

SA GARRAUX
CHER FERNANDES & C
PARIS
18
BOULEVARD

DEDALUS - Acervo - FM



10700060000

378373



BIBLIOTECA da FACULDADE de MEDICINA

DE SÃO PAULO

Sala _____ Prateleira 9

Estante 6 N. de ordem 6

PRINCIPES TECHNIQUES
D'ASSAINISSEMENT DES VILLES
ET DES HABITATIONS

GÉNIE SANITAIRE

616
95 479 p



PRINCIPES TECHNIQUES

D'ASSAINISSEMENT

DES VILLES & HABITATIONS

SUIVIS EN ANGLETERRE, FRANCE, ALLEMAGNE, ÉTATS-UNIS

ET PRÉSENTÉS SOUS FORME

D'ÉTUDES SUR L'ASSAINISSEMENT DE PARIS

ALIMENTATION GÉNÉRALE D'EAU PURE

DISTRIBUTION D'EAU DOMESTIQUE. — DRAINAGE DES RÉSIDUS DOMESTIQUES.

VOIES PUBLIQUES. — ÉGOUTS. — UTILISATION AGRICOLE DES EAUX D'ÉGOUT

PAR

A. WAZON

INGÉNIEUR CIVIL

Il est au pouvoir de l'homme de faire
disparaître les maladies parasitaires.

L. PASTEUR



PARIS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE DE J. BAUDRY, EDITEUR

15, rue des Saints-Pères.

Même maison à LIÈGE, rue Lambert-Lebègue, 19

1884

Tous droits réservés.

PRÉFACE

Depuis la publication des admirables expériences de Pasteur, qui établissent rigoureusement l'influence nocive et funeste des germes et ferments extérieurs sur la santé et la vie humaine, il est devenu nécessaire d'étudier et de faire connaître les procédés techniques les plus efficaces contre la production et la pullulation de ces dangereux microbes dans nos rues, habitations, aliments et boissons.

Dans ce but, nous avons longuement et impartialement étudié les appareils et systèmes sanitaires expérimentés et préconisés en France et à l'étranger par les Ingénieurs Sanitaires les plus autorisés, en développant surtout l'étude des appareils de la distribution d'eau domestique et du drainage des résidus domestiques.

Puis, pour classer méthodiquement toutes ces études de Génie Sanitaire et afin d'en rendre la lecture et l'examen faciles nous avons suivi le courant de l'eau pure, et ensuite celui des eaux impures chargées des résidus privés et publics, ce qui nous a naturellement conduit à suivre l'enchaînement suivant :

- 1° Alimentation générale d'eau pure ;
- 2° Distribution d'eau domestique ;
- 3° Drainage des résidus domestiques ;
- 4° Voies publiques ;
- 5° Egouts ;
- 6° Utilisation agricole des eaux d'égout.

Prenant ainsi l'eau pure aux différentes sources d'alimentation générale, nous la distribuons dans l'habitation collective ; puis, suivant l'eau impure chargée des résidus domestiques, nous la conduisons sous la voie publique, où elle se joint à l'eau impure chargée des résidus publics ; nous suivons ensuite ce mélange d'eaux impures dans le réseau des égouts publics ; nous conduisons encore ces eaux d'égout jusqu'aux lieux d'utilisation et d'épuration ; enfin, après cette épuration, nous restituons ces eaux au fleuve dans un état de pureté voisin de celui qu'elles possédaient primitivement à leurs différentes sources, en appliquant ainsi constamment et méthodiquement le cardinal principe de la *circulation continue*.

Empruntés aux meilleures sources, les différents systèmes sanitaires que nous présentons ayant déjà subi le contrôle d'une longue expérience publique, il en résulte qu'on peut être assuré d'avance de leur bon fonctionnement, et qu'appartenant au domaine public, ils ne peuvent donner lieu à de scandaleuses spéculations financières.

N'ayant d'ailleurs aucun intérêt dans tout ce que nous proposons, nous avons pu étudier et présenter enfin des solutions purement scientifiques et absolument désintéressées.

A. WAZON.

PRINCIPES TECHNIQUES

D'ASSAINISSEMENT DES VILLES

ET DES HABITATIONS

PREMIÈRE ÉTUDE

ALIMENTATION GÉNÉRALE D'EAU PURE

De l'eau partout, car il en faut trop
pour qu'on en ait assez.

FOUCHER DE CAREIL.

1. Volume d'eau nécessaire. — Bien que recevant déjà 370.000 mètres cubes d'eau par jour, soit environ $\frac{370.000}{2.220'000} = 168$ litres par tête, quantité moyenne supérieure à celles que reçoivent beaucoup de grandes villes, Paris a littéralement manqué d'eau pendant les étés de 1881 et 1882, et les Parisiens, avertis, par voie d'affiches blanches, d'avoir à ménager l'eau, se sont vus menacés d'en être complètement privés (18 juillet 1881, 9 août 1882).

Malgré la récente mise en marche de nouvelles pompes d'Ivry, qui fournissent en plus 1^m³,03 par seconde au réservoir de Villejuif, nous croyons qu'il est urgent d'étudier les meilleurs procédés à suivre pour fournir bientôt à Paris un volume d'eau pure suffisant

pour : Les projets d'abonnement d'eau obligatoire pour chaque appartement, la transformation des latrines en water-closets, l'extension considérable des galeries d'égout par l'achèvement total du réseau comprenant l'ensemble des rues de Paris, et, enfin, le nettoyage continu et complet du vaste et compliqué réseau des drains particuliers et des égouts, au moyen de chasses d'eau assez volumineuses pour enlever entièrement toutes les matières solides et liquides.

D'un autre côté, il est encore indispensable de songer au volume d'eau nécessaire aux fontaines monumentales, trop rares dans une ville qui prétend être non seulement salubre, mais qui veut, de plus, présenter l'aspect élégant et grandiose de la capitale d'un grand État.

En France, Marseille nous paraît être la seule ville suffisamment pourvue d'eau pour satisfaire à la fois aux besoins des habitations, aux services publics et à l'ornementation de ses places et promenades.

La dérivation de la Durance, due à l'illustre ingénieur De Mont-Richer, fournit environ 8 mètres cubes $1/2$ par seconde, qui se décomposent ainsi (1) :

BANLIEUE DE MARSEILLE		VILLE DE MARSEILLE	
Pertes... ..	900 litres	Fontaines	500 litres
Arrosage	2.950 —	Arrosage	1.200 —
Abonnés.....	450 —	Abonnés.. ..	2.500 —
	<u>4.300 litres</u>		<u>4.200 litres</u>

La ville de Marseille comptant d'ailleurs actuellement 360.000 habitants; on voit que le volume total par tête est d'environ

$$\frac{4.200}{360.000} = 0^1,0116 \text{ par seconde, soit pour 24 heures :}$$

$24 \times 3600 \times 0,0116 = 1002$ litres par jour, ce qui revient à 1 mètre cube par tête.

Paris comptait en 1876, environ 1.988.000 habitants; en 1881, il

(1) *De Mont-Richer et le canal de Marseille*, par F. Martin, 1878, page 80.

en a été recensé 2.240.000; ce qui donne un gain de 232.000 habitants en cinq ans. Soit environ $\frac{232.000}{1.988.000} = 0,117$

En supposant un accroissement proportionnel de 1881 à 1886, on aurait $2.240.000 \times 0,117 = 262.000$; ce qui donnerait enfin environ $2.240.000 + 260.000 = 2.500.000$, soit 2 millions $1/2$ d'habitants en 1886.

Pour assurer à la ville de Paris une alimentation générale d'eau pure proportionnelle à celle de Marseille, nous voyons enfin qu'il faudrait pouvoir disposer bientôt d'un volume total de 2 millions $1/2$ de mètres cubes d'eau pure par jour.

Afin de nous éclairer sur les meilleurs principes à suivre pour procurer à Paris ce colossal volume d'eau pure, nous allons maintenant étudier rapidement l'historique de chaque branche de l'alimentation actuelle; ce qui nous permettra de discuter les principaux projets présentés pour chaque genre d'alimentation d'eau, et de conclure pratiquement en proposant enfin un projet motivé pour chaque espèce d'alimentation susceptible d'être développée ou appliquée à la distribution générale d'eau pure de Paris.

2. Citernes. — Les citernes alimentées d'eau de pluie sont rares à Paris, malgré la fréquence et l'abondance de la pluie, dont la hauteur annuelle dépasse 1,2 mètre.

Il est aisé de comprendre les raisons de cette absence d'approvisionnement d'eau pluviale, en considérant l'énorme cube nécessaire pour une provision d'eau suffisant au grand nombre de locataires des immeubles parisiens, à la difficulté d'un partage égal ou proportionnel, et, surtout, à l'impossibilité de recueillir cette eau dans de bonnes conditions de salubrité. On conçoit, en effet, combien il est facile aux locataires ou domestiques occupant les mansardes et greniers de se débarrasser de leurs eaux de lavage, et parfois même des urines, en les lançant sur les toitures, et dans les chéneaux. La surveillance la plus rigoureuse ne pouvant prévenir ces insalubres pollutions d'eau pluviale, il ne faut donc pas compter sur cette source d'alimentation d'eau pour les habitants de Paris.

3. Puits. — Paris possède 30.000 puits, fournissant une eau séléniteuse, marquant jusqu'à 200 degrés hydrotimétriques, presque toujours fortement chargée de matières organiques en suspension et en dissolution, provenant de l'infiltration séculaire des boues et immondices du sol et des voies publiques.

