine était vidé, on pouvait examiner du haut en bas et de tous côtés les parois de la fente qui la contenait; elles étaient de pierre purement calcaire, sans aucun mélange de mine de fer ni de petits cailloux : les bancs étaient horizontaux, et l'on voyait évidemment que la fente perpendiculaire n'était qu'une disruption de ces bancs, produite par la retraite et le dessèchement de la matière molle dont ils étaient d'abord composés; car la suite de chaque banc se trouvait à la même hauteur de l'autre côté de la fente, et tous étaient de même parfaitement correspondants du haut jusqu'en bas de la fente.

J'ai de plus observé que toutes les parois de ces fentes étaient lisses et comme usées par le frottement des eaux, en sorte qu'on ne peut guère douter qu'après l'établissement de la matière des bancs calcaires par lits horizontaux, les fentes perpendiculaires ne se soient d'abord formées par la retraite de cette matière sur elle-même en se dureissant; après quoi ces mêmes fentes sont demeurées vides, et leur intérieur, d'abord battu par les eaux, n'a reçu que dans des temps postérieurs les mines de fer qui les remplissent.

Ces transports paraissent être les derniers ouvrages de la mer sur nos continents : elle a commencé par étendre les argiles et les sables vitreux sur la roche du globe et sur toutes les matières solides et vitrifiées par le feu primitif; les schistes se sont formés par le dessèchement des argiles, et les grès par la réunion des sables quartzeux; ensuite les poudres calcaires, produites par les débris des premiers coquillages, ont formé les bancs de pierre, qui sont presque toujours posés au-dessus des schistes et des argiles, et en même temps les détriments des végétaux descendus des parties les plus élevées du globe ont formé les veines de charbons et de bitumes; enfin les derniers mouvements de la mer, peu de temps avant d'abandonner la surface de nos collines, ont amené dans les fentes perpendiculaires des bancs calcaires, ces mines de fer en grains qu'elle a lavés et séparés

de la terre végétale, où ils s'étaient formés, comme nous l'avons expliqué (1).

Nous observerons encore que ces mines qui se trouvent *ensachées* dans les rochers calcaires, sont communément en grains plus gros que celles qui sont dilatées par couche sur une étendue de terrain (2) : elles n'ont de plus aucune suite, aucune autre correspondance entre elles que la direction de ces mêmes fentes, qui, dans les masses calcaires, ne suivent pas la direction générale de la colline du moins aussi régulièrement que dans les montagnes vitreuses ; en sorte que, quand on a épuisé un de ces sacs de mine, l'on n'a souvent nul indice pour en trouver un autre. La boussole ne peut servir ici ; car ces mines en grains ne font aucun effet sur l'aiguille aimantée, et la direction de la fente n'est qu'un guide incertain : car dans la même colline, on trouve des fentes dont la plus grande dimension horizontale s'étend dans des directions très-différentes et quelquefois opposées ; ce qui rend la recherche de ces mines très-équivoque et leur produit si peu assuré, si contingent, qu'il serait fort imprudent d'établir un fourneau dans un lieu où l'on n'aurait que de ces mines en sacs, parce que ces sacs étant une fois épuisés, on ne serait nullement assuré d'en trouver d'autres : les plus considérables de ceux dont j'ai fait l'extraction ne contenaient que deux ou trois mille muids de mine, quantité qui suffit à peine à la consommation du fourneau pendant huit ou dix mois. Plusieurs de ces sacs ne contenaient que quatre ou cinq cents muids, et l'on est toujours dans la crainte de n'en pas trouver d'autres après les avoir épuisés ; il faut donc s'assurer s'il n'y a pas à proximité, c'est-à-dire à deux ou trois lieues de distance du lieu où l'on veut établir un fourneau, d'autres mines en couches assez étendues pour pouvoir être moralement sûr qu'une extraction continuée pendant un siècle ne les épuisera pas : sans cette prévoyance, la matière métallique venant à manquer, tout le travail cesserait au bout d'un temps, la forge périrait faute d'aliment, et l'on serait obligé de détruire tout ce que l'on aurait édifié.

Au reste, quoique le fer se reproduise en grains sous nos yeux dans la terre végétale, c'est en trop petite quantité pour que nous puissions en faire usage ; car toutes les minières dont nous faisons l'extraction ont été amenées, lavées et déposées par les eaux de la mer lorsqu'elle couvrait encore nos continents. Quelque grande que soit la consommation qu'on a faite et qu'on fait tous les jours de ces mines, il paraît néanmoins que ces anciens dépôts ne sont pas, à beaucoup près, épuisés, et que nous en avons en France pour un grand nombre de siècles, quand même la consommation doublerait par les encouragements qu'on devrait donner à nos fabrications de fer : ce sera plutôt la matière combustible qui manquera, si l'on ne donne pas un peu plus d'attention à l'épargne des bois, en favorisant l'exploitation des mines de charbon de terre.

Presque toutes nos forges et fourneaux ne sont entretenus que par du charbon

(1) Voyez l'article qui a pour titre *de la Terre végétale*.

(2) Ce n'est qu'en quelques endroits que l'on trouve de ces mines dilatées en gros grains sur une grande étendue de terrain. M. de Grignon en a reconnu quelques-unes de telles en Franche-Comté.

de bois (1); et comme il faut dix-huit à vingt ans d'âge au bois pour être converti en bon charbon, on doit compter qu'avec deux cent cinquante arpents de bois bien économisés l'on peut faire annuellement six cents ou six cent cinquante milliers de fer : il faut donc, pour l'entretien d'un pareil établissement, qu'il y ait au moins dix-huit fois deux cent cinquante ou quatre mille cinq cents arpents à portée, c'est-à-dire à deux ou trois lieues de distance, indépendamment d'une quantité égale ou plus grande pour la consommation du pays. Dans toute autre position, l'on ne pourra faire que trois ou quatre cents milliers de fer par la rareté des bois; et toute forge qui ne produirait pas trois cents milliers de fer par an, ne vaudrait pas la peine d'être établie ni maintenue : or c'est le cas d'un grand nombre de ces établissements faits dans le temps où le bois était plus commun, où on ne le tirait pas par le flottage des provinces éloignées de Paris, où enfin la population étant moins grande, la consommation du bois, comme de toutes les autres denrées, était moindre, mais maintenant que toutes ces causes, et notre plus grand luxe, ont concouru à la disette du bois, on sera forcé de s'attacher à la recherche de ces anciennes forêts enfouies dans le sein de la terre, et qui, sous une forme de matière minérale, ont retenu tous les principes de la combustibilité des végétaux, et peuvent les suppléer non-seulement pour l'entretien des feux et des fourneaux nécessaires aux arts, mais encore pour l'usage des cheminées et des poêles de nos maisons, pourvu qu'on donne à ce charbon minéral les préparations convenables.

Les mines en rouille ou en ocre, celles en grains, et les mines spathiques ou en concrétions, sont les seules qu'on puisse encore traiter avantageusement dans la plupart de nos provinces de France, où le bois n'est pas fort abondant; car quand même on y découvrirait des mines de fer primitif, c'est-à-dire de ces roches primordiales, telles que celles des contrées du nord, dans lesquelles la substance ferrugineuse est intimement mêlée avec la matière vitreuse, cette découverte nous serait peu utile, attendu que le traitement de ces mines exige près du double de consommation de matière combustible, puisqu'on est obligé de les faire griller au feu pendant quinze jours ou trois semaines, avant de pouvoir les concasser et les jeter au fourneau; d'ailleurs ces mines en roche, qui sont en masses très-dures, et qu'il faut souvent tirer d'une grande profondeur, ne peuvent être exploitées qu'avec de la poudre et de grands feux, qui les ramollissent ou les font éclater : nous aurions donc un grand avantage sur nos concurrents étrangers, si nous avions autant de matières combustibles; car avec la même quantité nous ferions le double de ce qu'ils peuvent faire, puisque l'opération du grillage consomme presque

(1) Les charbons de chêne, charme, hêtre et autres bois durs, sont meilleurs pour le fourneau de fusion; et ceux de tremble, bouleau et autres bois mous, sont préférables pour l'affinerie; mais il faut laisser reposer pendant quelques mois les charbons de bois durs. Le charbon de chêne employé à l'affinerie rend le fer cassant; mais au fourneau de fusion, c'est de tous les charbons celui qui porte le plus de mine : ensuite c'est le charbon de hêtre, celui de sapin et celui de châtaignier, qui de tous en porte le moins, et doit être réservé, avec les bois blancs, pour l'affinerie. On doit tenir sèchement et à couvert tous les charbons; ceux de bois blancs surtout s'altèrent à l'air et à la pluie dans très-peu de temps; le charbon des jeunes chênes, depuis dix-huit jusqu'à trente ans d'âge, est celui qui brûle avec le plus d'ardeur.

autant de combustible que celle de la fusion ; et, comme je l'ai souvent dit, il ne tient qu'à nous d'avoir d'aussi bon fer que celui de Suède, dès qu'on ne sera pas forcé, comme on l'est aujourd'hui, de trop épargner le bois, ou que nous pourrions y suppléer par l'usage du charbon de terre épuré.

La bonne qualité du fer provient principalement du traitement de la mine avant et après sa mise au fourneau. Si l'on obtient une très-bonne fonte, on sera déjà bien avancé pour faire d'excellent fer. Je vais indiquer le plus sommairement qu'il me sera possible les moyens d'y parvenir, et par lesquels j'y suis parvenu moi-même, quoique je n'eusse sous ma main que des mines d'une très-médiocre qualité.

Il faut s'attacher, dans l'extraction des mines en grains, aux endroits où elles sont les plus pures ; si elles ne sont mêlées que d'un quart ou d'un tiers de matière étrangère, on doit encore les regarder comme bonnes ; mais si ce mélange hétérogène est de deux tiers ou de trois quarts, il ne sera guère possible de les traiter avantageusement, et l'on fera mieux de les négliger et de chercher ailleurs ; car il arrive toujours que dans la même minière, dilatée sur une étendue de quelques lieues de terrain, il se trouve des endroits où la mine est beaucoup plus pure que dans d'autres, et, de plus, la portion inférieure de la minière est communément la meilleure ; au contraire, dans les minières qui sont en sacs perpendiculaires, la partie supérieure est toujours la plus pure, et on trouve la mine plus mélangée à mesure que l'on descend. Il faut donc choisir et dans les unes et dans les autres ce qu'elles auront de mieux, et abandonner le reste si l'on peut s'en passer.

Cette mine, extraite avec choix, sera conduite au lavoir pour en séparer toutes les matières terreuses que l'eau peut délayer, et qui entraînera aussi la plus grande partie des sables plus menus ou plus légers que les grains de la mine ; seulement il faut être attentif à ne pas continuer le lavage dès qu'on s'aperçoit qu'il passe beaucoup de mine avec le sable (1), ou bien il faut recevoir ce sable mêlé de mine dans un dépôt d'où l'on puisse ensuite le tirer pour le cribler ou le vaner, afin de rendre la mine assez nette pour pouvoir la mêler avec l'autre. On doit de même cribler toute mine lavée qui reste encore chargée d'une trop grande quantité de sable ou de petits cailloux. En général, plus on épurera la mine par les lotions ou par le crible, et moins on consommera de combustible pour la fondre, et l'on sera plus que dédommagé de la dépense qu'on aura faite pour cette préparation de la mine par son produit au fourneau (2).

(1) Ce serait entrer dans un trop grand détail que de donner ici les proportions et les formes des différents lavoirs qu'on a imaginés pour nettoyer les mines de fer en grains, et les purger des matières étrangères qui quelquefois sont tellement unies aux grains, qu'on a grande peine à les en détacher. Le lavoir foncé de fer et percé de petits trous, inventé par M. Robert, sera très-utile pour les mines ainsi mêlées de terre grasse et attachante ; mais pour toutes les autres mines qui ne sont mêlées que de sable calcaire ou de petits cailloux vitreux, les lavoirs les plus simples suffisent, et même doivent être préférés.

(2) Les cribles cylindriques, longs de quatre à cinq pieds sur dix-huit ou vingt pouces de diamètre, montés en fil de fer sur un axe à rayons, sont les plus expéditifs et les meilleurs ; j'en ai fait construire plusieurs, et je m'en suis servi avec avantage : un enfant de dix ans suffit pour tourner ce crible, dans lequel le minéral coule par une trémie ; le sablon le plus fin tombe au-dessous de la tête du crible, les grains de mine tombent dans le milieu, et

La mine épurée à ce point peut être confiée au fourneau avec certitude d'un bon produit en quantité et en qualité; une livre et demie de charbon de bois suffira pour produire une livre de fonte, tandis qu'il faut une livre trois quarts, et quelquefois jusqu'à deux livres de charbon, lorsque la mine est restée trop impure; si elle n'est mêlée que de petits cailloux ou de sables vitreux, on fera bien d'y ajouter une certaine quantité de matière calcaire, comme d'un sixième ou d'un huitième par chaque charge, pour en faciliter la fusion; si au contraire elle est trop mêlée de matière calcaire, on ajoutera une petite quantité, comme d'un quinzième ou d'un vingtième, de terre limoneuse, ce qui suffira pour en accélérer la fusion.

Il y a beaucoup de forges où l'on est dans l'usage de mêler les mines de différentes qualités avant de les jeter au fourneau; cependant on doit observer que cette pratique ne peut être utile que dans des cas particuliers; il ne faut jamais mélanger une mine très-fusible avec une mine réfractaire, non plus qu'une mine en gros morceaux avec une mine en très-petits grains, parce que l'une se fondant en moins de temps que l'autre, il arrive qu'au moment de la coulée la mine réfractaire ou celle qui est en gros morceaux n'est qu'à demi fondue, ce qui donne une mauvaise fonte dont les parties sont mal liées; il vaut donc mieux fondre seules les mines de quelque nature qu'elles soient, que de les mêler avec d'autres qui seraient de qualités très-différentes. Mais comme les mines en grains sont à peu près de la même nature, la plus ou moins grande fusibilité de ces mines ne vient pas de la différente qualité des grains, et ne provient que de la nature des terres et des sables qui y sont mêlés. Si ce sable est calcaire, la fonte sera facile; s'il est vitreux ou argileux, elle sera plus difficile; on doit corriger l'un par l'autre lorsque l'on veut mélanger ces mines au fourneau; quelques essais suffisent pour reconnaître la quantité qu'il faut ajouter de l'une pour rendre l'autre plus fusible. En général, le mélange de la matière calcaire à la matière vitreuse les rend bien plus fusibles qu'elles ne le seraient séparément.

Dans les mines en roche ou en masse, ces essais sont plus faciles; il ne s'agit que de trouver celles qui peuvent servir de fondant aux autres. Il faut briser cette mine massive en morceaux d'autant plus petits qu'elle est plus réfractaire. Au reste, les mines de fer qui contiennent du cuivre doivent être rejetées, car elles ne donneraient que du fer très-cassant.

La conduite du fourneau demande tout autant et peut-être plus d'attention que la préparation de la mine. Après avoir laissé le fourneau s'échauffer lentement pendant trois ou quatre jours, en imposant successivement sur le charbon une petite quantité de mine (environ cent livres pesant), on met en jeu les soufflets en ne leur donnant d'abord qu'un mouvement assez lent (de quatre ou cinq coulées par minute); on commence alors à augmenter la quantité de la mine, et l'on en met, pendant les deux premiers jours, deux ou trois mesures (d'environ soixante livres

es plus gros sables et petits cailloux vont au delà par l'effet de la force centrifuge: c'est, de tous les moyens, le plus sûr pour rendre la mine aussi nette qu'il est possible.

chaéune) sur six mesures de charbon (d'environ quarante livres pesant), à chaque charge que l'on impose au fourneau ; ce qui ne se fait que quand les charbons enflammés dont il est plein ont baissé d'environ trois pieds et demi. Cette quantité de charbon qu'on impose à chaque charge étant toujours la même, on augmentera graduellement celle de la mine d'une demi-mesure le troisième jour, et d'autant chaque jour suivant ; en sorte qu'au bout de huit ou neuf jours on imposera la charge complète de six mesures de mine sur six mesures de charbon ; mais il vaut mieux, dans le commencement, se tenir au-dessous de cette proportion que de se mettre au-dessus.

On doit avoir l'attention d'accélérer la vitesse des soufflets en même proportion à peu près qu'on augmente la quantité de mine, et l'on pourra porter cette vitesse jusqu'à dix coups par minute, en leur supposant trente pouces de coulée, et jusqu'à douze coups si la coulée n'est que de vingt-quatre ou vingt-cinq pouces. Le régime du feu dépend de la conduite du vent, et de tous deux dépendent la célérité du travail et la fusion plus ou moins parfaite de la mine ; aussi dans un fourneau bien construit tout doit-il être en juste proportion ; la grandeur des soufflets, la largeur de l'orifice de leurs *buses*, doivent être réglées sur la capacité du fourneau ; une trop petite quantité d'air ferait languir le feu, une trop grande le rendrait trop vif et dévorant ; la fusion de la mine ne se ferait, dans le premier cas, que très-lentement et imparfaitement, et dans le second, la mine n'aurait pas le temps de se liquéfier ; elle brûlerait en partie au lieu de se fondre en entier.

On jugera du résultat de tous ces effets combinés par la qualité de la *matte* ou fonte de fer que l'on obtiendra. On peut couler toutes les neuf à dix heures, mais on fera mieux de mettre deux ou trois heures de plus entre chaque coulée : la mine en fusion tombe comme une pluie de feu dans le creuset, où elle se tient en bain et se purifie d'autant plus qu'elle y séjourne plus de temps ; les scories vitrifiées des matières étrangères dont elle était mêlée surnagent le métal fondu et le défendent en même temps de la trop vive action du feu, qui ne manquerait pas d'en calciner la surface. Mais comme la quantité de ces scories est toujours très-considérable, et que leur volume boursoufflé s'élèverait à trop de hauteur dans le creuset, on a soin de laisser couler et même de tirer cette matière superflue, qui n'est que du verre impur auquel on a donné le nom de *laitier*, et qui ne contient aucune partie de métal lorsque la fusion de la mine se fait bien ; on peut en juger par la nature même de ce laitier, car s'il est fort rouge, s'il coule difficilement, s'il est *poisseux* ou mêlé de mine mal fondue, il indiquera le mauvais travail du fourneau : il faut que ce laitier soit coulant et d'un rouge léger en sortant du fourneau ; ce rouge que le feu lui donne s'évanouit au moment qu'il se refroidit, et il prend différentes couleurs, suivant les matières étrangères qui dominaient dans le mélange de la mine.

On pourra donc toutes les douze heures obtenir une gueuse ou lingot d'environ deux milliers ; et si la fonte est bien liquide et d'une belle couleur de feu sans être trop étincelante, on peut bien augurer de sa qualité ; mais on en jugera mieux en l'examinant après l'avoir couverte de poussière de charbon et l'avoir laissé refroidi-

dir au moule pendant six ou sept heures ; si le lingot est très-sonore, s'il se casse aisément sous la masse, si la matière en est blanche et composée de lames brillantes et de gros grains à facettes, on prononcera sans hésiter que cette fonte est de mauvaise ou du moins de très-médiocre qualité, et que, pour la convertir en bon fer, le travail ordinaire de l'affinerie ne serait pas suffisant. Il faudra donc tâcher de corriger d'avance cette mauvaise qualité de la fonte par le traitement au fourneau ; pour cela, on diminuera d'un huitième ou même d'un sixième la quantité de mine que l'on impose à chaque charge sur la même quantité de charbon, ce qui seul suffira pour changer la qualité de la fonte ; car alors on obtiendra des lingots moins sonores, dont la matière, au lieu d'être blanche et à gros grains, sera grise et à petits grains serrés : et si l'on compare la pesanteur spécifique de ces deux fontes, celle-ci pèsera plus de cinq cents livres le pied cube, tandis que la première n'en pèsera guère que quatre cent soixante-dix ou quatre cent soixante-quinze : et cette fonte grise à grains serrés donnera de bon fer au travail ordinaire de l'affinerie, où elle demandera seulement un peu plus de temps et de feu pour se liquéfier.

Il en coûte donc plus au fourneau et plus à l'affinerie pour obtenir de bon fer que pour en faire de mauvais, et j'estime qu'avec la même mine la différence peut aller à un quart en sus. Si la fabrication du mauvais fer coûte cent livres par millier, celle du bon fer coûtera cent vingt-cinq livres ; et malheureusement dans le commerce on ne paie guère que dix livres de plus le bon fer, et souvent même on le néglige pour n'acheter que le mauvais. Cette différence serait encore plus grande si l'on ne regagnait pas quelque chose dans la conversion de la bonne fonte en fer ; il n'en faut qu'environ quatorze cents pesant, tandis qu'il faut au moins quinze et souvent seize cents d'une mauvaise fonte pour faire un millier de fer. Tout le monde pourrait donc faire de bonne fonte et fabriquer de bon fer ; mais l'impôt dont il est grevé force la plupart de nos maîtres de forges à négliger leur art et à ne rechercher que ce qui peut diminuer la dépense et augmenter la quantité, ce qui ne peut se faire qu'en altérant la qualité. Quelques-uns d'entre eux, pour épargner la mine, s'étaient avisés de faire broyer les crasses ou scories qui sortent du foyer de l'affinerie, et qui contiennent une certaine quantité de fer intimement mêlé avec des matières vitrifiées ; par cette addition ils trouvèrent d'abord un bénéfice considérable en apparence ; le fourneau rendait beaucoup plus de fonte, mais elle était si mauvaise qu'elle perdait à l'affinerie ce qu'elle avait gagné au fourneau, et qu'après cette perte, qui compensait le bénéfice ou plutôt le réduisait à rien, il y avait encore tout à perdre sur la qualité du fer, qui participait de tous les vices de cette mauvaise fonte ; ce fer était si tendreux, si cassant, qu'il ne pouvait être admis dans le commerce.

Au reste, le produit en fer que peut donner la fonte dépend aussi beaucoup de la manière de la traiter au feu de l'affinerie. « J'ai vu, dit M. de Grignon, dans des forges du bas Limousin, faire avec la même fonte deux sortes de fer : le premier, doux, d'excellente qualité et fort supérieur à celui du Berri ; on y emploie quatorze

cents livres de fonte : le second est une combinaison de fer et d'acier pour les outils *aratoires*, et l'on n'emploie que douze cents livres de fonte pour obtenir un millier de fer ; mais on consomme un sixième de plus de charbon que pour le premier. Cette différence ne provient que de la manière de poser la tuyère, et de préserver le fer du contact immédiat du vent. » Je pense qu'en effet, si l'on pouvait, en affinant la fonte, la tenir toujours hors de la ligne du vent, et environnée de manière qu'elle ne fût point exposée à l'action de l'air, il s'en brûlerait beaucoup moins, et qu'avec douze cents ou tout au plus treize cents livres de fonte, on obtiendrait un millier de fer.

La mine la plus pure, celle même dont on a tiré les grains un à un, est souvent intimement mêlée de particules d'autres métaux ou demi-métaux, et particulièrement de cuivre et de zinc. Ce premier métal, qui est fixe, reste dans la fonte ; et le zinc, qui est volatil, se sublime ou se brûle.

La fonte blanche, sonore et cassante, que je réproûve pour la fabrique du bon fer, n'est guère plus propre à être moulée ; elle se hourse au lieu de se condenser par la retraite, et se casse au moindre choc : mais la fonte blanchâtre et qui commence à tirer au gris, quoique très-dure et encore assez aigre, est très-propre à faire des colliers d'arbres de roues, des enclumes et d'autres grosses masses qui doivent résister au frottement ou à la percussion. On en fait aussi des boulets et des bombes : elle se moule aisément et ne prend que peu de retraite dans le moule. On peut d'ailleurs se procurer à moindres frais cette espèce de fonte au moyen de simples fourneaux à réverbère (1), sans soufflets, et dans lesquels on emploie le charbon de terre plus ou moins épuré. Comme ce combustible donne une chaleur beaucoup plus forte que celle du charbon de bois, la mine se fond et coule dans ces fourneaux aussi promptement et en plus grande quantité que dans nos hauts-fourneaux, et on a l'avantage de pouvoir placer ces fourneaux partout, au lieu qu'on ne peut établir que sur des courants d'eau nos grands fourneaux à soufflets : mais cette fonte faite au charbon de terre dans ces fourneaux de réverbère, ne donne pas de bon fer, et les Anglais, tout industrieux qu'ils sont, n'ont pu jusqu'ici parvenir à fabriquer des fers de qualité même médiocre avec ces fontes, qui vraisemblablement ne s'épurent pas assez dans ces fourneaux ; et cependant j'ai vu et éprouvé moi-même qu'il était possible, quoique assez difficile, de faire de bon fer avec de la fonte fondue au charbon de terre dans nos hauts-fourneaux à soufflets, parce qu'elle s'y épure davantage que dans ceux de réverbère.

Cette fonte faite dans des fourneaux de réverbère peut utilement être employée

(1) C'est la pratique commune en plusieurs provinces de la Grande-Bretagne, où l'on fond et coule de cette manière les plus belles fontes moulées, et des masses de plusieurs milliers en gros cylindres et autres formes. Nous pourrions de même faire usage de ces fourneaux dans les lieux où le charbon de terre est à portée. M. le marquis de Luchet m'a écrit qu'il avait fait essai de cette méthode dans les provinces du comté de Nassau. J'ai mis, dit-il, dans un fourneau construit selon la méthode anglaise, cinq quintaux de mine de fer, et au bout de huit heures la mine était fondue. » Je suis convaincu de la vérité de ce fait, que M. de Luchet opposait à un fait également vrai, et que j'ai rapporté, c'est que la mine de fer ne se fond point dans nos fourneaux à réverbère, même les plus puissants, tels que ceux de nos verreries et glaceries ; la différence vient de ce qu'on la chauffe avec du bois, dont la chaleur n'est pas, à beaucoup près, aussi forte que celle du charbon de terre.

aux ouvrages moulés : mais comme elle n'est pas assez épurée, on ne doit pas s'en servir pour les canons d'artillerie; il faut, au contraire, la fonte la plus pure, et j'ai dit ailleurs (1) qu'avec des précautions et une bonne conduite au fourneau, on pouvait épurer la fonte au point que les pièces de canon, au lieu de crever en éclats meurtriers, ne feraient que se fendre par l'effet d'une forte charge, et dès lors résisteraient sans peine et sans altération à la force de la poudre aux charges ordinaires.

Cet objet, étant de grande importance, mérite une attention particulière. Il faut d'abord bannir le préjugé où l'on était, qu'il n'est pas possible de tenir la fonte de fer en fusion pendant plus de quinze ou vingt heures; qu'en la gardant plus longtemps elle se brûle; qu'elle peut aussi faire explosion; qu'on ne peut donner au creuset du fourneau une assez grande capacité pour contenir dix ou douze milliers de fonte; que ces trop grandes dimensions du creuset et de la cuve du fourneau en altéreraient ou même en empêcheraient le travail, etc.; toutes ces idées, quoique très-peu fondées, et pour la plupart fausses, ont été adoptées : on a cru qu'il fallait deux et même trois hauts-fourneaux pour pouvoir couler une pièce de trente-six et même de vingt-quatre, afin de partager en deux ou même en trois creusets la quantité de fonte nécessaire, et de ne la tenir en fusion que dix-huit ou vingt heures. Mais, indépendamment des mauvais effets de cette méthode dispendieuse et mal conçue, je puis assurer que j'ai tenu pendant quarante-huit heures sept milliers de fonte en fusion dans mon fourneau, sans qu'il soit arrivé le moindre inconvénient, sans qu'elle ait bouillonné plus qu'à l'ordinaire, sans qu'elle se soit brûlée, etc. (2), et que j'ai vu clairement que si la capacité du creu-

(1) Voyez le dixième mémoire, tome II de cette édition.

(2) Ayant fait part de mes observations à M. le vicomte de Morogues, et lui ayant demandé le résultat des expériences faites à la fonderie de Ruelle en Angoumois, voici l'extrait des réponses qu'il eut la bonté de me faire :

On a fondu à Ruelle des canons de vingt-quatre à un seul fourneau; le creuset devait contenir sept mille cinq cents ou huit mille de matière : la fusion de la fonte ne peut pas être égale dans deux fourneaux différents, et c'est ce qui doit déterminer à ne couler qu'à un seul fourneau.

» On emploie environ quarante-huit heures pour la fusion de sept mille cinq cents ou huit mille de matière pour un canon de vingt-quatre, et l'on emploie vingt-trois à vingt-quatre heures pour la fusion de trois mille cinq cents pour un canon de huit : ainsi la fonte du gros canon ayant été le double du temps dans le creuset, il est évident qu'elle a dû se purifier davantage.

» Il n'est pas à craindre que la fonte se brûle lorsqu'elle est une fois en bain dans le creuset. A la vérité, lorsqu'il y a trop de charbon, et par conséquent trop peu de feu et trop peu de mine dans le fourneau, elle se brûle en partie au lieu de fondre en entier; la fonte qui en résulte est brune, et bourrue, et n'a pas la consistance ni la pureté d'une bonne fonte : seulement il faut avoir attention que la fonte dans le bain soit toujours couverte d'une certaine quantité de laitier. Cette fonte bourrue dont nous venons de parler, est douce et se forme aisément; mais, comme elle a peu de densité et par conséquent de résistance, elle n'est pas bonne pour les canons.

» La fonte grise à petits grains doit être préférée à la fonte trop brune qui est trop tendre, et à la fonte blanche à gros grains qui est trop dure et trop impure.

» Il faut laisser le canon refroidir lentement dans son moule, pour éviter la sorte de trempe qui ne peut que donner de l'aigreur à la matière du canon : bien des gens croient néanmoins que cette surface extérieure qui est la plus dure, donne beaucoup de force au canon.

» Il n'y a pas longtemps que l'on tourne les pièces de canon, et qu'on les coule pleines pour les forer ensuite. L'avantage, en les coulant pleines, est d'éviter les chambres qui se forment dans tous les canons coulés à noyau. L'avantage de les tourner consiste en ce qu'elles seront parfaitement concentrées et d'une épaisseur égale dans

set, qui s'était fort augmentée par un feu de six mois, eût été plus grande, j'aurais pu y amasser encore autant de milliers de matière en fusion, qui n'aurait rien souffert en la laissant toujours surmontée du laitier nécessaire pour la défendre de la trop grande action du feu et du contact de l'air : cette fonte, au contraire, tenue pendant quarante-huit heures dans le creuset, n'en était que meilleure et plus épurée; elle pesait cinq cent douze livres le pied cube, tandis que les fontes grises ordinaires qu'on travaillait alors à mes forges, ne pesaient que quatre cent quatre-vingt-quinze livres, et que les fontes blanches ne pesaient que quatre cent soixante-douze livres le pied cube (1). Il peut donc y avoir une différence de plus de trente-cinq livres par pied cube, c'est-à-dire d'un douzième environ, sur la pesanteur spécifique de la fonte de fer; et comme sa résistance est tout au moins proportionnelle à sa densité, il s'ensuit que les pièces de canon de cette fonte dense résisteront à la charge de douze livres de poudre, tandis que celles de fonte blanche et légère éclateront par l'effort d'une charge de dix à onze livres. Il en est de même de la pureté de la fonte : elle est, comme sa résistance, plus que proportionnelle à sa densité; car, ayant comparé le produit en fer de ces fontes, j'ai vu qu'il fallait quinze cent cinquante des premières, et seulement treize cent vingt de la fonte épurée qui pesait cinq cent douze livres le pied cube, pour faire un millier de fer.

Quelque grande que soit cette différence, je suis persuadé qu'elle pourrait l'être encore plus, et qu'avec un fourneau construit exprès pour couler du gros canon, dans lequel on ne verserait que de la mine bien préparée, et à laquelle on donnerait en effet quarante-huit heures de séjour dans le creuset avec un feu toujours égal, on obtiendrait de la fonte encore plus dense, plus résistante, et qu'on pourrait parvenir au point de la rendre assez métallique pour que les pièces, au lieu de

toutes les parties correspondantes : le seul inconvénient du tour est que les pièces sont plus sujettes à la rouille que celles dont on n'a pas entamé la surface.

La plus grande difficulté est d'empêcher le canon de s'arquer dans le moule; or le tour remédie à ce défaut et à tous ceux qui proviennent des petites imperfections du moule.

La première couche qui se durcit dans la fonte d'un canon est la plus extérieure; l'humidité et la fraîcheur du moule lui donnent une trempe qui pénètre à une ligne ou une ligne et demie dans les pièces de gros calibre, et davantage dans ceux de petit calibre, parce que leur surface est proportionnellement plus grande relativement à leur masse; or cette enveloppe trempée est plus cassante; quoique plus dure que le reste de la matière, elle ne lui est pas aussi bien intimement unie, et semble faire un cercle concentrique assez distinct du reste de la pièce; elle ne doit donc pas augmenter la résistance de la pièce. Mais si l'on craint encore de diminuer la résistance du canon en enlevant l'écorce par le tour, il n'y aura qu'à compenser cette diminution en donnant deux ou trois lignes de plus d'épaisseur au canon.

On a observé que la matière est meilleure dans la culasse des pièces que dans les volées, et cette matière de la culasse est celle qui a coulé la première et qui est sortie du fond du creuset, et qui, par conséquent, a été tenue le plus longtemps en fusion; au contraire, la *masselotte* du canon, qui est la matière qui coule la dernière, est d'une mauvaise qualité, et remplie de scories.

On doit observer que si l'on veut fondre du canon de vingt-quatre à un seul fourneau, il serait mieux de commencer par ne donner au creuset que les dimensions nécessaires pour couler du dix-huit, et laisser agrandir le creuset par l'action du feu avant de couler du vingt-quatre; et par la même raison on fera l'ouvrage pour couler du vingt-quatre, qu'on laissera ensuite agrandir pour couler du trente-six.

(1) J'ai fait ces épreuves à une très-bonne et grande balance hydrostatique sur des morceaux cubiques de fonte de quatre pouces, c'est-à-dire de soixante-quatre pouces cubes, tous également tirés du milieu des gueuses, et ensuite ajustés par la lime à ces dimensions. M. Brisson, dans sa table des pesanteurs spécifiques, donne cinq cent quatre livres sept onces six gros de poids à un pied cube de fonte, cinq cent quarante-cinq livres deux onces quatre gros au fer forgé, et cinq cent quarante-sept livres quatre onces à l'acier.

crever en éclats, ne fissent que se fendre, comme les canons de bronze, par une trop forte charge.

Car la fonte n'est dans le vrai qu'une *matte* de fer plus ou moins mélangée de matières vitreuses : il ne s'agirait donc que de purger cette *matte* de toutes les parties hétérogènes, et l'on aurait du fer pur ; mais comme cette séparation des parties hétérogènes ne peut se faire complètement par le feu du fourneau, et qu'elle exige de plus le travail de l'homme et la percussion du marteau, tout ce que l'on peut obtenir par le régime du feu le mieux conduit, le plus longtemps soutenu, est une fonte en régule encore plus épurée que celle dont je viens de parler. Il faut pour cela briser en morceaux cette première fonte, et la faire refondre. Le produit de cette seconde fusion sera du régule, qui est une matière miroyenne entre la fonte et le fer. Ce régule approche de l'état de métallisation : il est un peu ductile, ou du moins il n'est ni cassant, ni aigre, ni poreux, comme la fonte ordinaire ; il est au contraire très-dense, très-compacte, très-résistant, et par conséquent très-propre à faire de bons canons.

C'est aussi le parti que l'on vient de prendre pour les canons de notre marine. On casse en morceaux les vieux canons ou les gueuses de fonte, ou les refond dans des fourneaux d'aspiration à réverbère : la fonte s'épure et se convertit en régule par cette seconde fusion. On a confié la direction de ce travail à M. Wilkinson, habile artiste anglais, qui a très-bien réussi. Quelques autres artistes français ont suivi la même méthode avec succès, et je suis persuadé qu'on aura dorénavant d'excellents canons, pourvu qu'on ne s'obstine pas à les tourner ; car je ne puis être de l'avis de M. le vicomte de Morogues (1), dont néanmoins je respecte les lumières, et je pense qu'en enlevant par le tour l'écorce du canon, on lui ôte sa cuirasse, c'est-à-dire la partie la plus dure et la plus résistante de toute sa masse (2).

(1) Voyez la note précédente.

(2) Voici ce que m'a écrit à ce sujet M. de La Belouze, conseiller au parlement de Paris, qui a fait des expériences et des travaux très-utiles dans ses forges du Nivernais : - Vous regardez, monsieur, comme fait certain, que la fonte la plus dense est la meilleure pour faire des canons ; j'ai hésité longtemps sur cette vérité, et j'avais pensé d'abord que la fonte première, comme étant plus légère, et conséquemment plus élastique, cédant plus facilement à l'impulsion de la poudre, devrait être moins sujette à casser que la fonte seconde, c'est-à-dire la fonte refondue, qui est beaucoup plus pesante.

» Je n'ai décidé le sieur Frerot à les faire de fonte refondue que parce qu'en Angleterre on ne les fait que de cette façon ; cependant en France on ne les fond que de fonte première.... La fonte refondue est beaucoup plus pesante, car elle pèse cinq cent vingt à cinq cent trente livres, au lieu que l'autre ne pèse que cinq cents livres le pied cube....

Vous avez grande raison, monsieur, de dire qu'il ne faut pas tourner les canons.... La partie extérieure des canons, c'est-à-dire l'enveloppe, est toujours la plus dure, et ne se fond jamais au fourneau de réverbère ; et sans le ringard on retirerait presque les pièces figurées comme elles étaient lorsqu'on les a mises au fourneau. Cette enveloppe se convertit presque toute en fer à l'affinerie ; car avec onze cents ou onze cents cinquante livres de fonte, on fait un millier de très-bon fer... Tandis qu'il faut quatorze ou quinze cents livres de notre fonte première pour avoir un millier de fer....

Vous désireriez, monsieur, qu'on pût couler les canons avec la fonte d'un seul fourneau ; mais le poids en est trop considérable, et je ne crois pas que le sieur Wilkinson les coule à Indret avec le jet d'un seul fourneau, surtout pour les canons de vingt-quatre. Le sieur Frerot ne coule que des canons de dix-huit avec le jet de deux fourneaux de pareille grandeur et, dans la même exposition, il coule avec un seul fourneau les canons de douze ; mais il a toujours un fourneau près de la fonte, duquel il peut se servir pour achever le canon, et le surplus de la fonte du second fourneau s'emploie à couler de petits canons ; on ne fait pour cela que détourner le jet lorsque le plus gros canon est coulé.

Cette fonte refondue, ou ce régule de fer, pèse plus de cinq cent trente livres le pied cube; et comme le fer forgé pèse cinq cent quarante-cinq ou cinq cent quarante-six livres, et que la meilleure fonte ne pèse que cinq cent douze, on voit que le régule est dans l'état intermédiaire et moyen entre la fonte et le fer. On peut donc être assuré que les canons faits avec ce régule non-seulement résisteront à l'effort des charges ordinaires, mais qu'ayant en même temps un peu de ductilité, ils se fendront au lieu d'éclater à de trop fortes charges.

On doit préférer ces nouveaux fourneaux d'aspiration à nos fourneaux ordinaires, parce qu'il ne serait pas possible de refondre la fonte en gros morceaux dans ces derniers, et qu'il y a un grand avantage à se servir des premiers, que l'on peut placer où l'on veut, et sur des plans élevés, où l'on a la facilité de creuser des fosses profondes pour établir le moule du canon sans craindre l'humidité; d'ailleurs il est plus court et plus facile de réduire la fonte en régule par une seconde fusion que par un très-long séjour dans le creuset des hauts-fourneaux: ainsi l'on a très-bien fait d'adopter cette méthode pour fondre les pièces d'artillerie de notre marine (1).

La fonte épurée autant qu'elle peut l'être dans un creuset, ou refondue une seconde fois, devient donc un régule qui fait la nuance ou l'état mitoyen entre la fonte et le fer: ce régule, dans sa première fusion, coule à peu près comme la fonte ordinaire; mais lorsqu'il est une fois refroidi, il devient presque aussi infusible que le fer. Le feu des volcans a quelquefois formé de ces régules de fer, et c'est ce que les minéralogistes ont appelé mal à propos *fer natif*; car, comme nous l'avons dit, le fer de nature est toujours mêlé de matières vitreuses, et n'existe que dans les roches ferrugineuses produites par le feu primitif.

La fonte de fer tenue très-longtemps dans le creuset, sans être agitée et remuée de temps en temps, forme quelquefois des boursouffures ou cavités dans son intérieur, où la matière se cristallise (2). M. de Grignon est le premier qui ait observé ces cristallisations du régule de fer, et l'on a reconnu depuis que tous les métaux et les régules des demi-métaux se cristallisaient de même à un feu bien dirigé et assez longtemps soutenu, en sorte qu'on ne peut plus douter que la cristallisation,

(1) La fonderie royale que le ministre de la marine vient de faire établir près de Nantes en Bretagne, démontre la supériorité de cette méthode sur toutes celles qui étaient en usage auparavant, et qui étaient sujettes aux inconvénients dont nous venons de faire mention.

(2) J'ai fait un essai sur la cristallisation de la fonte de fer, que je crois devoir rapporter ici. Cet essai a été fait dans un très-grand creuset de molybdène, sur une masse d'environ deux cent cinquante livres de fonte; on avait pratiqué vers le bas de ce creuset un trou de huit à neuf lignes de diamètre, que l'on avait ensuite bouché avec de la terre de coupelle: ce creuset fut placé sur une grille et entouré au bas de charbons ardents, tandis que la partie supérieure était défendue de la chaleur par une table circulaire de briques; on remplit ensuite le creuset de fonte liquide, et quand la surface supérieure de cette fonte, qui était exposée à l'air, eut pris de la consistance, on ouvrit promptement le bas du creuset; il coula d'un seul jet plus de moitié de la fonte encore rouge, et qui laissa une grande cavité dans l'intérieur de toute la masse. Cette cavité se trouva hérissée de très-petits cristaux dans lesquels on distinguait, à la loupe, des faces disposées en octaèdres; mais la plupart étaient comme des trémières creuses, puisque avec une barbe de plume elles se détachaient et tombaient en petits feuillets comme les mines de fer micacées; ce qui néanmoins est éloigné des belles cristallisations de M. de Grignon, et annonce que, dans cette opération, le refroidissement fut encore trop prompt; car, il est bon de le répéter, ce n'est que par un refroidissement très-lent que la fonte en fusion peut prendre une forme cristallisée.

prise généralement, ne puisse s'opérer par l'élément du feu comme par celui de l'eau.

Le fer est, de tous les métaux, celui dont l'état varie le plus; tous les fluides, à l'exception du mercure, l'attaquent et le rongent; l'air sec produit à sa surface une rouille légère, qui, en se durcissant, fait l'effet d'un vernis impénétrable et assez ressemblant au vernis des bronzes antiques; l'air humide forme une rouille plus forte et plus profonde, de couleur d'ocre; l'eau produit avec le temps, sur le fer qu'on y laisse plongé, une rouille noire et légère. Toutes les substances salines font de grandes impressions sur ce métal, et le convertissent en rouille: le soufre fait fendre en un instant le fer rouge de feu, et le change en pyrite. Enfin l'action du feu détruit le fer, ou du moins l'altère, dès qu'il a pris sa parfaite métallisation: un feu très-véhément le vitrifie; un feu moins violent, mais longtemps continué, le réduit en colcotar pulvérulent; et lorsque le feu est à un moindre degré, il ne laisse pas d'attaquer à la longue la substance du fer, et en réduit la surface en lames minces et en écailles. La fonte de fer est également susceptible de destruction par les mêmes éléments; cependant l'eau n'a pas autant d'action sur la fonte que sur le fer, et les plus mauvaises fontes, c'est-à-dire celles qui contiennent le plus de parties vitreuses, sont celles sur lesquelles l'air humide et l'eau font le moins d'impression.

Après avoir exposé les différentes qualités de la fonte de fer, et les différentes altérations que la seule action du feu peut lui faire subir jusqu'à sa destruction, il faut reprendre cette fonte au point où notre art la convertit en une nouvelle matière que la nature ne nous offre nulle part sous cette forme, c'est-à-dire en fer et en acier, qui, de toutes les substances métalliques, sont les plus difficiles à traiter, et doivent, pour ainsi dire, toutes leurs qualités à la main et au travail de l'homme: mais ce sont aussi les matières qui, comme par dédommagement, lui sont plus utiles et plus nécessaires que tous les autres métaux, dont les plus précieux n'ont de valeur que par nos conventions, puisque les hommes qui ignorent cette valeur de convention, donnent volontiers un morceau d'or pour un clou. En effet, si l'on estime les matières par leur utilité physique, le sauvage a raison; et si nous les estimons par le travail qu'elles coûtent, nous trouverons encore qu'il n'a pas moins raison. Que de difficultés à vaincre! que de problèmes à résoudre! combien d'arts accumulés les uns sur les autres ne faut-il pas pour faire ce clou ou cette épingle dont nous faisons si peu de cas! D'abord, de toutes les substances métalliques, la mine de fer est la plus difficile à fondre (1): il s'est passé bien des siècles avant qu'on en ait trouvé les moyens. On sait que les Péruviens et les Mexicains n'avaient en ouvrages travaillés que de l'or, de l'argent, du cuivre, et point de fer;

(1) Il y a quelques mines de cuivre pyriteuses qui sont encore plus longues à traiter que la mine de fer; il faut neuf ou dix grillages préparatoires à ces mines de cuivre pyriteuses, avant de les réduire en *matte*, et faire subir à cette *matte* l'action successive de trois, quatre et cinq feux avant d'obtenir du cuivre noir; enfin il faut encore confondre et purifier ce cuivre noir, avant qu'il devienne cuivre rouge, et tel qu'on puisse le verser dans le commerce: ainsi certaines mines de cuivre exigent encore plus de travail que les mines de fer pour être réduites en métal; mais ensuite le cuivre se prête bien plus aisément que le fer à toutes les formes qu'on veut lui donner.

on sait que les armes des anciens peuples de l'Asie n'étaient que de cuivre, et tous les auteurs s'accordent à donner l'importante découverte de la fusion de la mine de fer aux habitants de l'île de Crète, qui, les premiers, parvinrent aussi à forger le fer dans les cavernes du mont Ida, quatorze cents ans environ avant l'ère chrétienne. Il faut en effet, un feu violent et en grand volume pour fondre la mine de fer et la faire couler en lingots, et il faut un second feu tout aussi violent pour ramollir cette fonte ; il faut en même temps la travailler avec des ringards de fer avant de la porter sous le marteau pour la forger et en faire du fer ; en sorte qu'on n'imagine pas trop comment ces Crétois, premiers inventeurs du fer forgé, ont pu travailler leur fonte, puisqu'ils n'avaient pas d'outils de fer. Il est à croire qu'après avoir ramolli les fontes au feu, ils les ont de suite portées sous le marteau, où elles n'auront d'abord donné qu'un fer très-impur, dont ils auront fabriqué leurs premiers instruments ou ringards, et qu'ayant ensuite travaillé la fonte avec ces instruments, ils seront parvenus peu à peu au point de fabriquer du vrai fer : je dis peu à peu, car lorsqu'après ces difficultés vaincues, on a forgé cette barre de fer, ne faut-il pas ensuite la ramollir encore au feu pour la couper sous des tranchants d'acier et la séparer en petites verges ? ce qui suppose d'autres machines, d'autres fourneaux ; puis enfin, un art particulier pour réduire ces verges en clous, et un plus grand art si l'on veut en faire des épingles. Que de temps, que de travaux successifs ce petit exposé ne nous offre-t-il pas ! Le cuivre, qui, de tous les métaux après le fer, est le plus difficile à traiter, n'exige pas, à beaucoup près, autant de travaux et de machines combinées : comme plus ductile et plus souple, il se prête à toutes les formes qu'on veut lui donner ; mais on sera toujours étonné que d'une terre métallique, dont on ne peut faire avec le feu le plus violent qu'une fonte aigre et cassante, on soit parvenu, à force d'autres feux et de machines appropriées, à tirer et réduire en fils déliés cette matière revêche, qui ne devient métal et ne prend de la ductilité que sous les efforts de nos mains.