En contruisant les égouts, Belgrand a retrouvé la boue ancienne, souvent sur une épaisseur de plusieurs mètres ! (1)

Dans les vieilles rues, ce sont surtout les résidus des anciennes fosses et puisards non étanches qui agissent encore. En plongeant la main dans l'eau de certains puits du quartier de l'Hôtel-de-Ville, Boussingault y a reconnu l'odeur non douteuse des matières fécales.

Le voisinage des cimetières est également une source de grave altération de l'eau de puits. Hervé-Mangon analysant les eaux du ciel des catacombes, sous le cimetière Montparnasse, y a constaté la présence de 1 kilogramme d'acide azotique par mètre cube.

Il est donc à craindre que certains germes et virus de maladies zymotiques soient ainsi transportés verticalement par les eaux pluviales dans la nappe d'alimentation des puits, ou que ces germes soient ainsi entraînés dans les couches des terres voisines sous une pente plus ou moins prononcée.

Une violente épidémie de diphtérie ayant éclaté, en 1881, dans une école communale de la ville de Paris, située rue Delambre au voisinage du cimetière Montparnasse (2), nous avons cru utile d'étudier si la pente de surface et celle de la nappe d'eau souterraine pouvaient conduire les eaux du cimetière chargées de germes sur l'emplacement de l'école de la rue Delambre, située à 140^m environ du mur nord du cimetière Montparnasse.

L'examen de la carte du département de la Seine, dressée au 25.000^{ème} par T. Lefèvre, nous a fait voir que les courbes de niveau de la surface *naturelle* du quartier Montparnasse présentaient précisément une sorte de bassin fermé dont l'école de la rue Delambre occupe la cuvette inférieure, et vers laquelle aboutissent

(1) *Travaux souterrains de Paris*, 1877, t. III, p. 13.

(2) *Annuaire statistique de Paris* pour 1881, t. III, p. 329.

les lignes de plus grande pente *naturelle* du cimetière Montparnasse.

L'étude de la carte hydrologique de Paris, 1858, et de la carte hydrologique du département de la Seine, 1862, dressées par l'ingénieur Delesse, nous ont également fait voir que les courbes de la nappe d'eau souterraine accusées par les hauteurs d'eau des puits, forment une sorte de cuvette dont la rue Delambre occupe le fonds et vers laquelle se dirigent les lignes de plus grande pente de la nappe d'eau souterraine du cimetière Montparnasse.

Si nous remarquons encore que le terrain parcouru par ces lignes de pente maxima de surface et d'infiltration était autrefois occupé par un dépôt de pavés, et est maintenant le siège d'un dépôt de tramways, et qu'ainsi aucune barrière de murailles et aucune plantation d'arbres sur ce terrain qui sépare l'école du cimetière n'ont pu arrêter ou atténuer les germes infiltrés, nous pouvons en conclure qu'il n'est pas impossible que ces germes aient pu s'infiltrer lentement dans les caves de l'école de la rue Delambre en y introduisant les ferments de l'épidémie de diphtérie qui y fit tant de victimes en 1881.

Au Père-Lachaise, les morts étaient enterrés dans la nappe d'eau des marnes vertes, avant les travaux de drainage exécutés par les ingénieurs Allard et Belgrand.

D'après Belgrand, voici ce qu'on y constatait avant ce drainage (1) :

« La fosse commune se remplissant pendant la nuit d'une eau chargée de matières grasses, facilement reconnaissables aux irritations qui couvraient toute la surface du liquide qu'on épuisait pour faire les inhumations du jour. Le sol était donc encore imprégné de matières organiques, qui *s'écoulaient vers Paris* avec l'eau des marnes vertes.

Aussi l'ingénieur Delesse a-t-il pu facilement constater que : les matières organiques qui proviennent des cimetières anciens ou actuels, tendent surtout à corrompre les eaux des nappes souterraines ; il est facile de le constater dans les puits de Paris qui sont

(1) *Travaux souterrains de Paris*, 1877, t. III, p. 17.

en contre-bas du Père-Lachaise. Les eaux sont chargées de matières organiques, exhalant au bout de quelques jours une *odeur* très marquée. »

L'examen des cartes nosologiques des décès par diphtérie en 1880 et 1881 indiquant une très forte mortalité sur le parcours des lignes de plus grande pente partant du cimetière Père-Lachaise et se dirigeant vers les rues du Chemin-Vert, la Roquette, Charonne (1), il y aurait certainement lieu d'interdire l'usage des eaux de puits dans ces quartiers exposés aux infiltrations du cimetière Père-Lachaise.

Mais c'est surtout au voisinage du cimetière Montmartre, et particulièrement dans le quartier des Epinettes, que l'influence nocive des eaux d'infiltration des cimetières nous a paru redoutable.

En effet, si nous étudions la carte de Lefèvre déjà citée, nous remarquons facilement que les courbes de niveau de la surface naturelle du cimetière Montmartre forment un rentrant prononcé dont la ligne de plus grande pente traverse le triangle formé par les avenues de Saint-Ouen et de Clichy et aboutissant à la rue Balagny.

D'autre part, l'examen de la carte hydrologique du département de la Seine, dressée en 1862 par l'ingénieur Delesse, indique aussi que les courbes de la nappe d'eau offrent également un rentrant dont le thalweg se dirige encore vers le centre de la rue Balagny, où Delesse a même figuré une ellipse bleue fermée indiquant une cuvette de stagnation des eaux inférieure aux nappes d'eau qui l'entourent, puisque l'eau des puits de cette cuvette cote 26^m,2 quand les niveaux des puits voisins cotent à son pourtour complet : 27^m,00, 27^m,30, 27^m,20, 28^m,00.

En nous reportant maintenant à l'examen des cartes nosologiques des décès par diphtérie et fièvre typhoïde (2), il est aisé d'y voir qu'une ellipse de points dangereux est précisément formée au milieu de la rue Balagny sur la verticale de l'ellipse fermée de la nappe d'eau tracée par Delesse, et que le thalweg qui y conduit les

(1) *Annales statistiques de Paris* pour 1880 et 1881.

(2) *Annales statistiques de Paris* pour 1880 et 1881.

eaux d'infiltration du cimetière Montmartre est également criblé de points funestes.

Pendant l'épidémie de choléra de 1865, ce quartier des Epinettes a été le plus frappé par la maladie, puisque la proportion des décès y a atteint 13,83 sur 1000 habitants, tandis que le quartier des Ternes qui y touche n'a eu que 2,49 décès sur 1000.

Il y avait donc des causes nocives toutes spéciales pour le quartier des Epinettes; et bien qu'il y ait lieu de croire que l'eau des conduites publiques, pompée en Seine à Saint-Ouen au-dessous de l'égout d'Asnières, ait pu largement contribuer à l'extension de l'épidémie de choléra, nous pensons qu'il est également possible que l'eau des puits alimentés par la nappe d'infiltration descendant du cimetière Montmartre ait pu avoir aussi une influence fatale.

De toutes ces preuves d'infection redoutable de l'eau des puits par les infiltrations du sol, des fosses d'aisances, puisards et cimetières, nous pouvons enfin conclure qu'il y a lieu d'écarter radicalement l'usage de ces eaux suspectes, et qu'il ne faut point songer à cette ressource pour l'alimentation générale d'eau pure nécessaire à Paris.

4. Sources du Midi, aqueduc d'Arcueil. — Les sources de Rungis, Paray, Wissous, Fresnes et Longboyau, réunies dans l'aqueduc d'Arcueil, furent amenées, dès l'an 300, dans Lutèce, par l'empereur romain Constance Chlore, pour alimenter d'eau fraîche de source les bains de son palais des Thermes, où l'on voit encore maintenant une arcade et deux piles de cet aqueduc romain.

En 360, l'empereur Julien ajoutait une longue rigole, qui doublait le débit de l'aqueduc primitif, en amenant les sources de Chilly, Petit-Chilly et Morangis.

D'après Belgrand, cet aqueduc débitait environ 2600 mètres cubes par jour.

Simple rigole découverte en béton, l'aqueduc romain d'Arcueil fut lentement envahi par les alluvions qui comblèrent enfin totalement son lit (1).

(1) Un autre aqueduc romain, construit en tuyaux de poterie de 0^m,15 de diamètre

Aussi, en 1609, quand Henri IV chargea Sully de faire rechercher les anciennes sources, plusieurs branches importantes, celle de Chilly, par exemple, furent introuvables. La mort du roi vint d'ailleurs arrêter ces recherches, qui furent reprises en 1602 par l'ingénieur Jacques Aubry et l'architecte de Brosse, pour le compte de la ville, et de la reine Marie de Médicis qui désirait surtout cette eau pour son nouveau palais et ses jardins du Luxembourg.

Commencé en 1613 et terminé en 1624, l'aqueduc actuel d'Arcueil fournit de 920 à 6400 mètres cubes par jour, d'une eau fraîche et limpide, ne marquant que 20° à l'hydrotimètre après les cascades qui l'aèrent.

Et présentant les précieux avantages d'être privée de matières organiques, tiède en hiver et surtout fraîche l'été.

Recueillies autrefois dans le réservoir spécial de l'Observatoire, à la cote 56.88, ces eaux sont actuellement dirigées vers le réservoir du Panthéon, dans une conduite forcée, en fonte, de 0^m, 3 diamètre, ce qui permet l'alimentation à la cote 66^m, 24, trop-plein du réservoir du Panthéon

Dans un savant travail micographique (1), G. Neuville a pu constater que ces eaux sont très pures et presque dépourvues de matières organiques. A peine y voit-on quelques *vorticelles* et *oscillaires*. Le reste du dépôt est formé de sels calcaires cristallisés ; c'est une eau de moyenne qualité, améliorée encore par les cascades successives qui abaissent de 37° à 20° son degré hydrotimétrique ; il est donc regrettable d'en laisser perdre une partie vers le château de Chilly, et une autre à Arcueil au pied du pont-aqueduc d'Arcueil et de la Vanne.

5. Sources du Nord, Prés-Saint-Gervais, Belleville. —

Les moines de l'abbaye de Saint-Laurent recueillirent, après l'an 600, les eaux des sources des Prés-Saint-Gervais et les conduisirent en aqueduc souterrain jusqu'à la fontaine Saint-Lazare, pour arroser leur domaine.

enveloppés dans un bloc de béton, partant d'Auteuil entre la rue de l'Assomption et la place d'Auteuil, à la cote 40^m environ, suivait la rive droite de la Seine et aboutissait au jardin du Palais-Royal, en fournissant environ 534^m³ d'eau par jour aux bassins romains qui y furent découverts en 1782 (Belgrand).

(1) *Des eaux de Paris*. Thèse de Paris, 1880, page 48.

Très curieux à visiter, au point de vue historique, les regards des Bruyères, Trou-Morin, Moussins, Bernage, etc, permettent d'entrer dans les galeries qui reçoivent les sources provenant des pierrées drainant l'eau par leurs larges joints ouverts, et qui aboutissent à la fontaine de la place des Prés-Saint-Gervais, construite sous Louis XIII, et qui sert de château-d'eau de distribution, à la cote d'environ 60^m. Bien que ces eaux marquent 76° à l'hydrotimètre, elles ont, avec celles de Belleville, suffi à l'alimentation des fontaines de Paris depuis 1182 sous Philippe-Auguste, qui les introduisit dans Paris, jusqu'en 1624, époque de l'achèvement des fontaines d'Arcueil-Rungis.

Le réseau des sources et aqueducs des Prés-Saint-Gervais est à peu près intact, mais il n'offre qu'un intérêt historique, car ces eaux sont séléniteuses et peu potables. Il serait désirable cependant de les réunir en une seule fontaine monumentale, rappelant l'origine ancienne de ces sources et les services qu'elles ont rendu aux Parisiens en leur fournissant autrefois de 120 à 3000 mètres cubes d'eau par jour.

Les sources de Belleville ont été amenées, vers 1244, dans le monastère de Saint-Martin-des-Champs, (transformé en Conservatoire des Arts-et-Métiers). Elles marquent 155° à l'hydrotimètre, et leur volume peut varier de 100 à 2400 mètres cubes par jour.

Les anciens regards de la Lanterne, Saint-Louis, Saint-Martin, des Messiers, etc, donnent entrée dans les vieilles galeries principales, aujourd'hui coupées par les nouveaux égouts, où leurs eaux se perdent en grande partie.

Cependant, il serait aisé de rassembler toutes ces eaux par des syphons, pour en former aussi une fontaine historique monumentale.

6. Canal de l'Ourcq. — La rivière de l'Ourcq prend sa source dans la forêt des Rez, à 12 kilomètres de Fère-en-Tardenois, reçoit de nombreux ruisseaux sortant des argiles à meulière de Brie, des marnes, du gypse et de terrains tertiaires inférieurs, elle suit une grande vallée tourbeuse, et vient enfin se joindre à la Marne au-dessous de Lizy.

La canalisation de l'Ourcq remonte à l'époque de la Renaissance, sous François 1^{er}, mais l'idée d'amener l'Ourcq à Paris appartient à Riquet, l'illustre ingénieur du canal du Languedoc. En 1676, Riquet proposa un canal de navigation et d'alimentation amenant l'eau d'Ourcq au pied de l'Arc-de-Triomphe du faubourg Saint-Antoine, afin de créer de nouvelles fontaines et de laver les égouts. Riquet étant mort en 1680, n'eut pas le temps de terminer ses études et son projet ne fut point exécuté.

Le point d'arrivée et de distribution dans Paris était d'ailleurs beaucoup trop bas, puisque sa cote n'était qu'à l'altitude de 38 mètres.

C'est ce que comprit parfaitement l'ingénieur Brullée qui, en 1785, proposa que la dérivation de la Beuvronne fut amenée et distribuée au niveau du plateau de la Villette.

Les ingénieurs Solages et Bossu, continuant les études de Brullée, proposaient, en 1800, de prendre 120,000 mètres cubes par jour dans la Beuvronne, la Thérouranne et l'Ourcq, dont la moitié serait distribuée dans Paris.

Mais les études de ce projet faites par les ingénieurs Bruyère et Egault, les conduisirent à rejeter, avec raison, une dérivation d'eau potable au moyen d'un canal de navigation, qui ne peut amener qu'une eau souillée de matières minérales et organiques, et qui fournit une eau glacée en hiver et chaude en été.

Cependant, c'est à un canal de navigation que la préférence fut accordée par le premier consul qui chargea, en 1812, l'ingénieur Girard, de la direction des travaux du canal de l'Ourcq.

Les eaux de la Beuvronne furent introduites en 1809 dans les conduites de la ville, et le canal de l'Ourcq ouvert à la navigation en 1824.

L'eau de l'Ourcq arrive à la cote 52 au bassin de la Villette, qui contient 500,000 mètres cubes; de là elle s'écoule dans l'aqueduc de Ceinture qui règne au sommet du versant nord du bassin de Paris et aboutit à l'ouest au réservoir de Monceaux, dont le trop-plein est également à la cote 52, et dont le volume est de 10,000 mètres³.

Sur divers points de l'aqueduc de Ceinture se branchent de grosses conduites forcées, en fonte, qui descendent normalement vers la Seine, franchissent les ponts, se relèvent sur le versant sud de la vallée parisienne, jusqu'à une cote peu inférieure au point de départ, et aboutissent aux réservoirs Saint-Victor 7000^{m³}, Racine 3800^{m³}, Vaugirard 8900^{m³}, qui se remplissent pendant la nuit, où la consommation est presque nulle et la charge en conduite forcée est maxima, et se vident en partie pendant le jour, où la charge en conduite est minima, puisque la consommation est alors maxima.

Paris peut ainsi recevoir 105,000 mètres cubes d'eau de l'Ourcq par jour dans tous les points situés au dessous de la cote 52. Cette hauteur est donc tout à fait insuffisante pour une grande partie de la surface de Paris, où la cote 80 est reconnue nécessaire pour l'alimentation à tous les étages de maisons. Bien que ne marquant que 30° hydrotimétriques, l'eau de l'Ourcq est souvent impotable, ainsi que le prouvent les citations suivantes empruntées à un illustre ingénieur hydraulicien et à un savant chimiste :

« Le canal de l'Ourcq, dit Genieys (1), offre l'exemple d'une dérivation dont les eaux, ayant peu de vitesse, contractent un goût désagréable par leur séjour prolongé dans un lit composé de sels calcaires et continuellement rempli de substances organiques dans toutes les périodes de la décomposition. »

« Le canal de l'Ourcq, dit le professeur Riche (2), est une conception majestueuse, mais elle pêche par sa grandeur même, et c'est, au point de vue qui nous occupe, une faute, et une faute grave, d'avoir voulu en faire une sorte de travail à deux fins, un canal navigable et un aqueduc. Son eau, dans les 100 kilomètres qu'elle parcourt à ciel ouvert, dans son séjour au bassin de la Villette, s'échauffe et se refroidit trop suivant la saison. Six cents bateaux sillonnent son cours, seize cents mariniers vivent en travaillant sur ces bateaux, et d'ailleurs cette eau est séléniteuse et lourde à l'estomac, les Romains l'eussent rejetée de leur consommation. »

(1) *Essai sur les moyens de conduire les eaux*, page 59, édition Dupuit.

(2) *Revue scientifique*, janvier 1863, page 111.

L'auteur du projet, Girard, avait d'ailleurs pour but principal d'amener des eaux propres au lavage des rues et des égouts de Paris, et il ne faut donc pas trop s'étonner du peu de soin mis à en conserver la fraîcheur et la pureté.

7. Puits artésiens : Grenelle, Passy, Butte-aux-Cailles. — Le *Puits de Grenelle*, (Place de Breteuil), commencé en 1833 et terminé en 1842, par l'ingénieur Mulot, fournissait à cette époque 2200 litres par minute à fleur du sol, et seulement 1100 litres, à 32^m,5 du sol. L'eau est d'une pureté remarquable, puisqu'elle ne contient que des traces de matière organique, et qu'elle marque 9° seulement à l'hydrotimètre. Sa température est d'environ 28°.

On a utilisé sa puissance ascensionnelle en la faisant monter dans une élégante colonne d'émission, où elle se met en charge par déversement dans une conduite qui amène environ 350 mètres cubes par jour aux réservoirs du Panthéon, où elle est enfin livrée aux conduites de distribution.