Pareourons, sans trop nous arrêter, la suite des opérations qu'exigent ces travaux. Nous avons indiqué ceux de la fusion des mines : on coule la fonte en gros lingots ou gueuses dans un sillon de quinze à vingt pieds de longueur sur sept à huit pouces de profondeur, et ordinairement, on les laisse se coaguler, et se refroidir dans cette espèce de moule qu'on a soin d'humecter auparavant avec de l'eau ; les surfaces inférieures du lingot prennent une trempe par cette humidité, et sa surface supérieure se trempe aussi par l'impression de l'air. La matière en fusion demeure donc encore liquide dans l'intérieur du lingot, tandis que ses faces extérieures ont déjà pris de la solidité par le refroidissement : l'effort de cette chaleur, beaucoup plus forte en dedans et au centre qu'à la circonférence du lingot, le force à se courber, surtout s'il est de fonte blanche ; et cette courbure se fait dans le sens où il y a le moins de résistance, c'est-à-dire en haut, parce que la résistance est moindre qu'en bas et vers les côtés. On peut voir dans mes mémoires (1) combien de

(1) Voyez le neuvième mémoire, t. II de cette édition.

temps la matière resteliquide à l'intérieur après que les surfaces se sont consolidées.

D'ordinaire, on laisse la gueuse ou lingot se refroidir au moule pendant six ou sept heures, après quoi on l'enlève et on est obligé de le faire peser pour payer un droit très-onéreux d'environ six livres quinze sous par millier de fonte, ce qui fait plus de dix livres par millier de fer : c'est le double du salaire de l'ouvrier, auquel on ne donne que cinq livres pour la façon d'un millier de fer ; et d'ailleurs ce droit que l'on perçoit sur les fontes cause encore une perte réelle et une grande gêne par la nécessité où l'on est de laisser refroidir le lingot pour le peser, ce que l'on ne peut faire tant qu'il est rouge de feu ; au lieu qu'en le tirant du moule quand il est consolidé, et le mettant sur des rouleaux de pierre pour entrer encore rouge au feu de l'affinerie, on épargnerait tout le charbon que l'on consomme pour le réchauffer à ce point lorsqu'il est refroidi. Or, un impôt qui, non-seulement grève une propriété d'industrie qui devrait être libre, telle que celle d'un fourneau, mais qui gêne encore les progrès de l'art, et force en même temps à consommer plus de matière combustible qu'il ne serait nécessaire ; cet impôt, dis-je, a-t-il été bien assis, et doit-il subsister sous une administration éclairée ?

Après avoir tiré du moule le lingot refroidi, on le fait entrer, par une de ses extrémités, dans le feu de l'affinerie, où il se ramollit peu à peu, et tombe ensuite par morceaux, que le forgeron réunit et pétrit avec des ringards, pour en faire une loupe de soixante à quatre-vingts livres de poids : dans ce travail, la matière s'épure et laisse couler des scories par le fond du foyer. Enfin, lorsqu'elle est assez pétrie, assez maniée, et chauffée jusqu'au blanc, on la tire du feu de l'affinerie avec de grandes tenailles, et on la jette sur le sol pour la frapper de quelques coups de masse, et en séparer, par cette première percussion, les scories qui s'attachent souvent à sa surface, et en même temps pour en rapprocher toutes les parties inférieures, les préparer à recevoir la percussion plus forte du gros marteau, sans se détacher ni se séparer ; après quoi on porte avec les mêmes tenailles cette loupe sous un marteau de sept à huit cents livres pesant, et qui peut frapper jusqu'à cent dix et cent vingt coups par minute, mais dont on ménage le mouvement pour cette première fois, où il ne faut que comprimer la masse de la loupe par des coups assez lents ; car, dès qu'elle a perdu son feu vif et blanc, on la reporte au foyer de l'affinerie pour lui donner une seconde chauffe ; elle s'y épure encore et laisse couler de nouveau quelques scories, et lorsqu'elle est une seconde fois chauffée à blanc, on la porte de même du foyer sur l'enclume, et on donne au marteau un mouvement de plus en plus accéléré, pour étendre cette pièce de fer en une barre ou bande, qu'on ne peut achever que par une troisième, quatrième et même une cinquième chauffe. Cette percussion du marteau purifie la fonte en faisant sortir au dehors les matières étrangères dont elle était encore mêlée, et elle rapproche en même temps, par une forte compression, toutes les parties du métal qui, quand il est pur et bien traité, se présente en fibres nerveuses toutes dirigées dans le sens de la longueur de la barre, mais qui n'offre au contraire que de gros grains ou des lames à facettes, lorsqu'il n'a pas été épuré, soit au fourneau de fusion, soit

au foyer de l'affinerie; et c'est par ces caractères très-simples que l'on peut toujours distinguer les bons fers des mauvais en les faisant casser; ceux-ci se brisent au premier coup de masse, tandis qu'il en faut plus de cent pour casser une pareille bande de fer nerveux, et que, souvent même, il faut l'entamer avec un ciseau d'acier pour la rompre.

Le fer, une fois forgé, devient d'autant plus difficile à refondre qu'il est plus cher et en plus gros volume; car on peut aisément faire fondre les vieilles ferrailles réduites en plaques minces ou en petits morceaux. Il en est de même de la limaille ou écailles de fer; on peut faire d'excellent fer, soit pour le tirer en fil d'archal, soit pour en faire des canons de fusil, ainsi qu'on le pratique depuis longtemps en Espagne. Comme c'est un des emplois du fer qui demande le plus de précaution, et que l'on n'est pas d'accord sur la qualité des fers qu'il faut préférer pour faire de bons canons de fusil, j'ai tâché de prendre sur cela des connaissances exactes, et j'ai prié M. de Montbeillard, lieutenant-colonel d'artillerie et inspecteur des armes à Charleville et Maubeuge, de me communiquer ce que sa longue expérience lui avait appris à ce sujet. On verra dans la note ci-dessous (1) que les canons de

(1) Le fer qui passe pour le plus excellent, c'est-à-dire d'une belle couleur blanche tirant sur le gris, entièrement composé de nerfs ou de couches horizontales, sans mélange de grains, est de tous les fers celui qui convient le moins: observons d'abord qu'on chauffe la barre à blanc pour en faire la macquette, qui est chauffée à son tour pour faire la lame à canon; cette lame est ensuite roulée dans sa longueur et chauffée blanche à chaque pouce et demi deux ou trois fois, et souvent plus, pour souder le canon: que peut-il résulter de toutes ces chaudes ainsi multipliées sur chaque point, et qui sont indispensables? Nous avons supposé le fer parfait, il n'a plus rien à gagner, et l'action d'un feu aussi violent ne peut que lui faire perdre de sa qualité qu'il ne reprend jamais en entier, malgré le recuit qu'on lui donne. Je conçois donc que le feu, dirigé par le vent des soufflets, coupe les nerfs en travers, qui deviennent des grains d'une espèce d'autant plus mauvaise que le fer a été chauffé blanc plus souvent, et par conséquent plus desséché: j'ai fait quelques expériences qui confirment bien cette opinion. Ayant fait tirer plusieurs lames à canon du carré provenu de la loupe à l'affinerie, et les ayant cassées à froid, je les trouvai toutes de nerf et de la plus belle couleur: je fis faire un morceau de barre à la suite du même lopin, duquel je fis faire des lames à canon qui, cassées à froid, se trouvèrent mi-parties de nerfs et de grains; ayant fait tirer une barre du reste du carré, je la pliai à un bout et la corroyai; et en ayant fait faire des macquettes et ensuite des lames, elles ne présentèrent plus que des grains à leur fracture et d'une qualité médiocre...

Étant aux forges de Mouzon, je fis faire une macquette et une lame au bout d'une barre de fer, presque toute d'un bon grain avec très-peu de nerf: l'extrémité de la lame cassée à froid a paru mêlée de beaucoup de nerf, et le canon qui en a été fabriqué a plié comme de la baleine; on ne l'a cassée qu'à l'aide du ciselet et avec la plus grande difficulté; la fracture était toute de nerf.

Ayant vu un canon qui cassa comme du verre en le frappant sur une enclume, et qui montrait en totalité de très-gros et vilains grains sans aucune partie de nerf, on m'a présenté la barre avec laquelle la macquette et la lame qui avaient produit ce canon avaient été faites, laquelle était entièrement de très-beau nerf; on a tiré une macquette au bout de cette barre sans la plier et corroyer, laquelle s'est trouvée de nerf avec un peu de grains; ayant plié et corroyé le reste de cette barre dont on fit une macquette, elle a montré moins de nerf et plus de grains que celle qui n'avait pas été corroyée. Suivons cette opération: la barre était toute de nerf; la macquette tirée au bout sans la doubler avait déjà un peu de grains, celle tirée de la même barre pliée et corroyée avait encore plus de grains, et enfin un canon provenant de cette barre pliée et corroyée était toute de grains larges et brillants comme le mauvais fer, et elle a cassé comme du verre. Néanmoins je ne prétends pas conclure de ce que je viens d'avancer, qu'on doit préférer pour la fabrication des canons de fusil le fer aigre et cassant; je suis bien loin de le penser: mais je crois pouvoir assurer, d'après un usage journalier et constant, que le fer le plus propre à cette fabrication est celui qui présente, en le cassant à froid, le tiers ou la moitié de nerf, et les deux autres tiers ou la moitié de grains d'une bonne espèce, petits, sans ressembler à ceux de l'acier, et blancs en tirant sur le gris; la partie nerveuse se détruit ou s'altère aux différents feux successifs que le fer essuie sur chaque point, et la partie de grain devient nerveuse en s'étendant sous le marteau, et remplace l'autre.

Les axes de fer qui supportent nos meules de grès, pesant sept à huit milliers, étant faits de différentes mises rapportées et soudées les unes d'après les autres, on a grand soin de mélanger, pour les fabriquer, des fers de grains et de nerf: si on n'employait que celui de nerf, il n'y a point d'axe qui ne cassât.

fusil ne doivent pas être faits, comme on pourrait l'imaginer, avec du fer qui aurait acquis toute sa perfection, mais seulement avec du fer qui puisse encore en acquérir par le feu qu'il doit subir pour prendre la forme d'un canon de fusil.

Mais revenons au fer qui vient d'être forgé, et qu'on veut préparer pour d'autres usages encore plus communs ; si on le destine à être fendu dans sa longueur pour en faire des clous et autres menus ouvrages, il faut que les bandes n'aient que de cinq à huit lignes d'épaisseur sur vingt-cinq à trente de largeur : on met ces bandes de fer dans un fourneau de réverbère qu'on chauffe au feu de bois, et lorsqu'elles ont acquis un rouge vif de feu on les tire du fourneau et on les fait passer, les unes après les autres, sous les *espatards* ou cylindres pour les aplatir, et ensuite sous des taillants d'acier pour les fendre en longues verges carrées de trois, cinq ou six lignes de grosseur. Il se fait une prodigieuse consommation de ce fer en verge, et il y a plusieurs forges en France où l'on en fait annuellement quelques centaines de milliers. On préfère pour le feu de ce fourneau ou four de fenderie, les bois blancs et mous aux bois de chêne et autres bois durs, parce que la flamme en est plus douce, et que le bois de chêne contient de l'acide qui ne laisse pas d'altérer un peu la qualité du fer ; c'est par cette raison qu'on doit, autant qu'on le peut, n'employer le charbon de chêne qu'au fourneau de fusion, et garder les charbons de bois blanc pour les affineries et pour les fours de fenderie et de batterie ; car la cuisson du bois de chêne en charbon ne lui enlève pas l'acide dont il est chargé, et en général le feu du bois radoucit l'aigreur du fer et lui donne plus de souplesse et un peu plus de ductilité qu'il n'en avait au sortir de l'affinerie, dont le feu n'est entretenu que par du charbon. L'on peut faire passer à la fenderie des fers de toute qualité ; ceux qui sont les plus aigres servent à faire de petits clous à latte qui ne plient pas, et qui doivent être plutôt cassants que souples ; les verges de fer doux sont pour les clous des maréchaux, et peuvent être passées par la filière pour faire du gros fil de fer, des anses de chaudière, etc.

Si l'on destine les bandes de fer forgé à faire de la tôle, on les fait de même passer au feu de la fenderie, et au lieu de les fendre sur leur longueur on les coupe en travers dès qu'elles sont ramollies par le feu, ensuite on porte ces morceaux coupés sous le martinet pour les élargir ; après quoi on les met dans le fourneau de la batterie, qui est aussi de réverbère, mais qui est plus large et moins long que celui de la fenderie, et que l'on chauffe de même avec du bois blanc ; on y laisse chauffer ces morceaux de fer, et on les en tire en les mettant les uns sur les autres pour les élargir encore en les battant à plusieurs fois sous un gros marteau, jusqu'à les réduire en feuillets d'une demi-ligne d'épaisseur ; il faut pour cela du fer doux. J'ai fait de la très-bonne tôle avec de vieilles ferrailles ; néanmoins le fer ordinaire,

Le canon de fusil qui résulte du fer ainsi mi-parti de grains et de nerf est excellent, et résistera à de très-vives épreuves.... Si on a des ouvrages à faire avec du fer préparé en échantillon, de manière que quelques chaudes douces suffisent pour fabriquer la pièce, le fer de nerf doit être préféré à tous les autres, parce qu'on ne risque pas de l'altérer par des chaudes vives et répétées qui sont nécessaires pour souder. (Note communiquée par M. de Montbeillard, lieutenant-colonel d'artillerie.)

pourvu qu'il soit nerveux, bien *sué* et sans paille, donnera aussi de la bonne tôle en la faisant au feu de bois, au lieu qu'au feu de charbon ce même fer ne donnerait que de la tôle cassante.

Il faut aussi du fer doux et nerveux pour faire au martinet du fer de cinq ou six lignes, bien carré, qu'on nomme du *carillon*, et des verges ou tringles rondes du même diamètre. J'ai fait établir deux de ces martinets, dont l'un frappe trois cent douze coups par minute; cette grande rapidité est doublement avantageuse, tant par l'épargne du combustible et la célérité du travail que par la perfection qu'elle donne à ces fers.

Enfin il faut un fer de la meilleure qualité et qui soit en même temps très-ferme et très-ductile, pour faire du fil de fer; et il y a quelques forges en Lorraine, Franche-Comté, etc., où le fer est assez bon pour qu'il puisse passer successivement par toutes les filières, depuis deux lignes de diamètre jusqu'à la plus étroite, au sortir de laquelle le fil de fer est aussi fin que du crin. En général le fer qu'on destine à la filière doit être tout de nerf et ductile dans toutes ses parties; il doit être bien *sué*, sans pailles, sans soufflures et sans grains apparents. J'ai fait venir des ouvriers de la Lorraine allemande pour en faire à mes forges, afin de connaître la différence du travail et la pratique nécessaire pour forger ce fer de filerie; elle consiste principalement à purifier la loupe au feu de l'affinerie deux fois au lieu d'une, à donner à la pièce une chaude ou deux de plus qu'à l'ordinaire, et à n'employer dans tout le travail qu'une petite quantité de charbon à la fois, réitérée souvent, et enfin à ne forger que des barreaux de douze ou treize lignes en carré, en les faisant suer à blanc à chaque chaude. J'ai eu, par ces procédés, des fers que j'ai envoyés à différentes fileries où ils ont été tirés en fil de fer avec succès.

Il faut aussi du fer de très-bonne qualité pour faire la tôle mince dont on fait le fer-blanc; nous n'avons encore en France que quatre manufactures en ce genre, dont celle de Bains en Lorraine est la plus considérable (1). On sait que c'est en étamant la tôle, c'est-à-dire en la recouvrant d'étain, que l'on fait le fer-blanc; il faut que l'étoffe de cette tôle soit homogène et très-souple pour qu'elle puisse se plier et se rouler sans se fendre ni se gercer, quelque mince qu'elle soit. Pour arriver à ce point, on commence par faire de la tôle à la manière ordinaire, et on la bat successivement sous le marteau en mettant les feuilles en *doublons* les unes sur les autres jusqu'au nombre de soixante-quatre, et lorsqu'on est parvenu à rendre ces feuilles assez minces, on les coupe avec de grands ciseaux pour les séparer, les ébarber et les rendre carrées; ensuite on plonge ces feuilles dans des eaux *sûres* ou aigres pour les *décaper*, c'est-à-dire pour leur enlever la petite couche noirâtre dont se couvre le fer chaque fois qu'il est soumis à l'action du feu, et qui empêcherait l'étain de s'attacher au fer. Ces eaux aigres se font au moyen d'une certaine quantité de farine de seigle et d'un peu d'alun qu'on y mêle; elles enlèvent cette couche

(1) Il s'en était élevé une à Morambert en Franche-Comté, qui n'a pu se soutenir, parce que les fermiers-généraux n'ont pas voulu se relâcher sur aucun des droits auxquels cette manufacture était assujettie comme étant établie dans une province réputée étrangère.

noire du fer, et lorsque les feuilles sont bien nettoyées, on les plonge verticalement dans un bain d'étain fondu et mêlé d'un peu de cuivre; il faut auparavant recouvrir le bain de cet étain fondu avec une couche épaisse de suif ou de graisse, pour empêcher la surface de l'étain de se réduire en chaux. Cette graisse prépare aussi les surfaces du fer à bien recevoir l'étain, et on retire la feuille presque immédiatement après l'avoir plongée pour laisser égoutter l'étain superflu; après quoi on la frotte avec du son sec afin de la dégraisser, et enfin il ne reste plus qu'à dresser ces feuilles de fer étamées avec des maillets en bois, parce qu'elles se sont courbées et voilées par la chaleur de l'étain fondu.

On ne croirait pas que le fer le plus souple et le plus ductile fût en même temps celui qui se trouve le plus propre pour être converti en acier, qui, comme l'on sait, est d'autant plus cassant qu'il est plus parfait; néanmoins l'étoffe du fer dont on veut faire de l'acier par cémentation doit être la même que celle du fer de filerie, et l'opération par laquelle on le convertit en acier ne fait que hacher les fibres nerveuses de fer, et lui donner encore un plus grand degré de pureté, en même temps qu'il se pénètre et se charge de la matière du feu qui s'y fixe. Je m'en suis assuré par ma propre expérience; j'ai fait établir pour cela un grand fourneau d'aspiration et d'autres plus petits afin de ménager la dépense de mes essais, et j'ai obtenu des aciers de bonne qualité, que quelques ouvriers de Paris ont pris pour de l'acier d'Angleterre; mais j'ai constamment observé qu'on ne réussissait qu'autant que le fer était pur, et que, pour être assuré d'un succès constant, il fallait n'employer que des fers de la plus excellente qualité, ou des fers rendus tels par un travail approprié, car les fers ordinaires, même les meilleurs de ceux qui sont dans le commerce ne sont pas d'une qualité assez parfaite pour être convertis par la cémentation en bon acier; et si l'on ne veut faire que de l'acier commun, l'on n'a pas besoin de recourir à la cémentation; car au lieu d'employer du fer forgé, on obtiendra de l'acier comme on obtient du fer avec la seule fonte, et seulement en variant les procédés du travail, et les multipliant à l'affinerie et au marteau.

On doit donc distinguer des aciers de deux sortes: le premier, qui se fait avec la fonte de fer ou avec le fer même, et sans cémentation; le second, que l'on fait avec le fer en employant un ciment: tous deux se détériorent également et perdent leur qualité par des chaudes répétées; et la pratique par laquelle on a cru remédier à ce défaut, en donnant à chaque morceau de fer la forme de la pièce qu'on veut convertir en acier, a elle-même son inconvénient, car celles de ces pièces, comme sabres, couteaux, rasoirs, etc., qui sont plus minces dans le tranchant que dans le dos, seront trop acier dans la partie mince, et trop fer dans l'autre; et d'ailleurs les petites boursouffures qui s'élèvent à leur surface rendraient ces pièces défectueuses. Il faut de plus que l'acier cimenté soit corroyé, sué et soudé, pour avoir de la force et du corps; en sorte que ce procédé, de forger les pièces avant de les mettre dans le ciment, ne peut convenir que pour les morceaux épais dont on ne veut convertir que la surface en acier.

Pour faire de l'acier avec la fonte de fer, il faut commencer par rendre cette fonte

aussi pure qu'il est possible avant de la tirer du fourneau de fusion; et pour cela, si l'on met huit mesures de mine pour faire de la fonte ordinaire, il n'en faudra mettre que six par charge sur la même quantité de charbon, afin que la fonte en devienne meilleure. On pourra aussi la tenir plus longtemps en bain dans le creuset, c'est-à-dire quinze ou seize heures au lieu de douze; elle achèvera pendant ce temps de s'épurer: ensuite on la coulera en petites gueuses ou lingots; et pour la dépurer encore davantage, on fera fondre une seconde fois ce lingot dans le feu de l'affinerie: cette seconde fusion lui donnera la qualité nécessaire pour devenir du bon acier au moyen du travail suivant.

On remettra au feu de l'affinerie cette fonte épurée, pour en faire une loupe qu'on portera sous le marteau lorsqu'elle sera rougie à blanc; on la traitera comme le fer ordinaire, mais seulement sous un plus petit marteau, parce qu'il faut aussi que la loupe soit assez petite, c'est-à-dire de vingt-cinq à trente livres seulement; on en fera un barreau carré de dix ou onze lignes au plus; et lorsqu'il sera forgé et refroidi, on le cassera en morceaux longs d'environ un pied, que l'on remettra au feu de l'affinerie, en les arrangeant en forme de grille, les uns sur les autres; ces petits barreaux se ramolliront par l'action du feu et se souderont ensemble; l'on en fera une nouvelle loupe, que l'on travaillera comme la première, et qu'on portera de même sous le marteau pour en faire un nouveau barreau qui sera peut-être déjà de bon acier; et même, si la fonte a été bien épurée, on aura de l'acier assez bon dès la première fois; mais supposé que cette seconde fois l'on n'ait encore que du fer, ou du fer mêlé d'acier, il faudra passer de nouveau le barreau en morceaux, et en former encore une loupe au feu de l'affinerie, pour la porter ensuite au marteau, et obtenir enfin une barre de bon acier. On sent bien que le déchet doit être très-considérable, et d'ailleurs cette méthode de faire de l'acier ne réussit pas toujours; car il arrive assez souvent qu'en chauffant plusieurs fois ces petites barres, on n'obtient pas de l'acier, mais seulement du fer nerveux: ainsi je ne conseillerais pas cette pratique, quoiqu'elle m'ait réussi, vu qu'elle doit être conduite fort délicatement, et qu'elle expose à des pertes. Celle que l'on suit en Carinthie, pour faire de même de l'acier par la seule dépuración de la fonte, est plus sûre et même plus simple. On observe d'abord de faire une première fonte, la meilleure et la plus pure qu'il se peut: cette fonte est coulée en *floss*, c'est-à-dire en gâteaux d'environ six pieds de long sur un pied de large, et trois à quatre pouces d'épaisseur. Cette *floss* est portée et présentée par le bout à un feu animé par des soufflets, qui la fait fondre une seconde fois, et couler dans un creuset placé sous le foyer. Tout le fond de ce creuset est rempli de poudre de charbon bien battue; on en garnit de même les parois, et par-dessus la fonte l'on jette du charbon et du laitier pour la couvrir. Après six heures de séjour dans le creuset (1), la fonte étant bien épurée de son laitier, on en prend une loupe d'environ cent quarante à cent cinquante livres, que l'on porte sous le marteau pour être divisée en deux ou

(1) Six pour la première loupe, et seulement cinq ou quatre pour les suivantes, le creuset étant plus embrasé.

trois *massets*, qui sont ensuite chauffés et *étirés* en barres, qui, quoique brutes, sont de bon acier, et qu'il ne faut que porter à la batterie pour y recevoir des chaudes successives, et être mises sous le martinet qui leur donne la forme. Il me paraît que le succès de cette opération tient essentiellement à ce que la fonte soit environnée d'une épaisseur de poudre de charbon, qui, de cette manière, produit une sorte de cémentation de la fonte, et la sature de feu fixe, tout comme les bandes de fer forgé en sont saturées dans la cémentation proprement dite, dont nous allons exposer les procédés.

Cette conversion du fer en acier au moyen de la cémentation a été tentée par nombre d'artistes, et réussit assez facilement dans de petits fourneaux de chimie : mais elle présente plusieurs difficultés lorsqu'on veut travailler en grand; et je ne sache pas que nous ayons en France d'autres fourneaux que celui de Néronville en Gâtinais, où l'on convertisse à la fois jusqu'à soixante-quinze et quatre-vingts milliers de fer en acier, et encore cet acier n'est peut-être pas aussi parfait que celui que l'on fait en Angleterre : c'est ce qui a déterminé le gouvernement à charger M. de Grignon de faire, dans ses forges et au fourneau de Néronville, des essais en grand, afin de connaître quelles sont les provinces du royaume dont les fers sont les plus propres pour être convertis en acier par la voie de la cémentation. Les résultats de ces expériences ont été imprimés dans le *Journal de Physique* du mois de septembre 1782; on en peut voir l'extrait dans la note ci-dessous (1) : et voici ce que ma propre expérience m'avait fait connaître avant ces derniers essais.

(1) En 1780, M. de Grignon fut chargé par le gouvernement de faire des expériences en grand pour déterminer quelles sont les provinces du royaume qui produisent les fers les plus propres à être convertis en acier par la cémentation. M. le comte de Buffon offrit ses forges et le grand fourneau qu'il avait fait construire pour les mêmes opérations, et on y fit arriver des fers du comté de Foix, du Roussillon, du Dauphiné, de l'Alsace, de la Franche-Comté, des Trois-Évêchés, de Champagne, de Berri, de Suède, de Russie et d'Espagne.

Tous ces fers furent réduits au même échantillon, et placés dans la caisse de cémentation ; leur poids total était de quarante mille sept cent deux livres, et on les enveloppa de vingt-quatre pieds cubes de poudre de cémentation : on mit ensuite le feu au fourneau, et on le soutint pendant cent cinquante-sept heures consécutives, dont trente-sept heures de petit feu, vingt-quatre de feu médiocre, et quatre-vingt-seize heures d'un feu si actif, qu'il fondit les briques du revêtement du fourneau, du diaphragme, des arceaux, et de la voûte supérieure où sont les tuyaux aspiratoires ...

Lorsque le fourneau fut refroidi, et que le fer fut retiré de la caisse, on en constata le poids, qui se trouva augmenté de soixante-une livres : mais une partie de cette augmentation de poids provient de quelques parcelles de matières du ciment, qui restent attachées à la surface des barres. M. de Grignon, pour constater précisément l'accroissement du poids acquis par la cémentation, soumit, dans une expérience subséquente, cinq cents livres de fer en barres bien décapé, et il fit écurer de même les barres au sortir de la cémentation pour enlever la matière charbonneuse qui s'y était attachée, et il se trouva six livres et demie d'excédant, qui ne peut être attribué qu'au principe qui convertit le fer en acier ; principe qui augmente non-seulement le poids du fer, mais encore le volume de dix lignes et demie par cent pouces de longueur des barres, indépendamment du soulèvement de l'étoffe du fer qui forme les ampoules que M. de Grignon attribue à l'air, et même à l'eau interposée dans le fer, et s'il était possible d'estimer le poids de cet air et de l'eau que la violente chaleur fait sortir du fer, le poids additionnel du principe qui se combine au fer dans sa conversion en acier se trouverait encore plus considérable.

Le fourneau de Buffon, quoique très-solidement construit, s'étant trouvé détruit par la violence du feu, M. de Grignon prit le parti d'aller à la manufacture de Néronville faire une autre suite d'expériences qui lui donna les mêmes résultats qu'il avait obtenus à Buffon.

Les différentes qualités des fers soumis à la cémentation ont éprouvé des modifications différentes et dépendantes de leur caractère particulier.

Le premier effet que l'on aperçoit est cette multitude d'ampoules qui s'élèvent sur les surfaces ; cette quantité est d'autant plus grande, que l'étoffe du fer est plus désunie par des pailles, des gerçures et des fentes.

Les fers les mieux étoffés, dont la pâte est pleine et homogène, sont moins sujets aux ampoules ; ceux qui n'ont

J'ai fait chauffer au feu de bois, dans le fourneau de la fenderie, plusieurs bandes de mon fer de la meilleure qualité, et qui avait été travaillé comme les barreaux qu'on envoyait aux fileries pour y faire du fil de fer, et j'ai fait chauffer au même feu et en même temps, d'autres bandes de fer moins épuré, et tel qu'il se vend dans mes forges pour le commerce; j'ai fait chauffer à chaud toutes ces bandes en morceaux longs de deux pieds, parce que la caisse de mon premier fourneau d'essais, où je voulais les placer pour les convertir en acier, n'avait que deux pieds et demi de longueur sur dix-huit pouces de largeur et autant de hauteur. On commença par mettre sur le fond de la caisse une couche de charbon en poudre de deux pouces d'épaisseur, sur laquelle on plaça une à une les petites bandes de fer de deux pieds de longueur, de manière qu'elles ne se touchaient pas, et qu'elles étaient séparées les unes des autres par un intervalle de plus d'un demi-pouce; on mit ensuite sur ces bandes une autre couche d'un pouce d'épaisseur de poudre de charbon, sur laquelle on posa de même d'autres bandes de fer, et ainsi alternativement des couches de charbon et des bandes de fer, jusqu'à ce que la caisse fût

que l'apparence d'une belle fabrication, c'est-à-dire qui sont bien unis, bien sués au dehors, mais dont l'affinage primitif n'a pas bien lié la pâte, sont sujets à produire une très-grande quantité de bulles.

Les fers cimentés ne sont pas les seuls qui soient sujets aux ampoules; les tôles et les fers noirs préparés pour l'étamage sont souvent défectueux pour les mêmes causes.

La couleur bleue, plus ou moins forte, dont se couvrent les surfaces des barres de fer soumises à la cémentation, est l'effet d'une légère décomposition superficielle; plus cette couleur est intense, plus on a lieu de soupçonner l'acier de vivacité, c'est-à-dire de supersaturation: ce défaut s'annonce aussi par un son aigu que rend l'acier *poule* lorsqu'on le frappe; le son grave, au contraire, annonce dans l'acier des parties ferreuses, et le bon acier se connaît par un son soutenu, ondulant et timbré.

Le fer cimenté, en passant à l'état d'acier, devient sonore et devient aussi très-fragile, puisque l'acier poule ou boursoufflé est plus fragile que l'acier corroyé et trempé, sans que le premier ait été refroidi par un passage subit du chaud au froid: le fer peut donc être rendu fragile par deux causes diamétralement opposées, qui sont le feu et l'eau; car le fer ne devient acier que par une supersaturation du feu fixe qui, en s'incorporant avec les molécules du fer, en coupe et rompt la fibre, et la convertit en grains plus ou moins fins; et c'est ce feu fixe, introduit dans le fer cimenté, qui en augmente le poids et le volume.

M. de Grignon observe que tous les défauts dont le fer est taché, et qui proviennent de la fabrication même ou du caractère des mines, ne sont point détruits par la cémentation: qu'au contraire ils ne deviennent que plus apparents; que c'est pour cette raison que si l'on veut obtenir du bon acier par la cémentation, il faut nécessairement choisir les meilleurs fers, les plus parfaits, tant par leur essence que par leur fabrication, puisque la cémentation ne purifie pas le fer et ne lui enlève pas les corps hétérogènes dont il peut être allié ou par amalgame ou par interposition: l'acier, selon lui, n'est point un fer plus pur, mais seulement un fer supersaturé de feu fixe, et il y a autant d'aciers défectueux que de mauvais fers.

M. de Grignon observe les degrés de perfection des différents fers convertis en acier dans l'ordre suivant:

Les fers d'Alsace sont ceux de France qui produisent les aciers les plus fins pour la pâte; mais ces aciers ne sont pas si nets que ceux des fers de roche de Champagne, qui sont mieux fabriqués que ceux d'Alsace. Quoique les fers de Berri soient en général plus doux que ceux de Champagne et de Bourgogne, ils ont donné les aciers les moins nets, parce que leur étoffe n'est pas bien liée; et il a remarqué qu'en général les fers les plus doux à la lime, tels que ceux de Berri et de Suède, donnent des aciers beaucoup plus vifs que les fers fermes à la lime et au marteau, et que les derniers exigent une cémentation plus continuée et plus active. Il a reconnu que les fers de Sibérie donnaient un acier très-difficile à traiter, et défectueux par la désunion de son étoffe; que ceux d'Espagne donnent un acier propre à des ouvrages qui exigent un beau poli; et il conclut qu'on peut faire de très-bon acier fin avec les fers de France, en soignant leur fabrication. Il désigne en même temps les provinces qui fournissent les fers qui sont les plus susceptibles de meilleur acier dans l'ordre suivant: Alsace, Champagne, Dauphiné, Limousin, Roussillon, comté de Foix, Franche-Comté, Lorraine, Berri et Bourgogne.

Il serait fort à désirer que le gouvernement donnât des encouragements pour élever des manufactures d'acier dans ces différentes provinces, non-seulement pour l'acier par la cémentation, mais aussi pour la fabrication des aciers naturels, qui sont à meilleur compte que les premiers, et d'un plus grand usage dans les arts, surtout dans les arts de première nécessité.

remplie, à trois pouces près, dans toute sa hauteur : on remplit ces trois derniers pouces vides, d'abord avec deux pouces de poudre de charbon, sur laquelle on amoncela, en forme de dôme, autant de poudre de grès qu'il pouvait en tenir sur la caisse sans s'ébouler. Cette couverture de poudre de grès sert à préserver la poudre de charbon de l'atteinte et de la communication du feu. Il faut aussi avoir soin que les bandes de fer ne touchent, ni par les côtés ni par les extrémités, aux parois de la caisse, dont elles doivent être éloignées et séparées par une épaisseur de deux pouces de poudre de charbon. On a soin de pratiquer dans le milieu d'une des petites faces de la caisse une ouverture où l'on passe par le dehors une bande de huit ou dix pouces de longueur et de même épaisseur que les autres, pour servir d'indice ou d'éprouvette; car en retirant cette bande de fer au bout de quelques jours de feu, on juge par son état de celui des autres bandes renfermées dans la caisse, et l'on voit, en examinant cette bande d'épreuve, à quel point est avancée la conversion du fer en acier.

Le fond et les quatre côtés de la caisse doivent être de grès pur ou de très-bonnes briques bien jointes et bien lutées avec de l'argile. Cette caisse porte sur une voûte de briques, sous laquelle s'étend la flamme d'un feu qu'on entretient continuellement sur un *tisar* à l'ouverture de cette voûte, le long de laquelle on pratique des tuyaux aspiratoires, de six pouces en six pouces, pour attirer la flamme et la faire circuler également tout autour de la caisse, au-dessus de laquelle doit être une autre voûte où la flamme, après avoir circulé, est enfin emportée rapidement par d'autres tuyaux d'aspiration aboutissant à une grande et haute cheminée. Après avoir réussi à ces premiers essais, j'ai fait construire un grand fourneau de même forme, et qui a quatorze pieds de longueur sur neuf de largeur et huit de hauteur, avec deux *tisars* en fonte de fer, sur lesquels on met le bois, qui doit être bien sec, pour ne donner que de la flamme sans fumée. La voûte inférieure communique alentour de la caisse par vingt-quatre tuyaux aspiratoires, et la voûte supérieure communique à la grande cheminée par cinq autres tuyaux. Cette cheminée est élevée de trente pieds au-dessus du fourneau, et elle porte sur de grosses gueuses de fonte. Cette construction démontre assez que c'est un grand fourneau d'aspiration où l'air, puissamment attiré par le feu, anime la flamme et la fait circuler avec la plus grande rapidité; on entretient ce feu sans interruption pendant cinq ou six jours, et dès le quatrième on tire l'éprouvette pour s'assurer de l'effet qu'il a produit sur les bandes de fer qui sont dans la caisse de cémentation : on reconnaîtra, tant aux petites boursoufflures qu'à la cassure de cette bande d'épreuve, si le fer est près ou loin d'être converti en acier; et, d'après cette connaissance, l'on fera cesser ou continuer le feu; et lorsqu'on jugera que la conversion est achevée, on laissera refroidir le fourneau; après quoi on fera une ouverture vis-à-vis le dessus de la caisse, et l'on en tirera les bandes de fer qu'on y avait mises, et qui dès lors seront converties en acier.

En comparant ces bandes les unes avec les autres, j'ai remarqué : 1° que celles qui étaient de bon fer épuré avaient perdu toute apparence de nerf, et présentaient

à leur cassure un grain très-fin d'acier, tandis que les bandes de fer commun conservaient encore de leur étoffe de fer, ou ne présentaient qu'un acier à gros grains ; 2° qu'il y avait à l'extérieur beaucoup plus et de plus grandes boursouffures sur les bandes de fer commun que sur celles de bon fer ; 3° que les bandes voisines des parois des caisses n'étaient pas aussi bien converties en acier que les bandes situées au milieu de la caisse, et que de même les extrémités de toutes les bandes étaient de moins bon acier que les parties du milieu.

Le fer dans cet état, au sortir de la caisse de cémentation, s'appelle de l'*acier boursoufflé* : il faut ensuite le chauffer très-doucement, et ne lui donner qu'un rouge couleur de cerise pour le porter sous le martinet et l'étendre en petits barreaux ; car, pour peu qu'on le chauffe un peu trop, il s'éparpille, et l'on ne peut le forger. Il y a aussi des précautions à prendre pour le tremper. Mais j'excèderais les bornes que je me suis prescrites dans mes ouvrages sur l'histoire naturelle, si j'entrais dans de plus grands détails sur les différents arts du travail du fer ; peut-être même trouvera-t-on que je me suis déjà trop étendu sur l'objet du fer en particulier : je me bornerai donc aux instructions que l'on peut tirer de ce qui vient d'être dit.

Il me semble qu'on pourrait juger de la bonne ou mauvaise qualité du fer par l'effet de la cémentation ; on sait que le fer le plus pur est aussi le plus dense, et que le bon acier l'est encore plus que le meilleur fer : ainsi l'acier doit être regardé comme du fer encore plus pur que le meilleur fer ; l'un et l'autre ne sont que le même métal dans deux états différents, et l'acier est pour ainsi dire un fer plus métallique que le simple fer : il est certainement plus pesant, plus magnétique, d'une couleur plus foncée, d'un grain beaucoup plus fin et plus serré, et il devient à la trempe bien plus dur que le fer trempé ; il prend aussi le poli le plus vif et le plus beau : cependant, malgré toutes ces différences, on peut ramener l'acier à son premier état de fer par des ciments dont on s'est servi pour le convertir en acier, c'est-à-dire en se servant de matières absorbantes, telles que les substances calcaires, au lieu de matières inflammables, telles que la poudre de charbon dont on s'est servi pour le cémenter.

Mais dans cette conversion du fer en acier, quels sont les éléments qui causent ce changement, et quelles sont les substances qui peuvent le subir ? Indépendamment des matières vitreuses, qui sans doute restent dans le fer en petite quantité, ne contient-il pas aussi des particules de zinc et d'autres matières hétérogènes ? Le feu doit détruire ces molécules de zinc, ainsi que celles des matières vitreuses, pendant la cémentation, et par conséquent elle doit achever de purifier le fer. Mais il y a quelque chose de plus ; car si le fer, dans cette opération qui change sa qualité, ne faisait que perdre sans rien acquérir, s'il se délivrait en effet de toutes ses impuretés sans remplacement, sans acquisition d'autre matière, il deviendrait nécessairement plus léger : or je me suis assuré que ces bandes de fer, devenues acier par la cémentation, loin d'être plus légères, sont spécifiquement plus pesantes, et que par conséquent elles acquièrent plus de matière qu'elles n'en perdent ; dès lors quelle peut donc être cette matière, si ce n'est la substance même du feu

qui se fixe dans l'intérieur du fer, et qui contribue encore plus que la bonne qualité ou la pureté du fer à l'essence de l'acier ?

La trempe produit dans le fer et l'acier des changements qui n'ont pas encore été assez observés; et quoiqu'on puisse ôter à tous deux l'impression de la trempe en les recuisant au feu, et les rendre à peu près tels qu'ils étaient avant d'avoir été trempés, il est pourtant vrai qu'en les trempant et les chauffant plusieurs fois de suite, on altère leur qualité. La trempe à l'eau froide rend le fer cassant; l'action du froid pénètre à l'intérieur, rompt et hache le nerf, et le convertit en grains. J'ai vu dans mes forges que les ouvriers accoutumés à tremper dans l'eau la partie de la barre qu'ils viennent de forger, afin de la refroidir plus promptement, ayant, dans un temps de forte gelée, suivi leur habitude et trempé toutes leurs barres dans l'eau presque glacée, elles se trouvèrent cassantes au point d'être rebutées des marchands: la moitié de la barre qui n'avait point été trempée était de bon fer nerveux, tandis que l'autre moitié, qui avait été trempée à la glace, n'avait plus de nerf et ne présentait qu'un mauvais grain. Cette expérience est très-certaine, et ne fut que trop répétée chez moi; car il y eut plus de deux cents barres dont la seconde moitié était la seule bonne, et l'on fut obligé de casser toutes ces barres par le milieu, et de reforger toutes les parties qui avaient été trempées, afin de leur rendre le nerf qu'elles avaient perdu.

A l'égard des effets de la trempe sur l'acier, personne ne les a mieux observés que M. Perret; et voici les faits, ou plutôt les effets essentiels que cet habile artiste a reconnus: « La trempe change la forme des pièces minces d'acier: elle les voile et les courbe en différents sens; elle y produit des cassures et des gerçures: ces derniers effets sont très-communs, et néanmoins très-préjudiciables. Ces défauts proviennent de ce que l'acier n'est pas forgé avec assez de régularité; ce qui fait que, passant rapidement du chaud au froid, toutes les parties ne reçoivent pas avec égalité l'impression du froid. Il en est de même si l'acier n'est pas bien pur, ou contient quelques corps étrangers; ils produiront nécessairement des cassures... Le bon acier ne casse à la première trempe que quand il est trop écroui par le marteau; celui qu'on n'écrouit pas du tout, et qu'on ne forge que chaud, ne casse point à la première trempe; et l'on doit remarquer que l'acier prend du gonflement à chaque fois qu'on le chauffe... Plus on donne de trempe à l'acier, et plus il s'y forme de cassures, car la matière de l'acier ne cesse de travailler à chaque trempe. L'acier fondu d'Angleterre se gerce de plusieurs cassures, et celui de Styrie non-seulement se casse, mais se crible par des trempes réitérées... Pour prévenir l'effet des cassures, il faut chauffer couleur de cerise la pièce d'acier et la tremper dans du suif, en l'y laissant jusqu'à ce qu'elle ait perdu son rouge. On peut, au lieu de suif, employer toute autre graisse; elle produira le même effet, et préservera l'acier des cassures que la trempe à l'eau ne manque pas de produire. On donnera, si l'on veut, ensuite une trempe à l'ordinaire à la pièce d'acier, ou l'on s'en tiendra à la seule trempe du suif. L'artiste doit tâcher de conduire son travail de manière qu'il ne soit obligé de tremper qu'une fois, car chaque trempe altère de plus en

plus la matière de l'acier. Au reste, la trempe au suif ne durcit pas l'acier, et par conséquent ne suffit pas pour les instruments tranchants, qui doivent être très-durs : ainsi il faudra les tremper à l'eau après les avoir trempés au suif. On a observé que la trempe à l'huile végétale donne plus de dureté que la trempe au suif ou à toute autre graisse animale; et c'est sans doute parce que l'huile contient plus d'eau que la graisse. »

L'écroutissement que l'on donne aux métaux les rend plus durs, et occasionne en particulier les cassures qui se font dans le fer et l'acier. La trempe augmente ces cassures, et ne manque jamais d'en produire dans les parties qui ont été les plus *recrouies*, et qui sont par conséquent devenues les plus dures. L'or, l'argent, le cuivre, battus à froid, s'écroutissent, et deviennent plus durs et plus élastiques sous les coups réitérés du marteau. Il n'en est pas de même de l'étain et du plomb, qui, quoique battus fortement et longtemps, ne prennent point de dureté ni d'élasticité; on peut même faire fondre l'étain en le faisant frapper sous un martinet prompt; et on rend le plomb si mou et si chaud, qu'il paraît aussi prêt à se fondre. Mais je ne crois pas, avec M. Perret, qu'il existe une matière particulière que la percussion fait entrer dans le fer, l'or, l'argent et le cuivre, et que l'étain ni le plomb ne peuvent recevoir : ne suffit-il pas que la substance de ces premiers métaux soit par elle-même plus dure que celle du plomb et de l'étain, pour qu'elle le devienne encore plus par le rapprochement de ses parties? La percussion du marteau ne peut produire que ce rapprochement; et lorsque les parties intégrantes d'un métal sont elles-mêmes assez dures pour ne se point écraser, mais seulement se rapprocher par la percussion, le métal écrouti deviendra plus dur et même élastique, tandis que les métaux, comme le plomb et l'étain, dont la substance est molle jusque dans ses plus petits atomes, ne prendront ni dureté ni ressort, parce que les parties intégrantes étant écrasées par la percussion, n'en seront que plus molles, ou plutôt ne changeront pas de nature ni de propriété, puisqu'elles s'étendront au lieu de se resserrer et de se rapprocher. Le marteau ne fait donc que comprimer le métal en détruisant les pores ou interstices qui étaient entre ses parties intégrantes : et c'est par cette raison qu'en remettant le métal écrouti dans le feu, dont le premier effet est de dilater toute substance, les interstices se rétablissent entre les parties du métal, et l'effet de l'écroutissement ne subsiste plus.

Mais pour en revenir à la trempe, il est certain qu'elle fait un effet prodigieux sur le fer et l'acier. La trempe dans l'eau très-froide rend, comme nous venons de le dire, le meilleur fer tout à fait cassant; et quoique cet effet soit beaucoup moins sensible lorsque l'eau est à la température ordinaire, il est cependant très-vrai qu'elle influe sur la qualité du fer, et qu'on doit empêcher le forgeron de tremper sa pièce encore rouge de feu pour la refroidir; et même il ne faut pas qu'il jette une grande quantité d'eau dessus en la forgeant, tant qu'elle est dans l'état d'incandescence. Il en est de même de l'acier, et l'on fera bien de ne le tremper qu'une seule fois dans l'eau à la température ordinaire.

Dans certaines contrées où le travail du fer est encore inconnu, les nègres, quoi-

que les moins ingénieux de tous les hommes, ont néanmoins imaginé de tremper le bois dans l'huile ou dans des graisses dont ils le laissent s'imbiber ; ensuite ils l'enveloppent avec de grandes feuilles, comme celles de bananier, et mettent sous de la cendre chaude des instruments de bois qu'ils veulent rendre tranchants : la chaleur fait ouvrir les pores du bois, qui s'imbibe encore plus de cette graisse, et lorsqu'il est refroidi, il paraît lisse, sec, luisant, et il est devenu si dur, qu'il tranche et perce comme une arme de fer : des zagaies de bois dur et trempé de cette façon, lancées contre des arbres à la distance de quarante pieds, y entrent de trois ou quatre pouces, et pourraient traverser le corps d'un homme ; leurs haches de bois trempées de même tranchent tous les autres bois. On sait d'ailleurs qu'on fait durcir le bois en le passant au feu, qui lui enlève l'humidité qui cause en partie sa mollesse. Ainsi, dans cette trempe à la graisse ou à l'huile sous la cendre chaude, on ne fait que substituer aux parties aqueuses du bois une substance qui lui est plus analogue, et qui en rapproche les fibres de plus près.

L'acier trempé très-dur, c'est-à-dire à l'eau froide, est en même temps très-cassant ; on ne s'en sert que pour certains ouvrages, et en particulier pour faire des outils qu'on appelle *brunissoirs*, qui, étant d'un acier plus dur que tous les autres aciers, servent à lui donner le dernier poli (1).

Au reste, on ne peut donner le poli vif, brillant et noir, qu'à l'espèce d'acier qu'on appelle *acier fondu*, et que nous tirons d'Angleterre. Nos artistes ne connaissent pas les moyens de faire cet excellent acier. Ce n'est pas qu'en général il ne soit assez facile de fondre l'acier ; j'en ai fait couler à mes fourneaux d'aspiration plus de vingt livres en fusion très-parfaite : mais la difficulté consiste à traiter et à forger cet acier fondu ; cela demande les plus grandes précautions, car ordinairement il s'éparpille en étincelles au seul contact de l'air, et se réduit en poudre sous le marteau.