Commencé en 1855 par l'ingénieur allemand Kind, et terminé en 1861 par les ingénieurs de la ville de Paris, le puits de Passy a pu fournir jusqu'à 20,000 mètres cubes d'eau par 24 heures, mais il n'en verse maintenant qu'environ 6500 mètres cubes, à la température de 28°, dans un petit bassin situé au sud de la place où doit s'élever bientôt la statue de notre grand poète Victor Hugo.

L'eau du puits de Passy est, comme celle du puits de Grenelle, excellente pour les usages industriels, mais ces eaux artésiennes sont trop chaudes, sans air ni acide carbonique, et trop alcalines pour constituer une boisson agréable et saine.

Enfin, le puits artésien de la Butte-aux-Cailles, commencé depuis longtemps dans le quartier de La Chapelle et qui était, depuis plusieurs années, fort compromis par la chute et l'écrasement d'une grande longueur de tube au fond du tubage, est maintenant débarrassé de ce formidable obstacle, et paraît devoir être mené à bonne fin en 1884.

On attend de lui un débit de 15,000 mètres cubes d'eau par 24

heures (1). Mais il faut que ce nombre soit confirmé par l'expérience, avant de pouvoir le faire figurer au volume d'eau dont peut sûrement disposer Paris.

8. Aqueduc de la Dhuis. — La source de la Dhuis est située non loin du village de Pargny; elle forme un des affluents du Surlmelin, qui reçoit cette petite rivière près du village de Condé (Aisne.)

Cette eau sort des argiles à meulière, à une température presque constante de 10°, est très limpide et excellente à boire, bien qu'elle marque environ 23° à l'hydrotimètre, ce qui a exigé que ces sources soient conduites d'abord sur des plateaux en tôle perforée, d'où elles tombent en pluie fine sur des blocs de meulière, où l'eau précipite son excès de carbonate de chaux.

L'eau entre ensuite en aqueduc, qui reçoit plus loin les sources du Verdon et du Surlmelin.

Cet aqueduc, d'une épaisseur uniforme de 0^m, 20, offre une section ovoïde, le gros bout en bas est formé d'un demi-cercle de 1^m, 4 de diamètre, et le grand axe vertical à 1^m, 75 de hauteur sous clef; la pente est de 0^m, 10 par kilomètre en conduite libre, et de 0^m. 55 par kilomètre en conduite forcée en fonte de 1 mètre de diamètre.

Le volume d'eau amené par cet aqueduc devait être de 43,200 mètres cubes par jour, ou de 500 litres par 1", suivant le projet de l'ingénieur Belgrand, mais on n'a pu lui fournir qu'environ la moitié du volume prévu, soit 20,000 mètres cubes par jour.

L'aqueduc de la Dhuis terminé en 1863, a coûté 48,000,000 francs.

Cette eau arrive à Paris, à la cote 108, dans l'étage supérieur du réservoir de Ménilmontant, qui contient 100.000 mètres cubes. A cette hauteur, elle peut fournir de l'eau à tous les étages du service moyen compris entre les cotes 57 et 80.

Ce compartiment supérieur du réservoir de Ménilmontant reçoit aussi les eaux de la source de Saint-Maur, découverte par Belgrand qui donne 5000 mètres cubes par jour, et qui est refoulée, de la

(1) Note de l'ingénieur Couche, in- *Hygiène en France*, 1882, par Napias et Martin, page 165.

cote 28 à la cote 108, par une pompe et une roue-turbine Girard, de l'usine de Saint-Maur-sur-Marne. La *portée* de l'aqueduc de la Dhuis pouvant être de 500 litres par seconde, ou de 43.200 mètres par jour, il est à désirer que de nouvelles sources y soient déversées pour compléter sa puissance. Belgrand pensait qu'il n'y avait que peu d'eau disponible maintenant dans la vallée de la Dhuis. Mais Alphan se propose de faire étudier les vallées du Grand et du Petit Morin, et il faut espérer que le résultat en sera plus heureux.

9. Aqueduc de la Vanne. — La Vanne, qui prend sa source à Fontvanne (Aube), et se jette dans l'Yonne, à Sens, est alimentée par de nombreuses sources d'une grande pureté, 17° à 18° à l'hydrotimètre, et d'une fraîcheur agréable, puisqu'elle ne dépasse point 11° centigrades en été. Les analyses micrographiques de G. Neuville établissent que cette eau réunit toutes les *perfections*.

Ces sources sont dispersées sur une longueur de plus de 20 kilomètres et à des niveaux très différents. Une dizaine sont en contrebas de l'aqueduc, et pour y pénétrer doivent être relevées parfois de 15 à 20 mètres.

Mais la source de Cérilly arrive à l'aqueduc avec une charge de 20 mètres, qui est utilisée pour relever deux sources basses, au moyen de turbines actionnant des pompes centrifuges.

Les autres sources basses sont relevées : à Malay et à Chigy par une roue Sagebien ; à la Forge par deux turbines Callon, et par deux machines à vapeur de 60 chevaux chacune, système De Quillacq.

L'aqueduc principal, terminé en 1873, présente une section circulaire de 2^m,1 diamètre et 0^m,22 d'épaisseur, avec pente minima de 0^m,10 par kilomètre. Les conduites forcées, en fonte, ont 1^m,1 de diamètre et une pente de 0^m,6 par kilomètre. La longueur totale atteint 173.000 mètres.

L'altitude du point de départ, source d'Armentières, est de 111^m,17

Le trop plein du réservoir d'arrivée de Montrouge 80^m,00

La pente totale égale 31^m,17

Exécuté dans les conditions les plus économiques, sous la direction de l'éminent ingénieur Belgrand, bien connu pour la hardiesse

de ses profils, dont l'épaisseur s'abaisse ici à 21 et 22 centimètres même dans les sables, cet aqueduc a été construit avec les matériaux trouvés sur place, silex de la craie et mortier de ciment, béton avec sable de rivière ou de sablon de Fontainebleau, et enfin, meulière et mortier de ciment depuis l'Essonne jusqu'à Paris.

Malgré l'emploi intelligent de ces procédés économiques, cet aqueduc a coûté 40.000.000 de francs, pour amener 100.000 mètres cubes d'eau par jour.

L'eau de la Vanne, à laquelle on va joindre les sources de Coehepies donnant environ 20.000 mètres cubes de complément en basses eaux, alimente le réservoir de Montrouge qui comporte deux étages, dont l'inférieur peut contenir 165.000 mètres cubes, et le plus haut 110.000 mètres cubes, soit en totalité 275.000 mètres cubes.

Du réservoir de Montrouge partent deux conduites principales de 1^m,3 de diamètre qui contournent l'ancienne enceinte de Paris et se rejoignent au nord en formant ainsi un circuit fermé alimentant les conduites secondaires du service privé, alimenté en plus au nord par une conduite venant directement du sud.

10. Eau de la Marne. — *a.* USINE HYDRAULIQUE D'ISLES-LES-MEL-DEUSES. — Située à 12 kilomètres amont de Meaux, cette usine utilise, depuis 1868, la chute de 1^m,90 d'un barrage de la Marne, pour l'augmentation, en temps de sécheresse, du volume d'eau du canal de l'Ourcq.

Les moteurs sont deux roues turbines Girard de 10^m de diamètre et 1^m,2 de largeur.

Chaque roue actionne directement deux pompes Girard donnant 475 litres par tour.

L'ensemble peut élever 40.000 mètres cubes par jour à 11^m,73 de hauteur réelle, au prix très réduit de 10 centimes pour mille mètres cubes montés à 1 mètre de hauteur (1).

Prix qui serait encore réduit par une meilleure disposition du distributeur vanne, établi primitivement en syphon qui se désamorçait avec de faibles charges à l'amont.

(1) Gérardin. *Moteurs hydrauliques*, page 290.

L'eau de la Marne, même à Saint-Maur, est relativement pure, puisque, d'après les analyses micrographiques de G. Neuville, les infusoires et débris végétaux y sont rares. Mais on lui reproche avec raison d'être souvent trouble et limoneuse, et de manquer de fraîcheur en été.

11. Usine hydraulique de Trilbardou. — *b.* Située à 8 kilomètres en aval de Méaux, cette usine utilise, depuis 1868, la chute de 1^m,0 d'un barrage de la Marne, pour refouler théoriquement 500 litres d'eau par seconde dans le canal de l'Ourcq, au moyen d'une roue de côté actionnant une pompe Farcot à double effet, et d'une roue Sagebien actionnant quatre pompes Sagebien à double effet.

Mais, en pratique, à cause de la variation des hauteurs de chute, et surtout du mauvais choix des moteurs hydrauliques, on n'obtient souvent que 8.000 mètres cubes, et qu'un volume nul pendant les crues.

Aussi le prix des 1000 mètres cubes montés à 1 mètre de hauteur s'élève ici à 35 centimes (1), soit 3 fois 1/2 le prix d'élévation de l'usine d'Isles-les-Meldeuses et de l'usine de Saint-Maur, où l'on emploie les excellentes roues turbines et pompes de l'éminent ingénieur Girard.

12. Usine hydraulique de Saint-Maur. — *c.* Placée à 4 kilomètres en amont du confluent de la Seine, cette usine utilise, depuis 1865, une chute de la Marne qui varie de 3 à 5 mètres de hauteur.

Elle se compose de trois turbines Fourneyron, produisant chacune 100 chevaux; et de quatre roues turbines Girard, donnant 120 chevaux chacune.

Une des turbines Fourneyron actionne une pompe Girard aspirant à la cote 34 et refoulant à la cote 38, environ 12000 mètres cubes d'eau de la Marne dans le lac de Gravelle, au bois de Vincennes, au moyen d'une conduite de 0^m,6 de diamètre et 1300 mètres de longueur, et avec la charge manométrique de 36 mètres.

(1) Kleitz, *Le Génie civil à l'Exposition de Vienne*, p. 52.

Cinq autres pompes Girard, actionnées par les deux autres turbines Fourneyron et trois roues turbines Girard, puisent 28.000 mètres cubes d'eau de Marne à la cote 34 et les refoulent à la cote 100, sous une charge manométrique de 83 mètres, dans une conduite de 0^m,80 de diamètre et 8500 mètres de longueur, qui débouche dans les compartiments inférieurs du réservoir de Ménilmontant.

Enfin, la quatrième turbine Girard refoule, comme nous l'avons dit, les eaux de la source Belgrand, de Saint-Maur, dont le volume est en moyenne de 5000 mètres cubes par jour, dans les compartiments supérieurs du réservoir Ménilmontant à la cote 108.

Malheureusement, les turbines Fourneyron présentent le grave défaut de ne pouvoir marcher convenablement en temps de crue, où elles s'arrêtent parfois complètement.

On a donc suppléé à leur défaut de puissance continue, par l'établissement de deux machines à vapeur Farcot-Corliss de 130 chevaux, dont la puissance pourra d'ailleurs refouler 25,000^m³ par jour en tout temps, au moyen d'une seconde conduite de 0^m,8 de diamètre posée en 1882 entre l'usine de Saint-Maur et les bassins inférieurs de Ménilmontant.

Les roues turbines Girard (fig. 1. 2) présentent, au contraire, le très précieux avantage de marcher aussi bien pendant les crues que pendant l'étiage (1). Ayant 11^m,6 de diamètre et 0^m,20 de largeur, avec quelques portées un peu faibles pour les énormes pressions qu'elles supportent, elles ont présenté des difficultés de graissage dans les premiers temps de fonctionnement, mais l'emploi de quelques organes plus larges et le graissage à l'huile ont fait disparaître ces inconvénients passagers.

Le rendement de ces superbes appareils atteint 64 0/0 en eau montée, avec un coefficient de contraction du distributeur égal à 0,90 (Belgrand).

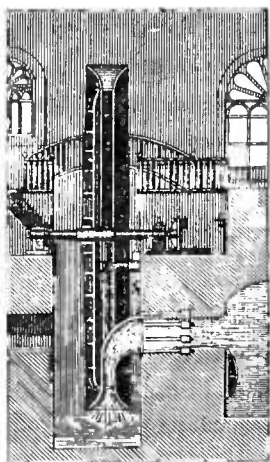


Figure 1.

(1) L. D. Girard : *Alimentation des villes*, 1868, p. 17.

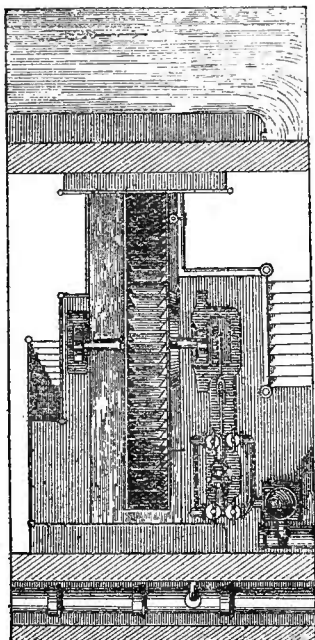


Figure 2.

Le service régulier de l'usine hydraulique de Saint-Maur n'a même point été interrompu pendant le siège de 1870-71, et les admirables appareils Girard, habilement dirigés par le brave ingénieur Lecœur, ont rendu un immense service à l'alimentation de Paris, en travaillant souvent sous une pluie de bombes prussiennes destinées à leur destruction (1). En somme, l'usine hydraulique de Saint-Maur peut refouler 5000m^3 d'eau de la source Belgrand, et $42.000 + 28.000 = 40.000\text{m}^3$ d'eau de Marne marquant 18° hydro-timétriques, soit 45.000m^3 d'eau par jour, au prix très réduit de 10 centimes par 1000 mètres cubes montés à 1 mètre de hauteur (2). Les machi-

nes à vapeur de Saint-Maur pouvant d'ailleurs fournir 25.000 mètres cubes d'eau par la seconde conduite de $0^{\text{m}},80$, il en résulte que l'eau élevée à Saint-Maur peut atteindre un volume total de $45.000 + 25.000 = 70.000\text{m}^3$. En résumé, les admirables appareils hydrauliques Girard de l'usine Saint-Maur constituent la plus belle usine hydraulique de la Ville de Paris, et ils réalisent le chef-d'œuvre de l'ingénieur civil L. D. Girard, qui plaça l'industrie Française au 1^{er} rang pour les moteurs hydrauliques, et fut assassiné par une sentinelle prussienne en 1871 !

13. Eau de Seine : usines à vapeur. — L'usine de Port-à-l'Anglais, située en amont de Paris et du confluent de la Marne, possède deux machines à vapeur qui refoulent l'eau de Seine au réservoir de Gentilly, qui contient actuellement 6000 mètres cubes et dont le trop plein est à la cote 82,1.

En 1876, cette usine a monté 1.097.036 mètres cubes, au prix

(1) Belgrand : *Eaux nouvelles*, 1882, p. 83.

(2) Kleitz : *Génie civil à l'exposition de Vienne*, p. 52.

de 51 centimes les 1000 mètres cubes élevés à 1 mètre de hauteur (1). G. Neuville considère cette prise d'eau comme très potable.

Les deux machines à vapeur de Maisons-Alfort refoulent l'eau de Seine au réservoir de Charonne, qui contient 49.000 mètres cubes, et dont le trop plein est à la cote 80.73.

Pendant l'année 1876, cette usine a refoulé 1.013.591 mètres cubes, au prix de 51 centimes les 1000 mètres cubes montés à 1 mètre de hauteur.

Au quai d'Austerlitz, deux belles machines à vapeur Farcof élèvent l'eau de Seine, déjà très altérée, dans les deux réservoirs ci-dessus, de Charonne et Gentilly. Le volume monté en 1876 a été de 5.787.547 mètres cubes, au prix de 35 centimes les 1000 mètres cubes élevés à 1 mètre de hauteur.

Au pont de l'Alma, les deux coûteuses machines de l'usine de Chaillot, établies suivant les idées de l'ingénieur Darcy, malgré les justes critiques de L. D. Girard (2) refoulent l'eau de la Seine dans le grand réservoir de Passy-Villejust, qui contient 35.000 mètres cubes, et dont le trop plein est à la cote 75. Le volume d'eau refoulé en 1876 s'est élevé à 3.302.049 mètres cubes, au prix excessif de 75 centimes pour 1000 mètres cubes élevés à 1 mètre de hauteur ; prix qui se comprend facilement quand on sait que ces énormes machines, du système Cornouailles, brûlent 3 kilog 380 grammes par cheval et par heure (3).

L'eau ainsi coûteusement élevée à Chaillot est d'ailleurs fortement chargée de matières organiques : G. Neuville y a constaté la présence d'insectes effrayants, tels que *Daphnia pulex*, *Anguillules*, etc, et il en conclut que c'est la plus mauvaise eau de Paris, dont il ne voudrait boire, ni voir boire.

L'usine provisoire à vapeur d'Auteuil refoule l'eau de Seine au petit réservoir du cimetière de Passy, qui contient 2300 mètres cubes, et dont le trop plein est à la cote 74^m, 10. Pendant l'année 1876, cette usine a refoulé 97.649 mètres cubes, au prix extraordinaire

(1) Belgrand : *Les eaux nouvelles*, 1882, p. 68.

(2) *Alimentation des villes*, no 1, page 2.

(3) Kleitz : *Génie civil à l'Exposition de Vienne*, p. 52.

de 1 francs 66 centimes les 1000 mètres cubes élevés à 1 mètre de hauteur.

L'eau d'Auteuil étant meilleure que celle de Chaillot, G. Neuville en conclut qu'il vaudrait mieux puiser l'eau de la Seine à sa sortie de Paris que dans son milieu.

Enfin, l'usine de Saint-Ouen refoule, avec deux machines à vapeur, l'eau de Seine, *mélangée d'eau d'égout*, dans le réservoir Cottin, à Montmartre, qui contient 947^{m³}, et dont le trop plein est à la cote 89,98. Pendant l'année 1876, cette usine a refoulé 1.439.191 mètres cubes d'une eau impure et malsaine, au prix beaucoup trop élevé de 57 centimes les 1000^{m³} élevés à 1 mètre de hauteur.

Bien que la prise d'eau de Saint-Ouen ait déjà été déplacée, elle est encore affreusement située dans le courant des eaux d'égout du grand collecteur de Clichy qui se déverse en amont de Saint-Ouen.

G. Neuville a constaté que les algues et infusoires contenus dans cette eau sont rares ou morts, comme si la vie n'y était plus possible pour eux. L'usage de cette eau suspecte a pu être une des causes de l'effroyable mortalité du quartier des Epinettes pendant l'épidémie du choléra d'octobre 1865, survenue précisément en coïncidence avec une grande diminution du volume de la Seine.

Nous avons donc peine à comprendre comment l'administration si éclairée de Paris a pu tolérer si longtemps l'usage d'une eau aussi repoussante, et nous concluons à la suppression immédiate de cette dangereuse prise d'eau d'*égout*.