Dans les filières, on fait les filières, qui doivent être de la plus grande dureté, avec une sorte d'acier qu'on appelle *acier sauvage* : on le fait fondre, et, au moment qu'il se coagule, on le frappe légèrement avec un marteau à main ; et à mesure qu'il prend du corps, on le chauffe et on le forge en augmentant graduellement la force et la vitesse de la percussion, et on l'achève en le forgeant au martinet. On prétend que c'est par ce procédé que les Anglais forgent leur acier fondu ; et on

(1) On sait que c'est avec de la potée ou chaux d'étain délayée dans de l'esprit de vin que l'on polit l'acier ; mais les Anglais emploient un autre procédé pour lui donner le poli noir et brillant dont ils font un secret. M. Perret, dont nous venons de parler, paraît avoir découvert ce secret ; du moins il est venu à bout de polir l'acier à peu près aussi bien qu'on le polit en Angleterre. Il faut pour cela broyer la potée sur une plaque de fonte de fer bien unie et polie : on se sert d'un brunissoir de bois de noyer sur lequel on colle un morceau de peau de buffle qu'on a précédemment lissé avec la pierre ponce, et qu'on imprègne de potée délayée à l'eau-de-vie. Ce polissoir doit être monté sur une roue de cinq à six pieds de diamètre, pour donner un mouvement plus vif. La matière que M. Perret a trouvée la meilleure pour polir parfaitement l'acier est l'acier lui-même fondu avec du soufre, et ensuite réduit en poudre. M. de Grignon assure que le coleotar retiré du vitriol après la distillation de l'eau-forte, est la matière qui donne le plus beau poli noir à l'acier : il faut laver ce coleotar encore chaud plusieurs fois, et le réduire au dernier degré de finesse par la décantation ; il faut aussi qu'il soit entièrement dépouillé de ses parties salines, qui formeraient des taches bleuâtres sur le poli. Il paraît que M. Langlois est de nos artistes, celui qui a le mieux réussi à donner ce beau poli noir à l'acier.

assure que les Asiatiques travaillent de même leur acier en pain, qui est aussi d'excellente qualité. La fragilité de cet acier fondu est presque égale à celle du verre; c'est pourquoi il n'est bon que pour certains outils, tels que les rasoirs, les lancettes, etc., qui doivent être très-tranchants, et prendre le plus de dureté et le plus beau poli: mais il ne peut servir aux ouvrages qui, comme les lames d'épée, doivent avoir du ressort; et c'est par cette raison que dans le Levant comme en Europe, les lames de sabre et d'épée se font avec un acier mélangé d'un peu d'étoffe de fer, qui lui donne de la souplesse et de l'élasticité.

Les Orientaux ont mieux que nous le petit art de damasquiner l'acier; cela ne se fait pas en y introduisant de l'or ou de l'argent, comme on le croit vulgairement, mais par le seul effet d'une percussion souvent répétée. M. Gau a fait sur cela plusieurs expériences, dont il a eu la bonté de me communiquer le résultat (1). Cet habile artiste, qui a porté notre manufacture des armes blanches à un grand point

(1) Monsieur, de retour à Klingenthal, j'ai fait, comme j'ai eu l'honneur de vous le promettre à Montbard, plusieurs épreuves sur l'acier, pour en fabriquer des lames de sabre et de couteau de chasse de même étoffe et de même qualité que celles de Turquie connues sous le nom de *damas*: les résultats de ces différentes épreuves ont toujours été les mêmes, et je profite de la permission que vous m'avez donnée de vous en rendre compte.

Après avoir fait travailler et préparer une certaine quantité d'acier propre à en faire du damas, j'en ai destiné un tiers à recevoir le double de l'argent que j'y emploie ordinairement; dans le second tiers, j'y ai mis la dose ordinaire, et point d'argent du tout dans le dernier tiers.

J'ai eu l'honneur de vous dire, monsieur, de quelle façon je fais ce mélange de l'argent avec l'acier; j'ai augmenté de précautions pour mieux enfermer l'argent: et comme j'ai commencé mes épreuves par les petites barres ou plaques qui en tenaient le double, en donnant à celles du dessus et du dessous le double d'épaisseur des autres, je les ai fait chauffer au blanc bouillant, et ce n'a été qu'avec une peine infinie que l'ouvrier est venu à bout de les souder ensemble; elles paraissaient à l'intérieur l'être parfaitement, et on ne voyait point sur l'enclume qu'il en fût sorti de l'argent: la réunion de ces plaques m'a donné un lingot de neuf pouces de long sur un pouce d'épaisseur et autant de largeur.

J'ai ensuite fait remettre au feu ce lingot pour en former une lame de couteau de chasse: c'est dans cette opération, en aplatissant et en allongeant ce lingot, que les défauts de soudure qui étaient dans l'intérieur se sont découverts, et quelque soin que l'ouvrier y ait donné, il n'a pu forger cette lame sans beaucoup de pailles.

J'ai fait recommencer cette opération par quatre fois différentes, et toutes les lames ont été pailleuses sans qu'on ait pu y remédier; ce qui me persuade qu'il y est entré beaucoup d'argent.

Les barres dans lesquelles je n'ai mis que la dose ordinaire d'argent, et dont les plaques du dessus et du dessous n'avaient pas plus d'épaisseur que les autres, ont toutes bien soudé, donné des lames sans pailles; il s'est trouvé sur l'enclume beaucoup d'argent fondu qui s'y était attaché.

A l'égard des barres forgées sans argent, elles ont été soudées sans aucune difficulté comme de l'acier ordinaire, et elles ont donné de très-belles lames. Pour connaître si ces lames sans argent avaient les mêmes qualités, pour le tranchant et la solidité, que celles fabriquées avec de l'argent, j'ai essayé le tranchant de toutes mes forces sur des nœuds de bois de chêne qu'elles ont coupés sans s'ébrécher; j'en ai ensuite mis une à plat entre deux barres de fer sur mon escalier, comme vous l'avez vu faire sur le vôtre, et ce n'a été qu'après l'avoir longtemps tourmentée dans tous les sens que je suis parvenu à la déchirer. J'ai donc trouvé à ces lames le même tranchant et la même ténacité. Il semblerait, d'après ces épreuves:

1° Que s'il reste de l'argent dans l'acier, il est impossible de le souder dans les endroits où il se trouve;

2° Que lorsqu'on réussit à souder parfaitement des barres où il y a de l'argent, il faut que cet argent, qui est en fusion lorsque l'acier est rouge-blanc, s'en soit échappé aux premiers coups de marteau, soit par les jointures des barres posées les unes sur les autres, soit par les pores alors ouverts de l'acier: lorsque les plaques sont plus épaisses, l'argent fondu se répand en partie sur l'enclume, et il est impossible de souder les endroits où il en reste;

3° L'argent ne communique aucune vertu à l'acier, soit pour le tranchant, soit pour la solidité, et l'opinion du public, qui avait décidé mes recherches, et qui attribue au mélange de l'acier et de l'argent la bonté des lames de Damas en Turquie, est sans fondement, puisqu'en décomposant un morceau vous-même, monsieur, vous n'y avez pas trouvé plus d'argent que dans la lame de même étoffe faite ici, dans laquelle il en était cependant entré.

4° Le tranchant étonnant de ces lames et leur solidité ne proviennent, ainsi que les dessins qu'elles présentent, que du mélange des différents aciers qu'on y emploie, et de la façon qu'on les travaille ensemble.

de perfection, s'est convaincu avec moi que ce n'est que par le travail du marteau et par la réunion de différents aciers mêlés d'un peu d'étoffe de fer que l'on vient à bout de damasquer les lames de sabre, et de leur donner en même temps le tranchant, l'élasticité et la ténacité nécessaires; il a reconnu comme moi que ni l'or ni l'argent ne peuvent produire cet effet.

Il me resterait encore beaucoup de choses à dire sur le travail et sur l'emploi du fer; je me suis contenté d'en indiquer les principaux objets; chacun demanderait un traité particulier; et l'on pourrait compter plus de cent arts ou métiers tous relatifs au travail de ce métal, en le prenant depuis ses mines jusqu'à sa conversion en acier et sa fabrication en canons de fusil, lames d'épées, ressorts de montres, etc. Je n'ai pu donner ici que la filiation de ces arts, en suivant les rapports naturels qui les font dépendre les uns des autres; le reste appartient moins à l'histoire de la nature qu'à celle des progrès de notre industrie.

Mais nous ne devons pas oublier de faire mention des principales propriétés du fer et de l'acier, relativement à celles des autres métaux. Le fer, quoique très-dur, n'est pas fort dense; c'est, après l'étain, le plus léger de tous. Le fer commun, pesé dans l'eau, ne perd guère qu'un huitième de son poids et ne pèse que cinq cent quarante-cinq ou cinq cent quarante-six livres le pied cube (1). L'acier pèse cinq cent quarante-huit à cinq cent quarante-neuf livres; et il est toujours spécifiquement un peu plus pesant que le meilleur fer: je dis le meilleur fer, car en général ce métal est sujet à varier pour la densité ainsi que pour la ténacité, la dureté, l'élasticité, et il paraît n'avoir aucune propriété absolue que celle d'être attirable à l'aimant; encore cette qualité magnétique est-elle beaucoup plus grande dans l'acier et dans certains fers que dans d'autres; elle augmente aussi dans certaines circonstances, et diminue dans d'autres; et cependant cette propriété d'être attirable à l'aimant paraît appartenir au fer, à l'exclusion de toute autre matière, car nous ne connaissons dans la nature aucun métal, aucune autre substance pure qui ait cette qualité magnétique et qui puisse même l'acquérir par notre art; rien au contraire ne peut la faire perdre au fer tant qu'il existe dans son état de métal, et non-seulement il est toujours attirable par l'aimant, mais il peut lui-même devenir ai-

Pour que vous puissiez, monsieur, en juger par vous-même, et rectifier mes idées à ce sujet, j'envoie à mon dépôt de l' Arsenal de Paris, pour être remises à leur arrivée:

1° Une des lames forgées avec les lingots où il y avait le double d'argent, dans laquelle je crois qu'il y en a encore, parce qu'elle n'a pu être bien soudée, et que vous voudrez bien faire décomposer après avoir fait éprouver son tranchant et sa solidité;

2° Une lame forgée d'un lingot où j'avais mis moitié d'argent, bien soudée, et sur laquelle j'ai fait graver vos armoiries;

3° Une lame fabriquée d'une barre d'acier travaillée pour damas, dans laquelle il n'est point entré d'argent: vous voudrez bien faire mettre cette lame aux plus fortes épreuves, tant pour le tranchant sur du bois qu'en essayant sa résistance en la forçant entre deux barres de fer.

(1) On a écrit et répété partout que le pied cube de fer pèse cinq cent quatre-vingts livres; mais cette estimation est de beaucoup trop forte. M. Brisson s'est assuré, par des épreuves à la balance hydrostatique, que le fer forgé, non écroui comme écroui, ne pèse également que cinq cent quarante-cinq livres deux ou trois onces le pied cube et que le pied cube d'acier pèse cinq cent quarante-huit livres: on s'était donc trompé de trente-cinq livres en estimant cinq cent quatre-vingts livres le poids d'un pied cube de fer.

mant; et lorsqu'il est une fois aimanté, il attire l'autre fer avec autant de force que l'aimant même (1).

De tous les métaux, après l'or, le fer est celui dont la ténacité est la plus grande; selon Muschenbroek, un fil de fer d'un dixième de pouce de diamètre peut soutenir un poids de quatre cent cinquante livres sans se rompre; mais j'ai reconnu par ma propre expérience qu'il y a une énorme différence entre la ténacité du bon et du mauvais fer (2); et quoiqu'on choisisse le meilleur pour le passer à la filière, on trouvera encore des différences dans la ténacité des différents fils de fer de même grosseur, et l'on observera généralement que plus le fil de fer sera fin, plus la ténacité sera grande à proportion.

Nous avons vu qu'il faut un feu très-violent pour fondre le fer forgé, et qu'en même temps qu'il se fond il se brûle et se calcine en partie, et d'autant plus que la chaleur est plus forte; en le fondant au foyer d'un miroir ardent, on le voit bouillonner, brûler, jeter une flamme assez sensible et se changer en mâchefer; cette scorie conserve la qualité magnétique du fer après avoir perdu toutes les autres propriétés de ce métal.

Tous les acides minéraux et végétaux agissent plus ou moins sur le fer et l'acier; l'air, qui, dans son état ordinaire, est toujours chargé d'humidité, les réduit en rouille; l'air sec ne les attendrit pas de même et ne fait qu'en ternir la surface, l'eau la ternit davantage et la noircit à la longue, elle en divise et sépare les parties constituantes, et l'on peut, avec de l'eau pure, réduire ce métal en poudre très-fine (3), laquelle néanmoins est encore du fer dans son état de métal, car elle est attirable à l'aimant et se dissout comme le fer dans tous les acides. Ainsi ni l'eau, ni l'air seuls n'ôtent au fer sa qualité magnétique; il faut le concours de ces deux éléments, ou plutôt l'action de l'acide aérien, pour le réduire en rouille qui n'est plus attirable à l'aimant.

L'acide nitreux dévore le fer autant qu'il le dissout; il le saisit d'abord avec la plus grande violence, et lors même que cet acide en est pleinement saturé, son activité ne se ralentit pas; il dissout le nouveau fer qu'on lui présente en laissant précipiter le premier.

L'acide vitriolique, même affaibli, dissout aussi le fer avec effervescence et chaleur, et les vapeurs qui s'élèvent de cette dissolution sont très-inflammables. En la faisant évaporer et la laissant refroidir, on obtient des cristaux vitrioliques verts, qui sont connus sous le nom de *couperose* (4).

L'acide marin dissout très-bien le fer, et l'eau régale encore mieux. Ces acides nitreux et marin soit séparément, soit conjointement, forment avec le fer des sels

(1) Voyez ci-après l'article de l'*Aimant*.

(2) Voyez le *Mémoire sur la ténacité du fer*, tome II.

(3) Prenez de la limaille de fer nette et brillante, mettez-la dans un vase, versez assez d'eau dessus pour la couvrir d'un pouce ou deux; faites-la remuer avec une spatule de fer jusqu'à ce qu'elle soit réduite en poudre si fine, qu'elle reste suspendue à la surface de l'eau: cette poudre est encore du vrai fer très-attirable à l'aimant.

(4) Voyez ci-devant l'article du *Vitriol*.

qui, quoique métalliques, sont déliquescents; mais dans quelque acide que le fer soit dissout, on peut toujours l'en séparer par le moyen des alcalis ou des terres calcaires; on peut aussi le précipiter par le zinc, etc.

Le soufre, qui fait fondre le fer rouge en un instant, est plutôt le destructeur que le dissolvant de ce métal; il en change la nature et le réduit en pyrite. La force d'affinité entre le soufre et le fer est si grande, qu'ils agissent violemment l'un sur l'autre même sans le secours du feu; car, dans cet état de pyrite, ils produisent eux-mêmes de la chaleur et du feu à l'aide seulement d'un peu d'humidité.

De quelque manière que le fer soit dissout ou décomposé, il paraît que ses précipités et ses chaux en safran, en ocre, en rouille, etc., sont tous colorés de jaune, de rougeâtre ou de brun; aussi emploie-t-on ces chaux de fer pour la peinture à l'huile et pour les émaux.

Enfin le fer peut s'allier à tous les autres métaux, à l'exception du plomb et du mercure. Suivant M. Gellert, les affinités du fer sont dans l'ordre suivant: l'or, l'argent, le cuivre; et, suivant M. Geoffroi, le régule d'antimoine, l'argent, le cuivre et le plomb. Mais ce dernier chimiste devait exclure le plomb et ne pas oublier l'or, avec lequel le fer a plus d'affinité qu'avec aucun autre métal; nous verrons même que ces deux métaux, le fer et l'or, se trouvent quelquefois si intimement unis par des accidents de nature, que notre art ne peut les séparer l'un de l'autre (1).

DE L'OR.

Autant nous avons vu le fer subir de transformations et prendre d'états différents, soit par les causes naturelles, soit par les effets de notre art, autant l'or nous paraîtra fixe, immuable et constamment le même sous notre main comme sous celle de la nature. C'est de toutes les matières du globe la plus pesante, la plus inaltérable, la plus tenace, la plus inextensible; et c'est par la réunion de ces caractères prééminents que, dans tous les temps, l'or a été regardé comme le métal le plus parfait et le plus précieux: il est devenu le signe universel et constant de la valeur de toute autre matière, par un consentement unanime et tacite de tous les peuples policés. Comme il peut se diviser à l'infini sans rien perdre de son essence, et même sans subir la moindre altération, il se trouve disséminé sur la surface entière du globe, mais en molécules si ténues, que sa présence n'est pas sensible. Toute la couche de la terre qui recouvre le globe en contient, mais c'est en si

(1) Voyez ci-après l'article de la *Platine*.

petite quantité qu'on ne l'aperçoit pas et qu'on ne peut le recueillir : il est plus apparent quoiqu'encore en très-petite quantité, dans les sables entraînés par les eaux et détachés de la masse des rochers qui le recèlent; on le voit quelquefois briller dans ces sables, dont il est aisé de le séparer par des lotions répétées. Ces paillettes charriées par les eaux, ainsi que toutes les autres particules de l'or qui sont disséminées sur la terre, proviennent également des mines primordiales de ce métal. Ces mines gisent dans les fentes de quartz, où elles se sont établies peu de temps après la consolidation du globe : souvent l'or y est mêlé avec d'autres métaux, sans en être altéré; presque toujours, il est allié d'argent, et néanmoins, il conserve sa nature dans le mélange, tandis que les autres métaux, corrompus et minéralisés, ont perdu leur première forme avant de voir le jour, et ne peuvent ensuite la reprendre que par le travail de nos mains : l'or, au contraire, vrai métal de nature, a été formé tel qu'il est; il a été fondu ou sublimé par l'action du feu primitif, et s'est établi sous la forme qu'il conserve encore aujourd'hui; il n'a subi d'autre altération que celle d'une division presque infinie, car il ne se présente nulle part sous une forme minéralisée. On peut même dire que, pour minéraliser l'or, il faudrait un concours de circonstances qui ne se trouvent peut-être pas dans la nature, et qui lui feraient perdre ses qualités les plus essentielles; car il ne pourrait prendre cette forme minéralisée qu'en passant auparavant par l'état de précipité; ce qui suppose précédemment sa dissolution par la réunion des acides nitreux et marin : et ces précipités de l'or ne conservent pas les grandes propriétés de ce métal; ils ne sont plus inaltérables et peuvent être dissous par les acides simples. Ce n'est donc que sous cette forme de précipité que l'or pourrait être minéralisé; et comme il faut la réunion de l'acide nitreux et de l'acide marin pour en faire la dissolution, et ensuite un alcali ou une matière métallique pour opérer ce précipité, ce serait par le plus grand des hasards que ces combinaisons se trouveraient réunies dans le sein de la terre, et que ce métal pourrait être dans un état de minéralisation naturelle.

L'or ne s'est établi sur le globe que quelque temps après sa consolidation, et même après l'établissement du fer, parce qu'il ne peut pas supporter un aussi grand degré de feu sans se sublimer ou se fondre : aussi, ne s'est-il point incorporé dans la matière vitreuse; il a seulement rempli les fentes du quartz qui, toujours lui sert de gangue : l'or s'y trouve dans son état de nature, et sans autre caractère que celui d'un métal fondu; ensuite il s'est sublimé par la continuité de cette première chaleur du globe, et il s'est répandu sur la superficie de la terre en atomes impalpables et presque imperceptibles.

Les premiers dépôts ou mines primitives de cette matière précieuse ont donc dû perdre de leur masse et diminuer de quantité, tant que le globe a conservé assez de chaleur pour en opérer la sublimation; et cette perte continuelle, pendant les premiers siècles de la grande chaleur du globe, a peut-être contribué, plus qu'aucune autre cause à la rareté de ce métal, à sa dissémination universelle en atomes infiniment petits : je dis universelle, parce qu'il y a peu de matières à

la surface de la terre qui n'en contiennent une petite quantité; les chimistes en ont trouvé dans la terre végétale, et dans toutes les autres terres qu'ils ont mises à l'épreuve (1).

Au reste, ce métal, le plus dense de tous, est en même temps celui que la nature a produit en plus petite quantité. Tout ce qui est extrême est rare, par la raison qu'il est extrême : l'or, pour la densité, le diamant pour la dureté, le mercure pour la volatilité, étant extrêmes en qualité, sont rares en quantité. Mais pour ne parler ici que de l'or, nous observerons d'abord que, quoique la nature paraisse nous le présenter sous différentes formes, toutes néanmoins ne diffèrent les unes des autres que par la quantité et jamais par la qualité, parce que ni le feu, ni l'eau, ni l'air, ni même tous ces éléments combinés, n'altèrent pas son essence, et que les acides simples, qui détruisent les autres métaux, ne peuvent l'attaquer (2).

En général, on trouve l'or dans quatre états différents, tous relatifs à sa seule divisibilité; savoir, en poudre, en paillettes, en grains et en filets séparés ou conglomérés. Les mines primordiales de ce métal sont dans les hautes montagnes, et forment des filons dans le quartz jusqu'à d'assez grandes profondeurs; elles se sont établies dans les fentes perpendiculaires de cette roche quartzreuse, et l'or y est toujours allié d'une plus ou moins grande quantité d'argent : ces deux métaux y sont simplement mélangés et font masse commune; ils sont ordinairement incrustés en filets ou en lames dans la pierre vitreuse, et quelquefois ils s'y trouvent en masse et en faisceaux conglomérés. C'est à quelque distance de ces mines primordiales que se trouve l'or en petites masses, en grains, en pépites, etc.; et c'est dans les ravines des montagnes qui en recèlent les mines, qu'on le recueille en plus grande quantité : on le trouve aussi en paillettes et en poudre dans les sables que roulent les torrents et les rivières qui descendent de ces mêmes montagnes, et souvent cette poudre d'or est dispersée et disséminée sur les bords de ces ruisseaux et dans les terres adjacentes (3). Mais soit en poudre, en paillettes, en grains, en filets ou en masses, l'or de chaque lieu est toujours de la même essence, et ne diffère que par le degré de pureté : plus il est divisé, plus il est pur; en sorte que s'il est à

(1) L'or trouvé par nos chimistes récents dans la terre végétale est une preuve de la dissémination universelle de ce métal, et ce fait paraît avoir été connu précédemment : car Boerhaave parle d'un programme présenté aux états-généraux sous ce titre : *De arte extrahendi aurum e qualibet terra arvensi*.

(2) M. Tillet, savant physicien de l'Académie des Sciences, s'est assuré que l'acide nitreux, rectifié autant qu'il est possible, ne dissout pas un seul atome de l'or qu'on lui présente. A la vérité, l'eau-forte ordinaire semble attaquer un peu les feuilles d'or par une opération forcée, en faisant bouillir, par exemple, quatre ou cinq onces de cet acide sur un demi-gros d'or pur réduit en une lame très-mince, jusqu'à ce que toute la liqueur soit réduite au poids de quelques gros : alors la petite quantité d'acide qui reste se trouve chargée de quelques particules d'or; mais le métal y est dans l'état de suspension, et non pas véritablement dissous, puisqu'au bout de quelque temps il se précipite au fond du flacon, quoique bien bouché, ou bien il surnage à la surface de la liqueur avec son brillant métallique, au lieu que, dans une véritable dissolution, telle qu'on l'opère par l'eau régale, la combinaison du métal est si parfaite avec les deux acides réunis, qu'il ne les quitte jamais de lui-même. D'après ce rapport de M. Tillet, il est aisé de concevoir que l'acide nitreux, forcé d'agir par la chaleur, n'agit ici que comme un corps qui en froterait un autre, et en détacherait par conséquent quelques particules, et dès lors on peut assurer que cet acide ne peut ni dissoudre ni même attaquer l'or par ses propres forces.

(3) Wallerius compte douze sortes d'or dans les sables; mais ces douze sortes doivent se réduire à une seule, parce qu'elles ne diffèrent les unes des autres que par la couleur, la grosseur ou la figure, et qu'au fond c'est toujours le même or.

vingt karats dans sa mine en montagne, les poudres qui en proviennent sont souvent à vingt-deux ou vingt-trois karats, parce que, en se divisant, ce métal s'est épuré et purgé d'une partie de son alliage naturel. Au reste, ces paillettes et ces grains, qui ne sont que des débris des mines primordiales, et qui ont subi tant de mouvements, de chocs et de rencontres d'autres matières, n'en ont rien souffert qu'une plus grande division ; elles ne sont jamais intérieurement altérées, quoique recouvertes à l'extérieur de matières étrangères.

L'or le plus fin, c'est-à-dire le plus épuré par notre art, est, comme l'on sait, à vingt-quatre karats : mais l'on n'a jamais trouvé d'or à ce titre dans le sein de la terre, et dans plusieurs mines, il n'est qu'à vingt et même seize à quatorze karats, en sorte qu'il contient souvent un quart et même un tiers de mélange ; et cette matière étrangère qui se trouve originairement alliée avec l'or, est une portion d'argent, lequel, quoique beaucoup moins dense, et par conséquent, moins divisible que l'or, se réduit néanmoins en molécules très-ténues. L'argent est, comme l'or, inaltérable, inaccessible aux efforts des éléments humides, dont l'action détruit les autres métaux ; et c'est par cette prérogative de l'or et de l'argent qu'on les a toujours regardés comme des métaux parfaits, et que le cuivre, le plomb, l'étain et le fer, qui sont tous sujets à plus ou moins d'altération par l'impression des agents extérieurs, sont des métaux imparfaits en comparaison des deux premiers. L'or se trouve donc allié d'argent même dans sa mine la plus riche et sur sa gangue quartzeuse ; ces deux métaux, presque aussi parfaits, aussi purs l'un que l'autre, n'en sont que plus intimement unis ; le haut ou bas aloi de l'or natif dépend donc principalement de la grande ou petite quantité d'argent qu'il contient. Ce n'est pas que l'or ne soit aussi quelquefois mêlé de cuivre et d'autres substances métalliques (1) : mais ces mélanges ne sont pour ainsi dire qu'extérieurs, et à l'exception de l'argent, l'or n'est point allié, mais seulement contenu et disséminé dans toutes les autres matières métalliques et terreuses.

On serait porté à croire, vu l'affinité apparente de l'or avec le mercure et leur forte attraction mutuelle, qu'ils devraient se trouver assez souvent amalgamés ensemble ; cependant, rien n'est plus rare, et à peine y a-t-il un exemple d'une mine où l'on ait trouvé l'or pénétré de ce minéral fluide. Il me semble qu'on peut en donner la raison d'après ma théorie ; car quelque affinité qu'il y ait entre l'or et le mercure, il est certain que la fixité de l'un et la grande volatilité de l'autre, ne leur ont guère permis de s'établir en même temps ni dans les mêmes lieux et que ce n'est que par des hasards postérieurs à leur établissement primitif, et par des circonstances très-particulières, qu'ils ont pu se trouver mélangés.

L'or répandu dans les sables, soit en poudre, en paillettes ou en grains plus ou moins gros, et qui provient du débris des mines primitives, loin d'avoir rien perdu de son essence, a donc encore acquis de la pureté. Les sels acides, alcalins et arse-

(1) Par exemple, l'or de Guinée, de Sofala, de Malaca, contient du cuivre et très-peu d'argent, et le cuivre des mines de Coquimbo au Pérou contient, à ce qu'on dit, de l'or sans aucun mélange d'argent.

niciaux, qui rongent toutes les substances métalliques, ne peuvent entamer celle de l'or. Ainsi, dès que les eaux ont commencé de détacher et d'entraîner les minerais de différents métaux, tous auront été altérés, dissous, détruits par l'action de ces sels; l'or seul a conservé son essence intaete, et il a même défendu celle de l'argent, lorsqu'il s'y est trouvé mêlé en suffisante quantité.

L'argent, quoique aussi parfait que l'or à plusieurs égards, ne se trouve pas aussi communément en poudre ou en paillettes dans les sables et les terres. D'où peut provenir cette différence à laquelle il me semble qu'on n'a pas fait assez d'attention? Pourquoi les terrains au pied des montagnes à mines sont-ils semés de poudre d'or? pourquoi les torrents qui s'en écoulent roulent-ils des paillettes et des grains de ce métal, et que l'on trouve si peu de poudre, de paillettes ou de grains d'argent dans ces mêmes sables, quoique les mines d'où déécoulent ces eaux contiennent souvent beaucoup plus d'argent que d'or? N'est-ce pas une preuve que l'argent a été détruit avant de pouvoir se réduire en paillettes, et que les sels de l'air, de la terre et des eaux l'ont saisi, dissous, dès qu'il s'est trouvé réduit en petites parcelles, au lieu que ces mêmes sels ne pouvant attaquer l'or, sa substance est demeurée intaete lors même qu'il s'est réduit en poudre ou en atomes impalpables?

En considérant les propriétés générales et particulières de l'or, on a d'abord vu qu'il était le plus pesant et par conséquent le plus dense des métaux (1), qui sont

La densité de l'or a été bien déterminée par M. Brisson, de l'Académie des Sciences. L'eau distillée étant supposée peser 4000 livres, il a vu que l'or à 24 karats, fondu et non battu, pèse 492381 livres 12 onces 3 gros 62 grains, et que par conséquent un pied cube de cet or pur pèserait 4348 livres 1 once 61 grains; et que ce même or à 24 karats, fondu et battu, pèse relativement à l'eau 193617 livres 12 onces 4 gros 28 grains, en sorte que le pied cube de cet or pèserait 4353 livres 3 onces 60 grains. L'or des ducats d'Hollande approche de très-près ce degré de pureté; car la pesanteur spécifique de ces ducats est de 193519 livres 12 onces 4 gros 25 grains, ce qui donne 4354 livres 10 onces 4 gros 2 grains pour le poids d'un pied cube de cet or. J'observerai que pour avoir au juste les pesanteurs spécifiques de toutes les matières, il faut non-seulement se servir d'eau distillée, mais que pour connaître exactement le poids de cette eau, il faudrait en faire distiller une assez grande quantité, par exemple assez pour remplir un vaisseau cubique d'un pied de capacité, peser ensuite le tout et déduire la tare du vaisseau; cela serait plus juste que si l'on n'employait qu'un vaisseau de quelques pouces cubiques de capacité: il faudrait aussi que le métal fût absolument pur, ce qui n'est peut-être pas possible, mais au moins le plus pur qu'il se pourra. Je me suis beaucoup servi d'un globe d'or raffiné avec soin, d'un pouce de diamètre, pour mes expériences sur le progrès de la chaleur dans les corps; et en le pesant dans l'eau commune, j'ai vu qu'il ne perdait pas $\frac{1}{19}$ de son poids: mais probablement cette eau était bien plus pesante que l'eau distillée. Je suis donc très-satisfait qu'un de nos habiles physiciens ait déterminé plus précisément cette densité de l'or à 24 karats, qui, comme l'on voit, augmente de poids par la percussion: mais était-il bien assuré que cet or fût absolument pur? Il est presque impossible d'en séparer en entier l'argent que la nature y a mêlé; et d'ailleurs la pesanteur de l'eau même distillée varie avec la température de l'atmosphère, et cela laisse encore quelque incertitude sur la mesure exacte de la densité de ce métal précieux. Ayant sur cela communiqué mes doutes à M. de Morveau, il a pris la peine de s'assurer qu'un pied cube d'eau distillée pèse 71 livres 7 onces 5 gros 8 grains et $\frac{1}{24}$ de grain, l'air étant à la température de 12 degrés. L'eau, comme l'on sait, pèse plus ou moins, suivant qu'il fait plus froid ou plus chaud, et les différences qu'on a trouvées dans la densité des différentes matières soumises à l'épreuve de la balance hydrostatique viennent non-seulement du poids absolu de l'eau à laquelle on les compare, mais encore du degré de la chaleur actuelle de ce liquide: et c'est par cette raison qu'il faut un degré fixe, tel que la température de 12 degrés, pour que le résultat de la comparaison soit juste. Un pied cube d'eau distillée pesant donc toujours, à la température de 12 degrés, 71 liv. 7 onc. 5 gros 8 $\frac{1}{24}$ grains, il est certain que si l'or perd dans l'eau $\frac{1}{19}$ de son poids, le pied cube de ce métal pèse 4358 livres 1 once 4 gros 8 $\frac{1}{20}$ grains et je crois cette estimation trop forte; car, comme je viens de le dire, le globe d'or très-fin, d'un pouce de diamètre, dont je me suis servi, ne perdait pas $\frac{1}{19}$ de son poids dans de l'eau qui n'était pas distillée, et par conséquent il se pourrait que dans l'eau distillée il n'eût perdu que $\frac{1}{18}$ $\frac{3}{4}$, et dans ce cas ($\frac{1}{18}$ $\frac{3}{4}$) le pied cube d'or ne pèserait réellement que 4340 livres 9 onces 2

eux-mêmes les substances les plus pesantes de toutes les matières terrestres. Rien ne peut altérer ou changer dans l'or cette qualité prééminente. On peut dire qu'en général la densité constitue l'essence réelle de toute matière brute, et que cette première propriété fixe en même temps nos idées sur la proportion de l'espace à celle de la matière sous un volume donné. L'or est le terme extrême de cette proportion, toute autre substance occupant plus d'espace; il est donc la matière par excellence, c'est-à-dire la substance qui de toutes est la plus matière; et néanmoins ce corps si dense et si compacte, cette matière dont les parties sont si rapprochées, si serrées, contient peut-être encore plus de vide que de plein, et par conséquent nous démontre qu'il n'y a point de matière sans pores, que le contact des atomes matériels n'est jamais absolu ni complet, qu'enfin il n'existe aucune substance qui soit pleinement matérielle, et dans laquelle le vide ou l'espace ne soit interposé, et n'occupe autant et plus de place que la matière même.

Mais, dans toute matière solide, ces atomes matériels sont assez voisins pour se trouver dans la sphère de leur attraction mutuelle, et c'est en quoi consiste la ténacité de toute matière solide; les atomes de même nature sont ceux qui se réunissent de plus près: ainsi la ténacité dépend en partie de l'homogénéité. Cette vérité peut se démontrer par l'expérience; car tout alliage diminue ou détruit la ténacité des métaux: celle de l'or est si forte, qu'un fil de ce métal, d'un dixième de ligne de diamètre, peut porter, avant de se rompre, cinq cents livres de poids; aucune autre matière métallique ou terreuse ne peut en supporter autant.

La divisibilité et la ductilité ne sont que des qualités secondaires qui dépendent en partie de la densité et en partie de la ténacité ou de la liaison des parties constituantes. L'or, qui, sous un même volume, contient plus du double de matières que le cuivre, sera par cela seul une fois plus divisible; et comme les parties intégrantes de l'or sont plus voisines les unes des autres que dans toute autre substance, sa ductilité est aussi la plus grande, et surpasse celle des autres métaux dans une proportion bien plus grande que celle de la densité ou de la ténacité, parce que la ductilité, qui est le produit de ces deux causes, n'est pas en rapport simple à l'une ou à l'autre de ces qualités, mais en raison composée des deux. La ductilité sera donc relative à la densité multipliée par la ténacité; et c'est ce qui, dans l'or, rend cette ductilité encore plus grande à proportion que dans tout autre métal.

Cependant la forte ténacité de l'or, et sa ductilité encore plus grande, ne sont pas des propriétés aussi essentielles que sa densité; elles en dérivent et ont leur plein effet tant que rien n'interrompt la liaison des parties constituantes, tant que l'homogénéité subsiste et qu'aucune force ou matière étrangère ne change la position de ces mêmes parties: mais ces deux qualités, qu'on croirait essentielles à

gros 25 grains: il me paraît donc qu'on a exagéré la densité de l'or en assurant qu'il perd dans l'eau plus de $\frac{1}{19}$ de son poids, et que c'est tout au plus s'il perd $\frac{1}{19}$, auquel cas le pied cube pèserait 4358 livres. Ceux qui assurent qu'il n'en pèse que 4348 et qui disent en même temps qu'il perd dans l'eau entre $\frac{1}{19}$ et $\frac{1}{20}$ de son poids, ne se sont pas aperçus que ces deux résultats sont démentis l'un par l'autre.

l'or, se perdent dès que sa substance subit quelque dérangement dans son intérieur; un grain d'arsenic ou d'étain jeté sur un marc d'or en fonte, ou même leur vapeur, suffit pour altérer toute cette quantité d'or, et le rend aussi fragile qu'il était auparavant tenace et ductile. Quelques chimistes ont prétendu qu'il perd de même sa ductilité par les matières inflammables, par exemple lorsque, étant en fusion, il est immédiatement exposé à la vapeur du charbon; mais je ne crois pas que cette opinion soit fondée.

L'or perd aussi sa ductilité par la percussion; il s'écroute, devient cassant, sans addition ni mélange d'aucune matière ni vapeur, mais par le seul dérangement de ses parties intégrantes: ainsi ce métal, qui de tous est le plus ductile, n'en perd pas moins aisément sa ductilité; ce qui prouve que ce n'est point une propriété essentielle et constante à la matière métallique, mais seulement une qualité relative aux différents états où elle se trouve, puisqu'on peut lui ôter par l'écrasement et lui rendre par le recuit au feu cette qualité ductile alternativement, et autant de fois qu'on le juge à propos. Au reste, M. Brisson, de l'Académie des Sciences, a reconnu, par des expériences très-bien faites, qu'en même temps que l'écrasement diminue la ductilité des métaux, il augmente leur densité, qu'ils deviennent par conséquent d'une plus grande pesanteur spécifique, et que cet excédant de densité s'évanouit par le recuit.

La fixité au feu, qu'on regarde encore comme une des propriétés essentielles de l'or, n'est pas aussi absolue ni même aussi grande qu'on le croit vulgairement, d'après les expériences de Boyle et de Kunckel; ils ont, disent-ils, tenu pendant quelques semaines de l'or en fusion sans aucune perte sur son poids: cependant je suis assuré, par des expériences faites dès l'année 1747 (1), à mon miroir de réflexion, que l'or fume et se sublime en vapeurs, même avant de se fondre; on sait d'ailleurs qu'au moment que ce métal devient rouge, et qu'il est sur le point d'entrer en fusion, il s'élève à sa surface une petite flamme d'un vert léger: et M. Macquer, notre savant professeur de chimie, a suivi les progrès de l'or en fonte au foyer d'un miroir réfringent et a reconnu de même qu'il continuait de fumer et de s'exhaler en vapeur; il a démontré que cette vapeur était métallique, qu'elle saisissait et dorait l'argent ou les autres matières qu'on tenait au-dessus de cet or fumant. Il n'est donc pas douteux que l'or ne se sublime en vapeurs métalliques, non-seulement après, mais même avant sa fonte au foyer des miroirs ardents: ainsi ce n'est pas la très-grande violence de ce feu du soleil qui produit cet effet, puisque la sublimation s'opère à un degré de chaleur assez médiocre, et avant que ce métal entre en fusion: dès lors, si les expériences de Boyle et de Kunckel sont exactes, l'on sera forcé de convenir que l'effet de notre feu sur l'or n'est pas le même que celui du feu solaire, et que s'il ne perd rien au premier, il peut perdre beaucoup et peut-être tout au second. Mais je ne puis m'empêcher de douter de la réalité de cette différence d'effets du feu solaire et de nos feux, et je présume

(1) Voyez les mémoires sur les *Miroirs ardents*.

que ces expériences de Boyle et de Kunckel n'ont pas été suivies avec assez de précision pour en conclure que l'or est absolument fixe au feu de nos fourneaux.

L'opacité est encore une de ces qualités qu'on donne à l'or par excellence au-dessus de toute autre matière ; elle dépend, dit-on, *de la grande densité de ce métal : la feuille d'or la plus mince ne laisse passer de la lumière que par les gerçures accidentelles qui s'y trouvent*. Si cela était, les matières les plus denses seraient toujours les plus opaques ; mais souvent on observe le contraire, et l'on connaît des matières très-légères qui sont entièrement opaques, et des matières pesantes qui sont transparentes. D'ailleurs les feuilles de l'or battu laissent non-seulement passer de la lumière par leurs gerçures accidentelles, mais à travers leurs pores ; et Boyle a, ce me semble, observé le premier que cette lumière qui traverse l'or est bleue : or, les rayons bleus sont les plus petits atomes de la lumière solaire ; ceux des rayons rouges et jaunes sont les plus gros ; et c'est peut-être par cette raison que les bleus peuvent passer à travers l'or réduit en feuilles, tandis que les autres, qui sont plus gros, ne sont point admis ou sont tous réfléchis ; et cette lumière bleue étant uniformément apparente sur toute l'étendue de la feuille, on ne peut douter qu'elle n'ait passé par ses pores et non par les gerçures. Ceci n'a rapport qu'à l'effet ; mais pour la cause, si l'opacité, qui est le contraire de la transparence, ne dépendait que de la densité, l'or serait certainement le corps le plus opaque, comme l'air est le plus transparent : mais combien n'y a-t-il pas d'exemples du contraire ? Le cristal de roche, si transparent, n'est-il pas plus dense que la plupart des terres ou pierres opaques ? et si l'on attribue la transparence à l'homogénéité, l'or, dont les parties paraissent être homogènes, ne devrait-il pas être très-transparent ? Il me semble donc que l'opacité ne dépend ni de la densité de la matière, ni de l'homogénéité de ses parties, et que la première cause de la transparence est la disposition régulière des parties constituantes et des pores ; que quand ces mêmes parties se trouvent disposées en formes régulières, et posées de manière à laisser entre elles des vides situés dans la même direction, alors la matière doit être transparente, et qu'elle est au contraire nécessairement opaque dès que les pores ne sont pas situés dans des directions correspondantes.

Et cette disposition qui fait la transparence s'oppose à la ténacité : aussi les corps transparents sont en général plus friables que les corps opaques ; et l'or, dont les parties sont fort homogènes et la ténacité très-grande, n'a pas ses parties ainsi disposées : on voit, en le rompant, qu'elles sont pour ainsi dire engrenées les unes dans les autres ; elles présentent au microscope de petits angles prismatiques, saillants et rentrants. C'est donc de cette disposition de ses parties constituantes que l'or tient sa grande opacité, qui du reste ne paraît en effet si grande que parce que sa densité permet d'étendre en une surface immense une très-petite masse, et que la feuille d'or, quelque mince qu'elle soit, est toujours plus dense que toute autre matière. Cependant cette disposition des vides ou pores dans les corps n'est pas la seule cause qui puisse produire la transparence ; le corps transparent n'est, dans ce premier cas, qu'un erible par lequel peut passer la lumière ; mais lorsque les

vides sont très-petits, la lumière est quelquefois repoussée au lieu d'être admise : il faut qu'il y ait attraction entre les parties de la matière et les atomes de la lumière pour qu'ils la pénètrent ; car l'on ne doit pas considérer ici les pores comme des gerçures ou des trous, mais comme des interstices d'autant plus petits et plus serrés que la matière est plus dense : or, si les rayons de lumière n'ont point d'affinité avec le corps sur lequel ils tombent, ils seront réfléchis et ne le pénétreront pas. L'huile dont on humecte le papier pour le rendre transparent en remplit et bouche en même temps les pores : elle ne produit donc la transparence que parce qu'elle donne au papier plus d'affinité qu'il n'en avait avec la lumière, et l'on pourrait démontrer par plusieurs autres exemples l'effet de cette attraction de transmission de la lumière, ou des autres fluides, dans les corps solides ; et peut-être l'or, dont la feuille mince laisse passer les rayons bleus de la lumière à l'exclusion de tous les autres rayons, a-t-il plus d'affinité avec ces rayons bleus, qui dès lors sont admis, tandis que les autres sont tous repoussés.

Toutes les restrictions que nous venons de faire sur la fixité, la ductilité et l'opacité de l'or, qu'on a regardées comme des propriétés trop absolues, n'empêchent pas qu'il n'ait au plus haut degré toutes les qualités qui caractérisent la noble substance du plus parfait métal ; car il faut encore ajouter à sa prééminence en densité et en ténacité celle d'une essence indestructible et d'une durée presque éternelle. Il est inaltérable ou du moins plus durable, plus impassible qu'aucune autre substance ; il oppose une résistance invincible à l'action des éléments humides, à celle du soufre et des acides les plus puissants, et des sels les plus corrosifs : néanmoins nous avons trouvé par notre art non-seulement les moyens de le dissoudre, mais encore ceux de le dépouiller de la plupart de ses qualités ; et si la nature n'en a pas fait autant, c'est que la main de l'homme, conduite par l'esprit, a souvent plus fait qu'elle : et sans sortir de notre sujet, nous verrons que, l'or dissous, l'or précipité, l'or fulminant, etc., ne se trouvant pas dans la nature, ce sont autant de combinaisons nouvelles, toutes résultant de notre intelligence. Ce n'est pas qu'il soit physiquement impossible qu'il y ait dans le sein de la terre de l'or dissous, précipité et minéralisé, puisque nous pouvons le dissoudre et le précipiter de sa dissolution, et puisque dans cet état de précipité il peut être saisi par les acides simples comme les autres métaux, et se montrer par conséquent sous une forme minéralisée ; mais comme cette dissolution suppose la réunion de deux acides, et que ce précipité ne peut s'opérer que par une troisième combinaison, il n'est pas étonnant qu'on ne trouve que peu ou point d'or minéralisé dans le sein de la terre (1), tandis que tous les autres métaux se présentent presque toujours sous cette forme, qu'ils reçoivent d'autant plus aisément qu'ils sont plus susceptibles d'être attaqués par les sels de la terre et par les impressions des éléments humides.

(1) L'or est minéralisé, dit-on, dans la mine de *Najac* ; on prétend aussi que le *zinopel* ou *sinople* provient de la décomposition de l'or faite par la nature, sous la forme d'une terre ou chaux couleur de pourpre : mais je doute que ces faits soient bien constatés.

On n'a jamais trouvé de précipités d'or, ni d'or fulminant, dans le sein de la terre; la raison en deviendra sensible si l'on considère en particulier chacune des combinaisons nécessaires pour produire ces précipités : d'abord on ne peut dissoudre l'or que par deux puissances réunies et combinées, l'acide nitreux avec l'acide marin, ou le soufre avec l'alcali ; et la réunion de ces deux substances actives doit être très-rare dans la nature, puisque les acides et les alcalis, tels que nous les employons, sont eux-mêmes les produits de notre art, et que le soufre natif n'est aussi qu'un produit des volcans. Ces raisons sont les mêmes et encore plus fortes pour les précipités d'or ; car il faut une troisième combinaison pour le tirer de sa dissolution, au moyen du mélange de quelque autre matière avec laquelle le dissolvant ait plus d'affinité qu'avec l'or ; et ensuite, pour que ce précipité puisse acquérir la propriété fulminante, il faut encore choisir une matière entre toutes les autres qui peuvent également précipiter l'or de sa dissolution : cette matière est l'alcali volatil, sans lequel il ne peut devenir fulminant ; cet alcali volatil est le seul intermède qui dégage subitement l'air et cause la fulmination ; car s'il n'est point entré d'alcali volatil dans la dissolution de l'or, et qu'on le précipite avec l'alcali fixe ou toute autre matière, il ne sera pas fulminant : enfin il faut encore lui communiquer une assez forte chaleur pour qu'il exerce cette action fulminante : or, toutes ces conditions réunies ne peuvent se rencontrer dans le sein de la terre, et dès lors il est sûr qu'on n'y trouvera jamais de l'or fulminant. On sait que l'explosion de cet or fulminant est beaucoup plus violente que celle de la poudre à canon, et qu'elle pourrait produire des effets encore plus terribles, et même s'exercer d'une manière plus insidieuse, parce qu'il ne faut ni feu, ni même une étincelle, et que la chaleur seule, produite par un frottement assez léger, suffit pour causer une explosion subite et foudroyante.