14. Usines et réservoirs du Haut Service. — Les deux pompes à vapeur de l'usine de Montmartre prennent l'eau de Seine, de Marne ou de la Dhuis et refoulent dans le réservoir supérieur de Saint-Eleuthère, qui contient 800^{m³} et dont le trop plein cote 130^m, et dans un réservoir inférieur contenant 900^{m³} dont le trop plein ne cote que 123^m. Cette usine refoule encore l'eau dans la cuve en tôle du Château, rue Lepic, 101, qui ne contient que 154^{m³}, mais dont le trop plein cote 132 mètres.

Les trois moteurs à vapeur de l'usine de Ménilmontant refoulent les eaux de la Dhuis et de la Marne des cotes 108 et 100 aux cotes 134 et 131, au réservoir de Belleville qui contient 1800^{m³}.

Enfin, l'usine à vapeur de la place de l'Ourcq refoule l'eau du bassin de la Villette de la cote 52 à la cote 96^m.9 dans le réservoir des Buttes-Chaumont qui contient 8800^m³ et alimente les cascades du parc des Buttes-Chaumont et l'abattoir de la Villette.

15. Nouvelles usines à vapeur sur Seine. — L'insuffisance du volume fourni jusqu'ici a décidé les ingénieurs de la Ville de Paris à présenter, en 1879, (1) trois projets détaillés d'élévation de 150.000^m³ d'eau de Seine par jour.

Ces projets, étudiés par l'ingénieur Humblot, consistent à établir une nouvelle usine à vapeur à Ivry, au Port-à-l'Anglais, une autre à Maisons-Alfort, et une troisième au quai d'Austerlitz, comportant l'emploi journalier de 11 machines à vapeur de 160 chevaux chacune, refoulant l'eau de Seine au réservoir de Charonne agrandi de 5000 mètres cubes, au réservoir de Gentilly agrandi de 5000 mètres cubes, au réservoir de Passy agrandi de 29.000 mètres cubes, et au nouveau réservoir de Villejuif.

Approuvés par le Conseil Municipal, ces projets ont reçu un commencement d'exécution à Ivry, où l'on a installé un groupe de générateurs à vapeur système Farcot, augmenté d'un autre groupe de générateurs inexplosibles Belleville, destinés à fournir la vapeur nécessaire à six moteurs à vapeur Farcot, de 160 chevaux chaque, actionnant des pompes verticales puisant en Seine 89.000^m³ par jour, et les refoulant, par une conduite de 0^m,80 de diamètre et une seconde de 1^m,10 de diamètre, et de 4200 mètres de longueur, au réservoir de Villejuif, dont le trop plein est établi à la cote 89 mètres, et qui se composera de compartiments cubant en tout 50.000 mètres cubes (2).

16. Total des volumes disponibles. — Actuellement (1884), Paris peut donc compter en eaux de sources :

(1) *Notes du directeur des travaux de Paris sur les eaux et égouts*, page 14.

(2) Note de l'ingénieur Couche, in *Hygiène en France*, par Napias et Martin, 1882, p. 162.

ALIMENTATION GÉNÉRALE D'EAU PURE

Arcueil.....	3.780 ^{m³}	par jour, moyenne,
Près Saint-Gervais.....	1.560	id.
Belleville... ..	1.230	id.
Grenelle.....	350	id.
Passy.....	6.500	id.
Dhuis.	20.000	id.
Saint-Maur.....	5.000	id.
Vanne.....	100.000	id.
Total.....	138.440 ^{m³}	d'eau de source par jour.

Soit environ $\frac{138.440}{2.220.000} = 65$ litres par tête.

Les eaux de rivières peuvent donner un volume moyen de :

Canal de l'Ourcq.....	..	105.000 ^{m³}	par jour
Marne.....	.....	65.060	id.
Seine, anciennes usines..	..	61.500	id.
Seine, nouvelles usines d'Ivry.....	.....	89.000	id.
Total.....	.....	320.500 ^{m³}	d'eau de rivière,
qui, ajoutés au volume d'eau de source.....	.....	138.440	
donnent un total de.....	.....	458.940 ^{m³}	d'eau par jour.

Soit environ $\frac{458.940}{2.220.000} = 207$ litres par tête.

17. Utilisation des chutes de la Seine. — En comparant les hauts prix d'élévation de l'eau par les machines à vapeur puisant en Seine aux prix très réduits des élévations opérées par les moteurs hydrauliques des usines de la Marne, on en conclut qu'il est extrêmement avantageux d'utiliser ainsi la force des cours d'eau, en préférant ces économiques moteurs hydrauliques aux coûteuses et dispendieuses machines à vapeur.

La houille, qu'on emploie pour produire ainsi la chaleur et la force, n'existant pas d'ailleurs en quantité inépuisable dans le sol de l'Europe, il est nécessaire d'en limiter la consommation, pour le présent et pour l'avenir, en utilisant le plus possible les autres sources de force naturelle.

La Ville de Paris ne doit pas oublier, en effet, que le rapporteur général de l'Exposition de 1867, l'éminent économiste Michel Chevalier, a principalement insisté sur l'épuisement rapide du combustible européen.

Jules Simon, le savant rapporteur général de l'Exposition de 1878, a également insisté sur ce grave sujet, il y revient à plusieurs reprises (1) en démontrant clairement qu'il n'y a qu'un remède à ce très grave danger, et que seule une économie intelligente peut conjurer l'abaissement et la chute de notre grande industrie française.

La pente d'une rivière constitue une force d'autant plus considérable que le volume d'eau est plus grand ; les barrages mobiles permettent d'utiliser cette puissance dont la valeur est immense.

Ainsi de Montereau à Paris, la Seine a une pente de 20 mètres ; avec un débit de 50 mètres cubes seulement par seconde, cela représente un million de kilogrammètres, ou plus de 13,000 chevaux de 75 kilogrammètres ; et, en comptant sur 2 kilogrammes de charbon par cheval et par heure, cette force utilisée permettrait d'économiser plus de 600 tonnes de charbon par jour.

Cette pente de la Seine peut donc remplacer, quand on le voudra, une importante mine de houille (2).

Il appartient donc à la Ville de Paris de donner encore l'exemple salubre d'une sage prévoyance, en utilisant les chutes de la Seine dont elle peut disposer, comme elle l'a déjà fait, avec un éclatant succès, en utilisant les chutes de la Marne.

Or, il existe, en amont et en aval de Paris, deux barrages formant deux chutes d'eau qui donneraient ensemble, d'après l'illustre ingénieur L. D. Girard (3), au moins 2000 chevaux en eau montée, ce qui, comparé aux moteurs à vapeur actuels, donnerait lieu à une économie considérable.

18. Utilisation de la chute de Port-à-l'Anglais. — Le barrage de Port-à-l'Anglais, situé sur la Seine, à 4 kilomètres amont de Paris, constitue une chute de 3 mètres de hauteur, cotant 29^m,26 amont et 26^m,26 aval (4).

Le volume d'eau étant, comme plus haut, de 50 mètres cubes par se-

(1) *Rapports du Jury international. Introduction*, p. 105, 376.

(2) Boulé, in *Congrès International du génie civil*, 1878, page 153.

(3) *Alimentation des villes*, 1868, n° 1, page 17.

4. Boulé, in *Annales des Ponts-et-Chaussées*, 1873, n° 41, p. 100.

conde, on obtiendrait ainsi une puissance vive de $3^m \times 50000^k g = 150,000$ kilogrammètres par seconde, ou une force totale de deux mille chevaux de 75 kilogrammètres.

En se reportant à l'utilisation obtenue à l'usine de St-Maur, on voit que les beaux appareils de L. D. Girard ont utilisé au moins 64 0/0, en *eau montée*, de la puissance vive totale de la chute St-Maur.

En retranchant 14 0/0 pour faire la part des besoins de la navigation et des fuites, on pourra donc pratiquement compter sur une utilisation de 50 0/0; ce qui donnera ainsi une force de 75,000 kilogrammètres par seconde, en eau montée, ou 1000 chevaux d'effet utile.

Proposons-nous maintenant d'utiliser cette force de 1000 chevaux en refoulant 100,000 mètres cubes d'eau de Seine, par jour, ou $1^m,16$ par seconde, dans un réservoir à construire sur le haut plateau de Villejuif, à une distance de 3 kilomètres du barrage, au moyen des appareils Girard et d'une conduite forcée, en fonte, de $1^m,3$ diamètre?

La section de la conduite étant de $1^{m^2},33$, la vitesse V de l'eau sera $\frac{1^{m^3},16}{1^{m^2},33} = 0,87$ par seconde, dont le carré égale 0,7569.

D'après la formule Darcy (1), la perte de charge par mètre I en conduite neuve est :

$$RI = \left(0,000,51 + \frac{0,000,006,5}{R} \right) V^2, \text{ ce qui donne ici :}$$

$$0,65I = \left(0,000,51 + \frac{0,000,006,5}{0,63} \right) 0,7569, \text{ d'où l'on tire enfin}$$

$I = 0^m,0006$ pour la perte de charge par mètre courant de conduite neuve, qu'il convient de doubler et de porter ainsi à $0,0012$ par mètre courant de conduite oxydée.

La perte de charge totale h de la conduite oxydée de $1^m,3$ diamètre et de 3 kilomètres de longueur sera égale à $0^m,0012 \times 3000^m = 3^m,6 = h$.

La force utile étant égale à 75,000 kilogrammètres, la hauteur H manométrique totale produite sera : $H = \frac{75,000}{1,160} = 64^m,65 = H$.

(1) *Mouvement de l'eau dans les tuyaux*, 1837, page 229.

La hauteur réelle sera donc $H - h = 64^m,65 - 3^m,6 = 61^m,05$; la cote de prise amont étant 29,26, on aura enfin pour cote du déversoir : $61,05 + 29,26 = 90^m,31$, hauteur supérieure de $8^m,21$ au réservoir Gentilly, de $9^m,58$ au réservoir Charonne, et de $10,31$ au réservoir Montrouge.

19. Utilisation de la chute de Suresnes.— Située au pied du Mont-Valérien, en aval de Paris, la chute de Suresnes a une hauteur de $2^m,30$, puisque la cote amont est $26^m,03$, et que la cote aval du barrage est $23^m,73$.

Le débit par seconde étant de 75 mètres cubes d'eau, en étiage ordinaire, on peut compter sur une force totale minima de 75,000 $k^s \times 2^m,3 = 172,500$ kilogrammètres par seconde, ou de 2300 chevaux.

En estimant, comme plus haut, la force utile disponible à 50 0/0, on aura donc une force utile de 86,250 kilogrammètres par seconde en eau montée, ou 1150 chevaux d'effet utile.

Proposons-nous d'utiliser cette force de 86,250 kgmt. en refoulant encore 100,000 mètres cubes d'eau de Seine, par jour, ou $1^m^3,16$ par seconde, dans un réservoir à construire sur le large plateau qui s'étend au sud du fort du Mont-Valérien, à une distance de 1 kilomètre 1/2 du barrage, au moyen des appareils Girard et d'une conduite forcée, en fonte, de $1^m,3$ de diamètre ?

La perte de charge h comptée, comme plus haut, à $0^m,0012$ par mètre courant de conduite oxydée, sera en somme égale à : $0^m,0012 \times 1500^m = 1^m,80 = h$.

La hauteur *manométrique* H sera, d'ailleurs, égale à $H = \frac{86.250}{4,160} = 74^m,35 = H$.

La hauteur réelle d'élévation sera : $H - h = 74^m,35 - 1^m,80 = 72^m,55$; la cote de prise amont, étant $26^m,03$, on aura, enfin, pour cote du déversoir : $72^m,55 + 26^m,03 = 98^m,58$, hauteur supérieure de $23^m,58$ à celle, 75^m , du réservoir supérieur de Passy.

En pratique, il serait suffisant de refouler seulement jusqu'à la cote 92^m , hauteur du large plateau qui s'étend au sud du fort du Mont-Valérien, où il serait très facile de construire un immense ré-

servoir souterrain, desservant, par sa position spéciale, tout le Bois de Boulogne et les hauts quartiers de l'Ouest de Paris, dont la cote supérieure atteint à peine 69^m en quelques points seulement.

Si, à la force *utile* de la chute de Suresnes, égale à 1150 chevaux, nous ajoutons la force *utile* de la chute de Port-à-l'Anglais, égale à 1000 chevaux, nous obtiendrons un total de 2150 chevaux utilisables en eau montée, nombre en parfait accord avec les évaluations de l'éminent ingénieur L. D. Girard, qui estimait, en 1868, la force des deux chutes amont et aval de Paris, à *au moins* 2000 chevaux en eau montée.

20. Projet d'Aqueduc de la Loire. — Le 1^{er} mars 1859, l'ingénieur Grisot de Passy présentait un beau projet de dérivation des eaux de la nappe souterraine de la Loire, qui consistait à prendre, dans la couche des sables du fond de ce fleuve, un volume de six mètres cubes d'eau par seconde, au moyen d'une galerie filtrante naturelle, placée à cinq mètres au-dessous de l'étiage.

La Loire ayant l'avantage de déplacer les sables de son lit dès que les eaux s'élèvent à 2^m au dessus de l'étiage, et de renouveler spontanément, plusieurs fois l'an, l'épaisseur de la couche filtrante, on obtiendrait ainsi un grand volume d'eau toujours limpide, à la température constante de 10 centigrades, et ayant enfin le très précieux avantage d'offrir une pureté remarquable, puisque, l'eau de la Loire ne marquant que *trois degrés* à l'hydrotimètre, l'eau de la galerie aurait certainement un très faible titre hydrotimétrique. L'origine de

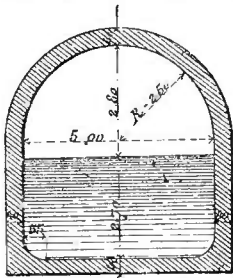


Fig. 3.

la dérivation était placée à Bonny(1), à 10 kilomètres amont de l'écluse de Baraban, où la Loire débite 45 M³ par seconde, à l'étiage, et en un point où l'étiage est à la cote 134^m ; la galerie d'infiltration était placée à la cote 134 — 5 = 129^m.

L'aqueduc de dérivation (fig. 3) présentait une cunette rectangulaire de 5 mètres de largeur et 3 mètres de hauteur, recouverte par

(1) Consuliez, pour plus de clarté, les cartes de l'Etat-Major nos 110, 109, 93, 80, 63, 48.

une voûte demi-circulaire, l'épaisseur des parois en maçonnerie de ciment était de 0^m40, avec enduits de ciment, ce qui donnait un cube de 8^m3,25 par mètre courant d'aqueduc.

La pente I réglée à 0^m,000,04 par mètre, ou à 0^m,04 centimètres par kilomètre donnait, d'après la formule de Darcy (1), avec une hauteur d'eau de 2^m,70, une vitesse U, de :

$$U = 63,25 \sqrt{\frac{L H}{L + 2 H}} \sqrt{I} = 63,25 \sqrt{\frac{5 \times 2,7}{5 + (2 \times 2,7)}} \sqrt{0,000,04}$$

d'où U = 0^m,454 vitesse de l'eau par seconde ;

Le volume d'eau par seconde était donc, avec une section d'eau de 5^m × 2^m,70 = 13^m2,5, égal à 13^m2,5 × 0,454 = 6^m3,12 par seconde, et par jour de 86400^s × 6^m3,12 = 528,768 mètres d'eau.

On pouvait donc compter sur un nombre rond de 500,000 mètres cubes introduits par jour dans Paris.

Après un parcours de 75 kilomètres sous la pente uniforme de 0^m,000,04 par mètre, l'aqueduc, presque toujours en tranchée peu profonde, franchissait le col de l'Esse par un souterrain de 1500 mètres, et débouchait dans la plaine de la Beauce, où il se maintenait avec la même pente sur une longueur de 35 kilomètres dans des tranchées de 2 à 3 mètres seulement, à gauche des vallées de l'oeuf et de la Laye, deux affluents de l'Essonne. Après ce parcours de 110 kilomètres, il était à la cote 129 — 4,4 = 124^m,6.

Pour passer de la plaine de la Beauce à celle de Cheptainville, dont la hauteur est inférieure de 40 mètres, on pouvait emprunter à sa naissance la vallée du ruisseau d'Eclimont, suivre le flanc droit du coteau, prendre le versant droit de la vallée de la Juine ; traverser cette vallée au-dessous de Gillevoisin et de Chalarande, dans sa partie la plus étroite ; contourner le versant gauche et entrer enfin dans la plaine de Cheptainville entre Vert le-Grand et le château de Beaulieu, à la cote 84^m,60.

Pour passer d'un étage à l'autre, la pente est de 40 mètres, et le développement de 35 kilomètres, ce qui permettait de franchir la vallée de la Juine par des syphons en fonte.

(1) *Fontaines publiques de Dijon*, 1856, page 374.

De Vert-le-Grand à Paris, la distance n'est plus que de 25 kilomètres. La plaine est partout à une hauteur de 86 à 88 mètres ; de telle sorte que si on reprend la pente primitive de 0^m,04 par kilomètre, on arriverait à Bicêtre à la cote $84,6 - 1,00 = 83^m,60$, très suffisante pour l'alimentation de Paris à tous les étages des habitations.

Les dépenses de ce beau projet de dérivation d'un volume de 500,000 mètres cubes d'eau excellente étaient estimées à 75 millions de francs.

Soumis à l'examen du Conseil général des Ponts-et-Chaussées, ce projet a donné lieu à un rapport, en date du 12 avril 1859, qui concluait : que les eaux de la Loire peuvent être dirigées sur Paris où elles arriveraient fraîches, salubres et en grande quantité.

Dans sa séance du 9 mai 1859, le Conseil général des Ponts-et-Chaussées a décidé : que le projet de dérivation des eaux de la Loire mérite d'être pris en considération, et qu'il y a lieu d'en faire l'étude.

Soumis à la Commission municipale, par le préfet Haussmann, en 1867, ce projet agrandi consistait à dériver 10 mètres cubes par seconde des eaux de la Loire pour arroser la Beauce, et en apporter 500,000 mètres cubes par jour à Paris.

Toutes les dépenses devaient être faites par une compagnie qui demandait, pendant cinquante ans, une annuité de 3 millions 1/2 à la Ville de Paris.

Mais cette société financière ne put se constituer, et le projet fut alors abandonné, à la grande satisfaction des riverains de la Loire, qui prétendaient qu'une prise d'eau de 10 mètres cubes par seconde pourrait nuire à la navigation de la Loire.