On a, ce me semble, vainement tenté l'explication de ce phénomène prodigieux ; cependant, en faisant attention à toutes les circonstances, et en comparant leurs rapports, il me semble qu'on peut au moins en tirer des raisons satisfaisantes et très-plausibles sur la cause de cet effet : si dans l'eau régale, dont on se sert pour la dissolution de l'or, il n'est point entré d'alcali volatil, soit sous sa forme propre, soit sous celle du sel ammoniac, de quelque manière et avec quelque intermède qu'on précipite ce métal, il ne sera ni ne deviendra fulminant, à moins qu'on ne se serve de l'alcali volatil pour cette précipitation ; lorsqu'au contraire la dissolution sera faite avec le sel ammoniac, qui toujours contient de l'alcali volatil, de quelque manière et avec quelque intermède que l'on fasse la précipitation, l'or deviendra toujours fulminant. Il est donc assez clair que cette qualité fulminante ne lui vient que de l'action ou du mélange de l'alcali volatil, et l'on ne doit pas être incertain sur ce point, puisque ce précipité fulminant pèse un quart de plus que l'or dont il est le produit ; dès lors ce quart en sus de matière étrangère qui s'est alliée avec l'or dans ce précipité n'est autre chose, du moins en grande partie, que l'alcali volatil : mais cet alcali contient, indépendamment de son sel, une grande quantité d'air inflammable, c'est-à-dire d'air élastique, mêlé de feu : dès

lors il n'est pas surprenant que ce feu ou cet air inflammable contenu dans l'alcali volatil, qui se trouve pour un quart incorporé avec l'or, ne s'enflamme en effet par la chaleur, et ne produise une explosion d'autant plus violente que les molécules de l'or dans lesquelles il est engagé sont plus massives et plus résistantes à l'action de cet élément inépuisable, et dont les effets sont d'autant plus violents que les résistances sont plus grandes. C'est par cette même raison de l'air inflammable contenu dans l'or fulminant, que cette qualité fulminante est détruite par le soufre mêlé avec ce précipité; car le soufre, qui n'est que la matière du feu fixée par l'acide, a la plus grande affinité avec cette même matière du feu contenu dans l'alcali volatil: il doit donc lui enlever ce feu, et dès lors la cause de l'explosion est ou diminuée, ou même anéantie par ce mélange du soufre avec l'or fulminant.

Au reste, l'or fulmine avant d'être chauffé jusqu'au rouge, dans les vaisseaux clos comme en plein air: mais quoique cette chaleur nécessaire pour produire la fulmination ne soit pas très-grande, il est certain qu'il n'y a nulle part, dans le sein de la terre, un tel degré de chaleur, à l'exception des lieux voisins des feux souterrains, et que, par conséquent, il ne peut se trouver d'or fulminant que dans les volcans, dont il est possible qu'il ait quelquefois augmenté les terribles effets; mais par son explosion même, cet or fulminant se trouve tout à coup anéanti, ou du moins perdu et dispersé en atomes infiniment petits (1). Il n'est donc pas étonnant qu'on n'ait jamais trouvé d'or fulminant dans la nature, puisque, d'une part, le feu ou la chaleur le détruit en le faisant fulminer, et que, d'autre part, il ne pourrait exercer une action fulminante dans l'intérieur de la terre, au degré de sa température actuelle. Au reste, on ne doit pas oublier qu'en général les précipités d'or, lorsqu'ils sont réduits, sont, à la vérité, toujours de l'or; mais que dans leur état de précipité, et avant la réduction, ils ne sont pas, comme l'or même, inaltérables, indestructibles, etc. Leur essence n'est donc plus la même que celle de l'or de nature: tous les acides minéraux et végétaux, et même les simples acerbés, tels que la noix de galle, agissent sur ces précipités et peuvent les dissoudre, tandis que l'or en métal n'en éprouve aucune altération; les précipités de l'or ressemblent donc à cet égard, aux métaux imparfaits, et peuvent par conséquent, être altérés de même et minéralisés. Mais nous venons de prouver que les combinaisons nécessaires pour faire des précipités d'or, n'ont guère pu se trouver dans la nature, et c'est sans doute par cette raison qu'il n'existe réellement que peu ou point d'or minéralisé dans le sein de la terre; et s'il en existait, cet or minéralisé serait, en effet, très-

(1) M. Macquer, après avoir cité quelques exemples funestes des accidents arrivés par la fulmination de l'or à des chimistes peu attentifs ou trop courageux, dit qu'ayant fait fulminer dans une grande cloche de verre une quantité de ce précipité assez petite pour n'en avoir rien à craindre, on a trouvé après la détonation, sur les parois de la cloche, l'or en nature que cette détonation n'avait point altéré. Comme cela pourrait induire en erreur, je crois devoir observer que cette matière qui avait frappé contre les parois du vaisseau et s'y était attachée n'était pas, comme il le dit, *de l'or en nature*, mais de l'or précipité; ce qui est fort différent, puisque celui-ci a perdu la principale propriété de sa nature, qui est d'être inaltérable, indissoluble par les acides simples, et que tous les acides peuvent au contraire altérer et même dissoudre ce précipité.

différent de l'autre : on pourrait le dissoudre avec tous les acides, puisqu'ils dissolvent les précipités dont se serait formé cet or minéralisé.

Il ne faut qu'une petite quantité d'acide marin, mêlé à l'acide nitreux pour dissoudre l'or : mais la meilleure proportion est de quatre parties d'acide nitreux et une partie de sel ammoniac. Cette dissolution est d'une belle couleur jaune ; et lorsque ces dissolvants sont pleinement saturés, elle devient claire et transparente ; dans tout état, elle teint en violet plus ou moins foncé toutes les substances animales : si on la fait évaporer, elle donne, en se refroidissant, des cristaux d'un beau jaune transparent ; et si l'on pousse plus loin l'évaporation au moyen de la chaleur, les cristaux disparaissent, et il ne reste plus qu'une poudre jaune très-fine, qui n'a pas le brillant métallique.

Quoiqu'on puisse précipiter l'or dissous dans l'eau régale avec tous les autres métaux, avec les alcalis, les terres calcaires, etc., c'est l'alcali volatil qui, de toutes les matières connues, est la plus propre à cet effet ; il réduit l'or plus promptement que les alcalis fixes ou les métaux : ceux-ci changent la couleur du précipité ; par exemple, l'étain lui donne la belle couleur pourpre qu'on emploie sur nos porcelaines.

L'or pur a peu d'éclat et sa couleur jaune est assez mate ; le mélange de l'argent le blanchit, celui du cuivre le rougit, le fer lui communique sa couleur, une partie d'acier fondu avec cinq parties d'or pur lui donne la couleur du fer poli. Les bijoutiers se servent avec avantage de ces mélanges pour les ouvrages où ils ont besoin de différentes couleurs. L'on connaît en chimie des procédés par lesquels on peut donner aux précipités de l'or les plus belles couleurs, pourpre, rouge, verte, etc. ; ces couleurs sont fixes et peuvent s'employer dans les émaux ; le borax blanchit l'or pur plus que tout autre mélange, et le nitre lui rend sa couleur jaune que le borax avait fait disparaître.

Quoique l'or soit le plus compact et le plus tenace des métaux, il n'est néanmoins que peu élastique et peu sonore : il est très-flexible et plus mou que l'argent, le cuivre et le fer, qui, de tous, est le plus dur ; il n'y a que le plomb et l'étain qui aient plus de mollesse que l'or, et qui soient moins élastiques ; mais quelque flexible qu'il soit, on a beaucoup de peine à le rompre. Les voyageurs disent que l'or de Malaca, qu'on croit venir de Madagascar, et qui est presque tout blanc, se fond aussi promptement que du plomb. On assure aussi qu'on trouve dans les sables de quelques rivières de ces contrées des grains d'or que l'on peut couper au couteau, et que même cet or est si mou qu'il peut recevoir aisément l'empreinte d'un cachet ; il se fond à peu près comme du plomb, et l'on prétend que cet or est le plus pur de tous : ce qu'il y a de certain, c'est que plus ce métal est pur et moins il est dur ; il n'a dans cet état de pureté ni odeur ni saveur sensible, même après avoir été fortement frotté ou chauffé. Malgré sa mollesse, il est cependant susceptible d'un assez grand degré de dureté par l'écrasement, c'est-à-dire par la percussion souvent répétée du marteau, ou par la compression successive et forcée de la filière ; il perd même alors une grande partie de sa ductilité et devient assez cassant. Tous les métaux acquièrent de même un excès de dureté par l'écrasement ;

mais on peut toujours détruire cet effet en les faisant recuire au feu, et l'or, qui est le plus doux, le plus ductile de tous, ne laisse pas de perdre cette ductilité par une forte et longue percussion; il devient non-seulement plus dur, plus élastique, plus sonore, mais même il se gerce sur ses bords lorsqu'on lui fait subir une extension forcée sur les rouleaux du laminoir : néanmoins, il perd par le recuit ce fort écrouissement plus aisément qu'aucun autre métal ; il ne faut pour cela que le chauffer, pas même jusqu'au rouge, au lieu que le cuivre et le fer doivent être pénétrés de feu pour perdre leur écrouissement.

Après avoir exposé les principales propriétés de l'or, nous devons indiquer aussi les moyens dont on se sert pour le séparer des autres métaux ou des matières hétérogènes avec lesquelles il se trouve souvent mêlé. Dans les travaux en grand, on ne se sert que du plomb, qui, par la fusion, sépare l'or de toutes ces matières étrangères en les scorifiant : on emploie aussi le mercure, qui, par amalgame, en fait pour ainsi dire l'extrait, en s'y attachant de préférence. Dans les travaux chimiques, on fait plus souvent usage des acides. « Pour séparer l'or de toute autre matière métallique, on le traite, dit mon savant ami, M. de Morveau, soit avec des sels qui attaquent les métaux imparfaits à l'aide d'une chaleur violente, et qui s'approprient même l'argent qui pourrait lui être allié, tels que le vitriol, le nitre et le sel marin ; soit par le soufre ou par l'antimoine, qui en contient abondamment ; soit enfin par la coupellation, qui consiste à mêler l'or avec le double de son poids environ de plomb, qui en se vitrifiant, entraîne avec lui et scorifie tous les métaux imparfaits, de sorte que le bouton de fin reste seul sur la coupelle, qui absorbe dans ses pores la litharge de plomb et les autres matières qu'elle a scorifiées. » La coupellation laisse donc l'or encore allié d'argent : mais on peut les séparer par le moyen des acides, qui n'attaquent que l'un ou l'autre de ces métaux ; et comme l'or ne se laisse dissoudre par aucun acide simple ni par le soufre, et que tous peuvent dissoudre l'argent, on a, comme l'on voit, plusieurs moyens pour faire la séparation ou le départ de ces deux métaux. On emploie ordinairement l'acide nitreux ; il faut qu'il soit pur, mais non pas trop fort ou concentré : c'est de tous les acides celui qui dissout l'argent avec plus d'énergie et sans aide de la chaleur, ou tout au plus avec une petite chaleur pour commencer la dissolution.

En général, pour que toute dissolution s'opère, il faut non-seulement qu'il y ait une grande affinité entre le dissolvant et la matière à dissoudre, mais encore que l'une de ces deux matières soit fluide pour pouvoir pénétrer l'autre, en remplir tous les pores, et détruire par la force d'affinité celle de la cohérence des parties de la matière solide. Le mercure, par sa fluidité et par sa très-grande affinité avec l'or, doit être regardé comme l'un de ses dissolvants ; car il le pénètre et semble le diviser dans toutes ses parties : cependant, ce n'est qu'une union, une espèce d'alliage, et non pas une dissolution ; l'on a eu raison de donner à cet alliage le nom d'*amalgame*, parce que l'amalgame se détruit par la seule évaporation du mercure, et que, d'ailleurs, tous les vrais alliages ne peuvent se faire que par le feu,

tandis que l'amalgame peut se faire à froid, et qu'il ne produit qu'une union particulière, qui est moins intime que celle des alliages naturels ou faits par la fusion : et en effet, cet amalgame ne prend jamais d'autre solidité que celle d'une pâte assez molle, toujours participant de la fluidité du mercure, avec quelque métal qu'on puisse l'unir ou le mêler. Cependant l'amalgame se fait encore mieux à chaud qu'à froid ; le mercure, quoique du nombre des liquides, n'a pas la propriété de mouiller les matières terreuses, ni même les chaux métalliques ; il ne contracte d'union qu'avec les métaux qui sont sous leur forme de métal ; une assez petite quantité de mercure suffit pour les rendre friables, en sorte qu'on peut, dans cet état, les réduire en poudre, par une simple trituration, et avec une plus grande quantité de mercure on en fait une pâte, mais qui n'a ni cohérence, ni ductilité : c'est de cette manière très-simple qu'on peut amalgamer l'or, qui de tous les métaux, a la plus grande affinité avec le mercure ; elle est si puissante qu'on la prendrait pour une espèce de magnétisme. L'or blanchit dès qu'il est touché par le mercure, pour peu même qu'il en reçoive les émanations ; mais dans les métaux qui ne s'unissent avec lui que difficilement, il faut, pour le succès de l'amalgame, employer le secours du feu, en réduisant d'abord le métal en poudre très-fine, et en faisant ensuite chauffer le mercure à peu près au point où il commence à se volatiliser : on fait en même temps, et séparément, rougir la poudre du métal, et tout de suite on la triture avec le cuivre ; mais l'on ne connaît aucun moyen de lui faire contracter union avec le fer.

Le vrai dissolvant de l'or est, comme nous l'avons dit, l'eau régale composée de deux acides, le nitreux et le marin ; et comme s'il fallait toujours deux puissances réunies pour dompter ce métal, on peut encore le dissoudre par le foie de soufre, qui est un composé de soufre et d'alcali fixe. Cependant, cette dernière dissolution a besoin d'être aidée, et ne se fait que par le moyen du feu. On met l'or en poudre très-fine ou en feuilles brisées dans un creuset, avec du foie de soufre ; on les fait fondre ensemble, et l'or disparaît dans le produit de cette fusion : mais en faisant dissoudre dans l'eau ce même produit, l'or y reste en parfaite dissolution, et il est aisé de le tirer par précipitation.

Les alliages de l'or avec l'argent et le cuivre sont fort en usage pour les monnaies et pour les ouvrages d'orfèvrerie ; on peut de même l'allier avec tous les autres métaux : mais tout alliage lui fait perdre plus ou moins de sa ductilité ; et la plus petite quantité d'étain, ou même la seule vapeur de ce métal, suffit pour le rendre aigre et cassant : l'argent est celui de tous qui diminue le moins sa très-grande ductilité.

L'or naturel et natif est presque toujours allié d'argent en plus ou moins grande proportion ; cet alliage lui donne de la fermeté et pâlit sa couleur : mais le mélange du cuivre l'exalte, la rend d'un jaune plus rouge, et donne à l'or un assez grand degré de dureté ; c'est par cette dernière raison que, quoique cet alliage du cuivre avec l'or en diminue la densité au delà des proportions du mélange, il est néanmoins fort en usage pour les monnaies, qui ne doivent ni se plier, ni s'effacer,

ni s'étendre, et qui auraient tous ces inconvénients si elles étaient fabriquées d'or pur.

Suivant M. Gellert, l'alliage de l'or avec le plomb devient spécifiquement plus pesant, il y a pénétration entre ces deux métaux; tandis que le contraire arrive dans l'alliage de l'or et de l'étain, dont la pesanteur spécifique est moindre: l'alliage de l'or avec le fer devient aussi spécifiquement plus léger: il n'y a donc nulle pénétration entre ces deux métaux, mais une simple union de leurs parties, qui augmente le volume de la masse, au lieu de le diminuer, comme le fait la pénétration. Cependant ces deux métaux, dont les parties constituantes ne paraissent pas se réunir d'assez près dans la fusion, ne laissent pas d'avoir ensemble une grande affinité; car l'or se trouve souvent, dans la nature, mêlé avec le fer, et de plus il facilite au feu la fusion de ce métal. Nos habiles artistes devraient donc mettre à profit cette propriété de l'or, et le préférer au cuivre, pour souder les petits ouvrages d'acier qui demandent le plus grand soin et la plus grande solidité; et ce qui semble prouver encore la grande affinité de l'or avec le fer, c'est que, quand ces deux métaux se trouvent alliés, on ne peut les séparer en entier par le moyen du plomb; et il en est de même de l'argent allié au fer, on est obligé d'y ajouter du bismuth pour achever de les purifier.

L'alliage de l'or avec le zinc produit un composé dont la masse est spécifiquement plus pesante que la somme des pesanteurs spécifiques de ces deux matières composantes; il y a donc pénétration dans le mélange de ce métal avec ce demi-métal, puisque le volume en devient plus petit: on a observé la même chose dans l'alliage de l'or et du bismuth. Au reste, on a fait un nombre prodigieux d'essais du mélange de l'or avec toutes les autres matières métalliques, que je ne pourrais rapporter ici sans tomber dans une trop grande prolixité.

Les chimistes ont recherché avec soin les affinités de ce métal, tant avec les substances naturelles qu'avec celles qui sont le produit de nos arts; et il s'est trouvé que ces affinités étaient dans l'ordre suivant: 1° l'eau régale, 2° le foie de soufre, 3° le mercure, 4° l'éther, 5° l'argent, 6° le fer, 7° le plomb. L'or a aussi beaucoup d'affinité avec les substances huileuses, volatiles et atténuées, telles que les huiles essentielles des plantes aromatiques, l'esprit-de-vin, et surtout l'éther; il en a aussi avec les bitumes liquides, tels que le naphte et le pétrole: d'où l'on peut conclure qu'en général c'est avec les matières qui contiennent le plus de principes inflammables et volatils que l'or a le plus d'affinité; et dès lors on n'est pas en droit de regarder comme une chimère absurde l'idée que l'or rendu potable peut produire quelque effet dans les corps organisés, qui, de tous les êtres, sont ceux dont la substance contient la plus grande quantité de matière inflammable et volatile, et que, par conséquent, l'or extrêmement divisé puisse y produire de bons ou de mauvais effets, suivant les circonstances et les différents états où se trouvent ces mêmes corps organisés. Il me semble donc qu'on peut se tromper en prononçant affirmativement sur la nullité des effets de l'or pris intérieurement, comme remède dans certaines maladies, parce que le médecin ni personne ne peut con-

naître tous les rapports que ce métal très-atténué peut avoir avec le feu qui nous anime.

Il en est de même de cette fameuse recherche appelée le *grand œuvre*, qu'on doit rejeter en bonne morale, mais qu'en saine physique l'on ne peut pas traiter d'impossible. On fait bien de dégoûter ceux qui voudraient se livrer à ce travail pénible et ruineux, qui même fût-il suivi de succès, ne serait utile en rien à la société; mais pourquoi prononcer d'une manière décidée que la transmutation des métaux soit absolument impossible, puisque nous ne pouvons douter que toutes les matières terrestres, et même les éléments, ne soient pas tous convertibles; qu'indépendamment de cette vue spéculative, nous connaissons plusieurs alliages dans lesquels la matière des métaux se pénètre et augmente de densité? L'essence de l'or consiste dans la prééminence de cette qualité; et toute matière qui par le mélange obtiendrait le même degré de densité ne serait-elle pas de l'or? Ces métaux mélangés, que l'alliage rend spécifiquement plus pesants par leur pénétration réciproque, ne semblent-ils pas nous indiquer qu'il doit y avoir d'autres combinaisons où cette pénétration étant encore plus intime, la densité deviendrait plus grande?

On ne connaissait ci-devant rien de plus dense que le mercure après l'or, mais on a récemment découvert la platine: ce minéral nous présente l'une de ces combinaisons où la densité se trouve prodigieusement augmentée, et plus que moyenne entre celle du mercure et celle de l'or. Mais nous n'avons aucun exemple qui puisse nous mettre en droit de prononcer qu'il y ait dans la nature des substances plus denses que l'or, ni des moyens d'en former par notre art: notre plus grand chef-d'œuvre serait en effet d'augmenter la densité de la matière, au point de lui donner la pesanteur de ce métal; peut-être ce chef-d'œuvre n'est-il pas impossible, et peut-être même y est-on parvenu; car, dans le grand nombre des faits exagérés ou faux qui nous ont été transmis au sujet du *grand œuvre*, il y en a quelques-uns dont il me paraît assez difficile de douter; mais cela ne nous empêche pas de mépriser et même de condamner tous ceux qui, par cupidité, se livrent à cette recherche, souvent même sans avoir les connaissances nécessaires pour se conduire dans leurs travaux; car il faut avouer qu'on ne peut rien tirer des livres d'alchimie; ni la *Table hermétique*, ni la *Tourbe des philosophes* ni *Philalèthe*, et quelques autres que j'ai pris la peine de lire (1), et même d'étudier, ne m'ont présenté que des obscurités, des procédés inintelligibles, où je n'ai rien aperçu et dont je n'ai pu rien conclure, sinon que tous ces chercheurs de pierre philosophale ont regardé le mercure comme la base commune des métaux, et surtout de l'or et de l'argent. Becher, avec sa *terre mercurielle*, ne s'éloigne pas beaucoup de cette opinion; il prétend même avoir trouvé le moyen de fixer cette base commune des métaux.

(1) Je puis même dire que j'ai vu un bon nombre de ces messieurs *adeptes*, dont quelques-uns sont venus de fort loin pour me consulter, disaient-ils, et me faire part de leurs travaux; mais tous ont bientôt été dégoûtés de ma conversation par mon peu d'enthousiasme.

Mais s'il est vrai que le mercure ne se fixe en effet que par un froid extrême, il n'y a guère d'apparence que le feu des fourneaux de tous ces chimistes ait produit le même effet : cependant on aurait tort de nier absolument la possibilité de ce changement d'état dans le mercure, puisque, malgré la fluidité qui lui paraît être essentielle, il est dans le cinabre sous une forme solide, et que nous ne savons pas si sa substance ou sa vapeur, mêlée avec quelque autre matière que le soufre, ne prendrait pas une forme encore plus solide, plus concrète et plus dense. Le projet de la transmutation des métaux et celui de la fixation du mercure, doivent donc être rejetés, non comme des idées chimériques ni des absurdités, mais comme des entreprises téméraires, dont le succès est plus que douteux. Nous sommes encore si loin de connaître tous les effets des puissances de la nature, que nous ne devons pas les juger exclusivement par celles qui nous sont connues, d'autant que toutes les combinaisons possibles ne sont pas, à beaucoup près, épuisées, et qu'il nous reste sans doute plus de choses à découvrir que nous n'en connaissons.

En attendant que nous puissions pénétrer plus profondément dans le sein de cette nature inépuisable, bornons-nous à la contempler et à la décrire par les faces qu'elle nous présente : chaque sujet, même le plus simple, ne laisse pas d'offrir un si grand nombre de rapports, que l'ensemble en est encore très-difficile à saisir. Ce que nous avons dit jusqu'ici sur l'or n'est pas, à beaucoup près, tout ce qu'on pourrait en dire : ne négligeons, s'il est possible, aucune observation, aucun fait remarquable sur ses mines, sur la manière de les travailler, et sur les lieux où on les trouve. L'or, dans ces mines primitives, est ordinairement en filets, en rameaux, en feuilles et quelquefois cristallisé en très-petits grains de forme octaèdre. Cette cristallisation, ainsi que toutes ces ramifications, n'ont pas été produites par l'intermède de l'eau, mais par l'action du feu primitif qui tenait encore ce métal en fusion : il a pris toutes ses formes dans les fentes du quartz, quelque temps après sa consolidation. Souvent ce quartz est blanc, et quelquefois il est teint d'un jaune couleur de corne ; ce qui a fait dire à quelques minéralogistes qu'on trouvait l'or dans la pierre de corne, comme dans le quartz : mais la vraie pierre de corne étant d'une formation postérieure à celle du quartz, l'or qui pourrait s'y trouver ne serait lui-même que de seconde formation : l'or primordial fondu ou sublimé par le feu primitif s'est logé dans les fentes que le quartz, déjà décrépit par les agents extérieurs, lui offrait de toutes parts, et communément il s'y trouve allié d'argent, parce qu'il ne faut qu'à peu près le même degré de chaleur pour fondre et sublimer ces deux métaux. Ainsi l'or et l'argent ont occupé en même temps les fentes perpendiculaires de la roche quartzreuse, et ils y ont en commun formé les mines primordiales de ces métaux : toutes les mines secondaires en ont successivement tiré leur origine quand les eaux sont venues dans la suite attaquer ces mines primitives, et en détacher les grains et les parcelles qu'elles ont entraînés et déposés dans le lit des rivières et dans les terres adjacentes ; et ces débris métalliques, rapprochés et rassemblés, ont quelquefois formé des

agrégats qu'on reconnoît être des ouvrages de l'eau, soit par leur structure, soit par leur position dans les terres et les sables.

Il n'y a donc point de mines dont l'or soit absolument pur ; il est toujours allié d'argent : mais cet alliage varie en différentes proportions, suivant les différentes mines (1) ; et dans la plupart, il y a beaucoup plus d'argent que d'or ; car comme la quantité de l'argent s'est trouvée surpasser de beaucoup celle de l'or, les alliages naturels résultant de leur mélange sont tous composés d'une bien plus grande quantité d'argent que d'or.

Ce métal mixte, de première formation, est, comme nous l'avons dit, engagé dans un roe quartzeux auquel il est étroitement uni ; pour l'en tirer, il faut donc commencer par broyer la pierre, en laver la poudre pour séparer les parties moins pesantes que celles du métal, et achever cette séparation par le moyen du mercure, qui, s'amalgamant avec les particules métalliques, laisse à part le restant de la matière pierreuse : on enlève ensuite le mercure en donnant à cette masse amalgamée un degré de chaleur suffisant pour le volatiliser ; après quoi il ne reste plus que la proportion métallique, composée d'or et d'argent : on sépare enfin ces deux métaux, autant qu'il est possible, par les opérations du départ, qui, cependant, ne laissent jamais l'or parfaitement pur (2), comme s'il était impossible à notre art de séparer en entier ce que la nature a réuni ; car de quelque manière que l'on procède à cette séparation de l'or et de l'argent qui, dans la nature, ne sont le plus souvent qu'une masse commune, ils restent toujours mêlés d'une petite portion du métal qu'on tâche d'en séparer (3), de sorte que ni l'or ni l'argent ne sont jamais dans un état de pureté absolue.

Cette opération du *départ*, ou séparation de l'or et de l'argent, suppose d'abord que la masse d'alliage ait été purifiée par le plomb, et qu'elle ne contienne aucune autre matière métallique, sinon de l'or et de l'argent. On peut y procéder de trois manières différentes, en se servant des substances qui, soit à chaud, soit à froid, n'attaquent pas l'or et peuvent néanmoins dissoudre l'argent. 1° L'acide nitreux n'attaque pas l'or et dissout l'argent ; l'or reste donc seul après la dissolution de l'argent. 2° L'acide marin a, comme l'acide nitreux, la vertu de dissoudre l'argent sans attaquer l'or, et par conséquent la puissance de les séparer : mais le départ par l'acide nitreux est plus complet et bien plus facile ; il se fait par la voie humide et

(1) Plin parle d'un or des Gaules qui ne contenait qu'un *trente-sixième d'argent*. En admettant le fait, cet or serait le plus pur qu'on eût jamais trouvé.

(2) Je crois cependant qu'il n'est pas impossible de séparer absolument l'or et l'argent l'un de l'autre en multipliant les opérations et les moyens, et qu'au moins on arriverait à une approximation si grande, qu'on pourrait regarder comme nulle la portion presque infiniment petite de celui qui resterait contenu dans l'autre.

(3) M. Cramer, dans sa *Docimasia*, assure que si le départ se fait par l'eau-forte, il reste toujours une petite portion d'argent unie à l'or ; et de même que quand on fait le départ par l'eau régale, il reste toujours une petite portion d'or unie à l'argent : et il estime cette proportion depuis un deux-centième jusqu'à un cent-cinquantième.

M. Tillet observe qu'il est très-vrai qu'on n'obtient pas de l'or parfaitement pur par la voie du départ, mais que cependant il est possible de parvenir à ce but par la dissolution de l'or fin dans l'eau régale, ou par des cémentations répétées.

à l'aide d'une très-petite chaleur, au lieu que le départ par l'acide marin, qu'on appelle *départ concentré*, ne peut se faire que par une suite de procédés assez difficiles. 3° Le soufre a aussi la même propriété de dissoudre l'argent sans toucher à l'or, mais ce n'est qu'à l'aide de la fusion, c'est-à-dire d'une chaleur violente; et comme le soufre est très-inflammable, et qu'il se brûle et se volatilise en grande partie en se mêlant au métal fondu, on préfère l'antimoine pour faire cette espèce de départ sec, parce que le soufre étant uni dans l'antimoine aux parties régulines de ce demi-métal, il résiste plus à l'action du feu, et pénètre le métal en fusion, dans lequel il scorifie l'argent et laisse l'or au-dessous. De ces trois agents, l'acide nitreux est celui qu'on doit préférer (1), la manipulation des deux autres étant plus difficile, la purification plus incomplète que par le premier.

On doit observer que pour faire par l'acide nitreux le départ avec succès, il ne faut pas que la quantité d'or contenue dans l'argent soit de plus de deux cinquièmes; car alors cet acide ne pourrait dissoudre les parties d'argent, qui, dans ce cas, seraient défendues et trop couvertes par celles de l'or pour être attaquées et saisies. S'il se trouve donc plus de deux cinquièmes d'or dans la masse dont on veut faire le départ, on est obligé de la faire fondre et d'y ajouter autant d'argent qu'il en faut pour qu'il n'y ait en effet que deux cinquièmes d'or dans cette nouvelle masse: ainsi l'on s'assurera d'abord de cette proportion, et il me semble que cela serait facile par la balance hydrostatique, et que ce moyen serait bien plus sûr que la pierre de touche et les aiguilles alliées d'or et d'argent à différentes doses, dont se servent les essayeurs pour reconnaître cette quantité dans la masse de ces métaux alliés. On a donc eu raison de proscrire cette pratique dans les monnaies de France (2); car ce n'est au vrai qu'une estimation incertaine, tandis que par la différente pesanteur spécifique de ces deux métaux, on aurait un résultat précis de la proportion de la quantité de chacun dans la masse alliée dont on veut faire le départ. Quoi qu'il en soit, lorsqu'on s'est à peu près assuré de cette proportion, et que l'or n'y est que pour un quart au-dessous, on doit employer de l'eau-forte ou acide nitreux bien pur, c'est-à-dire exempt de tout autre acide, et surtout du vitriolique et du marin; on verse cette eau-forte sur le métal réduit en grenailles ou en lames très-minces: il en faut un tiers de plus qu'il n'y a d'argent dans l'alliage

(1) MM. Brandt, Schoeffer, Bergman et d'autres, ayant avancé que l'acide nitreux, quoique très-pur, pouvait dissoudre une certaine quantité d'or, et cet effet paraissant devoir influer sur la sûreté de l'importante opération du départ, les chimistes de notre Académie des Sciences ont été chargés de faire des expériences à ce sujet; et ces expériences ont prouvé que l'acide nitreux n'attaque point ou très-peu l'or, puisque, après en avoir séparé l'argent qui y était allié, et dont on connaissait la proportion, on a toujours retrouvé juste la même quantité d'or. Cependant ils ajoutent, dans le rapport de leurs épreuves, « qu'il ne faut pas conclure que, dans aucun cas, l'acide nitreux ne puisse faire éprouver à l'or quelque très-faible déchet. L'acide nitreux le plus pur se charge de quelques particules d'or: mais nous pouvons assurer que les circonstances nécessaires à la production de cet effet sont absolument étrangères au départ d'essai; que dans ce dernier, lorsqu'on le pratique suivant les règles et l'usage reçu, il ne peut jamais y avoir le moindre déchet sur l'or. »

(2) M. Tillet m'écrit, à ce sujet, qu'on ne fait point usage des *touchaux* pour le travail des monnaies de France; le titre des espèces n'y est constaté que par l'opération de l'essai ou du départ. Les orfèvres emploient, il est vrai, le touchau dans leur maison commune; mais ce n'est que pour les menus ouvrages en si petit volume, qu'ils offrent à peine la matière de l'essai en règle, et qu'ils sont incapables de supporter le poinçon de marque.

On aide la dissolution par un peu de chaleur, et on la rend complète en renouvelant deux ou trois fois l'eau-forte, qu'on fait même bouillir avant de la séparer de l'or, qui reste seul au fond du vaisseau, et qui n'a besoin que d'être bien lavé dans l'eau chaude pour achever de se nettoyer des petites parties de la dissolution d'argent attachées à sa surface; et lorsqu'on a obtenu l'or, on retire ensuite l'argent de la dissolution, soit en le faisant précipiter, soit en distillant l'eau-forte pour la faire servir une seconde fois.

Toute masse dont on veut faire le départ par cette voie ne doit donc contenir que deux cinquièmes d'or au plus sur trois cinquièmes d'argent; et, dans cet état, la couleur de ces deux métaux alliés est presque aussi blanche que l'argent pur; et loin qu'une grande quantité de ce dernier métal nuisît à l'effet du départ, il est au contraire d'autant plus aisé à faire que la proportion de l'argent à l'or est plus grande. Ce n'est que quand il y a environ moitié d'or dans l'alliage, qu'on s'en aperçoit à sa couleur, qui commence à prendre un œil de jaune faible.

Pour reconnaître au juste l'aloi ou le titre de l'or, il faut donc faire deux opérations: d'abord, le purger, au moyen du plomb, de tout mélange étranger, à l'exception de l'argent, qui lui reste uni, parce que le plomb ne les attaque ni l'un ni l'autre; et ensuite il faut faire le départ par le moyen de l'eau-forte. Ces opérations de l'essai et du départ, quoique bien connues des chimistes, des monnayeurs et des orfèvres, ne laissent pas d'avoir leurs difficultés par la grande précision qu'elles exigent, tant pour le régime du feu que pour le travail des matières, d'autant que par le travail le mieux conduit, on ne peut arriver à la séparation entière de ces métaux; car il restera toujours une petite portion d'argent dans l'or le plus raffiné comme une portion de plomb dans l'argent le plus épuré (1).

Nous ne pouvons nous dispenser de parler des différents emplois de l'or dans les arts, et de l'usage ou plutôt de l'abus qu'on en fait par un vain luxe, pour faire briller nos vêtements, nos meubles et nos appartements, en donnant la couleur de l'or à tout ce qui n'en est pas, et l'air de l'opulence aux matières les plus pauvres; et cette ostentation se montre sous mille formes différentes. Ce qu'on appelle *or de couleur* n'en a que l'apparence; ce n'est qu'un simple vernis qui ne contient point d'or, et avec lequel on peut néanmoins donner à l'argent et au cuivre la couleur jaune et brillante de ce précieux métal. Les garnitures en cuivre de nos meubles, les bras, les feux de cheminées, etc., sont peints de ce vernis de couleur d'or, ainsi que les cuirs qu'on appelle *dorés*, et qui ne sont réellement qu'étamés et peints ensuite avec ce vernis doré. A la vérité, cette fausse dorure diffère beaucoup de la vraie, et il est très-aisé de les distinguer; mais on fait avec le cuivre réduit en feuilles minces une autre espèce de dorure, qui peut en imposer lorsqu'on la peint avec ce

(1) J'observerai ici, avec M. Tillet, qu'on a tort de négliger la petite quantité d'argent que la litharge entraîne toujours dans la coupelle; car cette quantité négligée donne lieu à des rapports constamment faux de la quantité juste d'argent que contiennent intrinséquement les lingots dont les essayeurs établissent le titre. Ce point assez délicat de docimasia a été traité dans plusieurs mémoires insérés dans ceux de l'Académie des Sciences, et notamment dans un mémoire de M. Tillet, qui se trouve dans le volume de l'année 1769: on y voit clairement de quelle conséquence il pourrait être qu'on ne négligeât pas la petite quantité de fin que la coupelle absorbe.

même vernis couleur d'or. La vraie dorure est celle où l'on emploie de l'or : il faut pour cela qu'il soit réduit en feuilles très-minces ou en poudre fort fine ; et pour dorer tout métal, il suffit d'en bien nettoyer la surface, de le faire chauffer, et d'y appliquer exactement ces feuilles ou cette poudre d'or, par la pression et le frottement doux d'une pierre hématite, qui le brillante et le fait adhérer. Quelque simple que soit cette manière de dorer, il y en a une autre peut-être encore plus facile ; c'est d'étendre sur le métal qu'on veut dorer un amalgame d'or et de mercure, de le chauffer ensuite assez pour faire exhaler en vapeurs le mercure qui laisse l'or sur le métal, qu'il ne s'agit plus que de frotter avec le brunissoir pour le rendre brillant : il y a encore d'autres manières de dorer. Mais c'est peut-être déjà trop, en histoire naturelle, que de donner les principales pratiques de nos arts.

Mais nous laisserions imparfaite cette histoire de l'or, si nous ne rapportions ici tous les renseignements que nous avons recueillis sur les différents lieux où se trouve ce métal. Il est, comme nous l'avons dit, universellement répandu, mais en atomes infiniment petits, et il n'y a que quelques endroits particuliers où il se présente en particules sensibles et en masses assez palpables pour être recueillies. En parcourant dans cette vue les quatre parties du monde, on verra qu'il n'y a que peu de mines d'or proprement dites dans les régions du Nord, quoiqu'il y ait plusieurs mines d'argent, qui presque toujours est allié d'une petite quantité d'or. Il se trouve aussi très-peu de vraies mines d'or dans les climats tempérés ; il y en a seulement quelques-unes où l'on a rencontré de petits morceaux de ce métal massif : mais, dans presque toutes, l'or n'est qu'en petite quantité dans l'argent, avec lequel il est toujours mêlé. Les mines d'or les plus riches sont dans les pays les plus chauds, et particulièrement dans ceux où les hommes ne se sont pas anciennement établis en société poliee, comme en Afrique et en Amérique ; car il est très-probable que l'or est le premier métal dont on se soit servi : plus remarquable par son poids qu'aucun autre, et plus fusible que le cuivre et le fer, il aura bientôt été reconnu, fondu, travaillé. On peut citer pour preuve les Péruviens et les Mexicains, dont les vases et les instruments étaient d'or, et qui n'en avaient que peu de cuivre et point du tout de fer, quoique ces métaux soient abondants dans leur pays : leurs arts n'étaient pour ainsi dire qu'ébauchés, parce qu'eux-mêmes étaient des hommes nouveaux, et qui n'étaient qu'à demi polieés depuis cinq ou six siècles. Ainsi, dans les premiers temps de la civilisation de l'espèce humaine, l'or, qui, de tous les métaux, s'est présenté le premier à la surface de la terre, ou à de petites profondeurs, a été recueilli, employé et travaillé, en sorte que dans les pays peuplés et civilisés plus anciennement que les autres, c'est-à-dire dans les régions septentrionales et tempérées, il n'est resté pour la postérité que le petit excédant de ce qui n'a pas été consommé ; au lieu que dans ces contrées méridionales de l'Afrique et de l'Amérique, qui n'ont été peuplées que les dernières, et où les hommes n'ont jamais été polieés, la quantité de ce métal s'est trouvée tout entière, et telle pour ainsi dire que la nature l'avait produite et confiée à la terre encore vierge. L'homme n'en avait pas encore déchiré les entrailles, son sein était à peine effleuré,

lorsque les conquérants du Nouveau Monde en ont forcé les habitants à la fouiller dans toutes ses parties par des travaux immenses : les Espagnols et les Portugais ont, en moins d'un siècle, plus tiré d'or du Mexique et du Brésil que les naturels du pays n'en avaient recueilli depuis le premier temps de leur population. La Chine, dira-t-on, semble nous offrir un exemple contraire ; ce pays, très-anciennement policé, est encore abondant en mines d'or, qu'on dit être assez riches : mais ne dit-on pas en même temps avec plus de vérité que la plus grande partie de l'or qui circule à la Chine vient des pays étrangers ? Plusieurs empereurs chinois, assez sages, assez humains pour épargner la sueur et ménager la vie de leurs sujets, ont défendu l'extraction des mines dans toute l'étendue de leur domination (1) : ces défenses ont subsisté longtemps, et n'ont été qu'assez rarement interrompues. Il se pourrait donc en effet qu'il y eût encore à la Chine des mines intactes et riches, comme dans les contrées heureuses où les hommes n'ont pas été forcés de les fouiller ; car les travaux des mines, dans le Nouveau Monde, ont fait périr, en moins de deux ou trois siècles, plusieurs millions d'hommes ; et cette plaie énorme faite à l'humanité, loin de nous avoir procuré des richesses réelles, n'a servi qu'à nous surcharger d'un poids aussi lourd qu'inutile. Le prix des denrées étant toujours proportionnel à la quantité du métal qui n'en est que le signe : l'augmentation de cette quantité est plutôt un mal qu'un bien ; vingt fois moins d'or et d'argent rendraient le commerce vingt fois plus léger, puisque tout signe en grosse masse, toute représentation en grand volume, est plus pénible à transporter, coûte plus à manier et circule moins aisément qu'une petite quantité qui représenterait également et aussi bien la valeur de toute chose. Avant la découverte du Nouveau Monde il y avait réellement vingt fois moins d'or et d'argent en Europe ; mais les denrées coûtaient vingt fois moins. Qu'avons-nous donc acquis avec ces millions de métal ? la charge de leur poids.

Et cette surcharge de quantité deviendrait encore plus grande, et peut-être immense, si la cupidité ne s'opposait pas à elle-même des obstacles, et n'était arrêtée par des bornes qu'elle ne peut franchir. Quelque ardente qu'ait été dans tous les temps la soif de l'or, on n'a pas toujours eu les mêmes moyens de l'étancher ; ces moyens ont même diminué d'autant plus qu'on s'en est plus servi : par exemple, en supposant, comme nous le faisons ici, qu'avant la conquête du Mexique et du Pérou il n'y eût en Europe que la vingtième partie de l'or et de l'argent qui s'y trouvent aujourd'hui, il est certain que le profit de l'extraction de ces mines étrangères, dans les premières années pendant lesquelles on a doublé cette première quantité, a été plus grand que le profit d'un pareil nombre d'années pendant lesquelles on l'a triplé, et encore bien plus grand que celui des années subséquentes. Le bénéfice réel a donc diminué en proportion que le nombre des années s'est augmenté, en supposant égalité de produit dans chacune ; et si l'on trouvait actuellement une mine assez riche pour en tirer autant d'or qu'il y en avait en

(1) Les anciens Romains avaient eu la même sagesse.

Europe avant la découverte du Nouveau Monde, le profit de cette mine ne serait aujourd'hui que d'un vingtième, tandis qu'alors il aurait été du double. Ainsi plus on a fouillé ces mines riches, et plus on s'est appauvri : richesse toujours fictive et pauvreté réelle dans le premier comme dans le dernier temps ; masse d'or et d'argent, signes lourds, monnaies pesantes, dont loin de l'augmenter on devrait diminuer la quantité en fermant ces mines comme autant de gouffres funestes à l'humanité, d'autant qu'aujourd'hui leur produit suffit à peine pour la subsistance des malheureux qu'on y emploie ou condamne : mais jamais les nations ne se confédéreront pour un bien général à faire au genre humain, et rien ici ne peut nous consoler, sinon l'espérance très-fondée que dans quelques siècles, et peut-être plus tôt, on sera forcé d'abandonner ces affreux travaux, que l'or même, devenu trop commun, ne pourra plus payer.

En attendant, nous sommes obligés de suivre le torrent, et je manquerais à mon objet si je ne faisais pas ici mention de tous les lieux qui nous fournissent ou peuvent nous fournir ce métal, lequel ne deviendra vil que quand les hommes s'anobliront par des vues de sagesse dont nous sommes encore bien éloignés. On continuera donc à chercher l'or partout où il pourra se trouver, sans faire attention que si la recherche coûte à peu près autant que tout autre travail, il n'y a nulle raison d'y employer des hommes qui, par la culture de la terre, se procureraient une subsistance aussi sûre, et augmenteraient en même temps la richesse réelle, le vrai bien de toute la société, par l'abondance des denrées, tandis que celle du métal ne peut y produire que le mal de la disette et d'un surcroît de cherté.

Nous avons en France plusieurs rivières ou ruisseaux qui charrient de l'or en paillettes, que l'on recueille dans leurs sables ; et il s'en trouve aussi en paillettes et en poudre dans les terres voisines de leurs bords. Les chercheurs de cet or, qu'on appelle *orpailleurs*, gagneraient autant et plus à tout autre métier ; car à peine la récolte de ces paillettes d'or va-t-elle à vingt-cinq ou trente sous par jour. Cette même recherche, ou plutôt cet emploi du temps était, comme nous venons de le dire, vingt fois plus profitable du temps des Romains, puisque l'orpailleur pouvait alors gagner vingt fois sa subsistance : mais à mesure que la quantité du métal s'est augmentée, et surtout depuis la conquête du Nouveau Monde, le même travail des orpailleurs a moins produit, et produira toujours de moins en moins ; en sorte que ce petit métier, déjà tombé, tombera tout à fait, pour peu que cette quantité de métal augmente encore. L'or d'Amérique a donc enterré l'or de France, en diminuant vingt fois sa valeur ; il a fait le même tort à l'Espagne, dont les intérêts bien entendus auraient exigé qu'on n'eût tiré des mines de l'Amérique qu'autant d'or qu'il en fallait pour fournir les colonies, et en maintenir la valeur numéraire en Europe, toujours sur le même pied à peu près. Jules César cite l'Espagne et la partie méridionale des Gaules comme très-abondantes en or ; elles l'étaient en effet, et le seraient encore si nous n'avions pas nous-mêmes changé cette abondance en disette, et diminué la valeur de notre propre bien en recevant celui de l'étranger. L'augmentation de toute quantité ou denrée nécessaire aux besoins ou utile au ser-

vice de l'homme est certainement un bien; mais l'augmentation du métal qui n'en est que le signe, ne peut pas être un bien, et ne fait que du mal, puisqu'elle réduit à rien la valeur de ce même métal dans toutes les terres et chez tous les peuples qui s'en sont laissé surcharger par des importations étrangères.

Autant il serait nécessaire de donner de l'encouragement à la recherche et aux travaux des mines des matières combustibles et des autres minéraux si utiles aux arts et au bien de la société, autant il serait sage de faire fermer toutes celles d'or et d'argent, et de laisser écosommer peu à peu ces masses trop énormes sous lesquelles sont écrasées nos caisses, sans que nous soyons plus riches ni plus heureux.

Au reste, tout ce que nous venons de dire ne doit dégrader l'or qu'aux yeux de l'homme sage, et ne lui ôte pas le haut rang qu'il tient dans la nature; il est le plus parfait des métaux, la première substance entre toutes les substances terrestres, et il mérite à tous égards l'attention du philosophe naturaliste: c'est dans cette vue que nous recueillerons ici les faits relatifs à la recherche de ce métal, et que nous ferons l'énumération des différents lieux où il se trouve.

En France, le Rhin, le Rhône, l'Arve, le Doubs, la Cèse, le Gardon, l'Ariège, la Garonne, le Salat, charrient des paillettes et des grains d'or qu'on trouve dans leurs sables, surtout aux angles rentrants de ces rivières. Ces paillettes ont souvent leurs bords arrondis ou repliés; et c'est par là qu'on les distingue, encore plus aisément que par le poids, des paillettes de mica, qui quelquefois sont de la même couleur et ont même plus de brillant que celles de l'or. On trouve aussi d'assez gros grains d'or dans les rigoles formées par les eaux pluviales dans les terrains montagneux de Fèriès et de Bénagues. On a vu de ces grains, dit M. Guettard, qui pesaient une demi-once: ces grains et paillettes d'or sont accompagnés d'un sable ferrugineux. Il ajoute que dès qu'on s'éloigne de ces montagnes seulement de cinq ou six lieues, on ne trouve plus de grains d'or, mais seulement des paillettes très-minces. Cet académicien fait encore mention de l'or en paillettes qu'on a trouvé en Languedoc et dans le pays de Foix. M. de Gensanne dit aussi qu'il y en a dans plusieurs rivières des diocèses d'Uzès et de Montpellier: ces grains et paillettes d'or qui se trouvent dans les rivières et terres adjacentes viennent, comme je l'ai dit, des mines renfermées dans les montagnes voisines; mais on ne connaît actuellement qu'un très-petit nombre de ces mines en montagnes (1). Il y en a une dans les Vosges, près de Steingraben, où l'on a trouvé des feuilles d'or vierge d'un haut titre, dans un *spath* fort blanc; une autre à Saint-Marcel-les-Jussey en Franche-Comté, que l'éboulement des terres n'a pas permis de suivre. Les Romains ont travaillé des mines d'or à la montagne d'Orel en Dauphiné; et l'on connaît encore aujourd'hui une mine d'argent tenant or, à l'Ermitage, au-dessus de Tain, et dans les montagnes du Pontel en Dauphiné. On en a aussi reconnu à Banjoux en Provence; à Londat,

(1) Le pays des Tarbelhens, que quelques-uns disent être le territoire de Tarbes, d'autres celui de Dax, produisait autrefois de l'or, suivant le témoignage de Strabon.

à Rivière et à la montagne d'Argentière, dans le comté de Foix ; dans le Bigorre, en Limousin, en Auvergne, et même en Normandie et dans l'Ile-de-France. Toutes ces mines et plusieurs autres étaient autrefois bien connues, et même exploitées ; mais l'augmentation de la quantité du métal venu de l'étranger a fait abandonner le travail de ces mines, dont le produit n'aurait pu payer la dépense, tandis qu'anciennement, ce même travail était très-profitable.

En Hongrie, il y a plusieurs mines d'or dont on tirerait un grand produit si ce métal n'était pas devenu si commun. La plupart de ces mines sont travaillées depuis longtemps surtout dans les montagnes de Cremnitz et de Schemnitz, où l'on trouve de temps en temps quelques nouveaux filons ; il y en avait sept en exploitation dans le temps d'Alphonse Barba, qui dit que la plus riche était celle de Cremnitz ; elle est d'une grande étendue, et l'on assure qu'on y travaille depuis plus de mille ans : on l'a fouillée dans plusieurs endroits à plus de cent soixante brasses de profondeur. Il y a aussi des mines d'or en Transylvanie, dans lesquelles on a trouvé de l'or vierge. Rzaczinski parle des monts Krapacks, et entre autres d'une veine fort riche dont l'or est en poudre. En Suède, on a découvert quelques mines d'or ; mais le minerai n'a rendu que la trente-deuxième partie d'une once par quintal. Enfin, on a aussi reconnu de l'or en Suisse, dans plusieurs endroits de la Valtelline, et particulièrement dans la montagne de l'Oro qui en a tiré son nom. L'on en trouve aussi dans le canton d'Underwald. Plusieurs rivières dans les Alpes en roulent des paillettes ; le Rhin, dans le pays des Grisons, la Reuss, l'Aar, et plusieurs autres aux cantons de Lucerne, de Soleure, etc. Le Tage et quelques autres fleuves d'Espagne ont été célébrés par les anciens à cause de l'or qu'ils roulent ; et il n'est pas douteux que toutes ces paillettes et grains d'or que l'on trouve dans les eaux qui découlent des Alpes, des Pyrénées et des montagnes intermédiaires, ne proviennent des mines primitives renfermées dans ces montagnes, et que si l'on pouvait suivre ces courants d'eau chargés d'or jusqu'à leur source, on ne serait pas éloigné du lieu qui les recèle : mais, je le répète, ces travaux seraient maintenant très-inutiles, et leur produit bien superflu. J'observerai seulement, d'après l'exposition qui vient d'être faite, que les rivières aurifères sont plus souvent situées au couchant qu'au levant des montagnes. La France, qui est à l'ouest des Alpes, a beaucoup plus de cet or de transport que l'Italie et l'Allemagne, qui sont situées à l'est. Nous verrons, par l'examen des autres régions où l'on recueille l'or en paillettes, si cette observation doit être présentée comme un fait général.

La plupart des peuples de l'Asie ont anciennement tiré de l'or du sein de la terre, soit dans les montagnes qui produisent ce métal, soit dans les rivières qui en charrient les débris. Il y en a une mine en Turquie, à peu de distance du chemin de Salonique à Constantinople, qui, du temps du voyageur Paul Lucas, était en pleine exploitation, et affermée par le grand-seigneur. L'île de *Thasos*, aujourd'hui *Thaso*, dans l'Archipel, était célèbre chez les anciens, à cause de ses riches mines d'or : Hérodote en parle, et dit aussi qu'il y avait beaucoup d'or dans les montagnes de la Thrace, dont l'une s'éboula par la sape des grands travaux qu'on y avait

faits pour en tirer ce métal. Ces mines de l'île de Thaso sont actuellement abandonnées ; mais il y en a une dans le milieu de l'île de Chypre, près de la ville de Nicosie, d'où l'on tire encore beaucoup d'or.

Dans la Mingrèlie, à six journées de Tiflis, il y a des mines d'or et d'argent ; on en trouve aussi dans la Perse, auxquelles il paraît qu'on a travaillé anciennement ; mais on les a abandonnées comme en Europe, parce que la dépense excédait le produit ; et aujourd'hui tout l'or et l'argent de Perse vient des pays étrangers.

Les montagnes qui séparent le Mogol de la Tartarie sont riches en mines d'or et d'argent : les habitants de la Bucharie recueillent ces métaux dans les sables des torrents qui tombent de ces montagnes. Dans le Thibet, au delà du royaume de Cachemire, il y a trois montagnes dont l'une produit de l'or, la seconde des grenats et la troisième du lapis : il y a aussi de l'or au royaume de Tipra et dans plusieurs rivières de la dépendance du grand-lama, et la plus grande partie de cet or est transportée à la Chine. On a reconnu des mines d'or et d'argent dans le pays d'Azem, sur les frontières du Mogol. Le royaume de Siam est l'un des pays du monde où l'or paraît le plus commun ; mais nous n'avons aucune notice sur les mines de cette contrée. La partie de l'Asie où l'on trouve le plus d'or est l'île de Sumatra : les habitants d'Achem en recueillent sur le penchant des montagnes, dans les ravines creusées par les eaux ; cet or est en petits morceaux et passe pour être très-pur. Des voyageurs disent au contraire que cet or d'Achem est de très-bas aloi, même plus bas que celui de la Chine ; ils ajoutent qu'il se trouve à l'ouest ou sud-ouest de l'île, et quand les Hollandais vont y chercher le poivre, les paysans leur en apportent une bonne quantité : d'autres mines d'or dans la même île se trouvent dans les environs de la ville de Tikon ; mais aucun voyageur n'a donné d'aussi bons renseignements sur ces mines que M. Hermann Grimm, qui a fait sur cela, comme sur plusieurs autres sujets d'histoire naturelle, de très-bonnes observations.

L'île de Célèbes ou de Macassar produit aussi de l'or, que l'on tire du sable des rivières. Il en est de même de l'île de Bornéo ; et dans les montagnes de l'île de Timor, il se trouve de l'or très-pur. Il y a aussi quelques mines d'or et d'argent aux Maldives, à Ceylan, et dans presque toutes les îles de la mer des Indes jusqu'aux îles Philippines, d'où les Espagnols en ont tiré une quantité assez considérable.

Dans la partie méridionale du continent de l'Asie, on trouve, comme dans les îles de très-riches mines d'or, à Cambaye, à la Cochinchine, au Tounquin, à la Chine, où plusieurs rivières en charrient : mais selon les voyageurs, cet or de la Chine est d'assez bas aloi ; ils assurent que les Chinois apportent à Manille de l'or qui est très-blanc, très-mou, et qu'il faut allier avec un cinquième de cuivre rouge pour lui donner la couleur et la consistance nécessaires dans les arts. Les îles du Japon et celle de Formose sont peut-être encore plus riches en mines d'or que la Chine. Enfin, l'on trouve de l'or jusqu'en Sibérie : en sorte que ce métal, quoique plus abondant dans les contrées méridionales de l'Asie, ne laisse pas de se trouver aussi dans les autres régions de cette grande partie du monde.

Les terres de l'Afrique sont plus intactes et par conséquent plus riches en or que celles de l'Asie. Les Africains en général, beaucoup moins civilisés que les Asiatiques, se sont rarement donné la peine de fouiller la terre à de grandes profondeurs ; et quelque abondantes que soient les mines d'or dans leurs montagnes, ils se sont contentés d'en recueillir les débris dans les vallées adjacentes, qui étaient, et même sont encore très-richement pourvues de ce métal. Dès l'année 1442, les Maures voisins du cap Baïador offrirent de la poudre d'or aux Portugais, et c'était la première fois que les Européens eussent vu de l'or en Afrique. La recherche de ce métal suivit de près ces offres ; car en 1641, on fit commerce de l'or de la mine (or de la mine), au cinquième degré de latitude nord, sur cette même côte qu'on a depuis nommée la Côte d'Or. Il y avait néanmoins de l'or dans les parties de l'Afrique anciennement connues, et dans celles qui avaient été découvertes longtemps avant le cap Baïador ; mais il y a toute apparence que les mines n'en avaient pas été fouillées, ni même reconnues ; car le voyageur Roberts est le premier qui ait indiqué des mines d'or dans les îles du Cap-Vert. La Côte-d'Or est encore aujourd'hui l'une des parties de l'Afrique qui produit la plus grande quantité de ce métal : la rivière d'Axim en charrie des paillettes et des grains qu'elle dépose dans le sable en assez grande quantité pour que les nègres prennent la peine de plonger et de tirer ce sable du fond de l'eau. On recueille aussi beaucoup d'or par le lavage dans les terres du royaume de Kanon, à l'est et au nord-est de Galam, où il se trouve presque à la surface du terrain. Il y en a aussi dans le royaume de Tombut, ainsi qu'à Gago et à Zanfara. Il y en a de même dans plusieurs endroits de la Guinée, et dans les terres voisines de la rivière de Gambra, ainsi qu'à la côte des Dents. Il y a aussi un grand nombre de mines d'or dans le royaume de Butna, qui s'étend depuis les montagnes de la Lune jusqu'à la rivière de Maguika et un plus grand nombre encore dans le royaume de Bambouc.

Tavernier fait mention d'un morceau d'or naturel, ramifié en forme d'arbrisseau, qui serait le plus beau morceau qu'on ait jamais vu dans ce genre, si son récit n'était pas exagéré. Pyrard dit aussi avoir vu une branche d'or massif et pur, longue d'une coudée et branchue comme du corail, qui avait été trouvée dans la rivière de Couesme ou Couama, autrement appelée rivière Noire, à Sofala. Dans l'Abyssinie, la province de Gojam est celle où se trouvent les plus riches mines d'or. On porte ce métal, tel qu'on le tire de la mine, à Gondar, capitale du royaume, et on l'y travaille pour le purifier et le fondre en lingots. Il se trouve aussi en Éthiopie, près d'Helem, de l'or disséminé dans les premières couches de la terre, et cet or est très-fin. Mais la contrée de l'Afrique la plus riche ou du moins la plus anciennement célèbre par son or, est celle de Sofala ou du Monomotapa. On croit, dit Marmol, que le pays d'Ophir, d'où Salomon tirait l'or pour orner son temple, est le pays même de Sofala. Cette conjecture serait un peu mieux fondée en la faisant tomber sur la province du Monomotapa, qui porte encore actuellement le nom d'Ophur ou Ofur. Quoi qu'il en soit, cette abondance d'or à Sofala et dans le pays d'Ofur, au Monomotapa, ne paraît pas encore avoir diminué, quoiqu'il y ait toute

apparenee que, de temps immémorial, la plus grande partie de l'or qui circulait dans les provinces orientales de l'Afrique et même en Arabie, venait de ce pays de Sofala. Les principales mines sont situées dans les montagnes, à cinquante lieues et plus de distance de la ville de Sofala : les eaux qui déeoulent de ces montagnes entraînent une infinité de paillettes d'or et de grains assez gros. Ce métal est de même très-commun à Mozambique. Enfin, l'île de Madagascar participe aussi aux richesses du continent voisin : seulement il paraît que l'or de cette île est d'assez bas aloi, et qu'il est mêlé de quelques matières qui le rendent blanc et lui donnent de la mollesse et plus de fusibilité.

L'on doit voir assez évidemment par cette énumération de toutes les terres qui ont produit et produisent encore de l'or, tant en Europe qu'en Asie et en Afrique, combien peu nous était nécessaire celui du Nouveau Monde : il n'a servi qu'à rendre presque nulle la valeur du nôtre ; il n'a même augmenté que pendant un temps assez court la richesse de ceux qui le faisaient extraire pour nous l'apporter. Ces mines ont englouti les nations américaines et dépeuplé l'Europe. Quelle différence pour la nature et pour l'humanité, si les myriades de malheureux qui ont péri dans ces fouilles profondes des entrailles de la terre, eussent employé leurs bras à la culture de sa surface ! ils auraient changé l'aspect brut et sauvage de leurs terres informes en guérets réguliers, en riantes campagnes, aussi fécondes qu'elles étaient stériles et qu'elles le sont encore : mais les conquérants ont-ils jamais entendu la voix de la sagesse, ni même le cri de la pitié ! leurs seules vues sont la déprédation et la destruction ; ils se permettent tous les excès du fort contre le faible ; la mesure de leur gloire est celle de leurs crimes, et leur triomphe l'opprobre de la vertu. En dépeuplant ce Nouveau Monde, ils l'ont défiguré et presque anéanti ; les victimes sans nombre qu'ils ont immolées à leur cupidité mal entendue auront toujours des voix qui réclameront à jamais contre leur cruauté : tout l'or qu'on a tiré de l'Amérique pèse peut-être moins que le sang humain qu'on y a répandu.

Comme cette terre était de toutes la plus nouvelle, la plus intacte, et la plus récemment peuplée, elle brillait encore, il y a trois siècles, de tout l'or et l'argent que la nature y avait versés avec profusion ; les naturels n'en avaient ramassé que pour leur commodité, et non par besoin ni par cupidité ; ils en avaient fait des instruments, des vases, des ornements, et non pas des monnaies ou des signes de richesse exclusifs : ils en estimaient la valeur par l'usage, et auraient préféré notre fer, s'ils eussent eu l'art de l'employer. Quelle dut être leur surprise lorsqu'ils virent des hommes sacrifier la vie de tant d'autres hommes, et quelquefois la leur propre à la recherche de cet or que souvent ils dédaignaient de mettre en œuvre ! Les Péruviens rachetèrent leur roi, que cependant on ne leur rendit pas, pour plusieurs milliers pesant d'or ; les Mexicains en avaient fait à peu près autant, et furent trompés de même : et pour couvrir l'horreur de ces violations, ou plutôt pour étouffer les germes d'une vengeance éternelle, on finit par exterminer presque en entier ces malheureuses nations ; car à peine reste-t-il la

millième partie des anciens peuples auxquels appartenait ces terres, sur lesquelles leurs descendants, en très-petit nombre, languissent dans l'esclavage, ou mènent une vie fugitive. Pourquoi donc n'a-t-on pas préféré de partager avec eux ces terres qui faisaient leur domaine ? pourquoi ne leur en cèderait-on pas quelque portion aujourd'hui, puisqu'elles sont si vastes et plus d'aux trois quarts incultes, d'autant qu'on n'a plus rien à redouter de leur nombre ? Vaines représentations, hélas ! en faveur de l'humanité : le philosophe pourra les approuver, mais les hommes puissants daigneront-ils les entendre ?

Laissons donc cette morale affligante, à laquelle je n'ai pu m'empêcher de revenir à la vue du triste spectacle que nous présentent les travaux des mines en Amérique : je n'en dois pas moins indiquer ici les lieux où elles se trouvent, comme je l'ai fait pour les autres parties du monde ; et, à commencer par l'île de Saint-Domingue, nous trouverons qu'il y a des mines d'or dans une montagne près de la ville de San-Iago-de-los-Caballeros, et que les eaux qui en descendent entraînent et déposent de gros grains d'or ; qu'il y en a de même dans l'île de Cuba et dans celle de Sainte-Marie, dont les mines ont été découvertes au commencement du siècle dernier. Les Espagnols ont autrefois employé un grand nombre d'esclaves au travail de ces mines : outre l'or que l'on tirait du sable, il s'en trouvait souvent d'assez gros morceaux comme enchâssés naturellement dans les rochers. L'île de la Trinité a aussi des mines et des rivières qui fournissent de l'or.

Dans le continent, à commencer par l'isthme de Panama, les mines d'or se trouvent en grand nombre ; celles du Darien sont les plus riches et fournissent plus que celles de Veragua et de Panama. Indépendamment du produit des mines en montagne, les rivières de cet isthme donnent aussi beaucoup d'or en grains, en paillettes et en poudre, ordinairement mêlé d'un sable ferrugineux qu'on en sépare avec l'aimant. Mais c'est au Mexique où l'or s'est trouvé répandu avec le plus de profusion. L'une des mines les plus fameuses est celle de Mezquital dont nous avons déjà parlé. La pierre de cette mine, dit M. Bowles, est un quartz blanc mêlé en moindre quantité avec un quartz couleur de bois ou de corne, qui fait feu contre l'acier ; on y voit quelques petites taches vertes, lesquelles ne sont que des cristaux qui ressemblent aux émeraudes en groupes, et dont l'intérieur contient de petits grains d'or. Presque toutes les autres provinces du Mexique ont aussi des mines d'or, ou des mines d'argent plus ou moins mêlé d'or. Selon le même M. Bowles, celle de Mezquital, quoique la meilleure, ne donne au quintal que trente onces d'argent et vingt-deux grains et demi d'or. Mais il y a apparence qu'il a été mal informé sur la nature et le produit de cette mine ; car si elle ne tenait en effet que vingt-deux grains et demi d'or sur trente onces d'argent par quintal, ce qui ne ferait pas six grains d'or par marc d'argent, on n'en ferait pas le départ à la monnaie de Mexico, puisqu'il est réglé par les ordonnances, qu'on ne séparera que l'argent tenant par marc vingt-cinq grains d'or et au-dessus, et qu'autrefois il fallait trente grains pour qu'on en fit le départ ; ce qui est, comme l'on voit, une très-petite quantité d'or en comparaison de celle de l'argent ; et cet argent du

Mexique, restant toujours mêlé d'un peu d'or, même après les opérations du départ, est plus estimé que celui du Pérou, surtout plus que celui des mines de Sainte-Pécaque, que l'on transporte à Compostelle.

Les relateurs s'accordent à dire que la province de Carthagène fournissait autrefois beaucoup d'or, et l'on y voit encore des fouilles et des travaux très-anciens; mais ils sont actuellement abandonnés. C'est au Pérou que le travail de ces mines est aujourd'hui en pleine exploitation. Frézier remarque seulement que les mines d'or sont assez rares dans la partie méridionale de ce royaume, mais que la province de Popayan en est remplie, et que l'ardeur pour les exploiter semble être toujours la même. M. d'Ulloa dit que chaque jour on y découvre de nouvelles mines qu'on s'empresse de mettre en valeur, et nous ne pouvons mieux faire que de rapporter ici ce que ce savant naturaliste péruvien a écrit sur les mines de son pays. « Les *partidos* ou districts de *Celi*, de *Buga*, d'*Almaquer* et de *Barbocoas*, sont, dit-il, les plus abondants en métal, avec l'avantage que l'or y est très-pur, et qu'on n'a pas besoin d'y employer le mercure pour le séparer des parties étrangères. Les mineurs appellent *minas de caxa* celles où le minéral est renfermé entre des pierres. Celles de Popayan ne sont pas dans cet ordre : car l'or s'y trouve répandu dans les terres et les sables... Dans le bailliage de *Choco*, outre les mines qui se traitent au lavoir, il s'en trouve quelques-unes où le minerai est enveloppé d'autres matières métalliques et de sucs bitumineux dont on ne peut le séparer qu'au moyen du mercure. La *platine* est un autre obstacle qui oblige quelquefois d'abandonner les mines : on donne ce nom à une pierre si dure, que, ne pouvant la briser sur une enclume d'acier ni la réduire par calcination, on ne peut tirer le minerai qu'elle renferme qu'avec un travail et des frais extraordinaires. Entre toutes ces mines, il y en a plusieurs où l'or est mêlé d'un *tombac* aussi fin que celui de l'Orient, avec la propriété singulière de ne jamais engendrer de vert-de-gris et de résister aux acides.

» Dans le bailliage de *Zaruma* au Pérou, l'or des mines est de si bas aloi, qu'il n'est quelquefois qu'à dix-huit et même à seize karats; mais cette mauvaise qualité est réparée par l'abondance... Le gouvernement de *Jaën de Bracamoros* a des mines de la même espèce, qui rendaient beaucoup il y a un siècle... Autrefois il y avait quantité de mines d'or ouvertes dans la province de Quito, et plus encore de mines d'argent... On a recueilli des grains d'or dans les ruisseaux qui tirent leur source de la montagne de *Pitchincha*; mais rien ne marque qu'on y ait ouvert des mines... Le pays de *Pattactanga*, dans la juridiction de *Riobamba*, est si rempli de mines, qu'en 1745 un habitant de cette ville avait fait enregistrer pour son seul compte dix-huit veines d'or et d'argent, toutes riches et de bon aloi. L'une de ces mines d'argent rendait quatre-vingts mares par cinquante quintaux de minerai, tandis qu'elles passent pour riches quand elles en donnent huit à dix mares... Il y a aussi des mines d'or et d'argent dans les montagnes de la juridiction de *Cuença*, mais qui rendent peu. Les gouvernements de *Quixos* et de *Macas* sont riches en mines; ceux de *Marinas* et d'*Atamès* en ont aussi d'une grande valeur... Les terres

arrosées par quelques rivières qui tombent dans le Maragnon, et par les rivières de *San-Iago* et de *Mira*, sont remplies de veines d'or. »

Les anciens historiens du Nouveau Monde, et entre autres le P. Acosta, nous ont laissé quelques renseignements sur la manière dont la nature a disposé l'or dans ces riches contrées; on le trouve sous trois formes différentes : 1° en grains ou *pépites*, qui sont des morceaux massifs et sans mélange d'autre métal; 2° en poudre; 3° dans des pierres. « J'ai vu, dit cet historien, quelques-unes de ces pépites qui pesaient plusieurs livres. L'or, dit-il, a par excellence sur les autres métaux de se trouver pur et sans mélange; cependant, ajoute-t-il, on trouve quelquefois des pépites d'argent tout à fait pures : mais l'or en pépites est rare en comparaison de celui qu'on trouve en poudre. L'or en pierre est une veine d'or infiltrée dans la pierre, comme je l'ai vu à *Caruma*, dans le gouvernement des salines... Les anciens ont célébré les fleuves qui roulaient de l'or, savoir, le Tage en Espagne, le Pactole en Asie, et le Gange aux Indes orientales. Il y a de même dans les rivières des îles de Barlovento, de Cuba, Porto-Rico et Saint-Domingue, de l'or mêlé dans leurs sables... Il s'en trouve aussi dans les torrents au Chili, à Quito et au nouveau royaume de Grenade. L'or qui a le plus de réputation est celui de *Caranava* au Pérou, et celui de *Valdivia* au Chili, parce qu'il est très-pur et de vingt-trois karats et demi. L'on fait aussi état de l'or de *Veragua* qui est très-fin : celui de la Chine et des Philippines, qu'on apporte en Amérique, n'est pas, à beaucoup près, aussi pur. »

Le voyageur Wafer raconte qu'on trouve de même une grande quantité d'or dans les sables de la rivière de *Coquimbo* au Pérou, et que le terrain voisin de la baie où se décharge cette rivière dans la mer est comme poudré de poussière d'or, *au point*, dit-il, *que quand nous y marchions, nos habits en étaient couverts; mais cette poudre était si menue, que c'eût été un ouvrage infini de vouloir la ramasser.* « La même chose nous arriva, continua-t-il, dans quelques autres lieux de cette même côte, où les rivières amènent de cette poudre avec le sable; mais l'or se trouve en paillettes et en grains plus gros à mesure que l'on remonte ces rivières aurifères vers leurs sources. »

Au reste, il paraît que les grains d'or que l'on trouve dans les rivières ou dans les terres adjacentes, n'ont pas toujours leur brillant jaune et métallique; ils sont souvent teints d'autres couleurs, brunes, grises, etc. : par exemple, on tire des ruisseaux du pays d'*Arecaja* de l'or en forme de dragées de plomb, et qui ressemblent à ce métal par leur couleur grise; on trouve aussi de cet or gris dans les torrents de *Coroyeo* : celui que les eaux roulent dans le pays d'*Arecaja* vient probablement des mines de la province de *Carabaja*, qui en est voisine; et c'est l'une des contrées du Pérou qui est la plus abondante en or fin, qu'Alphonse Barba dit être de vingt-trois grains, ce qui serait à très-peu près aussi pur que notre or le mieux raffiné.

Les terres du Chili sont presque aussi riches en or que celles du Mexique et du Pérou. On a trouvé à douze lieues vers l'est de la ville de la Conception des pépites d'or, dont quelques-unes étaient du poids de huit ou dix marcs et de très-haut

aloi. On tirait autrefois beaucoup d'or vers Angol, à dix ou douze lieues plus loin, et l'on pourrait en recueillir en mille autres endroits ; car tout cet or est dans une terre qu'on suffit de laver. Frézier, dont nous tirons cette indication, en a donné plusieurs autres, avec un égal discernement, sur les mines des diverses provinces du Chili.

On trouve encore de l'or dans les terres qu'arrosent le Maragnon, l'Orénoque, etc. ; il y en a aussi dans quelques endroits de la Guiane. Enfin, les Portugais ont découvert et fait travailler depuis près d'un siècle les mines du Brésil et du Paraguay, qui se sont trouvées, dit-on, encore plus riches que celles du Mexique et du Pérou. Les mines les plus prochaines de Rio-Janeiro, où l'on apporte ce métal, sont à une assez grande distance de cette ville. M. Cook dit qu'on ne sait pas au juste où elles sont situées, et que les étrangers ne peuvent les visiter, parce qu'il y a une garde continuelle sur les chemins qui conduisent à ces mines : on sait seulement qu'on en tire beaucoup d'or, et que les travaux en sont difficiles et périlleux ; car on achète annuellement, pour le compte du roi, quarante mille nègres qui ne sont employés qu'à les exploiter.

Selon l'amiral Anson, ce n'est qu'au commencement de ce siècle qu'on a trouvé de l'or au Brésil. On remarqua que les naturels du pays se servaient d'hameçons d'or pour la pêche, et on apprit d'eux qu'ils recueillaient cet or dans les sables et les graviers que les pluies et les torrents détachaient des montagnes. « Il y a, dit ce voyageur, de l'or disséminé dans les terres basses, mais qui paie à peine les frais de la recherche, et les montagnes offrent des veines d'or engagées dans les rochers ; mais le moyen le plus facile de se procurer l'or, c'est de le prendre dans le limon des torrents qui en charrient. Les esclaves employés à cet ouvrage doivent fournir à leurs maîtres un huitième d'once par jour : le surplus est pour eux, et ce surplus les a souvent mis en état d'acheter leur liberté. Le roi a droit de quint sur tout l'or que l'on extrait des mines, ce qui va à trois cent mille livres sterling par an et par conséquent la totalité de l'or extrait des mines chaque année est d'un million cinq cent mille livres sterling, sans compter l'or que l'on exporte en contrebande, et qui monte peut-être au tiers de cette somme. »

Nous n'avons aucun autre indice sur ces mines d'or si bien gardées par les ordres du roi de Portugal ; quelques voyageurs nous disent seulement qu'au nord du fleuve *Jujambi*, il y a des montagnes qui s'étendent de trente à quarante lieues de l'est à l'ouest sur dix à quinze lieues de largeur ; qu'elles renferment plusieurs mines d'or ; qu'on y trouve aussi ce métal en grains et en poudre, et que son aloi est communément de vingt-deux karats : ils ajoutent qu'on y rencontre quelquefois des grains ou pépites qui pèsent deux ou trois onces.

Il résulte de ces indications qu'en Amérique comme en Afrique, et partout ailleurs où la terre n'a pas encore été épuisée par les recherches de l'homme, l'or le plus pur se trouve pour ainsi dire à la surface du terrain, en poudre, en paillettes ou en grains, et quelquefois en pépites, qui ne sont que des grains plus gros et souvent aussi purs que des lingots fondus ; ces pépites et ces grains, ainsi que

les paillettes et les poudres, ne sont que les débris plus ou moins brisés et atténués par le frottement de plus gros morceaux d'or arrachés par les torrents et détachés des veines métalliques de première formation : ils sont descendus en roulant du haut des montagnes dans les vallées. Le quartz et les autres gangues de l'or, entraînés en même temps par le mouvement des eaux, se sont brisés, et ont, par leur frottement, divisé, comminué ces morceaux de métal, qui dès lors se sont trouvés isolés et se sont arrondis en grains ou atténués en paillettes par la continuité du frottement dans l'eau : et enfin ces mêmes paillettes, encore plus divisées, ont formé les poudres plus ou moins fines de ce métal. On voit aussi des agrégats assez grossiers de parcelles d'or qui paraissent s'être réunies par la stillation et l'intermède de l'eau, et qui sont plus ou moins mélangées de sables ou de matières terreuses rassemblées et déposées dans quelque cavité, où ces parcelles métalliques n'ont que peu d'adhésion avec la terre et le sable dont elles sont mélangées ; mais toutes ces petites masses d'or, ainsi que les grains, les paillettes et les poudres de ce métal, tirent également leur origine des mines primordiales, et leur pureté dépend en partie de la grande division que ces grains métalliques ont subie en s'exfoliant et se comminuant par les frottements qu'ils n'ont cessé d'essuyer depuis leur séparation de la mine, jusqu'aux lieux où ils ont été entraînés : car cet or arraché de ses mines et roulé dans le sable des torrents, a été échoqué et divisé par tous les corps durs qui se sont rencontrés sur la route ; et plus ces particules d'or auront été atténuées, plus elles auront acquis de pureté en se séparant de tout alliage par cette division mécanique, qui, dans l'or, va pour ainsi dire à l'infini : il est d'autant plus pur qu'il est plus divisé ; et cette différence se remarque en comparant ce métal en paillettes ou en poudre avec l'or des mines ; car il n'est qu'à vingt-deux karats dans les meilleures mines en montagnes, souvent à dix-neuf ou vingt, et quelquefois à seize et même à quatorze, tandis que communément l'or en paillettes est à vingt-trois karats, et rarement au-dessous de vingt. Comme ce métal est toujours plus ou moins allié d'argent dans ces mines primordiales, et quelquefois d'argent mêlé d'autres matières métalliques, la très-grande division qu'il éprouve par les frottements, lorsqu'il est détaché de sa mine, le sépare de ces alliages naturels, et le rend d'autant plus pur qu'il est réduit en atomes plus petits ; en sorte qu'au lieu du bas aloi que l'or avait dans sa mine, il prend un plus haut titre à mesure qu'il s'en éloigne, et cela par la séparation, et pour ainsi dire, par le départ mécanique de toute matière étrangère.

Il y a donc double avantage à ne recueillir l'or qu'au pied des montagnes et dans les eaux courantes qui en ont entraîné les parties détachées des mines primitives : ces parties détachées peuvent former par leur accumulation des mines secondaires en quelques endroits. L'extraction du métal, qui, dans ces sortes de mines, ne sera mêlé que de sable ou de terre, sera bien plus facile que dans les mines primordiales, où l'or se trouve toujours engagé dans le quartz et le roc le plus dur. D'autre côté, l'or de ces mines de seconde formation sera toujours plus pur que le premier ; et vu la quantité de ce métal dont nous sommes actuellement surchargés,

on devrait au moins se borner à ne ramasser que cet or déjà purifié par la nature, et réduit en poudre, en paillettes, ou en grains, et seulement dans les lieux où le produit de ce travail serait évidemment au-dessus de sa dépense.

DE L'ARGENT.

Nous avons dit que dans la nature primitive, l'argent et l'or n'ont fait généralement qu'une masse commune, toujours composée de l'un et l'autre de ces métaux, qui même ne sont jamais complètement séparés, mais seulement atténués, divisés par les agents extérieurs, et réduits en atomes si petits que l'or s'est trouvé d'un côté, et a laissé de l'autre la plus grande partie de l'argent; mais, malgré cette séparation d'autant plus naturelle qu'elle est plus mécanique, nulle part on n'a trouvé de l'or exempt d'argent, ni d'argent qui ne contînt un peu d'or. Pour la nature, ces deux métaux sont du même ordre, et elle les a doués de plusieurs attributs communs; car quoique leur densité soit très-différente (1), leurs autres propriétés essentielles sont les mêmes: ils sont également inaltérables, et presque indestructibles; l'un et l'autre peuvent subir l'action de tous les éléments sans en être altérés; tous deux se fondent et se subliment à peu près au même degré du feu (2); ils n'y perdent guère plus l'un que l'autre (3); ils résistent à toute sa violence sans se convertir en chaux (4); tous deux ont aussi plus de ductilité que tous les autres métaux: seulement l'argent, plus faible en densité et moins compacte que l'or, ne peut prendre autant d'extension (5); et de même, quoiqu'il ne soit pas susceptible

(1) « Un pied cube d'argent pèse 720 livres; un pied cube d'or, 4348 livres. Le premier ne perd dans l'eau qu'un onzième de son poids, et l'autre entre un dix-neuvième et un vingtième. » (*Dictionnaire de Chimie*, articles de l'or et de l'argent.) J'observerai que ces proportions ne sont pas exactes; car en supposant que l'or perde un dix-neuvième et demi de son poids, et que l'argent ne perde qu'un onzième, si le pied cube d'or pèse 4348 livres, le pied cube d'argent doit peser 760 livres seize trentièmes. M. de Bomare, dans son *Dictionnaire d'Histoire naturelle*, dit que le pouce cube d'argent pèse 6 onces 5 gros 26 grains, ce qui ne ferait qu'un peu plus de 718 livres le pied cube, tandis que dans sa *Minéralogie*, tome II, page 210, il dit que le pied cube d'argent pèse 41513 onces, ce qui fait 720 livres 3 onces pour le pied cube. Les estimations données par M. Brisson sont plus justes: le pied cube d'or à 24 karats, fondu et non battu, pèse, selon lui, 4348 livres 1 once 41 grains, et le pied cube d'or à 24 karats, fondu et battu, pèse 4355 livres 5 onces 60 grains; le pied cube d'argent à 12 deniers, fondu et non battu, pèse 733 livres 3 onces 1 gros 52 grains; le pied cube du même argent à 12 deniers, c'est-à-dire aussi pur qu'il est possible, pèse, lorsqu'il est forgé ou battu, 735 livres 11 onces 7 gros 43 grains.

(2) On est assuré de cette sublimation de l'or et de l'argent, non-seulement par mes expériences au miroir ardent, mais aussi par la quantité que l'on en recueille dans les suies des fourneaux d'affinage des monnaies.

(3) Kunckel ayant tenu de l'or et de l'argent pendant quelques semaines en fusion, assure que l'or n'avait rien perdu de son poids; mais il avoue que l'argent avait perdu quelques grains. Il a mal à propos oublié de dire sur quelle quantité.

(4) L'argent tenu au foyer d'un miroir ardent se couvre, comme l'or, d'une pellicule vitreuse, mais M. Macquer qui a fait cette expérience, avoue qu'on n'est pas encore assuré si cette vitrification provient des métaux ou de la poussière de l'air. (*Dictionnaire de Chimie*, article *argent*.)

(5) « Un fil d'argent d'un dixième de pouce de diamètre ne soutient, avant de rompre, qu'un poids de 270 livres,

d'une véritable rouille par les impressions de l'air et de l'eau, il oppose moins de résistance à l'action des acides, et n'exige pas, comme l'or, la réunion de deux puissances actives pour entrer en dissolution ; le foie de soufre le noie et le rend aigre et cassant : l'argent peut donc être attaqué dans le sein de la terre plus fortement et bien plus fréquemment que l'or, et c'est par cette raison que l'on trouve assez communément de l'argent minéralisé, tandis qu'il est extrêmement rare de trouver l'or dans cet état d'altération ou de minéralisation.

L'argent, quoiqu'un peu plus fusible que l'or, est cependant un peu plus dur et plus sonore : le blanc éclatant de sa surface se ternit, et même se noie dès qu'elle est exposée aux vapeurs des matières inflammables, telles que celles du soufre, du charbon, et à la fumée des substances animales ; si même il subit longtemps l'impression de ces vapeurs sulfureuses, il se minéralise, et devient semblable à la mine que l'on connaît sous le nom d'*argent vitré*.

Les trois propriétés communes à l'or et à l'argent, qu'on a toujours regardés comme les seuls métaux parfaits, sont la ductilité, la fixité au feu et l'inaltérabilité à l'air et dans l'eau. Par toutes les autres qualités, l'argent diffère de l'or, et peut souffrir des changements et des altérations auxquelles ce premier métal n'est pas sujet. On trouve à la vérité de l'argent, qui, comme l'or, n'est point minéralisé, mais c'est proportionnellement en bien moindre quantité ; car, dans ces mines primordiales, l'argent, toujours allié d'un peu d'or, est très-souvent mélangé d'autres matières métalliques, et particulièrement de plomb et de cuivre : on regarde même comme des mines d'argent toutes celles de plomb ou de cuivre qui contiennent une certaine quantité de ce métal ; et dans les mines secondaires produites par la stillation et le dépôt des eaux, l'argent se trouve souvent attaqué par les sels de la terre, et se présente dans l'état de minéralisation sous différentes formes. On peut voir par les listes des nomenclateurs en minéralogie, et particulièrement par celle que donne Wallerius, combien ces formes sont variées, puisqu'il en compte dix sortes principales et quarante-neuf variétés dans ces dix sortes : je dois cependant observer qu'ici, comme dans tout autre travail des nomenclateurs, il y a beaucoup plus de noms que de choses.

Dans la plupart des mines secondaires, l'argent se présente en forme de minerai

au lieu qu'un pareil fil d'or soutient 500 livres.... On peut réduire un grain d'argent en une lame de trois aunes, c'est-à-dire de 126 pouces de longueur sur deux pouces de largeur, ce qui fait une étendue de 252 pouces carrés ; et dès lors avec une once d'argent, c'est-à-dire 576 grains, on pourrait couvrir un espace de 504 pieds carrés. .. (*Expériences de Muschenbroek.*)

Il y a certainement ici une faute d'impression qui tombe sur les mots *deux pouces de largeur* : ce fil d'argent n'avait en effet que 2 lignes, et non pas 2 pouces, et par conséquent 26 pouces carrés d'étendue, au lieu de 126 ; d'après quoi l'on voit que 576 grains ou 1 once d'argent ne peuvent en effet s'étendre que sur 104 et non pas sur 504 pieds carrés, et c'est encore beaucoup plus que la densité de ce métal ne paraît l'indiquer, puisqu'une once d'or ne s'étend que sur 106 pieds carrés : dès lors, en prenant ces deux faits pour vrais, la ductilité de l'argent est presque aussi grande que celle de l'or, quoique sa densité et sa ténacité soient beaucoup moindres. Il y a aussi toute apparence qu'Alphonse Barba se trompe beaucoup en disant que l'or est cinq fois plus ductile que l'argent : il assure qu'une once d'argent s'étend en un fil de 2400 aunes de longueur ; que cette longueur peut être convertie par 6 grains et demi d'or ; et qu'on peut dilater l'or au point qu'une once de ce métal couvrira plus de dix arpents de terre.

pyriteux, c'est-à-dire mêlé et pénétré des principes du soufre, ou bien altéré par le foie de soufre, et quelquefois par l'arsenic (1).

L'acide nitreux dissout l'argent plus puissamment qu'aucun autre; l'acide vitriolique le précipite de cette dissolution et forme avec lui de très-petits cristaux qu'on pourrait appeler du *vitriol d'argent*; l'acide marin qui le dissout aussi, en fait des cristaux plus gros, dont la masse réunie par la fusion se nomme *argent corné*, parce qu'il est à demi transparent comme de la corne.

La nature a produit, en quelques endroits, de l'argent sous cette forme; on en trouve en Hongrie, en Bohême, en Saxe, où il y a des mines qui offrent à la fois l'argent natif, l'argent rouge l'argent vitré et l'argent corné. Lorsque cette dernière mine n'est point altérée elle est demi-transparente et d'un gris jaunâtre; mais si elle a été attaquée par des vapeurs sulfureuses, ou par le foie de soufre, elle devient opaque et d'une couleur brune. L'argent minéralisé par l'acide marin se coupe presque aussi facilement que la pierre: dans cet état, il est très-fusible; une partie se volatilise à un certain degré de feu, ainsi que l'argent corné fait artificiellement, et l'autre partie qui ne s'est point volatilisée se revivifie très-promptement.

Le soufre dissout l'argent par la fusion, et le réduit en une masse de couleur grise; et cette masse ressemble beaucoup à la mine d'argent vitré, qui, comme celle de l'argent corné, est moins dure que ce métal, et peut se couper au couteau. L'or ne subit aucun de ces changements: on ne doit donc pas être étonné qu'on le trouve si rarement sous une forme minéralisée, et qu'au contraire dans toutes les mines de seconde formation, où les eaux et les sels de la terre ont exercé leur action, l'argent se présente dans différents états de minéralisation et sous des formes plus ou moins altérées; il doit même être souvent mêlé de plusieurs matières étrangères métalliques ou terreuses, tandis que, dans son état primordial, il n'est allié qu'avec l'or, ou mêlé de cuivre et de plomb. Ces trois métaux sont ceux avec lesquels l'argent paraît avoir le plus d'affinité; ce sont du moins ceux avec lesquels il se trouve plus souvent uni dans son état de minerai. Il est bien plus rare de trouver l'argent uni avec le mercure, quoiqu'il ait aussi avec ce fluide métallique une affinité très-marquée.

Suivant M. Geller, qui a fait un grand travail sur l'alliage des minéraux et des demi-métaux, celui de l'or avec l'argent n'augmente que très-peu en pesanteur spécifique: il n'y a donc que peu ou point de pénétration entre ces deux métaux fondus ensemble: mais dans l'alliage de l'argent avec le cuivre, qu'on peut faire de

(1) La mine d'argent rouge est minéralisée par l'arsenic et le soufre; elle est d'un rouge plus ou moins vif, tantôt transparente comme un rubis, tantôt opaque et plus ou moins obscure: elle est cristallisée de plusieurs manières; la plus ordinaire est en prismes hexaèdres, terminés par des pyramides obtuses. (*Lettres de M. Demeste* tome II, page 437.)

J'observerai que c'est à cette mine qu'il faut rapporter la seconde variété que M. Demeste a rapportée à la mine d'argent vitreux, puisqu'il dit lui-même que ce n'est qu'une modification de la mine d'argent rouge, et que cette mine vitreuse contient encore un peu d'arsenic; qu'elle s'égrène sous le couteau, loin de s'y couper. (Voyez *idem*, page 436.)

même en toute proportion, le composé de ces deux métaux devient spécifiquement plus pesant, tandis que l'alliage du cuivre avec l'or l'est sensiblement moins. Ainsi, dans l'alliage de l'argent et du cuivre, le volume diminue et la masse se resserre, au lieu que le volume augmente par l'extension de la masse dans celui de l'or et du cuivre. Au reste, le mélange du cuivre rend également l'argent et l'or plus sonores et plus durs, sans diminuer de beaucoup leur ductilité; on prétend même qu'il peut la leur conserver, lorsqu'on ne le mêle qu'en petite quantité, et qu'il défend ces métaux contre les vapeurs du charbon, qui, selon nos chimistes, en attaquent et diminuent la qualité ductile. Cependant, comme nous l'avons déjà remarqué à l'article de l'or, on ne s'aperçoit guère de cette diminution de ductilité, causée par la vapeur du charbon; car il est d'usage dans les monnaies, lorsque les creusets de fer, qui contiennent jusqu'à deux mille cinq cents marcs d'argent, sont presque pleins de matière en fusion; il est, dis-je, d'usage d'enlever les couvercles de ces creusets pour achever de les remplir de charbon, et d'entretenir la chaleur par de nouveau charbon dont le métal est toujours recouvert, sans que l'on remarque aucune diminution de ductilité dans les lames qui résultent de cette fonte.

L'argent allié avec le plomb, ainsi qu'avec l'étain, devient spécifiquement plus pesant : mais l'étain enlève à l'argent comme à l'or sa ductilité : le plomb entraîne l'argent dans la fusion, et le sépare du cuivre; il a donc plus d'affinité avec l'argent qu'avec le cuivre. M. Gellert, et la plupart des chimistes après lui, ont dit que le fer s'alliait aussi très-bien à l'argent. Ce fait m'ayant paru douteux, j'ai prié M. de Morveau de le vérifier : il s'est assuré, par l'expérience, qu'il ne se fait aucune union intime, aucun alliage entre le fer et l'argent; et j'ai vu, moi-même, en voulant faire de l'acier damassé, que ces deux métaux ne peuvent contracter aucune union.

On sait que tous les métaux imparfaits peuvent se calciner et se convertir en une sorte de chaux, en les tenant longtemps en fusion, et les agitant de manière que toutes leurs parties fondues se présentent successivement à l'air; on sait de plus que tous augmentent de volume et de poids en prenant cet état de chaux. Nous avons dit et répété (1) que cette augmentation de quantité provenait uniquement des particules d'acier fixées par le feu, et réunies à la substance du métal qu'elles ne font que masquer, puisqu'on peut toujours lui rendre son premier état, en présentant à cet air fixé quelques matières inflammables, avec lesquelles il ait plus d'affinité qu'avec le métal : dans la combustion, cette matière inflammable dégage l'air fixé, l'enlève et laisse par conséquent le métal sous sa première forme. Tous les métaux imparfaits et les demi-métaux peuvent ainsi se convertir en chaux; mais l'or et l'argent se sont toujours refusés à cette espèce de conversion, parce qu'apparemment, ils ont moins d'affinité que les autres avec l'air, et que, malgré la fusion qui tient leurs parties divisées, ces mêmes parties ont néan-

(1) Voyez le discours qui sert d'introduction à l'*Histoire des minéraux*.

moins entre elles encore trop d'adhérence pour que l'air puisse les séparer et s'y incorporer ; et cette résistance de l'or et de l'argent à toute action de l'air donne le moyen de purifier ces deux métaux par la seule force du feu ; car il ne faut, pour les dépouiller de toute autre matière, qu'en agiter la fonte afin de présenter à sa surface toutes les parties des autres matières qui y sont contenues, et qui, bientôt par leur calcination ou leur combustion, laisseront l'or ou l'argent seuls en fusion et sous leur forme métallique. Cette manière de purifier l'or et l'argent était anciennement en usage : mais on a trouvé une façon plus expéditive en employant le plomb, qui, dans la fonte de ces métaux, détruit, ou plutôt sépare, et réduit en scories toutes les autres matières métalliques (1) dont ils peuvent être mêlés ; et le plomb lui-même se scorifiant avec les autres métaux dont il s'est saisi, il les sépare de l'or et de l'argent, les entraîne, ou plutôt les emporte, et s'élève avec eux à la surface de la fonte, où ils se calcinent et se scorifient tous ensemble par le contact de l'air, à mesure qu'on remue la matière en fusion, et qu'on en découvre successivement la surface qui ne se scorifierait ni se calcinerait si elle n'était incessamment exposée à l'action de l'air libre : il faut donc enlever ou faire écouler ces scories à mesure qu'elles se forment ; ce qui se fait aisément, parce qu'elles surnagent et surmontent toujours l'or et l'argent en fusion. Cependant, on a encore trouvé une manière plus facile de se débarrasser de ses scories, en se servant de vaisseaux plats et évasés qu'on appelle *coupelles*, et qui, étant faits d'une matière sèche, poreuse et résistante au feu, absorbent dans leurs pores, les scories, tant du plomb que des autres minéraux métalliques, à mesure qu'elles se forment, en sorte que les coupelles ne retiennent et ne contiennent dans leur capacité extérieure que le métal d'or et d'argent, qui, par la forte attraction de leurs parties constituantes, se forme et se présente toujours en une masse globuleuse appelée *bouton de fin*. Il faut une plus forte chaleur pour tenir ce métal fin en fusion que lorsqu'il était encore mêlé de plomb ; car le bouton de fin se consolide presque subitement au moment que l'or et l'argent qu'il contient sont entièrement purifiés : on le voit donc tout à coup briller de l'éclat métallique ; et ce coup de lumière s'appelle *coruscation* dans l'art de l'affineur, dont nous abrégeons ici les procédés, comme ne tenant pas directement à notre objet.

On a regardé comme argent natif tout celui qu'on trouve dans le sein de la terre sous sa forme de métal ; mais dans ce sens il faut en distinguer de deux sortes, comme nous l'avons fait pour l'or : la première sorte d'argent natif est celle qui provient de la fusion par le feu primitif, et qui se trouve quelquefois en grands morceaux, mais bien plus souvent en filets ou en petites masses feuilletées et ramifiées dans le quartz et autres matières vitreuses ; la seconde sorte d'argent natif est en grains, en paillettes ou en poudre, c'est-à-dire en débris qui proviennent de ces mines primordiales, et qui ont été détachés par les agents extérieurs, et en-

(1) Il n'y a que le fer qui, comme nous l'avons dit à l'article de l'or, ne se sépare pas en entier par le moyen du plomb ; il faut, suivant M. Pörner, y ajouter du bismuth pour achever de scorifier le fer.

traînés au loin par le mouvement des eaux. Ce sont ces mêmes débris rassemblés qui, dans certains lieux, ont formé des mines secondaires d'argent, où souvent il a changé de forme en se minéralisant.

L'argent de première formation est ordinairement incrusté dans le quartz : souvent il est accompagné d'autres métaux et de matières étrangères en quantité si considérable, que les premières fontes, même avec le secours du plomb, ne suffisent pas pour le purifier.

Après les mines d'argent natif, les plus riches sont celles d'argent corné et d'argent vitré : ces mines sont brunes, noirâtres ou grises ; elles sont flexibles, et même celle d'argent corné est extensible sous le marteau, à peu près comme le plomb : les mines d'argent rouge, au contraire, ne sont pas extensibles, mais cassantes ; ces dernières mines sont, comme les premières, fort riches en métal.

Nous allons suivre le même ordre que dans l'article de l'or, pour l'indication des lieux où se trouvent les principales mines d'où l'on tire l'argent. En France, on connaissait assez anciennement celles des montagnes des Vosges, ouvertes dès le dixième siècle, et d'autres dans plusieurs provinces, comme en Languedoc, en Gévaudan et en Rouergue, dans le Maine et dans l'Angoumois ; et nouvellement on en a trouvé en Dauphiné qui ont présenté d'abord d'assez grandes richesses ; M. de Gensanne en a reconnu quelques autres dans le Languedoc : mais le produit de la plupart de ces mines ne paierait pas la dépense de leur travail ; et dans un pays comme la France, où l'on peut employer les hommes à des travaux vraiment utiles, on ferait un bien réel en défendant ceux de la fouille des mines d'or et d'argent, qui ne peuvent produire qu'une richesse fictive et toujours décroissante.

En Espagne, la mine de *Guadalcanal* dans la *Sierra Morena*, ou montagne noire, est l'une des plus fameuses ; elle a été travaillée dès le temps des Romains, ensuite abandonnée, puis reprise et abandonnée de nouveau, et enfin encore attaquée dans ces derniers temps. On assure qu'autrefois elle a fourni de très-grandes richesses, et qu'elle n'est pas à beaucoup près épuisée : cependant les dernières tentatives n'ont point eu de succès, et peut-être sera-t-on forcé de renoncer aux espérances que donnait son ancienne et grande célébrité. « Les sommets des montagnes autour de Guadalcanal, dit M. Bowles, sont tous arrondis, et partout à peu près de la même hauteur ; les pierres en sont fort dures et ressemblent au grès de Turquie (*cos turcica*)... Il y a deux filons du levant au couchant, qui se rendent à la grande veine dont la direction est du nord au sud : on peut la suivre de l'œil dans un espace de plus de deux cents pas à la superficie. A une lieue et demie au couchant de Guadalcanal, il y a une autre mine dans un roc élevé : la veine est renversée, c'est-à-dire qu'elle est plus riche à la superficie qu'au fond ; elle peut avoir seize pieds d'épaisseur, et elle est, comme les précédentes, composée de quartz et de spath. A deux lieues au levant de la même ville, il y a une autre mine dont la veine est élevée de deux pieds hors de la terre, et qui n'a que deux pieds d'épaisseur. Au reste, ces mines, qui se présentent avec de si belles apparences, sont ordinairement trompeuses : elles donnent d'abord de l'argent ; mais en des-

endant plus bas, on ne trouve plus que du plomb. » Ce naturaliste parle aussi d'une mine d'argent sans plomb, située au midi et à quelques lieues de distance de *Zalamea*. Il y a une mine d'argent dans la montagne qui est au nord de *Logrono*, et plusieurs autres dans les Pyrénées, qui ont été travaillées par les anciens, et qui maintenant sont abandonnées (1). Il y en a aussi dans les Alpes et en plusieurs endroits de la Suisse. MM. Scheuchzer, Capperer et Guettard en ont fait mention; et ce sont sans doute ces hautes montagnes des Pyrénées et des Alpes qui renferment les mines primordiales d'or et d'argent, dont on trouve les débris en paillettes dans les eaux qui en découlent. Toutes les mines de seconde formation sont dans les lieux inférieurs au pied de ces montagnes, et dans les collines formées originairement par le mouvement et le dépôt des eaux du vieil Océan.

Les mines d'argent qui nous sont les mieux connues en Europe sont celles de l'Allemagne; il y en a plusieurs que l'on exploite depuis très-longtemps, et l'on en découvre assez fréquemment de nouvelles. M. de Justi, savant minéralogiste, dit en avoir trouvé six en 1731, dont deux sont fort riches, et sont situées sur les frontières de la Styrie. Selon lui, ces mines sont mêlées de substances calcaires en grande quantité, et cependant il assure qu'elles ne perdent rien de leur poids, lorsqu'elles sont grillées par le feu, et qu'il ne s'en élève pas la moindre fumée ou vapeur pendant la calcination. Ces assertions sont difficiles à concilier, car il est certain que toute substance calcaire perd beaucoup de son poids lorsqu'elle est calcinée, et que par conséquent cette mine d'Anaberg, dont parle M. de Justi, doit perdre en poids à proportion de ce qu'elle contient de substances calcaires. Ce savant minéralogiste assure qu'il existe un très-grand nombre de mines d'argent minéralisé par l'alcali; mais cette opinion doit être interprétée; car l'alcali seul ne pourrait opérer cet effet, tandis que le foie de soufre, c'est-à-dire les principes du soufre réunis à l'alcali, peuvent le produire; et comme M. de Justi ne parle pas du foie de soufre, mais de l'alcali simple, ses expériences ne me paraissent pas concluantes; car l'alcali minéral seul n'a aucune action sur l'argent en masse; et nous pouvons très-bien entendre la formation de la mine blanche de Schemnitz par l'intermède du foie de soufre. La nature ne paraît donc pas avoir fait cette opération de la manière dont le prétend M. de Justi; car quoiqu'il n'ait point reconnu de soufre dans cette mine, le foie de soufre, qui est pour ainsi dire répandu partout, doit y exister, comme il existe non-seulement dans les matières terreuses, mais dans les substances calcaires, et autres matières qui accompagnent les mines de seconde formation.

(1) L'avarice a été souvent trompée par le succès des exploitations faites par les Phéniciens, les Carthaginois et les Romains. Les premiers, au rapport de Diodore de Sicile, trouvèrent tant d'or et d'argent dans les Pyrénées, qu'ils en mirent aux ancrs de leurs vaisseaux; on tirait en trois jours un talent cuboïque en argent, ce qui montait à huit cents ducats. Enflammés par ce récit, des particuliers ont tenté des recherches dans la partie septentrionale des Pyrénées; ils semblent avoir ignoré que le côté méridional a toujours été regardé comme le plus riche en métaux. Tite-Live parle de l'or et de l'argent que les mines de *Huescas* fournissaient aux Romains. Les monts qui s'allongent vers le nord jusqu'à Pampelune sont fameux, suivant Alphonse Barba, par la quantité d'argent qu'on en a tirée; ils s'étendent aussi vers l'Èbre dont la richesse est vantée par Aristote et par Claudien.

En Bohême les principales mines d'argent sont celles de Saint-Joachim ; les filons en sont assez minces, et la matière en est très-dure, mais elle est abondante en métal : les mines de Kuttemberg sont mêlées d'argent et de cuivre ; elles ne sont pas si riches que celles de Saint-Joachim. On peut voir dans les ouvrages des minéralogistes allemands la description des mines de plusieurs autres provinces, et notamment de celles de Transylvanie, de la Hesse et de Hongrie. Celles de Schemnitz contiennent depuis deux jusqu'à cinq gros d'argent et depuis cinq jusqu'à sept *deniers* d'or par marc, non compris une once et un gros de cuivre qu'on peut en tirer aussi.

Mais il n'y a peut-être pas une mine en Europe où l'on ait fait d'aussi grands travaux que dans celle de Salberg en Suède, si la description qu'en donne Renard n'est point exagérée : il la décrit comme une ville souterraine, dans laquelle il y a des maisons, des écuries et de vastes emplacements.

« En Pologne, dit M. Guettard, les forêts de Leibitz sont riches en veines de métaux, indiquées par les travaux qu'on y a faits anciennement. Il y a au pied de ces montagnes une mine d'argent découverte du temps de Charles XII. »

Le Danemarck, la Norwége, et presque toutes les contrées du Nord, ont aussi des mines d'argent dont quelques-unes sont fort riches et nous avons au Cabinet de Sa Majesté de très-beaux morceaux de mine d'argent, que le roi de Danemarck actuellement régnant a eu la bonté de nous envoyer. Il s'en trouve aussi aux îles de Féroé et en Islande.

Dans les parties septentrionales de l'Asie, les mines d'argent ne sont peut-être pas plus rares ni moins riches que dans celles du nord de l'Europe. On a nouvellement publié à Pétersbourg un tableau des mines de Sibérie, par lequel il paraît qu'en cinquante-huit années on a tiré d'une seule mine d'argent douze cent seize mille livres de ce métal, qui tenait environ une quatre-vingtième partie d'or. Il y a aussi une autre mine dont l'exploitation n'a commencé qu'en 1748, et qui, depuis cette époque jusqu'en 1771, a donné quatre cent mille livres d'argent, dont on a tiré douze mille sept cents livres d'or. MM. Gmelin et Muller font mention, dans leurs Voyages, des mines d'argent qu'ils ont vues à Argunsk, à quelque distance de la rivière Argum. Ils disent qu'elles sont dans une terre molle et à une petite profondeur ; que la plupart se trouvent situées dans les plaines environnées de montagnes, et qu'on rencontre ordinairement au-dessus du minerais d'argent une espèce de chaux de plomb composée de plus de plomb que d'argent.

Il y a aussi plusieurs mines d'argent à la Chine, surtout dans les provinces de Junnan et de Seehun : on en trouve de même à la Cochinchine, et celles du Japon paraissent être les plus abondantes de toutes. On connaît aussi quelques mines d'argent dans l'intérieur du continent de l'Asie. Chardin dit qu'il n'y a pas beaucoup de vraies mines d'argent en Perse, mais beaucoup de mines de plomb qui contiennent de l'argent : il ajoute que celle de Renan, à quatre lieues d'Ispahan, et celles de Kirman et de Mezanderan, n'ont été négligées qu'à cause de la disette du bois, qui, dans toute la Perse, rend trop dispendieux le travail des mines.

Nous ne connaissons guère les mines d'argent de l'Afrique : les voyageurs, qui se sont fort étendus sur les mines d'or de cette partie du monde, paraissent avoir négligé de faire mention de celles d'argent ; ils nous disent seulement qu'on en trouve au Cap-Vert, au Congo, au Banbouc, et jusque dans le pays des Hottentots.

Mais c'est en Amérique où nous trouverons un très-grand nombre de mines d'argent plus étendues, plus abondantes et travaillées plus en grand qu'en aucune autre partie du monde. La plus fameuse de toutes est celle de Potosi au Pérou. « Le minerai, dit M. Bowles, en est noir, et formé dans la même sorte de pierre que celle de Freyberg en Saxe. » Ce naturaliste ajoute que « la mine appelée *Rosicle*, dans le Pérou, est de la même nature que celles de Rothguiden-erz et d'Andreasberg dans le Hartz et de Sainte-Marie-aux-Mines dans les Vosges. »

Les mines de Potosi furent découvertes en 1545, et l'on n'a pas cessé d'y travailler depuis ce temps, quoiqu'il y ait quantité d'autres mines dans cette même contrée du Pérou. Frézier assure que de son temps les mines d'argent les plus riches étaient celles d'Oriero, à quatre-vingts lieues d'Arica ; et il dit qu'en 1712 on en découvrit une auprès de Cusco, qui d'abord a donné près de vingt pour cent de métal, mais qui a depuis beaucoup diminué, ainsi que celle de Potosi. Du temps d'Acosta, c'est-à-dire au commencement de l'autre siècle, cette mine de Potosi était, sans comparaison, la plus riche de toutes celles du Pérou : elle est située presque au sommet des montagnes dans la province de Charcas, et il y fait très-froid en toute saison. Le sol de la montagne est sec et stérile ; elle est en forme de cône, et surpasse en hauteur toutes les montagnes voisines ; elle peut avoir une lieue de circonférence à la base, et son sommet est arrondi et convexe. Sa hauteur au-dessus des autres montagnes qui lui servent de base est d'environ un quart de lieue. Au-dessous de cette plus haute montagne il y en a une plus petite, où l'on trouvait de l'argent en morceaux épars ; mais, dans la première, la mine est dans une pierre extrêmement dure : on a creusé de deux cents *stades*, ou hauteur d'homme, dans cette montagne, sans qu'on ait été incommodé des eaux ; mais ces mines étaient bien plus riches dans les parties supérieures, et elles se sont appauvries, au lieu de s'anoblir, en descendant. Parmi les autres mines d'argent du Pérou, celle de Turco, dans le corrégiment de Cavanga, est très-remarquable, parce que le métal forme un tissu avec la pierre très-apparent à l'œil. D'autres mines d'argent dans cette même contrée ne sont ni dans la pierre ni dans les montagnes, mais dans le sable, où il suffit de faire une fouille pour trouver des morceaux de ce métal sans autre mélange qu'un peu de sable qui s'y est attaché.

Frézier, voyageur très-intelligent, a donné une assez bonne description de la manière dont on procède au Pérou pour exploiter ces mines et en extraire le métal. On commence par concasser le minerai, c'est-à-dire les pierres qui contiennent le métal ; on les broie ensuite dans un moulin fait exprès, on crible cette poudre, et l'on remet sous la meule les gros grains de minerai qui restent sur le cribble ; et lorsque le minerai se trouve mêlé de certains minéraux trop durs qui

l'empêchent de se pulvériser, on le fait calciner pour le piler de nouveau ; on le moule avec de l'eau, et on recueille dans un réservoir cette boue liquide qu'on laisse sécher ; et pendant qu'elle est encore molle, on en fait des *caxons*, c'est-à-dire de grandes tables d'un pied d'épaisseur et de vingt-cinq quintaux de pesanteur ; on jette sur chacune deux cents livres de sel marin, qu'on laisse s'incorporer pendant deux ou trois jours avec la terre ; ensuite on l'arrose de mercure, qu'on fait tomber par petites gouttes ; il en faut une quantité d'autant plus grande que le minerai est plus riche ; dix, quinze, et quelquefois vingt livres pour chaque table. Ce mercure ramasse toutes les particules de l'argent. On pétrit chaque table huit fois par jour pour que le mercure les pénètre en entier, et afin d'échauffer le mélange ; car un peu de chaleur est nécessaire pour que le mercure se saisisse de l'argent, et c'est ce qui fait qu'on est quelquefois obligé d'ajouter de la chaux pour augmenter la chaleur de cette mixtion : mais il ne faut user de ce secours qu'avec grande précaution ; car si la chaux produit trop de chaleur, le mercure se volatilise, et emporte avec lui une partie de l'argent. Dans les montagnes froides, comme à Lipez et à Potosi, on est quelquefois obligé de pétrir le minerai pendant deux mois de suite, au lieu qu'il ne faut que huit ou dix jours dans les contrées plus tempérées : on est même forcé de se servir de fourneaux pour échauffer le mélange et presser l'amalgame du mercure, dans ces contrées où le froid est trop grand ou trop constant.

Pour reconnaître si le mercure a fait tout son effet, on prend une petite portion de la grande table ou caxon, on la délaie et lave dans un bassin de bois ; la couleur du mercure qui reste au fond indique son effet : s'il est noirâtre, on juge que le mélange est trop chaud, et on ajoute du sel au caxon pour le refroidir ; mais si le mercure est blanchâtre ou blanc, on peut présumer que l'amalgame est fait en entier : alors on transporte la matière du caxon dans des lavoirs où tombe une eau courante : on la lave jusqu'à ce qu'il ne reste que le métal sur le fond des lavoirs, qui sont garnis de cuir. Cet amalgame d'argent et de mercure, que l'on nomme *pella*, doit être mis dans des chausses de laine pour laisser égoutter le mercure ; on serre ces chausses, et on les presse même avec des pièces de bois, pour l'en faire sortir autant qu'il est possible ; après quoi, comme il reste encore beaucoup de mercure mêlé à l'argent, on verse cet amalgame dans un moule de bois en forme de pyramide tronquée à huit pans, et dont le fond est une plaque de cuivre percée de plusieurs petits trous. On foule et presse cette matière, *pella*, dans ces moules, pour en faire des masses qu'on appelle *pignes*. On lève ensuite le moule, et l'on met la pigne avec sa base de cuivre sur un grand vase de terre rempli d'eau, et sous un chapiteau de même terre sur lequel on fait un feu de charbon qui fait sortir en vapeur le mercure contenu dans la pigne ; cette vapeur tombe dans l'eau, et y reprend la forme du mercure coulant : après cela, la pigne n'est plus qu'une masse poreuse, friable et composée de grains d'argent contigus qu'on porte à la monnaie pour la fondre.

Frézier ajoute à cette description dont je viens de donner l'extrait, quelques

autres faits intéressants sur la différence des mines ou minerais d'argent : celui qui est blanc et gris, mêlé de taches rousses ou bleuâtres, est le plus commun dans les minières de Lipez ; on y distingue à l'œil simple des grains d'argent, quelquefois disposés dans la pierre en forme de petites lames. Mais il y a d'autres minerais où l'argent ne paraît point, entre autres un minerai noir, dans lequel on n'aperçoit l'argent qu'en raclant ou entamant sa surface : ce minerai, qui a si peu d'apparence, et qui souvent est mêlé de plomb, ne laisse pas d'être souvent plus riche, et coûte moins à travailler que le minerai blanc ; car, comme il contient du plomb qui enlève à la fonte toutes les impuretés, l'on n'est pas obligé d'en faire l'amalgame avec le mercure. C'était de ces minières d'argent noir que les anciens Péruviens tiraient leur argent. Il y a d'autres minerais d'argent de couleurs différentes : un qui est noir, mais devient rouge en le mouillant ou le grattant avec du fer ; il est riche, et l'argent qu'on en tire est d'un haut aloi ; un autre brille comme du talc, mais il donne peu de métal ; un autre qui n'en contient guère plus est d'un rouge jaunâtre, on le tire aisément de la mine en petits morceaux friables et mous. Il y a aussi du minerai vert qui n'est guère plus dur, et qui paraît être mêlé de cuivre. Enfin on trouve de l'argent pur en plusieurs endroits, mais ce n'est que dans la seule mine de Contamito, assez voisine de celle de Potosi, où l'on voit des fils d'argent pur, entortillés comme ceux du galon brûlé.

Il en est donc de l'argent comme de l'or et du fer : leurs mines primordiales sont toutes dans le roc vitreux, et ces métaux s'y sont incorporés en plus ou moins grande quantité, dès le temps de leur première fusion ou sublimation par le feu primitif ; et les mines secondaires, qui se trouvent dans les matières calcaires ou schisteuses, tirent évidemment leur origine des premières. Ces mines de seconde et de troisième formation, qu'on a quelquefois vues s'augmenter sensiblement par l'addition du minerai charrié par les eaux, ont fait croire que les métaux se produisaient de nouveau dans le sein de la terre, tandis que ce n'est au contraire que de leur décomposition et de la réunion de leurs détriments que toutes ces mines nouvelles ont pu et peuvent encore être formées ; et sans nous éloigner de nos mines d'argent du Pérou, il s'en trouve de cette espèce au pied des montagnes et dans les excavations des mines même abandonnées depuis longtemps.

Les mines d'argent du Mexique ne sont guère moins fameuses que celles du Pérou. M. Bowles dit que dans celle appelée *Valladora*, le minerai le plus riche donnait cinquante livres d'argent par quintal, le moyen vingt-cinq livres, et le plus pauvre huit livres, et que souvent on trouvait dans cette mine des morceaux d'argent vierge. On estime même que tout l'argent qui se tire du canton de Sainte-Pécaque est plus fin que celui du Pérou. Suivant Gemelli Carreri, la mine de Santa-Cruz avait, en 1697, plus de sept cents pieds de profondeur, celle de Navaro plus de six cents ; et l'on peut compter, dit-il, plus de mille ouvertures de mines dans un espace de six lieues autour de Santa-Cruz. Celles de la Trinité ont été fouillées jusqu'à huit cents pieds de profondeur : les gens du pays assurèrent à ce voyageur qu'en dix ou onze années, depuis 1687 jusqu'en 1697, on en avait tiré quarante

millions de marcs d'argent. Il eite aussi la mine de Saint-Matthieu, qui n'est qu'à peu de distance de la Trinité, et qui, n'ayant été ouverte qu'en 1689, était fouillée à quatre cents pieds en 1697 : il dit que les pierres métalliques en sont de la plus grande dureté ; qu'il faut d'abord les *pétarder* et les briser à coups de marteau ; que l'on distingue et sépare les morceaux qu'on peut faire fondre tout de suite, de ceux qu'on doit auparavant amalgamer avec le mercure. On broie ces pierres métalliques, propres à la fonte, dans un mortier de fer ; et après avoir séparé par des avages la poudre de pierre autant qu'il est possible, on mêle le minerai avec une certaine quantité de plomb, et on les fait fondre ensemble ; on enlève les scories avec un croc de fer, tandis que par le bas on laisse couler l'argent en lingots, que l'on porte dans un autre fourneau pour les refondre et achever d'en séparer le plomb. Chaque lingot d'argent est d'environ quatre-vingts ou cent marcs ; et s'ils ne se trouvent pas au titre prescrit, on les fait refondre une seconde fois avec le plomb pour les affiner. On fait aussi l'essai de la quantité d'or que chaque lingot d'argent peut contenir, et on l'indique par une marque particulière ; s'il s'y trouve plus de quarante grains d'or par marc d'argent, on en fait le départ ; et pour les autres parties du minerai que l'on veut traiter par l'amalgame, après les avoir réduites en poudre très-fine, on y mêle le mercure, et l'on procède comme nous l'avons dit en parlant du traitement des mines de Potosi. Le mercure qu'on y emploie vient d'Espagne ou du Pérou : il en faut un quintal pour séparer mille marcs d'argent. Tout le produit des mines du Mexique et de la Nouvelle-Espagne doit être porté à Mexico ; et l'on assure qu'à la fin du dernier siècle ce produit était de deux millions de marcs par an, sans compter ce qui passait par des voies indirectes.

Il y a aussi plusieurs mines d'argent au Chili, surtout dans le voisinage de Coquimbo, et au Brésil, à quelque distance dans les terres voisines de la baie de Tousles-Saints ; l'on en trouve encore dans plusieurs autres endroits du continent de l'Amérique, et même dans les îles. Les anciens voyageurs citent en particulier celles de Saint-Domingue ; mais la culture et le produit du sucre et des autres denrées de consommation que l'on tire de cette île sont des trésors bien plus réels que ceux de ses mines.

Après avoir ei-devant exposé les principales propriétés de l'argent, et avoir ensuite parcouru les différentes contrées où ce métal se trouve en plus grande quantité, il ne nous reste plus qu'à faire mention des principaux faits et des observations particulières que les physiciens et les chimistes ont recueillis en travaillant l'argent et en le soumettant à un nombre infini d'épreuves. Je commencerai par un fait que j'ai reconnu le premier. On était dans l'opinion que ni l'or, ni l'argent mis au feu, et même tenus en fusion, ne perdaient rien de leur substance ; cependant il est certain que tous deux se réduisent en vapeurs et se subliment au feu du soleil à un degré de chaleur même assez faible. Je l'ai observé lorsqu'en 1747 j'ai fait usage du miroir que j'avais inventé pour brûler à de grandes distances ; j'exposai à quarante, cinquante, et jusqu'à soixante pieds de distance, des plaques et des

assiettes d'argent : je les ai vues fumer longtemps avant de se fondre, et cette fumée était assez épaisse pour faire une ombre très-sensible qui se marquait sur le terrain. On s'est depuis pleinement convaincu que cette fumée était vraiment une vapeur métallique; elle s'attachait aux corps qu'on lui présentait, et en augmentait la surface; et puisque cette sublimation se fait à une chaleur médiocre par le feu du soleil, il y a toute raison de croire qu'elle se fait aussi et en bien plus grande quantité par la forte chaleur du feu de nos fourneaux, lorsque non-seulement on y fond ce métal, mais qu'on le tient en fusion pendant un mois, comme l'a fait Kunckel. J'ai déjà dit que je doutais beaucoup de l'exactitude de son expérience, et je suis persuadé que l'argent perd par le feu une quantité sensible de sa substance, et qu'il en perd d'autant plus que le feu est plus violent et appliqué plus longtemps.

L'argent offre dans ses dissolutions différents phénomènes dont il est bon de faire ici mention. Lorsqu'il est dissous par l'acide nitreux, on observe que si l'argent est à peu près pur, la couleur de cette dissolution, qui d'abord est un peu verdâtre, devient ensuite très-blanche, et que quand il est mêlé d'une petite quantité de cuivre, elle est constamment verte.

Les dissolutions des métaux sont en général plus corrosives que l'acide même dans lequel ils ont été dissous : mais celle de l'argent par l'acide nitreux l'est au plus haut degré; car elle produit des cristaux si caustiques, qu'on a donné à leur masse réunie par la fusion le nom de *Pierre infernale*. Pour obtenir ces cristaux, il faut que l'argent et l'acide nitreux aient été employés purs. Ces cristaux se forment dans la dissolution par le seul refroidissement; ils n'ont que peu de consistance, et sont blancs et aplatis en forme de paillettes : ils se fondent très-aisément au feu, et longtemps avant d'y rougir; et c'est cette masse fondue et de couleur noirâtre qui est la pierre infernale.

Il y a plusieurs moyens de retirer l'argent de sa dissolution dans l'acide nitreux; la seule action du feu, longtemps continuée, suffit pour enlever cet acide : on peut aussi précipiter le métal par les autres acides, vitriolique ou marin, par les alcalis, et par les métaux qui, comme le cuivre, ont plus d'affinité que l'argent avec l'acide nitreux.

L'argent, tant qu'il est dans l'état de métal, n'a point d'affinité avec l'acide marin : mais, dès qu'il est dissous, il se combine aisément et même fortement avec cet acide, car la mine d'argent corné paraît être formée par l'action de l'acide marin. Cette mine se fond très-aisément, et même se volatilise à un feu violent.

L'acide vitriolique attaque l'argent en masse au moyen de la chaleur; il le dissout même complètement; et en faisant distiller cette dissolution, l'acide passe dans le récipient, et forme un sel qu'on peut appeler *vitriol d'argent*.

Les acides animaux et végétaux, comme l'acide des fourmis ou celui du vinaigre, n'attaquent point l'argent dans son état de métal; mais ils dissolvent très-bien ses *précipités*.

Les alcalis n'ont aucune action sur l'argent ni même sur ses précipités; mais lorsqu'ils sont unis aux précipités du soufre, comme dans le foie de soufre, ils agissent puissamment sur la substance de ce métal, qu'ils noircissent et rendent aigre et cassant.

Le soufre, qui facilite la fusion de l'argent, doit par conséquent en altérer la substance; cependant il ne l'attaque pas comme celle du fer et du cuivre, qu'il transforme en pyrite. L'argent fondu avec le soufre peut en être séparé dans un instant par l'addition du nitre, qui, après la détonation, laisse l'argent sans perte sensible ni diminution de poids; le nitre réduit au contraire le fer et le cuivre en chaux, parce qu'il a une action directe sur ces métaux, et qu'il n'en a point sur l'argent.

La surface de l'argent ne se convertit point en rouille par l'impression des éléments humides; mais elle est sujette à se ternir, se noircir et se colorer: on peut même lui donner l'apparence et la couleur de l'or en l'exposant à certaines fumigations, dont on a eu raison de proscrire l'usage pour éviter la fraude.

On emploie utilement l'argent battu en feuilles minces pour en couvrir les autres métaux, tels que le cuivre et le fer; il suffit pour cela de bien nettoyer la surface de ces métaux et de les faire chauffer: les feuilles d'argent qu'on y applique s'y attachent et y adhèrent fortement. Mais comme les métaux ne s'unissent qu'aux métaux, et qu'ils n'adhèrent à aucune autre substance, il faut, lorsqu'on veut argenter le bois ou toute autre matière qui n'est pas métallique, se servir d'une colle faite de gomme ou d'huile, dont on enduit le bois par plusieurs couches qu'on laisse sécher avant d'appliquer la feuille d'argent sur la dernière: l'argent n'est en effet que collé sur l'endroit du bois, et ne lui est uni que par cet intermède, dont on peut toujours le séparer sans le secours de la fusion, et en faisant seulement brûler la colle à laquelle il était attaché.

Quoique le mercure s'attache promptement et assez fortement à la surface de l'argent, il n'en pénètre pas la masse à l'intérieur; il faut le triturer avec ce métal pour en faire l'amalgame.

Il nous reste encore à dire un mot du fameux arbre de Diane, dont les charlatans ont si fort abusé en faisant croire qu'ils avaient le secret de donner à l'or et à l'argent la faculté de croître et de végéter comme les plantes: néanmoins cet arbre métallique n'est qu'un assemblage ou accumulation des cristaux produits par le travail de l'acide nitreux sur l'amalgame du mercure et l'argent. Ces cristaux se groupent successivement les uns sur les autres; et s'accumulant par superposition, ils représentent grossièrement la figure extérieure d'une végétation.

DU CUIVRE.

De la manière et dans le même temps que les roches primordiales de fer se sont réduites en rouille par l'impression des éléments humides, les masses de cuivre primitif se sont décomposées en vert-de-gris, qui est la rouille de ce métal, et qui, comme celle du fer, a été transportée par les eaux et disséminée sur la terre, ou accumulée en quelques endroits où elle a formé des mines qui se sont de même déposées par alluvion, et ont ensuite produit les minerais cuivreux de seconde et troisième formation; mais le cuivre natif ou de première origine a été formé, comme l'or et l'argent, dans les fentes perpendiculaires des montagnes quartzéuses, et il se trouve soit en morceaux de métal massif, soit en veines ou filons mélangés d'autres métaux : il a été liquéfié ou sublimé par le feu ; et il ne faut pas confondre ce cuivre natif de première formation avec le cuivre en stalactites, en grappes ou filets, que nos chimistes ont également appelés *cuires natifs*, parce qu'ils se trouvent purs dans le sein de la terre. Ces derniers cuivres sont au contraire de troisième et peut-être de quatrième formation; la plupart proviennent d'une céméntation naturelle qui s'est faite par l'intermède du fer, auquel le cuivre décomposé s'est attaché après avoir été dissous par les sels de la terre. Ce cuivre rétabli dans son état de métal par la céméntation, aussi bien que le cuivre primitif qui subsiste encore en masses métalliques, s'est offert le premier à la recherche des hommes, et comme ce métal est moins difficile à fondre que le fer, il a été employé longtemps auparavant pour fabriquer les armes et les instruments d'agriculture. Nos premiers pères ont donc usé, consommé les premiers cuivres de l'ancienne nature : c'est, ce me semble, par cette raison que nous ne trouvons presque plus de cuivre primitif dans notre Europe, non plus qu'en Asie ; il a été consommé par l'usage qu'en ont fait les habitants de ces deux parties du monde très-anciennement peuplées et policées, au lieu qu'en Afrique, et surtout dans le continent de l'Amérique, où les hommes sont plus nouveaux et n'ont jamais été bien civilisés, on trouve encore aujourd'hui des blocs énormes de cuivre en masse qui n'a besoin que d'une première fusion pour donner un métal pur, tandis que tout le cuivre minéralisé et qui se présente sous la forme de pyrites, demande de grands travaux, plusieurs feux de grillage, et même plusieurs fontes, avant qu'on puisse le réduire en bon métal. Cependant ce cuivre minéralisé est presque le seul que l'on trouve aujourd'hui en Europe : le cuivre primitif a été épuisé ; et s'il en reste encore, ce n'est que dans l'intérieur des montagnes où nous n'avons pu fouiller, tandis qu'en Amérique il se présente à nu, non-seulement sur les montagnes, mais jusque dans les plaines et les lacs, comme on le verra dans l'énumération que nous ferons des mines de ce métal, et de leur état actuel dans les différentes parties du monde.

Le cuivre primitif était donc du métal presque pur, incrusté comme l'or et l'argent dans les fentes du quartz, ou mêlé comme le fer primitif dans les masses

vitreuses; et ce métal a été déposé par fusion ou par sublimation dans les fentes perpendiculaires du globe, dès le temps de sa consolidation; l'action de ce premier feu en a fondu et sublimé la matière, et l'a incorporée dans les rochers vitreux : tous les autres états dans lesquels se présente le cuivre sont postérieurs à ce premier état, et les minerais mêlés de pyrites n'ont été produits comme les pyrites elles-mêmes, que par l'intermède des éléments humides. Le cuivre primitif attaqué par l'eau, par les acides, les sels, et même par les huiles des végétaux décomposés, a changé de forme; il a été altéré, minéralisé détérioré, et il a subi un si grand nombre de transformations, qu'à peine pourrions-nous le suivre dans toutes ses dégradations et décompositions.

La première et la plus simple de toutes les décompositions du cuivre est sa conversion en vert-de-gris ou verdet; l'humidité de l'air, ou le plus léger acide, suffisent pour produire cette rouille verte. Ainsi dès les premiers temps après la chute des eaux, toutes les surfaces des blocs du cuivre primitif, ou des roches vitreuses dans lesquelles il était incorporé et fondu, auront plus ou moins subi cette altération; la rouille verte aura coulé avec les eaux, et se sera disséminée sur la terre, ou déposée dans les fentes et cavités où nous trouvons le cuivre sous cette forme de verdet. L'eau, en s'infiltrant dans les mines de cuivre, en détache des parties métalliques; elle les divise en particules si ténues que souvent elles sont invisibles et qu'on ne les peut reconnaître qu'au mauvais goût et aux effets encore plus mauvais de ces eaux cuivreuses, qui toutes découlent des endroits où gisent les mines de ce métal, et communément elles sont d'autant plus chargées de parties métalliques qu'elles en sont plus voisines : ce cuivre dissous par les sels de la terre et des eaux, pénètre les matières qu'il rencontre; il se réunit au fer par cémentation, il se combine avec tous les sels acides et alcalins, et se mêlant aussi avec les autres substances métalliques, il se présente sous mille formes différentes dont nous ne pourrions indiquer que les variétés les plus constantes.

Dans ses mines primordiales le cuivre est donc sous sa forme propre de métal natif, comme l'or et l'argent vierges; néanmoins il n'est jamais aussi pur dans son état de nature qu'il le devient après avoir été raffiné par notre art. Dans cet état primitif il contient ordinairement une petite quantité de ces deux premiers métaux; ils paraissent tous avoir été fondus ensemble ou sublimés presque en même temps dans les fentes de la roche du globe; mais, de plus, le cuivre a été incorporé et mêlé, comme le fer primitif, avec la matière vitreuse : or l'on sait que le cuivre exige plus de feu que l'or et l'argent pour entrer en fusion, et que le fer en exige encore plus que le cuivre; ainsi ce métal tient, entre les trois autres, le milieu dans l'ordre de la fusion primitive, puisqu'il se présente d'abord, comme l'or et l'argent, sous la forme de métal fondu, et encore, comme le fer, sous la forme d'une pierre métallique. Ces pierres cuivreuses sont communément teintes ou tachées de vert ou de bleu; la seule humidité de l'air ou de la terre donne aux particules cuivreuses cette couleur verdâtre, et la plus petite quantité d'alcali volatil la change en bleu : ainsi ces masses cuivreuses, qui sont teintes ou tachées de

vert ou de bleu, ont déjà été attaquées par les éléments humides ou par les vapeurs alcalines.

Les mines de cuivre tenant argent sont bien plus communes que celles qui contiennent de l'or ; et comme le cuivre est plus léger que l'argent, on a observé que dans les mines mêlées de ces deux métaux, la quantité d'argent augmente à mesure que l'on descend ; en sorte que le fond du filon donne plus d'argent que de cuivre, et quelquefois même ne donne que de l'argent, tandis que, dans sa partie supérieure, il n'avait offert que du cuivre.

En général, les mines primordiales de cuivre sont assez souvent voisines de celles d'or et d'argent, et toutes sont situées dans les montagnes vitreuses produites par le feu primitif : mais les mines cuivreuses de seconde formation, et qui proviennent du détrimement des premières, gisent dans les montagnes schisteuses, formées, comme les autres montagnes à couches, par le mouvement et le dépôt des eaux. Ces mines secondaires ne sont pas aussi riches que les premières ; elles sont toujours mélangées de pyrites et d'une grande quantité d'autres matières hétérogènes.

Les mines de troisième formation gisent, comme les secondes, dans les montagnes à couches, et se trouvent non-seulement dans les schistes, ardoises et argiles, mais aussi dans les matières calcaires : elles proviennent du détrimement des mines de première et de seconde formation, réduites en poudre ou dissoutes et incorporées avec de nouvelles matières. Les minéralogistes leur ont donné autant de noms qu'elles leur ont présenté de différences : la *chrysocolle*, ou vert de montagne, qui n'est que du vert-de-gris très-atténué ; la *chrysocolle bleue*, qui ne diffère de la verte que par la couleur, que les alcalis volatils ont fait changer en bleu : on l'appelle aussi *azur*, lorsqu'il est bien intense, et il perd cette belle couleur quand il est exposé à l'air, et reprend peu à peu sa couleur verte, à mesure que l'alcali volatil s'en dégage ; il reparaît alors, comme dans son premier état, sous la forme de *chrysocolle verte*, ou sous celle de *malachite*. Il forme aussi des cristaux verts et bleus, suivant les circonstances, et l'on prétend même qu'il en produit quelquefois d'aussi rouges et d'aussi transparents que ceux de la mine d'argent rouge : nos chimistes récents en donnent pour exemple les cristaux rouges qu'on a trouvés dans les cavités d'un morceau de métal enfoui depuis plusieurs siècles dans le sein de la terre. Ce morceau est une partie de la jambe d'un cheval de bronze, trouvée à Lyon en 1771. Mon savant ami M. de Morveau m'a écrit qu'en examinant au microscope les cavités de ce morceau, il y a vu non-seulement des cristaux d'un rouge rubis, mais aussi d'autres cristaux d'un beau vert d'émeraude et transparents, dont on n'a pas parlé : et il me demande qu'est-ce qui a pu produire ces cristaux. M. Demeste dit à ce sujet que l'azur et le vert du cuivre, ainsi que la malachite et les cristaux rouges qui se trouvent dans le bloc de métal anciennement enfoui, sont autant de produits des différentes modifications que le cuivre en état métallique a subies dans le sein de la terre : mais cet habile chimiste me paraît se tromper en attribuant au cuivre seul l'origine de ces *petits cristaux, qui sont,*

très-éclatants et d'une mine rouge de cuivre transparente, comme la plus belle mine d'argent rouge; car ce morceau de métal n'était pas de cuivre pur, mais de bronze, comme il le dit lui-même, c'est-à-dire de cuivre mêlé d'étain; et dès lors ces cristaux peuvent être regardés comme des cristaux produits par l'arsenic, qui reste toujours en plus ou moins grande quantité dans ce métal. Le cuivre seul n'a jamais produit que du vert, qui devient bleu quand il éprouve l'action de l'alcali volatil.

M. Demeste dit encore « que l'azur de cuivre, ou les fleurs de cuivre bleues, ressemblent aux cristaux d'azur artificiels ; que leur passage à la couleur verte, lorsqu'elles se décomposent, est le même, et qu'elles ne diffèrent qu'en ce que ces derniers sont solubles dans l'eau. » Mais je dois observer que néanmoins cette différence est telle, qu'on ne peut plus admettre la même composition, et qu'il ne reste ici qu'une ressemblance de couleur. Or, le vitriol bleu présente la même analogie, et cependant on ne doit pas le confondre avec le bleu d'azur. M. Demeste ajoute, avec toute raison, « que l'alcali volatil est plus commun qu'on ne croit à la surface et dans l'intérieur de la terre ;... qu'on trouve ces cristaux d'azur dans les cavités des mines de cuivre décomposées, et que quelquefois ces petits cristaux sont très-éclatants et d'azur le plus vif ; que cet azur de cuivre prend le nom de *bleu de montagne*, lorsqu'il est mélangé à des matières terreuses qui en affaiblissent la couleur ; et qu'enfin le bleu de montagne, comme l'azur, sont également susceptibles de se décomposer en passant lentement à l'état de malachite ;... que la malachite, le vert de cuivre ou fleurs de cuivre vertes, résultent souvent de l'altération spontanée de l'azur de cuivre, mais que ce vert est aussi produit par la décomposition du cuivre natif et des mines de cuivre, à la surface desquelles on le rencontre en malachites ou masses plus ou moins considérables et mamelonnées, et que ce sont de vraies stalactites de cuivre, comme l'hématite en est une de fer. » Tout ceci est très-vrai, et c'est même de cette manière que les malachites sont ordinairement produites. La simple décomposition du cuivre en rouille verte, entraînée par la filtration des eaux, forme des stalactites vertes ; et cette combinaison est bien plus simple que celle de l'altération de l'azur et de sa réduction en stalactites vertes ou malachites. Il en est de même du vert de montagne ; il est produit plus communément par la simple décomposition du cuivre en rouille verte ; et l'habile chimiste que je viens de citer me paraît se tromper encore en prononçant exclusivement que « le vert de montagne est toujours un produit de la décomposition du bleu de montagne ou de celle du vitriol de cuivre. » Il me semble au contraire que c'est le bleu de montagne qui lui-même est produit par l'altération du vert qui se change en bleu ; car la nature a les mêmes moyens que l'art, et peut par conséquent faire, comme nous, du vert avec du bleu, et changer le bleu en vert, sans qu'il soit nécessaire de recourir au cuivre natif pour produire ces effets.

Quoique le cuivre soit de tous les métaux, celui qui approche le plus de l'or et de l'argent par ses attributs généraux, il en diffère par plusieurs propriétés essen-

tielles : sa nature n'est pas aussi parfaite ; sa substance est moins pure, sa densité et sa ductilité moins grandes ; et ce qui démontre le plus l'imperfection de son essence, c'est qu'il ne résiste pas à l'impression des éléments humides ; l'air, l'eau, les huiles et les acides l'altèrent et le convertissent en verdet. Cette espèce de rouille pénètre, comme celle du fer, dans l'intérieur du métal, et avec le temps en détruit la cohérence et la texture.

Le cuivre de première formation étant dans un état métallique, et ayant été sublimé ou fondu par le feu primitif, se refond aisément à nos feux ; mais le cuivre minéralisé, qui est de seconde formation, demande plus de travail que tout autre minerai pour être réduit en métal : il est donc à présumer que, comme le cuivre a été employé plus anciennement que le fer, ce n'est que de ce premier cuivre de nature que les Egyptiens, les Grecs et les Romains ont fait usage pour leurs instruments et leurs armes, et qu'ils n'ont pas tenté de fondre les minerais cuivreux, qui demandent encore plus d'art et de travail que les mines de fer ; ils savaient donner au cuivre un grand degré de dureté, soit par la trempe, soit par le mélange de l'étain ou de quelque autre minéral, et ils rendaient leurs instruments de cuivre propres à tous les usages auxquels nous employons ceux de fer. Ils alliaient aussi le cuivre avec les autres métaux et surtout avec l'or et l'argent. Le fameux airain de Corinthe, si fort estimé des Grecs, était un mélange de cuivre, d'argent et d'or, dont ils ne nous ont pas indiqué les proportions, mais qui faisait un alliage plus beau que l'or par la couleur, plus sonore, plus élastique, et en même temps aussi peu susceptible de rouille et d'altération. Ce que nous appelons airain ou bronze aujourd'hui n'est qu'un mélange de cuivre et d'étain, auxquels on joint quelques parties de zinc et d'antimoine.

Si on mêle le cuivre avec le zinc, sa couleur rouge devient jaune, et l'on donne à cet alliage le nom de *cuivre jaune* ou *laiton* : il est un peu plus dense que le cuivre pur (1), mais c'est lorsque ni l'un ni l'autre n'ont été comprimés ou battus ; car il devient moins dense que le cuivre rouge après la compression. Le cuivre jaune est aussi moins sujet à verdir ; et suivant les différentes doses du mélange, cet alliage est plus ou moins blanc, jaunâtre, jaune ou rouge : c'est d'après ces différentes couleurs qu'il prend les noms de *similor*, de *peinchebec* et de *métal de prince* ; mais aucun ne ressemble plus à l'or pur par le brillant et la couleur que le laiton bien poli, et fait avec la mine de zinc ou pierre calaminaire, comme nous l'indiquerons dans la suite.

Le cuivre s'unit très-bien à l'or, et cependant en diminue la densité au delà de la proportion du mélange ; ce qui prouve qu'au lieu d'une pénétration intime, il

(1) Selon M. Brisson, le pied cube de cuivre rouge fondu et non forgé ne pèse que 545 livres 2 onces 4 gros 33 grains, tandis qu'un pied cube de ce même cuivre rouge, passé à la filière, pèse 621 livres 7 onces 7 gros 26 grains. Cette grande différence démontre que de tous les métaux le cuivre est celui qui se comprime le plus ; et la compression par la filière est plus grande que celle de la percussion par le marteau. M. Gellert dit que la densité de l'alliage, à parties égales de cuivre et de zinc, est à celle de cuivre pur comme 878 sont à 874. (*Chimie métallurgique*, tome I, page 265.) Mais M. Brisson a reconnu que le pied cube de cuivre jaune fondu et non forgé pèse 587 livres.

n'y a dans cet alliage qu'une extension ou augmentation de volume par une simple addition de particules interposées, lesquelles, en écartant un peu les molécules de l'or, et se logeant dans les intervalles, augmentent la dureté et l'élasticité de ce métal, qui, dans son état de pureté, a plus de mollesse que de ressort.

L'or, l'argent et le cuivre se trouvent souvent alliés par la nature dans les mines primordiales, et ce n'est que par plusieurs opérations répétées et dispendieuses, que l'on parvient à les séparer : il faut donc, avant d'entreprendre ce travail, s'assurer que la quantité de ces deux métaux contenue dans le cuivre est assez considérable et plus qu'équivalente aux frais de leur séparation ; il ne faut même pas s'en rapporter à des essais faits en petit ; ils donnent toujours un produit plus fort, et se font proportionnellement à moindres frais que les travaux en grand.

On trouve rarement le cuivre allié avec l'étain dans le sein de la terre, quoique leurs mines soient très-voisines, et même superposées, c'est-à-dire l'étain au-dessus du cuivre : cependant, ces deux métaux ne laissent pas d'avoir entre eux une affinité bien marquée ; le petit art de l'étamage est fondé sur cette affinité. L'étain adhère fortement et sans intermède au cuivre, pourvu que la surface en soit assez nette pour être touchée dans tous les points par l'étain fondu : il ne faut pour cela que le petit degré de chaleur nécessaire pour dilater les pores du cuivre, et fondre l'étain qui, dès-lors, s'attache à la surface du cuivre qu'on enduit de résine pour prévenir la calcination de l'étain.

Lorsqu'on fond le cuivre et qu'on y mêle de l'étain, l'alliage qui en résulte démontre encore mieux l'affinité de ces deux métaux : car il y a pénétration dans leur mélange. La densité de cet alliage, connu sous les noms d'*airain* ou de *bronze*, est plus grande que celle du cuivre et de l'étain pris ensemble, au lieu que la densité des alliages du cuivre avec l'or et l'argent est moindre ; ce qui prouve une union bien plus intime entre le cuivre et l'étain qu'avec ces deux autres métaux puisque le volume augmente dans ces derniers mélanges, tandis qu'il diminue dans le premier. Au reste, l'airain est d'autant plus dur, plus aigre et plus sonore, que la quantité est plus grande : et il ne faut qu'une partie d'étain sur trois de cuivre pour en faire disparaître la couleur, et même pour le défendre à jamais de sa rouille ou vert de gris, parce que l'étain est, après l'or et l'argent, le métal le moins susceptible d'altération par les éléments humides ; et quand par la succession d'un temps très-long, il se forme sur l'airain ou bronze une espèce de rouille verdâtre, c'est, à la vérité, du vert de gris, mais qui, s'étant formé très-lentement, et se trouvant mêlé d'une portion d'étain, produit cet enduit que l'on appelle *patine* sur les statues et les médailles antiques.

Le cuivre et le fer ont ensemble une affinité bien marquée ; et cette affinité est si grande et si générale, qu'elle se montre non-seulement dans les productions de la nature, mais aussi par les produits de l'art. Dans le nombre infini de mines de fer qui se trouvent à la surface ou dans l'intérieur de la terre, il y en a beaucoup qui sont mêlées d'une certaine quantité de cuivre, et ce mélange a corrompu l'un et l'autre métal ; car, d'une part, on ne peut tirer que de très-mauvais fer de ces mines

chargées de cuivre, et d'autre part, il faut que la quantité de ce métal soit grande dans ces mines de fer pour pouvoir en extraire le cuivre avec profit. Ces métaux, qui semblent être amis, voisins et même unis dans le sein de la terre, deviennent ennemis dès qu'on les mêle ensemble par le moyen du feu; une seule once de cuivre jetée dans le foyer d'une forge suffit pour corrompre un quintal de fer.

Le cuivre qu'on tire des eaux qui en sont chargées, et qu'on connaît sous le nom de *cuivre de cémentation*, est du cuivre précipité par le fer; autant il se dissout de fer dans cette opération, autant il adhère de cuivre au fer qui n'est pas encore dissous, et cela par simple attraction de contact; c'est en plongeant des lames de fer dans les eaux chargées de parties cuivreuses, qu'on obtient ce cuivre de cémentation, et l'on recueille par ce moyen facile une grande quantité de ce métal en peu de temps. La nature fait quelquefois une opération assez semblable: il faut pour cela que le cuivre dissous rencontre des particules ou de petites masses ferrugineuses qui soient dans l'état métallique, et qui, par conséquent, aient produit la violente action du feu; car cette union n'a pas lieu lorsque les mines de fer ont été produites par l'intermède de l'eau, et converties en rouille, engrains, etc. Ce n'est donc que dans de certaines circonstances qu'il se forme du cuivre par cémentation dans l'intérieur de la terre: par exemple, il s'opère quelque chose de semblable dans la production de certaines malaechites, et dans quelques autres mines de seconde et de troisième formation, où le vitriol cuivreux a été précipité par le fer, qui a plus que tout autre métal la propriété de séparer et de précipiter le cuivre dans toutes ses dissolutions.

L'affinité du cuivre avec le fer est encore démontrée par la facilité que ces deux métaux ont de se souder ensemble; il faut seulement, en les tenant au feu, les empêcher de se calciner et de brûler; ce qu'on prévient en les couvrant de borax ou de toute autre matière fusible, qui les défend de l'action du feu animé par l'air: car ces deux métaux souffrent toujours beaucoup de déchet et d'altération par le feu libre, lorsqu'ils ne sont pas parfaitement recouverts et défendus du contact de l'air.

Il n'y a point d'affinité apparente entre le mercure et le cuivre, puisqu'il faut réduire le cuivre en poudre et les triturer ensemble fortement et longtemps pour que le mercure s'attache à cette poudre cuivreuse: cependant, il y a moyen de les unir d'une manière plus apparente et plus intime, il faut pour cela plonger du cuivre en lames dans le mercure dissous par l'acide nitreux; ces lames de cuivre attirent le mercure dissous, et deviennent aussi blanches à leur surface que les autres métaux amalgamés de mercure.

Quoique le cuivre puisse s'allier avec toutes les matières métalliques, et quoiqu'on le mêle en petite quantité dans les monnaies d'or et d'argent pour leur donner de la couleur et de la dureté, on ne fait néanmoins des ouvrages en grand volume qu'avec deux de ces alliages: le premier avec l'étain pour les statues, les cloches, les canons; le second avec la calamine ou mine de zinc, pour les chaudières et autres ustensiles de ménage: ces deux alliages, l'airain et le laiton, sont même devenus aussi communs et peut-être plus nécessaires que le cuivre pur, puisque

dans tous deux, la quantité nuisible de ce métal, dont l'usage est très-dangereux, se trouve corrigé : car de tous les métaux que l'homme peut employer pour son service, le cuivre est celui qui produit les plus funestes effets.

L'alliage du cuivre et du zinc n'est pas aigre ou cassant comme celui du cuivre ou de l'étain ; le laiton conserve de la ductilité ; il résiste plus longtemps que le cuivre à l'action de l'air humide et des acides qui produisent le vert-de-gris, et il prend l'étamage aussi facilement. Pour faire de beau et bon laiton, il faut trois quarts de cuivre et un quart de zinc ; mais tous deux doivent être de la plus grande pureté. L'alliage à cette dose est d'un jaune brillant ; et quoiqu'en général tous les alliages soient plus ou moins aigres, et qu'en particulier le zinc n'ait aucune ductilité, le laiton, néanmoins, s'il est fait dans cette proportion, est aussi ductile que le cuivre même : comme le zinc tiré de sa mine par la fusion n'est jamais pur, et que, pour peu qu'il se soit mêlé de fer ou d'autres parties hétérogènes, il rend le laiton aigre et cassant, on se sert plus ordinairement et plus avantageusement de la calamine, qui est une des mines du zinc ; on la réduit en poudre, on en fait un ciment en la mêlant avec égale quantité de poudre de charbon humectée d'un peu d'eau ; on recouvre de ce ciment les lames de cuivre et l'on met le tout dans une caisse ou creuset que l'on fait rougir à un feu gradué, jusqu'à ce que les lames de cuivre soient fondues. On laisse ensuite refroidir le tout, et l'on trouve le cuivre changé en laiton et augmenté d'un quart de son poids, si l'on a employé un quart de calamine sur trois quarts de cuivre, et ce laiton fait par une cémentation a tout autant de ductilité à froid que le cuivre même : mais, comme le dit très-bien M. Macquer, il n'a pas la même malléabilité à chaud qu'à froid, parce que le zinc se fondant plus vite que le cuivre, l'alliage n'est plus alors qu'une espèce d'amalgame trop mou pour souffrir la percussion du marteau. Au reste, il paraît par le procédé et par le produit de cette sorte de cémentation, que le zinc contenu dans la calamine est réduit en vapeurs par le feu, et qu'il est par conséquent dans sa plus grande pureté lorsqu'il entre dans le cuivre : on peut en donner la preuve en faisant fondre à feu ouvert le laiton ; car alors tout le zinc s'exhale successivement en vapeurs ou en flammes, et emporte même avec lui une petite quantité de cuivre.

Si l'on fond le cuivre en le mêlant avec l'arsenic, on en fait une espèce de métal blanc qui diffère du cuivre jaune ou laiton autant par la qualité que par la couleur, car il est aussi aigre que l'autre est ductile ; et si l'on mêle à différentes doses le cuivre, le zinc et l'arsenic, l'on obtient des alliages de toutes les teintes du jaune au blanc, et tous les degrés de ductilité du liant au cassant.

Le cuivre en fusion forme, avec le soufre, une espèce de matte noirâtre, aigre et cassante ; assez semblable à celle qu'on obtient par la première fonte des mines pyriteuses de ce métal : en le pulvérisant et le détremant avec un peu d'eau, on obtient de même, par son mélange avec le soufre aussi pulvérisé, une masse solide assez semblable à la matte fondue.

Un fil de cuivre d'un dixième de pouce de diamètre peut soutenir un poids d'en-

viron trois cents livres avant de se rompre ; et comme sa densité n'est tout au plus que de six cent vingt-une livres et demie par pied cube, on voit que sa ténacité est proportionnellement beaucoup plus grande que sa densité. La couleur du cuivre pur est d'un rouge orangé, et cette couleur, quoique fausse, est plus éclatante que le beau jaune de l'or pur. Il a plus d'odeur qu'aucun autre métal ; on ne peut le sentir sans que l'odorat en soit désagréablement affecté, on ne peut le toucher sans s'infecter les doigts, et cette mauvaise odeur qu'il répand et communique en le maniant et le frottant, est plus permanente et plus difficile à corriger que la plupart des autres odeurs. Sa saveur, plus que répugnante au goût, annonce ses qualités funestes : c'est dans le règne minéral, le poison de nature le plus dangereux après l'arsenic.

Le cuivre est beaucoup plus dur, et par conséquent beaucoup plus élastique et plus sonore que l'or, duquel, néanmoins, il approche plus que les autres métaux imparfaits par sa couleur et même par sa ductilité ; car il est presque aussi ductile que l'argent : on le bat en feuilles aussi minces, et on le tire en filets très-déliés.

Après le fer, le cuivre est le métal le plus difficile à fondre : exposé au grand feu, il devient d'abord chatoyant et rougit longtemps avant d'entrer en fusion ; il faut une chaleur violente et le faire rougir à blanc pour qu'il se liquéfie ; et lorsqu'il est bien fondu, il bout et diminue de poids s'il est exposé à l'air ; car sa surface se brûle et se calcine dès qu'elle n'est pas recouverte, et qu'on néglige de faire à ce métal un bain de matières vitreuses ; et même, avec cette précaution, il diminue de masse, et souffre du déchet chaque fois qu'on le fait rougir au feu. La fumée qu'il répand est en partie métallique, et rend verdâtre ou bleue la flamme des charbons ; et toutes les matières qui contiennent du cuivre donnent à la flamme ces mêmes couleurs vertes ou bleues : néanmoins, sa substance est assez fixe, car il résiste plus longtemps que le fer, le plomb et l'étain, à la violence du feu avant de se calciner. Lorsqu'il est exposé à l'air libre et qu'il n'est pas recouvert, il se forme d'abord à sa surface de petites écailles qui surnagent la masse en fusion : ce cuivre à demi-brûlé a déjà perdu sa ductilité et son brillant métallique ; et se calcinant ensuite de plus en plus, il se change en une chaux noirâtre, qui, comme les chaux du plomb et des autres métaux, augmente très-considérablement en volume et en poids, par la quantité de l'air qui se fixe en se réunissant à leur substance. Cette chaux est bien plus difficile à fondre que le cuivre en métal ; et lorsqu'elle subit l'action d'un feu violent, elle se vitrifie et produit un émail d'un brun chatoyant, qui donne au verre blanc une très-belle couleur verte : mais si l'on veut fondre cette chaux de cuivre seule en la poussant à un feu encore plus violent, elle se brûle en partie, et laisse un résidu qui n'est qu'une espèce de scorie vitreuse ou noirâtre, dont on ne peut retirer qu'une très-petite quantité de métal.

En laissant refroidir très-lentement et dans un feu gradué le cuivre fondu, on peut le faire cristalliser en cristaux proéminents à sa surface, et qui pénètrent dans son intérieur : il en est de même de l'or, de l'argent et de tous les autres métaux et

minéraux métalliques. Ainsi, la cristallisation peut s'opérer également par le moyen du feu comme par celui de l'eau; et dans toute matière liquide ou liquéfiée, il ne faut que l'espace, du repos et du temps, pour qu'il se forme des cristallisations par l'attraction mutuelle des parties homogènes et similaires.

Quoique tous les acides puissent dissoudre le cuivre, il faut néanmoins que l'acide marin et surtout l'acide vitriolique soient aidés de la chaleur, sans quoi la dissolution serait excessivement longue. L'acide nitreux le dissout au contraire très-promptement, même à froid : cet acide a plus d'affinité avec le cuivre qu'avec l'argent; car l'on dégage parfaitement l'argent de sa dissolution, et on le précipite en entier et sous sa forme métallique par l'intermède du cuivre. Comme cette dissolution du cuivre par l'eau-forte se fait avec grand mouvement et forte effervescence, elle ne produit point de cristaux, mais seulement un sel déliquescent, au lieu que les dissolutions du cuivre par l'acide vitriolique ou par l'acide marin, se faisant lentement et sans ébullition, donnent de gros cristaux d'un beau bleu qu'on appelle *vitriol de Chypre* ou *vitriol bleu*, ou des cristaux en petites aiguilles d'un beau vert.

Tous les acides végétaux attaquent aussi le cuivre : c'est avec l'acide du marc des raisins qu'on fait le vert-de-gris dont se servent les peintres : le cuivre avec l'acide de vinaigre donne des cristaux que les chimistes ont nommés *cristaux de Vénus*. Les huiles, le suif et les graisses attaquent aussi ce métal; car elles produisent du vert-de-gris à la surface des vaisseaux et des ustensiles avec lesquels on les eoule ou les verse. En général, on peut dire que le cuivre est, de tous les métaux, celui qui se laisse entamer, ronger, dissoudre le plus facilement par un grand nombre de substances; car indépendamment des acides, des acerbés, des sels, des bitumes, des huiles et des graisses, le foie de soufre l'attaque, et l'alcali volatil peut même le dissoudre : c'est à cette dissolution de cuivre par l'alcali volatil qu'on doit attribuer l'origine des malachites de seconde formation. Les premières malachites, c'est-à-dire celles de première formation, ne sont, comme nous l'avons dit, que des stalactites du cuivre dissous en rouille verte : mais les secondes peuvent provenir des dissolutions de cuivre par l'alcali volatil, lorsqu'elles ont perdu leur couleur bleue et repris la couleur verte; ce qui arrive dès que l'alcali volatil s'est dissipé. « Lorsque l'alcali volatil, dit M. Macquer, a dissous le cuivre jusqu'à saturation, l'espèce de sel métallique qui résulte de cette combinaison forme des cristaux d'un bleu foncé et des plus beaux; mais par l'exposition à l'air, l'alcali se sépare et se dissipe peu à peu; la couleur bleue des cristaux, dans lesquels il ne reste presque que du cuivre, se change en un très-beau vert, et le composé ressemble beaucoup à la malachite : il est très-possible que le cuivre contenu dans cette pierre ait précédemment été dissous par l'alcali volatil, et réduit par cette matière saline dans l'état de malachite. »

Au reste, les huiles, les graisses et les bitumes, n'attaquent le cuivre que par les acides qu'ils contiennent; et de tous les alcalis, l'alcali volatil est celui qui agit le plus puissamment sur ce métal : ainsi, l'on peut assurer qu'en général, tous les

sels de la terre et des eaux, soit acides, soit alcalins, attaquent le cuivre et le dissolvent avec plus ou moins de promptitude ou d'énergie.

Il est aisé de retirer le cuivre de tous les acides qui le tiennent en dissolution, en le faisant simplement évaporer au feu ; on peut aussi le séparer de ces acides en employant les alcalis fixes ou volatils, et même les substances calcaires : les précipités seront des poudres vertes ; mais elles seront bleues si les alcalis sont caustiques ; comme ils le sont en effet dans les matières calcaires, lorsqu'elles ont été calcinées. Il ne faudra qu'ajouter à ce précipité ou chaux de cuivre, comme à toute autre chaux métallique, une petite quantité de matière inflammable pour la réduire en métal ; et si l'on fait fondre cette chaux de cuivre avec du verre blanc, on obtient des émaux d'un très-beau vert : mais on doit observer qu'en général les précipités qui se font par les alcalis ou par les matières calcaires, ne se présentent pas sous leur forme métallique, et qu'il n'y a que les précipités par un autre métal ou les résidus, après l'évaporation des acides, qui soient en effet sous cette forme, c'est-à-dire en état de métal, tandis que les autres précipités sont tous dans l'état de chaux.

On connaît la violente action du soufre sur le fer ; et quoique sa puissance ne soit pas aussi grande sur le cuivre, il ne laisse pas de l'exercer avec beaucoup de force : on peut donc séparer ce métal de tous les autres métaux par l'intermède du soufre, qui a plus d'affinité avec le cuivre qu'avec l'or, l'argent, l'étain et le plomb ; et lorsqu'il est mêlé avec le fer, le soufre peut encore les séparer, parce qu'ayant plus d'affinité avec le fer qu'avec le cuivre, il s'empare du premier et abandonne le dernier. Le soufre agit ici comme ennemi ; car, en accélérant la fusion de ces deux métaux, il les dénature en même temps, ou plutôt il les ramène par force à leur état de minéralisation, et change ces métaux en minerais, car le cuivre et le fer fondus avec le soufre ne sont plus que des pyrites semblables aux minerais pyriteux, dont on tire ces métaux dans leurs mines de seconde formation.

Les filons où le cuivre se trouve dans l'état de métal, sont les seules mines de première formation ; dans les mines secondaires, le cuivre se présente sous la forme de minerai pyriteux ; et dans celles de troisième formation, il a passé de cet état minéral ou pyriteux à l'état de rouille verte, dans lequel il a subi de nouvelles altérations, et mille combinaisons diverses par le contact et l'action des autres substances salines ou métalliques. Il n'y a que les mines de cuivre primitif que l'on puisse fondre sans les avoir fait griller auparavant : toutes celles de seconde formation, c'est-à-dire toutes celles qui sont dans un état pyriteux, demandent à être grillées plusieurs fois ; et souvent encore, après plusieurs feux de grillage, elles ne donnent qu'une matre cuivreuse mêlée de soufre, qu'il faut refondre de nouveau pour avoir enfin du cuivre noir, dont on ne peut tirer le cuivre rouge en bon métal qu'en faisant passer et fondre ce cuivre noir au feu violent et libre des charbons enflammés, où il achève de se séparer du soufre, du fer et des autres matières hétérogènes qu'il contenait encore dans cet état de cuivre.

Ces mines de cuivre de seconde formation peuvent se réduire à deux ou trois

sortes : la première est la pyrite cuivreuse, qu'on appelle aussi improprement *marcassites*, qui contient une grande quantité de soufre et de fer, et dont il est très-difficile de tirer le peu de cuivre qu'elle renferme; la seconde est la mine jaune de cuivre, qui est aussi une pyrite cuivreuse, mais moins chargée de soufre et de fer que la première; la troisième est la mine de cuivre grise, qui contient de l'arsenic avec du soufre et souvent un peu d'argent; cette mine grise paraît blanchâtre, claire et brillante, lorsque la quantité d'argent est un peu considérable; et si elle ne contient point du tout d'argent, ce n'est qu'une pyrite plutôt arsenicale que cuivreuse.

Pour donner une idée nette des travaux qu'exigent ces minerais de cuivre avant qu'on puisse les réduire en bon métal, nous ne pouvons mieux faire que de rapporter ici par extrait les observations de feu M. Jars, qui s'est donné la peine de suivre toutes les manipulations et préparations de ces mines, depuis leur extraction jusqu'à leur conversion en métal raffiné. « Les minéraux de Saint-Bel et de Chessy dans le Lyonnais sont, dit-il, des pyrites cuivreuses, auxquelles on donne deux, trois ou quatre grillages avant de les fondre dans un fourneau à manche, où elles produisent des mattes qui doivent être grillées neuf à dix fois avant que de donner par la fonte leur cuivre noir : ces mattes sont des masses régulines, contenant du cuivre, du fer, du zinc, une très-petite quantité d'argent, et des parties terreuses, le tout réuni par une grande abondance de soufre.

« Le grand nombre de grillages que l'on donne à ces mattes avant d'obtenir le cuivre noir, a pour but de faire brûler et volatiliser le soufre, et de désunir les parties terrestres d'avec les métalliques; on fait ensuite fondre cette matte en la stratifiant à travers les charbons, et les particules de cuivre se réunissent entre elles par la fonte, et vont, par leur pesanteur spécifique, occuper la partie inférieure du bassin destiné à les recevoir.

» Mais lorsqu'on ne donne que très-peu de grillage à ces mattes, il arrive que les métaux qui ont moins d'affinité avec le soufre qu'il n'en a lui-même avec les autres qui composent la masse réguline, se précipitent les premiers; on peut donc conclure que l'argent doit se précipiter le premier, ensuite le cuivre, et que le soufre reste uni au fer. Mais l'argent de ces mattes paraît être en trop petite quantité pour se précipiter seul; d'ailleurs il est impossible de saisir dans les travaux en grand le point précis du rôtissage qui serait nécessaire pour rendre la séparation exacte... et il ne se fait aucune précipitation, surtout par la voie sèche, sans que le corps précipité n'entraîne avec lui du précipitant et de ceux auxquels il était uni. »

Ces mines de Saint-Bel et de Chessy ne contiennent guère qu'une once d'argent par quintal de cuivre, quantité trop petite pour qu'on puisse en faire la séparation avec quelque profit. Leur minerai est une pyrite cuivreuse mêlée néanmoins de beaucoup de fer. Le minerai de celles de Chessy contient moins de fer et beaucoup de zinc; cependant on les traite toutes deux à peu près de la même manière. On donne à ces pyrites, comme le dit M. Jars, deux, trois et jusqu'à quatre feux de

grillage avant de les fondre. Les mattes qui proviennent de la première fonte doivent encore être grillées neuf ou dix fois avant de donner, par la fusion, leur cuivre noir. En général, le traitement des mines de cuivre est d'autant plus difficile et plus long, qu'elles contiennent moins de cuivre et plus de pyrites, c'est-à-dire de soufre et de fer, et les procédés de ce traitement doivent varier suivant la qualité ou la quantité des différents métaux et minéraux contenus dans ces mines. Nous en donnerons quelques exemples dans l'énumération que nous allons faire des principales mines de cuivre de l'Europe et des autres parties du monde.

En France, celles de Saint-Bel et de Chessy, dont nous venons de parler, sont en pleine et grande exploitation; cependant on n'en tire pas la vingtième partie du cuivre qui se consomme dans le royaume. On exploite aussi quelques mines de cuivre dans nos provinces voisines des Pyrénées, et particulièrement à Baigorry dans la basse Navarre. Les travaux de ces mines sont dirigés par un habile minéralogiste, M. Hettlinger, que j'ai déjà eu occasion de citer, et qui a bien voulu m'envoyer, pour le Cabinet du Roi, quelques échantillons des minéraux qui s'y trouvent, et entre autres de la mine de fer en écailles, qui est très-singulière, et qui se forme dans les cavités d'un filon mêlé de cuivre et de fer.

Il y a aussi de riches mines de cuivre et d'argent à Giromagni et au Puy, dans la haute Alsace; on en a tiré en une année seize cents mares d'argent et vingt-quatre milliers de cuivre: on trouve aussi d'autres mines de cuivre à Steinbach, à Saint-Nicolas dans le val de Lebenthal, et à Asteinbach.

En Lorraine, la mine de La Croix donne du cuivre, du plomb et de l'argent. Il y a aussi une mine de cuivre à Fraise, et d'autres aux villages de Sainte-Croix et de Lusse, qui tiennent de l'argent; d'autres à la montagne du Tillot, au val de Lièvre, à Vaudrevange, et enfin plusieurs autres à Sainte-Marie-aux-Mines.

En Franche-Comté, à Planches-les-Mines, il y a aussi des mines de cuivre, et auprès de Château-Lambert il s'en trouve quatre veines placées l'une sur l'autre, et l'on prétend que cette mine a rendu depuis vingt jusqu'à cinquante pour cent de cuivre.

On a aussi reconnu plusieurs mines de cuivre dans le Limousin, en Dauphiné, en Provence, dans le Vivarais, le Gévaudan et les Cévennes; en Auvergne, près de Saint-Amand; en Touraine, à l'abbaye de Noyers; en Normandie près de Briquebec dans le Cotentin, et à Carolès, dans le diocèse d'Avranches.

En Languedoc, M. de Gensanne a reconnu plusieurs mines de cuivre, qu'il a très-bien observées et décrites; il a fait de semblables recherches en Alsace; et M. Le Monnier, premier médecin ordinaire du roi, a observé celles du Rousillon, et celle de Corall, dans la partie des Pyrénées située entre la France et l'Espagne.

Depuis la découverte de l'Amérique, les mines de cuivre, comme celles d'or et d'argent, ont été négligées en Espagne et en France, parce que l'on tire ces métaux du Nouveau Monde à moindres frais, et qu'en général les mines les plus riches de l'Europe, et les plus aisées à extraire, ont été fouillées et peut-être épuisées par les

anciens ; on n'y trouve plus de cuivre en métal ou de première formation, et on a négligé les minières des pyrites cuivreuses ou de seconde formation, par la difficulté de les fondre, et à cause des grands frais que leur traitement exige. Celles des environs de Molina, dont parle M. Bowles (1), et qui paraissent être de troisième formation, sont également négligées : cependant, indépendamment de ces mines de Molina en Aragon, il y a d'autres mines de cuivre à six lieues de Madrid, et d'autres dans la montagne de Guadalupe, dans lesquelles on fait aujourd'hui quelques travaux. Celles-ci, dit M. Bowles, sont dans une ardoise jaspée de bleu et de vert.

En Angleterre, dans la province de Cornouailles fameuse par ses mines d'étain, on trouve des mines de cuivre en filons, dont quelques-uns sont très-voisins des filons d'étain, et quelquefois même sont mêlés de ces deux métaux. Comme la plupart de ces mines sont dans un état pyriteux, elles sont de seconde formation ; quelques-unes néanmoins sont exemptes de pyrites, et paraissent tenir de près à celles de première formation. M. Jars les a décrites avec son exactitude ordinaire.

En Italie, dans le Vicentin, « on fabrique annuellement, dit M. Ferber, beaucoup de cuivre, de soufre et de vitriol. La lessive vitriolique est très-riche en cuivre, que l'on en tire par cémentation et en y mettant des lames de fer. » Ces mines sont, comme l'on voit, de la dernière formation. On trouve aussi de pareilles mines de cuivre en Suisse, dans le pays des Grisons, et dans le canton de Berne, à six lieues de Romain-Mottier.

En Allemagne, dit Schlutter, on compte douze sortes de mines de cuivre, dont cependant aucune n'est aussi riche en métal que les mines de plomb, d'étain et de fer, de ces mêmes contrées. Comme la plupart de ces mines de cuivre contiennent beaucoup de pyrites, il faut les griller avec soin : sans cela le cuivre ne se réduit point, et l'on n'obtient que de la matte. Le grillage est ordinairement de sept à huit heures et il est à propos de laisser refroidir cette mine grillée, de la broyer et griller de nouveau trois ou quatre fois de suite, en la broyant à chaque fois :

(1) A quelques lieues de Molina il y a une montagne appelée la *Platilla* ; on voit au sommet des roches blanches qui sont de pierres à chaux mêlées de taches bleues et vertes... Dans les galeries de la mine de cuivre, on voit que toutes les pierres sont fendillées, et laissent découler de l'eau chargée de matière cuivreuse, et les fentes sont remplies de minéral de cuivre bleu, vert et jaune, mêlé de terre blanche calcaire. Ce minéral, formé par stillations, est toujours composé de lames très-minces et parallèlement appliquées les unes contre les autres... La matière calcaire s'y trouve toujours mêlée avec le minéral de cuivre, de quelque couleur qu'il soit... Il se forme souvent en petits cristaux dans les cavités du minéral même, et ces cristaux sont verts, bleus ou blancs. Le minéral commence par être fluide et dissous, ou au moins en état de mucilage qui a coulé très-lentement et que les eaux pluviales dissolvent de nouveau et entraînent dans les fentes ou cavités où elles tombent goutte à goutte et forment la stalactite... La mine bleue ne se mêle point avec le reste, et elle est d'une nature très-distincte ; car je trouvai que le bleu de cette mine contient un peu d'arsenic, d'argent et de cuivre ; et le produit de sa fonte est une sorte de métal de cloche. La mine verte ne contient pas le moindre atome d'arsenic, et le cuivre se minéralise avec la terre blanche susdite, sans qu'il y ait la moindre partie de fer. Cette mine de la *Platilla* étant une mine de charriage ou d'alluvion, elle ne peut être bien profonde. » (*Histoire naturelle d'Espagne*, par M. Bowles, pages 141 et suivantes.) Je dois observer que cette mine décrite par M. Bowles est non-seulement d'alluvion, comme il le dit, et comme le démontre le mélange du cuivre avec la matière calcaire, mais qu'elle est encore de stillation, c'est-à-dire d'un temps postérieur à celui des alluvions, puisqu'elle se forme encore aujourd'hui par le suintement de ces matières dans les fentes des pierres quartzieuses où se trouve ce minéral cuivreux, qui se réunit aussi en stalactites dans les cavités de la roche.

ces feux interrompus la dessoufre beaucoup mieux qu'un feu continué. Les mines riches, telles que celles d'azur et celles que les ouvriers appellent *mines pourries* ou *éventées*, n'ont pas besoin d'être grillées autant de fois ni si longtemps : cependant toutes les mines de cuivre, pauvres ou riches, doivent subir le grillage ; car, après cette opération, elles donnent un produit plus prompt et plus certain ; et souvent encore le métal pur est difficile à extraire de la plupart de ces mines grillées. En général, les pratiques pour le traitement des mines doivent être relatives à leur qualité plus ou moins riche, et à leur nature plus ou moins fusible. La plupart sont si pyriteuses, qu'elles ne rendent que très-difficilement leur métal après un très-grand nombre de feux. Les plus rebelles de toutes sont les mines qui, comme celles de Rammelsberg et du haut Hartz, sont non-seulement mêlées de pyrites, mais de beaucoup de mines de fer. Il s'est passé bien du temps avant qu'on ait trouvé les moyens de tirer le cuivre de ces mines pyriteuses et ferrugineuses.

Les anciens, comme nous l'avons dit, n'ont d'abord employé que le cuivre de première formation, qui se réduit en métal dès la première fonte, et ensuite ils ont fait usage du cuivre de dernière formation, qu'on se procure aisément par la cémentation ; mais les mines de cuivre en pyrites, qui sont presque les seules qui nous restent, n'ont été travaillées avec succès que dans ces derniers temps, c'est-à-dire beaucoup plus tard que les mines de fer, qui, quoique difficiles à réduire en métal, le sont cependant beaucoup moins que ces mines pyriteuses de cuivre.

Dans le bas Hartz, les mines de cuivre contiennent du plomb et beaucoup de pyrites ; il leur faut trois feux de grillage, et autant à la matte qui en provient ; on fond ensuite cette matte, qui, malgré les trois feux qu'elle a subis, ne se convertit pas tout entière en métal ; car dans la fonte il se trouve encore de la matte, qu'on est obligé de séparer du métal, et de faire griller de nouveau pour la fondre.

Dans le haut Hartz, la plupart des mines de cuivre sont aussi pyriteuses, et il faut de même les griller d'autant plus fort et plus de fois qu'elles le sont davantage. Aux environs de Clausthal il y en a de bonnes, de médiocres et de mauvaises ; ces dernières ne sont pour ainsi dire que des pyrites : on mêle ces mines ensemble pour les faire griller une première fois à un feu qui dure trois ou quatre semaines ; après quoi on leur donne un second feu de grillage avant de les fondre, et l'on n'obtient encore que de la matte crue, qu'on soumet à cinq ou six feux successifs de grillage, selon que cette matte est plus ou moins sulfureuse. On fond de nouveau cette matte grillée, et enfin on parvient à obtenir du cuivre noir en assez petite quantité ; car cent quintaux de cette matte grillée ne donnent que huit à dix quintaux de cuivre noir, et quarante ou cinquante quintaux de matière moyenne entre la matte brute et le cuivre noir : on fait griller de nouveau cinq ou six fois cette *matte moyenne* avant de la jeter au fourneau de fusion ; elle rend à peu près la moitié de son poids en cuivre noir, et entre un tiers et un quart de matière qu'on appelle *matte simple*, que l'on fait encore griller de nouveau sept à

huit fois avant de la fondre, et cette matte simple ne se convertit qu'alors en cuivre noir.

Les mines de cuivre qui sont plus riches et moins pyriteuses, rendent dès la première fonte leur cuivre noir, mêlé d'une matte qu'on n'est obligé de griller qu'une seule fois pour obtenir également le cuivre noir pur. Les mines feuilletées ou en *ardoise* du comté de Mansfeld, quoique très-peu pyriteuses en apparence, ne donnent souvent que de la matte à la première fonte, et ne produisent à la seconde qu'une livre ou deux de cuivre noir par quintal. Celles de Riegelsdorf, qui sont également en ardoise, ne donnent que deux à trois livres de cuivre par quintal : mais comme il suffit de les griller une seule fois pour obtenir le cuivre noir, on ne laisse pas de trouver du bénéfice à les fondre, quoiqu'elles rendent si peu, parce qu'une seule fonte suffit aussi pour réduire le cuivre noir en bon métal.

On trouve dans la mine de *Meydenbek* du cuivre en métal, mêlé avec des pyrites cuivreuses noires et vertes. Cette mine paraît donc être de première formation ; seulement une partie du cuivre primitif a été décomposée dans la mine même par l'action des éléments humides : mais, malgré cette altération, ces minerais sont peu dénaturés, et ils peuvent se fondre seuls ; on mêle les minerais noir et vert avec le cuivre natif, et ce mélange rend son métal dès la première fonte, et même assez pur pour qu'on ne soit pas obligé de le raffiner.

En Hongrie il se trouve des mines de cuivre de toutes les nuances et qualités. Celle de *Hornground* est d'une grande étendue : elle est en larges filons, et si riche, qu'elle donne quelquefois jusqu'à cinquante et soixante livres de cuivre par quintal. Elle est composée de deux sortes de minerais : l'un jaune, qui ne contient que du cuivre, l'autre noir qui contient du cuivre et de l'argent. Ces mines, quoique si riches, sont néanmoins très-pyriteuses, et il faut leur faire subir douze ou quatorze fois l'action du feu avant de les réduire en métal. On tire avec beaucoup moins de frais le cuivre des eaux cuivreuses qui découlent de cette mine, au moyen des lames de fer qu'on y plonge, et auxquelles il s'unit par cémentation. En général, c'est dans les montagnes de schiste ou d'ardoise que se trouvent en Hongrie les plus nobles veines de cuivre.

« Il y a en Pologne, dit M. Guettard, sur les confins de la Hongrie et du comté de Speis, une mine de cuivre tenant or et argent. Cette mine est d'un jaune doré, avec des taches couleur de gorge de pigeon, et elle est mêlée de quartz. Il y en a une autre dans les terres du staroste de Bulkow. J'en ai vu un morceau qui était un quartz de gris clair, parsemé de points cuivreux ou de pyrites cuivreuses d'un jaune doré. »

En Suède les mines de cuivre sont non-seulement très-nombreuses, mais aussi très-abondantes et très-riches ; la plus fameuse est celle du cap Ferberg : on en prendrait d'abord le minerai pour une pyrite cuivreuse, et cependant il n'est que peu sullureux, et il est mêlé d'une pierre vitreuse et fusible ; il rend son cuivre dès la première fonte. Il y a plusieurs autres mines qui ne sont pas si pures, et qui néces-

moins peuvent se fondre après avoir été grillées une seule fois; il n'est pas nécessaire d'y ajouter d'autres matières pour en faciliter la fusion : il ne faut que quelques scories vitreuses pour leur faire un bain et les empêcher de se caeiner à la fonte.

En Danemark et en Norwége, selon Pontoppidan, il y a des mines de cuivre de toute espèce : celle de Roraas est la plus renommée, trois fourneaux qui y sont établis ont rendu en onze années quarante mille neuf cent quarante-quatre quintaux de cuivre. M. Jars dit « que cette mine de Roraas ou de Reuras est une mine immense de pyrites cuivreuses, si près de la surface de la terre, que l'on a pu facilement y pratiquer des ouvertures assez grandes pour y faire entrer et sortir des voitures qui en transportent au dehors les minerais, et que cette mine produit annuellement douze mille quintaux et plus de cuivre. »

On trouve aussi des indices de mines de cuivre en Laponie, à soixante lieues de Tornéa, et en Groenland : l'on a vu du vert-de-gris et des paillettes cuivreuses dans des pierres; ce qui démontre assez qu'il s'y trouve aussi des mines de ce métal.

En Irlande, il y a de même des mines de cuivre, les unes à sept milles de distance de la ville de Wicklow, d'autres dans la montagne de Crown-Baw, qui sont en exploitation, et dont les fosses ont depuis quarante, cinquante, et jusqu'à soixante toises de profondeur. Le relateur observe « que les ouvriers ayant laissé une pelle de fer dans une de ces mines de cuivre où il coule de l'eau, cette pelle se trouva quelque temps après tout inerustée de cuivre, et que c'est d'après ce fait que les habitants ont pris l'idée de tirer ainsi le cuivre de ces eaux en y plongeant des barres de fer. » Il ajoute « que non-seulement le cuivre ineruste le fer, mais que cette eau cuivreuse le pénètre et semble le convertir en cuivre; que le tout tombe en poudre au fond du réservoir où l'on contient cette eau cuivreuse; que les barres de fer contractent d'abord une espèce de rouille qui, par degrés, consume entièrement le fer; que le cuivre qui est dans l'eau étant aussi continuellement attiré et fixé par le fer, il se précipite au fond en forme de sédiment; qu'il faut pour cela du fer doux, et que l'acier n'est pas propre à cet effet; qu'enfin ce sédiment cuivreux est en poudre rougeâtre. » Nous observerons que c'est non-seulement dans ces mines d'Irlande, mais dans plusieurs autres, comme dans celles de Suède, du Hartz, etc., que l'on trouve, de temps en temps, et en certains endroits abandonnés depuis longtemps, des fers inerustés de cuivre, et des bois dans lesquels ce métal s'est insinué en forme de végétation, qui pénètre entre les fibres du bois et remplit les intervalles; mais ce n'est point une pénétration intime du cuivre dans le fer, comme le dit le relateur, et encore moins une conversion de ce métal en cuivre.

Après cette énumération des mines de cuivre de l'Europe, il nous reste à faire mention de celles des autres parties du monde; et en commençant par l'Asie, il s'en trouve d'abord dans les îles de l'Archipel : celle de *Chalcitis*, aujourd'hui *Chalcé*, avait même tiré son nom du cuivre qui s'y trouvait; l'île d'Eubée en four-

nissait aussi : mais la plus riche de toutes en cuivre est celle de Chypre; les anciens l'ont célébrée sous le nom d'*Ærosa*, et ils en tiraient une grande quantité de cuivre et de zinc.

Dans le continent de l'Asie, on a reconnu et travaillé des mines de cuivre. En Perse, « le cuivre, dit Chardin, se tire principalement à Sari, dans les montagnes de Maizenderan; il y en a aussi à Bactriam et vers Casbin. Tous ces cuivres sont aigres; et, pour les adoucir, les Persans les allient avec du cuivre de Suède et du Japon, en en mettant une partie sur vingt du leur. »

MM. Gmelin et Muller ont reconnu et observé plusieurs mines de cuivre en Sibérie; ils ont remarqué que toutes ces mines, ainsi que celles des autres métaux, sont presque à la surface de la terre. Les plus riches en cuivre sont dans les plus hautes montagnes près de la rive occidentale du Jéniséa; on y voit le cuivre à la surface de la terre en mines rougeâtres ou vertes, qui toutes produisent quarante-huit à cinquante livres de cuivre par quintal. Ces mines situées au haut des montagnes sont sans doute de première formation; la mine verte a seulement été un peu altérée par les éléments humides. De toutes les autres mines de cuivre dont ces voyageurs font mention, la moins riche est celle de *Pichtama-Gora*, qui cependant donne douze pour cent de bon cuivre. Il y a cinq de ces mines en exploitation; et l'on voit dans plusieurs autres endroits de cette même contrée les vestiges d'anciens travaux, qui démontrent que toutes ces montagnes contiennent de bonnes mines. Celles des autres parties de la Sibérie sont plus pauvres; la plupart ne donnent que deux, trois ou quatre livres de cuivre par quintal. On trouve sur la croupe et au pied de plusieurs montagnes différentes mines de cuivre de seconde et de troisième formation; il y en a dans les environs de Casan qui ont formé des stalactites cuivreuses et des malachites très-belles et aisées à polir : on peut même dire que c'est dans cette contrée du nord de l'Asie que les malachites se trouvent le plus communément, quoiqu'il y en ait aussi en quelques endroits de l'Europe, et particulièrement en Saxe, dans plusieurs mines de cuivre de troisième formation. Ces concrétions cuivreuses ou malachites se présentent sous différentes formes : il y en a de fibreuses ou formées en rayons comme si elles étaient cristallisées, et par là elles ressemblent à la zéolithe. Il y en a d'autres qui paraissent formées par couches successives, mais qui ne diffèrent des premières que par leur apparence extérieure. Nous en donnerons des notions plus précises lorsque nous traiterons des stalactites métalliques.

Les mines de Souxon en Sibérie sont fort considérables, et s'étendent à plus de trente lieues; elles sont situées dans des collines qui ont environ cent toises de hauteur, et paraissent en suivre la pente: toutes ne donnent guère que quatre livres de cuivre par quintal. Ces mines de Souxon sont de troisième et dernière formation; car on les trouve dans le sable, et même dans des bois fossiles qui sont tachés de bleu et de vert, et dans l'intérieur desquels la mine de cuivre a formé des cristaux. Il en est de même des mines de cuivre des monts Riphées; on ne les exploite qu'au pied des montagnes, où le minerai de cuivre se trouve avec des

matières calcaires, et suit, comme celles de Souxon, la pente des montagnes jusqu'à la rivière.

A Kamtschatka, où de temps immémorial les habitants étaient aussi sauvages que ceux de l'Amérique septentrionale, il se trouve encore du cuivre natif en masse et en débris; et une des îles voisines de celle de Behring où ce métal se trouve en morceaux sur le rivage, en a pris le nom d'*île de Cuivre*.

La Chine est peut-être encore plus riche que la Sibérie en bonnes mines de cuivre; c'est surtout dans la province d'Yn-Nan qu'il s'en trouve en plus grande quantité : et il paraît que, quoiqu'on ait très-anciennement fouillé ces mines, elles ne sont pas épuisées; car on en tire encore une immense quantité de métal. Les Chinois distinguent trois espèces de cuivre qu'ils prétendent se trouver naturellement dans leurs différentes mines : 1° le cuivre rouge ou cuivre commun, et qui est du cuivre de première formation ou de cémentation; 2° le cuivre blanc, qu'ils assurent avoir toute sa blancheur au sortir de la mine, et qu'on a peine à distinguer de l'argent lorsqu'il est employé; ce cuivre blanc est aigre, et n'est vraisemblablement qu'un mélange de cuivre et d'arsenic; 3° le *tombac*, qui ne paraît être, au premier coup d'œil, qu'une simple mine de cuivre, mais qui est mêlé d'une assez grande quantité d'or (1). Il se trouve une de ces mines de tombac fort abondante dans la province de Hu-Quang. On fait de très-beaux ouvrages avec ce tombac, et en général on ne consomme nulle part plus de cuivre qu'à la Chine, pour les canons, les cloches, les instruments, les monnaies, etc. Cependant le cuivre est encore plus commun au Japon qu'à la Chine; les mines les plus riches et qui donnent le métal le plus fin et le plus ductile sont dans la province de Kijnok et de Surunga, et cette dernière doit être regardée comme une mine de tombac, car elle tient une bonne quantité d'or. Les Japonais tirent de leurs mines une si grande quantité de cuivre, que les Européens, et particulièrement les Hollandais, en achètent pour les transporter et en faire commerce; mais autant le cuivre rouge est commun dans ces îles du Japon, autant le cuivre jaune ou laiton y est rare, parce qu'on n'y trouve point de mine de zinc, et qu'on est obligé de tirer du Tonquin ou d'encore plus loin la calamine ou le zinc nécessaire à cet alliage.

Enfin, pour achever l'énumération des principales mines de cuivre de l'Asie, nous indiquerons celles de l'île Formose, qui sont si abondantes au rapport des voyageurs, qu'une seule de ces mines pourrait suffire à tous les besoins et usages de ces insulaires. La plus riche est celle de Peorko; le minéral est du cuivre rouge, et paraît être de première formation.

Nous ne ferons que citer celles de Macassar dans les îles Célèbes, celles de l'île de Timor, et enfin celles de Bornéo, dont quelques-unes sont mêlées d'or et donnent du

(1) L'*aurichalcum* de Pline paraît être une espèce de tombac, qu'il désigne comme un cuivre naturel, d'une qualité particulière et plus excellente que le cuivre commun, mais dont les veines étaient déjà depuis longtemps épuisées : In Cypro prima æris inventio; mox vilitas, reperto in aliis terris præstantiore, maxime aurichaleo, » quod præcipuam bonitatem admirationemque diu obtinuit; nec reperitur longo jam tempore, effœta tellure. » (Lib. XXXIV, cap. 44.)

tombac, comme celles de la province de Surunga au Japon, et de Hu-Quang à la Chine.

En Afrique, il y a beaucoup de cuivre, et même du cuivre primitif. Marmol parle d'une mine riche qui était, il y a près de deux siècles, en pleine exploitation dans la province de Sus au royaume de Maroc, et il dit qu'on en tirait beaucoup de cuivre et de laiton qu'on transportait en Europe; il fait aussi mention des mines du mont Atlas, dans la province de Sahara, où l'on fabriquait des vases de cuivre et de laiton. Ces mines de la Barbarie et du royaume de Maroc fournissent encore aujourd'hui une très-grande quantité de ce métal, que les Africains ne se donnent pas la peine de raffiner, et qu'ils nous vendent en cuivre brut. Les montagnes des îles du Cap-Vert contiennent aussi des mines de cuivre; car il en découle plusieurs sources dont les eaux sont chargées d'une grande quantité de parties cuivreuses qu'il est aisé de fixer et de recueillir par la cémentation. Dans la province de Bambouc, si abondante en or, on trouve aussi beaucoup de cuivre, et particulièrement dans les montagnes de Radschinkadbar, qui sont d'une prodigieuse hauteur. Il y a aussi des mines de cuivre dans plusieurs endroits du Congo et à Benguela; l'une des plus riches de ces contrées est celle de la *baie des Vaches*, dont le cuivre est très-fin. On trouve de même des mines de ce métal en Guinée, au pays des Insijesses, et enfin dans les terres des Hottentots. Kolbe fait mention d'une mine de cuivre qui n'est qu'à une lieue de distance du cap, dans une très-haute montagne, dont on dit que le minéral est pur et très-abondant. Cette mine, située dans une si haute montagne, est sans doute de première formation comme celle de Bambouc, et comme la plupart des autres mines de cuivre de l'Afrique; car quoique les Maures, les Nègres et surtout les Abyssins aient eu de temps immémorial des instruments de ce métal, leur art ne s'étend guère qu'à fondre le cuivre natif ou celui de troisième formation, et ils n'ont pas tenté de tirer ce métal des mines pyriteuses de seconde formation, qui exigent de grands travaux pour être réduites en métal.

Mais c'est surtout dans le continent du Nouveau Monde, et particulièrement dans les contrées de tout temps inhabitées, que se trouvent en grand nombre les mines de cuivre de première formation. Nous avons déjà cité quelques lieux de l'Amérique septentrionale où l'on a rencontré de gros blocs de cuivre natif et presque pur: on en trouvera beaucoup plus à mesure que les hommes peupleront ces déserts; car, depuis que les Espagnols se sont habitués au Pérou et au Chili, on en a tiré une immense quantité de cuivre; partout on a commencé par les mines de première formation, qui sont les plus aisées à fondre. Frézier, témoin judicieux, rapporte « que dans une montagne qui est à douze lieues de Pampas du Paraguay, et à cent lieues de la Conception, l'on a découvert des mines de cuivre si singulières, qu'on en a vu des blocs ou pépites de plus de cent quintaux; que ce cuivre est si pur, que d'un seul morceau de quarante quintaux on a fait six canons de campagne de six livres de balles chacun, pendant qu'il était à la Conception: qu'au reste, il y a dans cette même montagne du cuivre pur et du cuivre imparfait, et en pierres mêlées de cuivre. »

C'est aux environs de Coquimbo que les mines de cuivre sont en plus grand nombre, et elles sont en même temps si abondantes, qu'une seule, quoique travaillée depuis longtemps, fournit encore aujourd'hui tout le cuivre qui se consomme à la côte du Chili et du Pérou. Il y a aussi plusieurs autres mines de cuivre à Carabaña et dans le corrégiment de Copiapo. Ces mines de cuivre du Pérou sont presque toujours mêlées d'argent, en sorte que souvent on leur donne le nom de *mines d'argent*; et on a observé qu'en général toutes les mines d'argent du Pérou sont mêlées de cuivre, et que toutes celles de cuivre le sont d'argent. Mais ces mines de cuivre du Pérou sont en assez petit nombre, et beaucoup moins riches que celles du Chili; car M. Bowles les compare à celles qu'on travaille actuellement en Espagne. Dans le Mexique, au canton de Kolima, il se trouve des mines de deux sortes de cuivre: l'une si molle et si ductile, que les habitants en font de très-beaux vases; l'autre si dure, qu'ils l'emploient au lieu de fer pour les instruments d'agriculture. Enfin l'on trouve des mines de cuivre à Saint-Domingue, et du cuivre en métal et de première formation au Canada et dans les parties plus septentrionales de l'Amérique, comme chez les Michillimakinacs, et aux environs de la rivière Danoise, à la baie d'Hudson. Il y a d'autres mines de cuivre de seconde formation aux Illinois et aux Sioux; et quoique les voyageurs ne disent pas qu'il se trouve en Amérique des mines de tombac comme en Asie et en Afrique, cependant les habitants de l'Amérique méridionale ont des anneaux, des bracelets et d'autres ornements d'une matière métallique qu'ils nomment *caracoli*, et que les voyageurs ont regardée comme un mélange de cuivre, d'argent et d'or, produit par la nature. Il est vrai que ce *caracoli* ne se rouille ni ne se ternit jamais; mais il est aigre, grenu et cassant: on est obligé de le mêler avec de l'or pour le rendre plus doux et plus traitable. Il est donc entré de l'arsenic ou de l'étain dans cet alliage; et si le *caracoli* n'est pas de la platine, ce ne peut être que du tombac altéré par quelque minéral, d'autant que le relateur ajoute: « que les Européens ont voulu imiter ce métal en mêlant six parties d'argent, trois de cuivre, et une d'or; mais que cet alliage n'approche pas encore de la beauté du *caracoli* des Indiens, qui paraît comme de l'argent surdoré légèrement avec quelque chose d'éclatant, comme s'il était un peu enflammé. » Cette couleur rouge et brillante n'est point du tout celle de la platine; et c'est ce qui me fait présumer que ce *caracoli* des Américains est une sorte de tombac, un mélange d'or, d'argent et de cuivre, dont la couleur s'est peut-être exaltée par l'arsenic.

Les régions d'où l'on tire actuellement la plus grande quantité de cuivre sont le Chili, le Mexique et le Canada en Amérique, le royaume de Maroc et les autres provinces de Barbarie en Afrique, le Japon et la Chine en Asie, et la Suède en Europe. Partout on doit employer, pour extraire ce métal, des moyens différents, suivant la différence des mines: celles du cuivre primitif ou de première formation par le feu ou celles de décomposition par l'eau, et qui toutes sont dans l'état métallique, n'ont besoin que d'être fondues une seule fois pour être réduites en très-bon métal; elles donnent par conséquent un grand produit à peu de frais. Après les mines

primordiales, qui coûtent le moins à traiter, on doit donc s'attacher à celles où le cuivre se trouve atténué, très-divisé, et où néanmoins il conserve son état métallique : telles sont les eaux chargées de parties cuivreuses, qui découlent de la plupart de ces mines. Le cuivre charrié par l'eau y est dissous par l'acide vitriolique; et cet acide s'attachant au fer qu'on plonge dans cette eau, et le détruisant peu à peu, quitte en même temps le cuivre, et le laisse à la place du fer. On peut donc facilement tirer le cuivre de ces eaux qui en sont chargées, en y plongeant des lames de fer, sur lesquelles il s'attache en atomes métalliques, qui forment bientôt des incrustations massives. Ce cuivre de cémentation donne, dès la première fonte, un métal aussi pur que celui du cuivre primitif. Ainsi, l'on peut assurer que de toutes les mines de cuivre, celles de première et celles de dernière formation sont les plus aisées à traiter et aux moindres frais.

Lorsqu'il se trouve dans le courant de ces eaux cuivreuses des matières ferrugineuses aimantées ou attirables à l'aimant, et qui, par conséquent, sont dans l'état métallique ou presque métallique, il se forme à la surface de ces masses ferrugineuses une couche plus ou moins épaisse de cuivre. Cette cémentation, faite par la nature, donne un produit semblable à celui de la cémentation artificielle; c'est du cuivre presque pur, et que nos minéralogistes ont aussi appelé *cuivre natif*, quoique ce nom ne doive s'appliquer qu'au cuivre de première formation produit par le feu primitif. Au reste, comme il n'existe dans le sein de la terre que très-peu de fer en état métallique, ce cuivre produit par cette cémentation naturelle n'est aussi qu'en petite quantité, et ne doit pas être compté au nombre des mines de ce métal.

Après la recherche des mines primitives de cuivre et des eaux cuivreuses qui méritent préférence par la facilité d'en tirer le métal, on doit s'attacher aux mines de troisième formation, dans lesquelles le cuivre décomposé par les éléments humides est plus ou moins séparé des parties pyriteuses, c'est-à-dire du soufre et du fer, dont il est surechargé dans tous ses minerais de seconde formation. Les mines de cuivre vitreuses et soyeuses, celles d'azur et de malaclites, celles de bleu et de vert de montagne, etc., sont toutes de cette troisième formation; elles ont perdu la forme pyriteuse, et en même temps une partie du soufre et du fer qui est la base de toute pyrite. La nature a fait ici, par la voie humide et à l'aide du temps, cette séparation que nous ne faisons que par le moyen du feu; et comme la plupart de ces mines de troisième formation ne contiennent qu'en petite quantité des parties pyriteuses, c'est-à-dire des principes du soufre, elles ne demandent aussi qu'un ou deux feux de grillage, et se réduisent ensuite en métal dès la première fonte.

Enfin, les plus rebelles de toutes les mines de cuivre, les plus difficiles à extraire, les plus dispendieuses à traiter, sont les mines de seconde formation, dans lesquelles le minerai est toujours dans un état plus ou moins pyriteux; toutes contiennent une certaine quantité de fer, et plus elles en contiennent, plus elles sont réfractaires, et malheureusement ces mines sont, dans notre climat, les plus communes, les plus étendues, et souvent, les seules qui se présentent à nos recherches : il

Saxe, sont de cette nature; elles se trouvent quelquefois mêlées de mines en cristaux; mais d'ordinaire ces mines en pierre sont seules, et se trouvent en filons, en couches, en rognons, en grenailles; souvent le roc qui les renferme est si dur, qu'on ne peut le faire éclater qu'en le pétardant avec la poudre, et qu'on est quelquefois obligé de le calciner auparavant pour l'attendrir, en faisant un grand feu pendant plusieurs jours dans l'excavation de la mine; ensuite, lorsqu'on en a tiré les bloes, on est obligé de les faire griller avant de les broyer sous le bocard, où la mine se lave en même temps qu'elle se réduit en poudre; et il faut encore faire griller cette poudre métallique avant qu'on puisse la réduire en métal.

Si la mine d'étain, ce qui est assez rare, se trouve mêlée d'argent, on ne peut séparer ces deux métaux qu'en faisant vitrifier l'étain (1) : si elle est mêlée de minerai de cuivre, la mine d'étain, plus pesante que celle du cuivre, s'en sépare par le lavage; mais lorsqu'elle est mêlée avec la mine de fer, on n'a pas trouvé d'autre moyen de séparer ces deux métaux qu'en les broyant à sec, et en tirant ensuite le fer au moyen de l'aimant.

Après que le minerai d'étain a été grillé et lavé, on le porte au fourneau de fusion, qu'on a eu soin de bien chauffer auparavant; on le remplit en parties égales de charbon et de mine humectée; on donne le feu pendant dix ou douze heures; après quoi l'on perce le creuset du fourneau pour laisser couler l'étain, qu'on reçoit dans les lingotières; on recueille aussi les scories pour les refondre et en retirer le métal qu'elles ont retenu, et qu'on ne peut obtenir en entier que par plusieurs fusions. En Saxe, l'on fond ordinairement dix-huit ou vingt quintaux de mine en vingt-quatre heures : mais il est très-nécessaire de faire bien griller et calciner le minerai avant de le porter au fourneau de fusion, afin d'en faire sublimer, autant qu'il est possible, l'arsenic, qui s'y trouve si intimement mêlé, qu'on n'a pu trouver encore le moyen de l'enlever en entier et de le séparer entièrement de l'étain; et comme les mines de ce métal sont toutes plus ou moins arsenicales, il faut non-seulement les griller, les broyer et les laver une première fois, mais réitérer ces mêmes opérations deux, trois et quatre fois, selon que le minerai est plus ou moins chargé d'arsenic, qui, dans l'état de nature, paraît faire partie constituante de ces

(1) De tous les moyens que l'on indique pour séparer l'argent de l'étain, le meilleur et le plus simple est d'employer le fer. M. Grosse a trouvé ce moyen en essayant une sorte de plomb, pour voir s'il pouvait être employé aux coupelles, car on s'était aperçu qu'il était allié d'étain. Il jeta dessus de la limaille de fer et donna un bon feu.... En peu de temps le plomb se couvrit d'une nappe formée par l'étain et le fer; alors il est bon d'ajouter un peu de sel alcali fixe pour faciliter la séparation de ces scories d'avec le régule. Cette pratique peut être employée à séparer l'étain de l'argent; mais avant d'y ajouter le fer, il faut y mettre le plomb, sans quoi la fonte se ferait difficilement, et même imparfaitement, parce que l'étain se calcinerait sans se séparer de l'argent. Il n'y a point de meilleur moyen de remédier aux coupelles dont le plomb se hérissé ou végète à l'occasion de l'étain.

Mais si l'on avait de l'or et de l'argent alliés d'étain, il faudrait calciner vivement ces métaux dans un creuset, afin de vitrifier l'étain; et ensuite, pour enlever ce verre d'étain, ou même pour perfectionner sa vitrification, il suffirait de jeter dans le creuset un peu de verre de plomb. (M. Grosse, cité par M. Hellot, dans le *Traité de la fonte des mines* de Schlutter, tome I, page 226.)

Ce procédé pour la calcination de l'étain ne peut se faire dans un creuset que très-lentement et par une manœuvre pénible; au lieu que cette opération se fait facilement, promptement et complètement sur un têt à rôtir. (Note communiquée par M. de Morveau.)

mines. Ainsi l'étain et l'arsenic, dès les premiers temps de la formation des mines par l'action du feu primitif, ont été incorporés ensemble, et comme il ne faut qu'un très-médiocre degré de chaleur pour tenir l'étain en fusion, il aura été entièrement calciné par la violente chaleur du feu primitif : et c'est par cette raison qu'on ne le trouve nulle part dans le sein de la terre sous sa forme métallique ; et comme il a plus d'affinité avec l'arsenic qu'avec toute autre matière, leurs parties calcinées et leurs vapeurs sublimées se seront mutuellement saisies, et ont formé les mines primordiales, dans lesquelles l'étain n'est mêlé qu'avec l'arsenic seul ; celles qui contiennent des parties pyriteuses sont de seconde formation, et ne se sont établies qu'après les premières ; elles doivent, comme toutes les mines pyriteuses, leur formation et leur position à l'action et au mouvement des eaux. Les premières mines d'étain se trouvent par cette raison en filons dans les montagnes quartzieuses produites par le feu, et les secondes dans les montagnes à couches formées par le dépôt des eaux.

Lorsque l'on jette la mine d'étain au fourneau de fusion, il faut tâcher de la faire fondre le plus vite qu'il est possible, pour empêcher la calcination du métal, qu'on doit aussi avoir soin de couvrir de poudre de charbon au moment qu'il est réduit en fonte, car à peine est-il en fusion que sa surface se change en chaux grise, qui devient blanche en continuant le feu. Cette chaux, dans le premier état, s'appelle *cen dre d'étain*, et dans le second on la nomme *potée*. Lorsque cette dernière chaux ou potée d'étain a été bien calcinée, elle est aussi réfractaire au feu que les os calcinés : on ne peut la fondre seule qu'à un feu long et très-violent ; elle s'y convertit en un verre laiteux, semblable par la couleur à la calcédoine ; et lorsqu'on la mêle avec du verre, elle entre, à la vérité, dans l'émail qui résulte de cette fusion, mais sans être vitrifiée. C'est avec cette potée d'étain, mêlée de matières vitrifiables, que l'on fait l'émail le plus blanc de nos belles faïences.

Lorsque les mines d'étain contiennent beaucoup d'arsenic, et qu'on est obligé de les griller et de les calciner à plusieurs reprises, on recueille l'arsenic en faisant passer la fumée de cette mine en calcination par des cheminées fort inclinées : les parties arsenicales s'attachent aux parois de ces cheminées, dont il est ensuite aisé de les détacher en les raclant.

On peut imiter artificiellement ces mines d'étain (1) en mêlant avec ce métal de l'arsenic calciné ; et même ce minéral ne manque jamais d'opérer la calcination de l'étain et de se mêler intimement avec sa chaux lorsqu'on la traite au feu avec ce métal ; ce qui nous prouve que c'est de cette manière que la nature a produit ces mines d'étain, et que c'est à la calcination de ces deux substances par le feu primitif qu'est due leur origine : les parties métalliques de l'étain se sont réunies avec l'arsenic, et de la décomposition de ces mines par les éléments humides, ont ré-

(1) M. Monnet fait entrer du fer en quantité dans la composition de la mine artificielle d'étain. On pourrait donc croire, avec quelque fondement, qu'il en est de l'étain comme du cuivre, et que l'arsenic ne leur adhère si fortement que par le fer que les mines de ces deux métaux contiennent.

sulté les mines de seconde formation, qui toutes sont mêlées de pyrites décomposées et d'arsenic. Ainsi, dans toutes ces mines, l'étain n'est ni dans son état de métal, ni même minéralisé par les principes du soufre ; il est toujours dans son état primitif de chaux, et il est simplement uni avec l'arsenic. Dans les mines de seconde formation, la chaux d'étain est non-seulement mêlée d'arsenic, mais encore de fer et de quelques matières métalliques, telles que le cuivre, le zinc et le cobalt.

La nature n'ayant produit l'étain qu'en chaux, et point du tout sous la forme métallique, c'est uniquement à nos recherches et à notre art que nous devons la connaissance et la jouissance de ce métal utile. Il est d'un très-beau blanc, quoique moins brillant que l'argent ; il a peu de dureté ; il est même, après le plomb, le plus mou des métaux : on est obligé de mêler un peu de cuivre avec l'étain, pour lui donner la fermeté qu'exigent les ouvrages qu'on en veut faire ; par ce mélange il devient d'autant plus dur qu'on augmente davantage la proportion du cuivre ; et lorsqu'on mêle avec ce dernier métal une certaine quantité d'étain, l'alliage qui en résulte, auquel on donne le nom d'*airain* ou de *bronze*, est beaucoup plus dur, plus élastique et plus sonore que le cuivre même.

Quoique tendre et mou lorsqu'il est pur, l'étain ne laisse pas de conserver un peu d'aigreur ; car il est moins ductile que les métaux plus durs, et il fait entendre, lorsqu'on le plie, un petit cri ou craquement qui n'est produit que par le frottement entre ses parties constituantes, et qui semble annoncer leur désunion : cependant on a quelque peine à le rompre, et on peut le réduire en feuilles assez minces, quoique la ténacité ou la cohérence de ses parties ne soit pas grande ; car un fil d'étain d'un dixième de pouce de diamètre se rompt sous moins de cinquante livres de poids : sa densité, quoique moindre que celle des cinq autres métaux, est cependant proportionnellement plus grande que sa ténacité ; car un pied cube d'étain pèse cinq cent dix ou cinq cent onze livres. Au reste, la pesanteur spécifique de l'étain qui est dans le commerce varie suivant les différents endroits où on le fabrique ; celui qui nous vient d'Angleterre est plus pesant que celui d'Allemagne et de Suède.

L'étain rend par le frottement une odeur désagréable ; mis sur la langue, sa saveur est déplaisante : ces deux qualités peuvent provenir de l'arsenic, dont il est très-rare qu'il soit entièrement purgé ; l'on s'en aperçoit bien par la vapeur que ce métal répand en entrant en fusion : c'est une odeur à peu près semblable à celle de l'ail, qui, comme l'on sait, caractérise l'odeur des vapeurs arsenicales.

L'étain résiste plus que les autres métaux imparfaits à l'action des éléments humides ; il ne se convertit point en rouille comme le fer, le cuivre et le plomb ; et quoique sa surface se ternisse à l'air, l'intérieur demeure intact, et sa superficie se ternit d'autant moins qu'il est plus épuré : mais il n'y a point d'étain pur dans le commerce ; celui qui nous vient d'Angleterre est toujours mêlé d'un peu de cuivre, et celui que l'on appelle *étain fin* ne laisse pas d'être mêlé de plomb.

Quoique l'étain soit le plus léger des métaux, sa mine, dans laquelle il est tou-

jours en état de chaux, est spécifiquement plus pesante qu'aucune de celles des autres métaux minéralisés, et il paraît que cette grande pesanteur provient de son intimité d'union avec l'arsenic; car, en traitant ces mines, on a observé que les plus pesantes sont celles qui contiennent en effet une plus grande quantité de ce minéral. Les minerais d'étain, soit en pierre, soit en cristaux, soit en poudre ou sablon, sont donc toujours mêlés d'arsenic; mais souvent ils contiennent aussi du fer. Ils sont de différentes couleurs; les plus communs sont les noirs et les blancs: mais lorsqu'on les broie, leurs couleurs s'exaltent, et ils deviennent plus ou moins rouges par cette comminution. Au reste, les sables ou poudres métalliques qu'on trouve souvent dans les mines d'étain n'en sont que des détriments; et quelquefois ces détriments sont si fort altérés, qu'ils ont perdu toute consistance, et presque toutes les propriétés métalliques. Les mineurs ont appelé *mundick* cette poussière, qu'ils rejettent comme trop appauvrie, et dont en effet on ne peut tirer avec beaucoup de travail qu'une très-petite quantité d'étain; la substance de ce *mundick* n'est pour la plus grande partie que l'arsenic décomposé.

Comme l'étain ne se trouve qu'en quelques contrées particulières, et que ses mines en général sont assez difficiles à extraire et à traiter, on peut croire avec fondement que ce métal n'a été connu et employé que longtemps après l'or, l'argent et le cuivre, qui se sont présentés dès les premiers temps sous leur forme métallique. On peut dire la même chose du plomb et du fer; ces métaux n'ont vraisemblablement été employés que les derniers. Néanmoins la connaissance et l'usage des six métaux datent de plus de trois mille cinq cents ans, ils sont tous nommés dans les livres sacrés; les armes d'Achille, faites par Vulcain, étaient de cuivre allié d'étain (1). Les Hébreux et les anciens Grecs ont donc employé ce dernier métal (2); et comme les grandes Indes leur étaient inconnues, et qu'ils n'avaient commerce avec les nations étrangères que par les Phéniciens (3), il est à présumer qu'ils tiraient cet étain d'Angleterre, ou qu'il y avait dans ce temps des mines de ce métal en exploitation dans l'Asie-Mineure, lesquelles depuis ont été abandonnées (4). Actuellement on ne connaît en Europe, ou plutôt on ne travaille les mines d'étain qu'en Angleterre et en quelques provinces d'Allemagne; ces mines sont très-abondantes et comme accumulées les unes auprès des autres

(1) Homère nous dit aussi que les héros de Troie couvraient de plaques d'étain la tête des chevaux attelés à leur char de bataille: mais il ne paraît pas qu'au temps du siège de Troie les Grecs se servissent de vases d'étain sur leur table; car Homère, si fidèle à représenter toutes les coutumes, ne dit rien à ce sujet, tandis qu'il fait plus d'une fois mention des chaudrons d'airain dans lesquels les capitaines et les soldats faisaient cuire leur viande.

(2) Les anciens Romains se servaient de miroirs d'étain que l'on fabriquait à Brindes, et il y a toute apparence que cet étain était mêlé de bismuth. « *Specula ex stanno laudatissima Brundisii temperabantur, donec argenteis uti cœpere et ancillæ.* (Plin. lib. XXXIV, cap. 17.)

(3) Le prophète Ézéchiel, en s'adressant à la ville de Tyr, lui dit: « Les Carthaginois trafiquaient avec vous; ils vous apportaient toutes sortes de richesses, et remplissaient vos marchés d'argent, de plomb et d'étain. » (Chapitre XXVII, verset 12.)

(4) Woodware prétend, peut-être pour l'honneur de sa nation, que les anciens Bretons faisaient commerce avec les Phéniciens, et leur fournissaient de l'étain dès la plus haute antiquité; mais ce savant naturaliste ne cite pas les garants de ce fait.

dans ces contrées : ce n'est pas qu'il n'y en ait ailleurs ; mais elles sont si pauvres en comparaison de celles de Cornouailles en Angleterre, et de celles de Bohême et de Saxe, qu'on les a négligées ou tout à fait oubliées.

En France, on a reconnu des mines d'étain dans la province de Bretagne ; et comme elle n'est pas fort éloignée de Cornouailles, il paraît qu'on pourrait y chercher ces mines avec espérance de succès : on en a aussi trouvé des indices en Anjou, au Gévaudan et dans le comté de Foix ; on en a reconnu en Suisse : mais aucune de ces mines de France ou de Suisse n'a été suivie ni travaillée. En Suède, on a découvert et exploité deux mines d'étain qui se sont trouvées assez riches en métal : mais les plus riches de toute l'Europe sont celles des provinces de Cornouailles et de Devon en Angleterre, et néanmoins ces mines paraissent être de seconde ou de troisième formation ; car on y a trouvé des débris de végétaux et même des arbres entiers : elles sont en couches ou veines très-voisines, et d'une longue étendue, toutes dans la même direction, de l'est à l'ouest, comme sont aussi toutes les veines de charbon de terre et autres matières anciennement entraînées et déposées par le mouvement des mers ; et ces veines d'étain courent, pour la plupart, à la surface du terrain, et ne descendent guère qu'à quarante ou cinquante toises de profondeur ; elles gisent dans des montagnes à couches de médiocre hauteur ; et leurs débris, entraînés par les eaux pluviales, se retrouvent dans les vallons en si grande quantité, qu'il y a souvent plus de profit à les ramasser qu'à fouiller les mines dont ils proviennent. Ces veines très-longues en étendue, ont peu de largeur ; il y en a qui n'ont que quelques pouces, et les plus larges n'ont que six ou sept pieds. Elles sont dans un roc dur, dans lequel on trouve quelquefois des cristaux blancs et transparents, qu'on nomme improprement *diamants de Cornouailles*. M. Jars et M. le baron de Dietrich, qui ont observé la plupart de ces mines, ont reconnu qu'elles étaient quelquefois mêlées de minerais de cuivre, et que souvent les mines de cuivre sont voisines de celles de l'étain ; et on a remarqué de plus que, comme toutes les mines d'étain contiennent de l'arsenic, les vapeurs qui s'élèvent de leurs fosses sont très-nuisibles et quelquefois mortelles.

De temps immémorial, les Anglais ont su tirer grand parti de leurs mines d'étain ; ils savent les traiter pour le plus grand profit ; ils ne font pas de commerce ni peut-être d'usage de l'étain pur ; ils le mêlent toujours avec une petite quantité de plomb ou de cuivre. « Lorsque la mine d'étain, dit M. Geoffroy, a reçu toutes les préparations qui doivent la disposer à être fondue, on procède à cette dernière opération dans un fourneau à manche... On refond cet étain, qui est en gâteaux, pour le couler dans des moules de pierre carrés et oblongs, et c'est ce qu'on appelle *saumons*. Ces saumons sont plus ou moins fins, suivant les endroits où l'on en coupe pour faire des épreuves : le dessus ou la *crème* du saumon est très-douce et si pliante, qu'on ne peut la travailler seule ; on est obligé d'y mêler du cuivre, dont elle peut porter jusqu'à trois livres sur cent, et quelquefois jusqu'à cinq livres. Le milieu du saumon est plus dur, et ne peut porter que deux livres de cuivre ; et le fond est si aigre, qu'il y faut joindre du plomb pour le travailler. L'étain ne sort

point d'Angleterre dans sa pureté naturelle, ou tel qu'il a coulé dans le fourneau ; il y a des défenses très-rigoureuses de le transporter dans les pays étrangers avant qu'il ait reçu l'alliage porté par la loi. »

Quelques-uns de nos habiles chimistes, et particulièrement MM. Bayen et Charlard, ont fait un grand nombre d'expériences sur les différents étains qui sont dans le commerce ; ils ont reconnu que l'étain d'Angleterre en gros saumons, ainsi qu'en petits lingots, mis dans une retorte, ou dans un vaisseau clos, pour subir l'action du feu, laisse échapper une petite quantité de matière blanche qui s'attache au col de la retorte, et qui n'est point du tout arsenicale : ils ont trouvé que cet étain n'est pas allié de cuivre pur, mais de laiton ; car ils en ont tiré non-seulement un sel à base de cuivre, mais un nitre à base de zinc. Cette dernière remarque de MM. Bayen et Charlard s'accorde très-bien avec l'observation de M. Jars, qui dit qu'outre le plomb et le cuivre, les ouvriers mêlent quelquefois du zinc avec l'étain et qu'ils préfèrent la limaille du laiton ; qu'il n'en faut qu'une demi-livre sur trois cents pesant d'étain pour le dégraisser, c'est-à-dire pour le rendre facile à planer : mais je ne puis me persuader que cette poudre blanche que l'étain laisse échapper ne soit point du tout arsenicale, puisqu'elle s'est sublimée, et que ce n'est point une simple chaux ; et quand même ce ne serait qu'une chaux d'étain, elle contiendrait toujours de l'arsenic. D'ailleurs, en traitant cet étain d'Angleterre avec l'eau régale, ou seulement avec l'acide marin, ces habiles chimistes ont trouvé qu'il contenait une petite quantité d'arsenic : ceci paraît donc infirmer leur première assertion sur cette *matière blanche qui s'attache au col de la retorte et qu'ils disent n'être nullement arsenicale*. Quoi qu'il en soit, on leur a l'obligation d'avoir recherché quelle pouvait être la quantité d'arsenic contenue dans l'étain dont nous faisons usage ; ils se sont assurés qu'il n'y en a tout au plus qu'un grain sur une once ; et l'on peut, en suivant leurs procédés, connaître au juste la quantité d'arsenic que tout étain contient.

Les mines d'étain de Saxe, de Misnie, de Bohême et de Hongrie, gisent, comme celles d'Angleterre, dans les montagnes à couches, et à une médiocre profondeur : elles ne sont ni aussi riches, ni aussi étendues que celles de Cornouailles ; l'étain qu'on en tire est néanmoins aussi bon, et même les Allemands prétendent qu'il est meilleur pour l'étamage ; on peut douter que cette prétention soit fondée, le peu de commerce qui se fait de cet étain d'Allemagne prouve assez qu'il n'est pas supérieur à celui d'Angleterre.

Les cantons où se trouvent les meilleures mines de Saxe sont les montagnes de Mastersberg vers Boles-Schau : les veines sont à vingt-quatre toises de profondeur dans des rochers d'ardoise ; elles n'ont qu'une toise en largeur. Une de ces mines d'étain est couchée sur une mine très-riche de cuivre, que l'on en sépare en la cassant ; une autre à Breitenbrun vers la ville de Georgenstadt, qui est fort riche en étain, est néanmoins mêlée d'une grande quantité de fer, que l'on en tire au moyen de l'aimant, après l'avoir réduite en poudre. Le canton de Furstemberg est entouré de mines d'étain ; et dans le centre de cette même contrée il y a des mines

d'argent. Les mines d'étain d'Eibestok s'étendent dans une longueur de quelques lieues, et se fouillent à dix toises de profondeur ; elles sont mêlées de fer, et on y a quelquefois trouvé des paillettes d'or. Toute la montagne de Goyer est remplie de mines d'étain ; mais le roc qui les renferme est si dur, qu'on est obligé de le faire calciner par le feu avant d'en tirer les bloes. On trouve aussi des mines d'étain à Schneberg. Enfin, à Ancersberg, la plus haute montagne de toute la Saxe, il y en a une à vingt-huit toises de profondeur sur trois toises de largeur, dans un rocher d'ardoise : cette mine a produit en 1741 cinq cents quintaux d'étain.

En Bohême, à trois quarts de lieue de Platen, il se trouve une mine d'étain voisine d'une mine de fer, qui toutes deux sont dans un banc de grès à gros grains : et comme le minerai d'étain est mêlé de parties ferrugineuses, on le fait griller, après l'avoir broyé, pour en séparer le fer au moyen de l'aimant. Il se trouve aussi des mines d'étain dans le district d'Ellebagen et dans celui de Saltznet ; une autre à Schlackenwald, qui s'enfonce assez profondément. Enfin il y a aussi quelques veines d'étain dans les mines de Hongrie. On assure de même qu'il s'en trouve en Pologne : mais nous n'avons aucune notice assez circonstanciée de ces mines pour pouvoir en parler.

L'Asie est peut-être plus riche que l'Europe en étain : il s'en trouve en abondance à la Chine, au Japon et au Siam ; il y en a aussi à Macassar, à Malaca, Banca, etc. Cependant les Asiatiques ne font pas de ce métal autant d'usage que les Européens ; ils ne s'en servent guère que pour étamer le cuivre, ou faire de l'airain en alliant ces deux métaux ensemble : mais ils font commerce de l'étain avec nous ; et cet étain qui nous vient des Indes est plus fin que celui que nous tirons de l'Angleterre, parce qu'il est moins allié ; car l'on a observé que, dans leur état de pureté, ces étains d'Angleterre et des Indes sont également souples et difficiles à rompre. Cette flexibilité tenace donne un moyen facile de reconnaître si l'étain est purgé d'arsenic ; car dès qu'il contient une certaine quantité de cette mauvaise matière, il se rompt facilement.

Ainsi l'étain, comme tous les métaux, est un dans la nature, et les étains qui nous viennent de différents pays ne diffèrent entre eux que par le plus ou moins de pureté ; ils seraient absolument les mêmes s'ils étaient dépouillés de toute matière étrangère : mais comme ce métal, lorsqu'il est pur, ne peut être employé que pour l'étamage, et qu'il est trop mou pour pouvoir le planer et le travailler en lames, on est obligé de l'allier avec d'autres matières métalliques pour lui donner de la fermeté, et c'est par cette raison que dans le commerce il n'y a point d'étain pur.

Nous n'avons que peu ou point de connaissances des mines d'étain qui peuvent se trouver en Afrique, les voyageurs ont seulement remarqué quelques ouvrages d'étain chez les peuples de la côte de Natal, et il est dit dans les *Lettres édifiantes* qu'au royaume de Queda il y a de l'étain aussi blanc que celui de l'Angleterre, mais qu'il n'en a pas la solidité, et qu'on en fabrique des pièces de monnaie, qui

présent une livre et ne valent que sept sous : cet étain, qui n'a pas la solidité de celui d'Angleterre, est sans doute de l'étain dans son état de pureté.

En Amérique, les Mexicains ont autrefois tiré de l'étain des mines de leur pays : on en a trouvé au Chili, dans le eorrégiment de Copiapo. Au Pérou, les Incas en ont fait exploiter cinq mines dans le district des Charcas. « Il s'est trouvé quelquefois, dit Alphonse Barba, des minerais d'argent dans les mines d'étain, et toujours quantité de minerais de cuivre. » Il ajoute « qu'une des quatre principales veines de la mine de Potosi s'appelle *étain*, à cause de la quantité de ce métal qu'on trouve sur la superficie de la veine, laquelle peu à peu devient tout argent. » On voit encore par cet exemple que l'étain, comme le plus léger des métaux, les a presque toujours surmontés dans la fusion ou calcination par le feu primitif, et que les mines primordiales de ce métal servent pour ainsi dire de toit ou de couvert aux mines des autres métaux plus pesants.

L'étain s'allie par la fusion avec toutes les matières métalliques : il gâte l'argent, et l'or surtout, en leur ôtant leur ductilité, et ce n'est qu'en le calcinant qu'on peut le séparer de ces deux métaux ; il diminue aussi la ductilité du cuivre, et rend ces trois métaux aigres, sonores et cassants : il donne au plomb de l'aigreur et de la fermeté ; il s'unit très-bien au fer chauffé à un degré de chaleur médiocre ; et lorsqu'on le mêle par la fusion avec le fer, il ne le rend pas sensiblement plus aigre. Les métaux les plus ductiles sont ceux dont l'étain détruit le plus facilement la ténacité ; il ne faut qu'une très-petite dose d'étain pour altérer l'or et l'argent, tandis qu'il faut le mêler en assez grande quantité avec le cuivre et le plomb pour les rendre aigres et cassants. En fondant l'étain à partie égale avec le plomb, l'alliage est ce que les plombiers appellent de la *soudure*, et ils l'emploient en effet pour souder leurs ouvrages en plomb. Au reste, cet alliage mi-partie de plomb et d'étain ne laisse pas d'avoir un peu de ductilité.

L'étain mêlé par la fusion avec le bismuth, qui se fond encore plus aisément que ce métal, en devient plus solide, plus blanc et plus brillant ; et c'est probablement cet alliage de bismuth et d'étain que l'on connaît aux Indes sous le nom de *tulunac*.

Le régule d'antimoine donne à l'étain beaucoup de dureté, et le rend en même temps très-cassant ; il n'en faut qu'une partie sur trois cents d'étain pour lui donner de la rigidité, et l'on ne peut employer ce mélange que pour faire des cuillers, fourchettes, et autres ouvrages qui ne vont point sur le feu.

L'alliage de l'étain avec le zinc est d'une pesanteur spécifique moindre que la somme du poids des deux, tandis que l'alliage du zinc avec tous les autres métaux est au contraire d'une pesanteur spécifique plus grande que celle des deux matières prises ensemble.

L'étain s'unit avec l'arsenic et avec le cobalt ; il devient par ces mélanges plus dur, plus sonore et plus cassant. MM. Bayen et Charlard assurent qu'il ne faut qu'une deux cent cinquante-sixième partie d'arsenic fondue avec l'étain pour le rendre aigre et hors d'état d'être employé par les ouvriers. Si l'on mêle une partie

d'arsenic sur cinq d'étain pur, l'alliage est si fragile, qu'on ne peut l'employer à aucun usage, et une partie sur quinze forme un alliage qui présente de grandes facettes assez semblables à celles du bismuth, et qui est plus friable que le zinc, et moins fusible que l'étain.

Ainsi l'étain peut s'allier avec tous les métaux et les demi-métaux, et l'ordre de ses affinités est le fer, le cuivre, l'argent et l'or : et quoiqu'il se mêle très-bien par la fusion avec le plomb, il a moins d'affinité avec ce métal qu'avec les quatre autres.

L'étain n'a aussi que peu d'affinité avec le mercure ; cependant ils adhèrent ensemble dans l'étamage des glaces : le mercure reste interposé entre la feuille d'étain et le verre ; il donne aux glaces la puissance de réfléchir la lumière avec autant de force que le métal le mieux poli : cependant il n'adhère au verre que par simple contact, et son union avec la feuille d'étain est assez superficielle ; ce n'est point un amalgame aussi parfait que celui de l'or ou de l'argent, et *les boules de mercure*, auxquelles on attribue la propriété de purifier l'eau, sont moins un alliage ou un amalgame qu'un mélange simple et peu intime d'étain et de mercure.

L'étain s'unit au soufre par la fusion, et le composé qui résulte de cette mixtion est plus difficile à fondre que l'étain ou le soufre pris séparément.

Tous les acides agissent sur l'étain, et quelques-uns le dissolvent avec la plus grande énergie, on peut même dire qu'il est non-seulement dissous, mais calciné par l'acide nitreux ; et cet exemple, comme nombre d'autres, démontre assez que les acides n'agissent que par le feu qu'ils contiennent (1). Le feu de l'acide nitreux exerce son action avec tant de violence sur l'étain, qu'il le fait passer, sans fusion, de son état de métal à celui d'une chaux tout aussi blanche et tout aussi peu fusible que la *potée*, ou chaux produite par l'action d'un feu violent ; et quoique cet acide semble dévorer ce métal, il le rend néanmoins avec autant de facilité qu'il s'en est saisi ; il l'abandonne en s'élevant en vapeurs, et il conserve si peu d'adhésion avec cette chaux métallique, qu'on ne peut pas en former un sel. Le nitre projeté sur l'étain en fusion s'enflamme avec lui, et hâte sa calcination, comme il hâte aussi celle des autres métaux qui peuvent se calciner ou brûler.

L'acide vitriolique, au contraire, ne dissout l'étain que lentement et sans effervescence ; il faut même qu'il soit aidé d'un peu de chaleur pour que la dissolution commence ; et pendant qu'elle s'opère, il se forme du soufre qui s'élève en vapeurs blanches, et qui quelquefois surnage la liqueur comme de l'huile, et se précipite

(1) Je ne dois pas dissimuler que la raison des chimistes est ici bien différente de la mienne : ils disent que c'est en prenant le phlogistique de l'étain que l'acide nitreux le calcine, et ils prétendent le prouver, parce que, dans cette opération, l'acide prend les mêmes propriétés que lui donne le charbon, et que l'étain qui a passé dans l'acide nitreux, quoique non dissous, ne se laisse plus dissoudre ; et que par conséquent, en supposant dans cette opération que l'étain fût calciné par le feu de l'acide, il devrait brûler de nouveau, et que cependant il est de fait que la chaux d'étain et l'acide nitreux n'ont plus aucune action l'un sur l'autre. Cette raison des chimistes est tirée de leur système sur le phlogistique, qu'ils mettent en jeu partout, et lors même qu'il n'en est nul besoin. L'étain contient sans doute du feu et de l'air fixe, comme tous les autres métaux ; mais ici le feu contenu dans l'acide nitreux suffit, comme tout autre feu étranger, pour produire la calcination de ce métal, sans rien emprunter de son phlogistique.

par le refroidissement. Cette dissolution de l'étain par l'acide vitriolique donne un sel composé de cristaux en petites aiguilles entrelacées.

L'acide marin exige plus de chaleur que l'acide vitriolique pour dissoudre l'étain ; il faut que ce premier acide soit fumant : les vapeurs qui s'élèvent pendant cette dissolution assez lente ont une odeur arsenicale : la liqueur de cette dissolution est sans couleur, et limpide comme de l'eau ; elle se change presque tout entière en cristaux par le refroidissement. « L'étain, dit M. de Morveau, a une plus grande affinité avec l'acide marin que plusieurs autres substances métalliques, et même que l'argent, le mercure et l'antimoine, puisqu'il décompose leurs sels. L'étain mêlé avec le sublimé corrosif, dégage le mercure, même sans le secours de la chaleur, et l'on tire de ce mélange, à la distillation, un esprit de sel très-fumant, connu sous le nom de *liqueur de Libavius*. » Au reste, les cristaux qui se forment dans la dissolution de l'étain par l'acide marin se résolvent en liqueur par la plus médiocre chaleur, et même par celle de la température de l'air en été.

L'eau régale n'a pas besoin d'être aidée de la chaleur pour attaquer l'étain ; elle le dissout même en grande quantité. Une eau régale, faite de deux parties d'acide nitreux et d'une partie d'acide marin, dissout très-bien moitié de son poids d'étain en grenailles, même à froid ; en délayant cette dissolution dans une grande quantité d'eau, l'étain se sépare de l'acide sous la forme d'une chaux blanche ; lorsqu'on mêle cette dissolution avec une dissolution d'or faite de même par l'eau régale, et qu'on les délaie dans une grande quantité d'eau, il se forme un précipité de couleur de pourpre, connu sous le nom de *pourpre de Cassius*, et précieux par l'usage qu'on en fait pour les émaux. L'étain a donc non-seulement la puissance d'altérer l'or dans son état de métal, mais même d'en faire une espèce de chaux dans sa dissolution ; ce qu'aucun autre agent de la nature, ni même de l'art, ne peut faire. C'est aussi avec cette dissolution d'étain dans l'eau régale que l'on donne aux étoffes de laine la couleur vive et éclatante de l'écarlate ; sans cela le crocus moisi et le pourpre de la *cochenille* et de la *gomme laque* ne pourraient s'exalter par la couleur de feu.

Les acides végétaux agissent sur l'étain ; on peut même le dissoudre avec le vinaigre distillé ; la crème de tartre l'attaque plus faiblement ; l'alcali fixe en corrode la surface à l'aide d'un peu de chaleur ; mais selon M. de Morveau, il résiste complètement à l'action de l'alcali volatil.

Considérant maintenant les rapports de l'étain avec les autres métaux, nous voyons qu'il a tant d'affinité avec le fer et le cuivre, qu'il s'unit et s'incorpore avec eux sans qu'ils soient fondus ni même rougis à blanc ; ils retiendront l'étain fondu dès que leurs pores seront ouverts par la chaleur, et qu'ils commenceront à rougir ; l'étain enduira leur surface, y adhèrera, et même il la pénétrera et s'unira à elle plus intimement que par un simple contact : mais il faut pour cela que leur superficie soit nette et pure, c'est-à-dire nettoyée de toute crasse ou matière étrangère ; car en général les métaux ne contractent d'union qu'entre eux, et j

mais avec les autres substances. Il faut de même que l'étain que l'on veut appliquer à la surface du fer ou du cuivre soit purgé de toute matière hétérogène, et qu'il ne soit que fondu et point du tout calciné; et comme le degré de chaleur qu'on donne au fer et au cuivre pour recevoir l'étamage ne laisserait pas de calciner les parties de l'étain au moment de leur contact, on enduit ces métaux avec de la poix-résine ou de la graisse qui revivifie les parties calcinées, et conserve à l'étain fondu son état de métal assez de temps pour qu'on puisse l'étendre sur toute la surface que l'on veut étamer.

Au reste, cet art de l'étamage, quoique aussi universellement répandu qu'anciennement usité (1), et qu'on n'a imaginé que pour parer aux effets funestes du cuivre, devrait néanmoins être proscrit ou du moins soumis à un règlement de police, si l'on avait plus soin de la santé des hommes; car les ouvriers mêlent ordinairement un tiers de plomb dans l'étain pour faire leur étamage sur le cuivre, que les graisses, les beurres, les huiles et les sels, changent en vert-de-gris : or, le plomb produit des effets à la vérité plus lents, mais tout aussi funestes que le cuivre. On ne fait donc que substituer un mal au mal qu'on voulait éviter, et que même on n'évite pas en entier; car le vert-de-gris perce en peu de temps le mince enduit de l'étamage, et l'on serait épouvanté si l'on pouvait compter le nombre des victimes du cuivre dans nos laboratoires et nos cuisines. Aussi, le fer est-il bien préférable pour ces usages domestiques; c'est le seul de tous les métaux imparfaits qui n'ait aucune qualité funeste : mais il noircit les viandes et tous les autres mets; il lui faut donc un étamage d'étain pur, et l'on pourrait, comme nous l'avons dit, s'assurer par l'eau régale, s'il est exempt d'arsenic, et n'employer à l'étamage du fer que de l'étain épuré et éprouvé.

On se sert de résine, de graisse, et plus efficacement encore de sel ammoniac, pour empêcher la calcination de l'étain au moment de son contact avec le fer. En plongeant une lame de fer polie dans l'étain fondu, elle se couvrira d'un enduit de ce métal; et l'on a observé qu'en mettant de l'étain dans du fer fondu, ils forment ensemble de petits globules qui décrépitent avec explosion.

Au reste, lorsqu'on pousse l'étain, ou plutôt la chaux d'étain, à un feu violent, elle s'allume et produit une flamme assez vive après avoir fumé; on a recueilli cette fumée métallique, qui se condense en poudre blanche. M. Geoffroy, qui a fait ces observations, remarque aussi que, dans la chaux blanche, ou potée d'étain, il se forme quelquefois des parties rouges. Ce dernier fait me paraît indiquer qu'avec un certain degré de feu, on viendrait à bout de faire une chaux rouge d'étain, puisque ce n'est qu'avec un certain degré de feu bien déterminé, et ni trop fort ni trop faible, qu'on donne à la chaux de plomb le beau rouge du minium.

Nous ne pouvons mieux finir cet article de l'étain qu'en rapportant les bonnes observations que MM. Bayen et Charlard ont faites sur les différents étains qui sont

(1) Pline en parle : *Stannum illitum æneis vasis saporis gratiores facit, et compescit æruginis virus* (*Hist. nat.*, lib. XXXIV, cap. 46.)

dans le commerce. Ils en distinguent trois sortes : 1° l'étain tel qu'il sort des fonderies, et sans mélange artificiel ; 2° l'étain allié dans les fonderies, suivant l'usage ou la loi des différents pays ; 3° l'étain ouvragé par les potiers. Ces habiles chimistes ont reconnu, par des comparaisons exactes et multipliées, que les étains de Malaca et de Banca, ainsi que celui qu'ils ont reçu d'Angleterre en petits échantillons de quatre à cinq onces, et aussi celui qui se vend à Paris sous le nom d'*étain doux*, ont tous le plus grand et le même éclat ; qu'ils résistent également et longtemps aux impressions de l'air sans se ternir : qu'ils sont les uns et les autres si ductiles ou extensibles, qu'on peut aisément les réduire sous le marteau en feuilles aussi minces que le plus fin papier, sans y faire de gerçures ; qu'on en peut plier une verge, d'une ligne de diamètre, quatre-vingts fois à angle droit, sans la rompre ; que le cri de ces étains doux est différent de celui des étains aigres ; et qu'enfin ces étains doux, de quelque pays qu'ils viennent, sont tous de la même densité ou pesanteur spécifique.

TABLE

DES ARTICLES CONTENUS DANS CE VOLUME

	Pages.
DES ÉPOQUES DE LA NATURE (suite).	1
SIXIÈME ÉPOQUE. Lorsque s'est faite la séparation des continents..	<i>Ibid.</i>
SEPTIÈME ET DERNIÈRE ÉPOQUE. Lorsque la puissance de l'homme a secondé celle de la nature.	23
EXPLICATION de la carte géographique.	41

SUITE DE L'HISTOIRE DES MINÉRAUX

De la figuration des minéraux..	49
Des Verres primitifs.	56
Du Quartz..	62
Du Jaspe.	68
Du Mica et du Talc.	74
Du Feldspath.	75
Du Schorl.	79
Des Roches vitreuses de deux et trois substances, et en particulier du Porphyre.	80
Du Granite..	88
Du Grès.	97
Des Argiles et des Gaiises.	104
Des Schistes et de l'Ardoise.	114
De la Craie.	121
De la Marne.	126
De la Pierre calcaire.	130
De l'Albâtre..	148
Du Marbre.	159
Du Plâtre et du Gypse.	174
Des Pierres composées de matières vitreuses et de substances calcaires.	186
De la Terre végétale.	191
Du Charbon de terre.	209
Du Bitume.	258
De la Pyrite martiale.	270
Des Matières volcaniques..	273

	Pages.
Du Soufre..	292
Des Sels.	303
Acide vitriolique et Vitriols.	314
Liqueur des Cailloux.	319
Alun.	321
Autres combinaisons de l'Acide vitriolique.	325
Alcalis et leurs combinaisons.	335
Sel marin et sel gemme..	338
Du Nitre.	351
Sel ammoniac..	357
Borax.	361
Du Fer.	365
De l'Or.	419
De l'Argent.	452
Du Cuivre..	466
De l'Étain..	489

FIN DE LA TABLE.



ORIENTAÇÕES PARA O USO

Esta é uma cópia digital de um documento (ou parte dele) que pertence a um dos acervos que fazem parte da Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP. Trata-se de uma referência a um documento original. Neste sentido, procuramos manter a integridade e a autenticidade da fonte, não realizando alterações no ambiente digital – com exceção de ajustes de cor, contraste e definição.

1. Você apenas deve utilizar esta obra para fins não comerciais. Os livros, textos e imagens que publicamos na Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP são de domínio público, no entanto, é proibido o uso comercial das nossas imagens.

2. Atribuição. Quando utilizar este documento em outro contexto, você deve dar crédito ao autor (ou autores), à Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP e ao acervo original, da forma como aparece na ficha catalográfica (metadados) do repositório digital. Pedimos que você não republique este conteúdo na rede mundial de computadores (internet) sem a nossa expressa autorização.

3. Direitos do autor. No Brasil, os direitos do autor são regulados pela Lei n.º 9.610, de 19 de Fevereiro de 1998. Os direitos do autor estão também respaldados na Convenção de Berna, de 1971. Sabemos das dificuldades existentes para a verificação se uma obra realmente encontra-se em domínio público. Neste sentido, se você acreditar que algum documento publicado na Biblioteca Digital de Obras Raras e Especiais da USP esteja violando direitos autorais de tradução, versão, exibição, reprodução ou quaisquer outros, solicitamos que nos informe imediatamente (dtsibi@usp.br).