Prétention injustifiable, quand on sait que la Loire débite 45 mètres cubes par seconde à Bouny, pendant l'étiage ; et que la prise d'eau était faite dans la partie latérale droite et *souterraine* d'un très large fleuve, qui n'est d'ailleurs navigable qu'avec 40 centimètres d'eau au-dessus de l'étiage, ce qui donne alors au fleuve un débit au moins égal à soixante fois celui de la prise d'eau projetée.

On a également objecté que cet aqueduc pouvait être coupé en cas d'invasion.

Mais ce défaut étant présenté par toutes les dérivations actuelles ou projetées, on ne peut en faire un reproche *spécial* à aucune d'entre elles.

21 — Projet de canal de la Loire amenant 500.000^{m³} d'eau. — Une société financière s'est récemment formée pour étudier un projet, qui consiste à prendre 18 mètres cubes d'eau par seconde dans la Loire, au-dessus de Cosne, et à les utiliser dans un canal de navigation et d'irrigation.

Ce canal se bifurquerait au-dessus d'Orléans, une branche suivrait la Loire en canal latéral, l'autre branche traverserait la Beauce en l'irriguant, et amènerait 500.000 mètres cubes d'eau par jour à Paris.

Le Conseil municipal de Paris, approuvant cette idée, a voté une annuité de deux millions de francs pendant cinquante ans ; soit, en tout, cent millions en échange de cette fourniture d'eau.

Mais ce canal est estimé à 250 millions, et la loi de concession n'a point encore été votée.

22. — Comparaison des projets d'aqueduc et canal de la Loire. — Si l'on compare le projet d'aqueduc de la Loire au projet de canal de navigation et d'alimentation de la Loire, on en conclut bien vite à la haute supériorité de l'aqueduc :

En effet, dans le projet d'aqueduc, l'eau, filtrée dans une épaisse couche de sable, serait captée dans un état de limpidité parfaite. Sa température, à la prise, serait constamment maintenue aux alentours de 10° centigrades ; ce qui constitue une température presque tiède pour la saison d'hiver, et une fraîcheur délicieuse en été.

Prise ainsi dans des conditions de pureté, de limpidité et de température véritablement exceptionnelles, l'eau de la Loire circulerait ensuite dans un aqueduc souterrain, en excellente maçonnerie de ciment, parfaitement étanche, et dont les parois dures et polies ne pourraient jamais lui communiquer aucun mauvais goût. Cet aqueduc couvert et partout entouré d'une épaisse couche de terre, main-

tiendrait l'eau à une température absolument constante, en la mettant ainsi à l'abri de l'influence des saisons. Aucune poussière minérale ou organique ne pouvant s'y introduire, toute végétation, et, par suite, toute reproduction animale ne pourraient s'y développer.

L'aqueduc étant parfaitement étanche, et mettant aussi l'eau à l'abri de l'évaporation, aucune perte par fuite ou vaporisation ne viendrait diminuer la quantité d'eau empruntée à la Loire.

L'eau prise pure, limpide et fraîche à Bonny, arriverait donc intégralement ainsi fraîche, limpide et pure à Paris.

À l'avenir, et avec un volume suffisant de cette excellente eau de la Loire, il serait possible de desservir, par les mêmes conduites de distribution, à la fois le service privé et le service public ; en faisant ainsi disparaître les complications et les dépenses excessives de l'établissement et l'entretien de deux systèmes d'alimentation avec réservoirs et conduits distincts.

Enfin, ce grand volume d'eau pure pouvant être acquis à un prix comparativement minime, il en résulterait forcément une grande diminution du prix de vente et d'abonnement de l'eau, ce grand et principal agent de l'hygiène publique et privée.

Les installations et canalisations de ces abonnements privés seraient également très simplifiées, puisqu'il n'y aurait plus lieu de tenir compte de la distinction aujourd'hui établie entre l'eau industrielle et l'eau domestique ; on éviterait ainsi les lourdes dépenses d'acquisition et d'entretien des compteurs d'eau pour la distribution domestique, et on serait enfin bien fondé, après tous ces progrès réalisés, à exiger légalement qu'un volume d'eau suffisant soit introduit constamment dans toute propriété bâtie et habitée.

Il est aisé de voir que tous les précieux avantages ci-dessus, faciles à réaliser dans un projet d'aqueduc couvert, disparaissent en entier, et font place à de nombreux et graves défauts, avec un projet de dérivation de la Loire par un canal découvert et navigable :

En effet, l'eau, au lieu d'être, comme ci-dessus, prise pure et fraîche dans les veines souterraines du fleuve, est prise à même le courant supérieur plus ou moins chaud et trouble ; elle circule ensuite dans un long canal *découvert*, exposée ainsi à toutes les influences des saisons, glaciale en hiver, chaude l'été ; recueillant

toutes les poussières minérales et organiques que les vents y poussent, et tout ce que les riverains et les bateliers y versent par incurie ou malveillance. Ainsi chargée de matières organiques, l'eau donne naissance à une abondante végétation qui retarde considérablement la vitesse du courant, et diminue, par conséquent, le volume d'eau débité ; ainsi qu'on l'a parfaitement constaté au canal de l'Ourcq, malgré un faucardement souvent répété. Toutes ces plantes aquatiques offrant un refuge et une abondante alimentation aux insectes et animaux aquatiques, il en résulte que l'eau d'un canal découvert est bientôt infectée par de nombreuses causes de fermentations et décompositions organiques.

L'évaporation et les fuites par le sol donnent lieu à des pertes d'eau importantes, et diminuent encore le débit déjà amoindri par la présence des herbes aquatiques.

L'eau arriverait donc à Paris en quantité variable, à des températures excessives, et, défaut capital, elle n'y parviendrait que profondément chargée d'infusoires et ferments organiques, constituant une eau impropre à la boisson et à la plupart des usages domestiques.

Après avoir versé 400 millions, la Ville de Paris n'aurait enfin que 500,000 mètres cubes d'une eau propre tout au plus aux usages du service public, et comparable à celle fournie par le canal de navigation de l'Ourcq, dont la mauvaise qualité est depuis longtemps reconnue, puisqu'elle ne sert généralement qu'au lavage des ruisseaux et égouts.

Avec ce projet de canal découvert, on ne pourrait faire face aux nouveaux besoins du service privé ; il faudrait donc encore avoir recours aux coûteuses dérivations d'eaux de sources pour compléter le volume d'eau, déjà insuffisant, destiné à l'assainissement de tous les étages des habitations.

Conservant ainsi forcément la double canalisation des eaux potables ou industrielles, on ne pourrait encore faire cesser les graves inconvénients économiques et hygiéniques du *duplicata service* (1), si onéreux pour tous, et on retarderait enfin pour longtemps l'a-

(1) Fonssagrives. *Hygiène des villes*. 1874, p. 291.

baissement des frais d'installation et d'abonnement d'eau, puisqu'il faudrait toujours deux compteurs distincts et deux canalisations spéciales.

L'analyse comparative et hautement impartiale des projets d'aqueduc et de canal de la Loire nous conduit enfin à conclure à l'immense supériorité du projet d'aqueduc, et à écarter toute idée d'alimenter Paris par une dérivation de la Loire circulant dans un canal découvert et navigable.

23. Esquisse d'une dérivation de la Loire. — Étudié en 1859, le beau projet d'aqueduc de l'ingénieur De Passy était basé sur des formules de pente, section et débit alors parfaitement conformes aux principes techniques ayant cours en hydraulique appliquée : formules de Prony pour les conduites forcées, et formules de Darcy pour les conduites libres.

Après vingt-cinq années écoulées depuis ces études techniques, il ne faut pas s'étonner que ce projet ne réponde plus suffisamment à la condition principale d'amener à Paris un volume d'eau pure suffisant pour les besoins actuels et prochains, car, en 1859, il n'était point question d'appliquer le principe de la *circulation continue* au drainage immédiat des résidus de Paris.

Il y a donc lieu aujourd'hui d'élargir le projet De Passy, afin de l'adapter aux proportions actuelles des besoins de la population de Paris. Hâtons-nous d'ajouter que la plus grosse part de l'énorme volume d'eau pure nécessaire peut être fourni au moyen de la transformation peu coûteuse du projet primitif de l'ingénieur De Passy, et avec l'aide de nouveaux éléments fournis en partie par cet habile ingénieur, ainsi que nous allons essayer de l'établir en nous basant sur les importants progrès réalisés depuis 1859 dans l'utile science de la conduite et de la distribution des eaux :

Dans une intéressante communication faite au Congrès du Génie civil de 1878 (1), l'ingénieur De Passy arrive à prouver qu'il est facile et peu coûteux de capter les eaux de la nappe souterraine des rivières à fond de sable et gravier, au moyen de puits filtrants reliés par des aqueducs et donnant une eau plus fraîche et plus pure que celle

(1) *Congrès international du Génie civil*, 1878, p. 290.

fournie par les anciennes galeries filtrantes ; puits filtrants dont les frais de construction et de raccord seraient insignifiants, comparativement aux frais d'établissement des galeries filtrantes du système d'Aubuisson.

Nous voyons déjà qu'il est maintenant facile, et relativement peu coûteux, d'établir la prise d'eau filtrée de la Loire, à Bonny, en adaptant cet excellent système de puits filtrants à un projet de dérivation élargi de façon à fournir un volume maxima pour la pente et le volume de maçonnerie donnés.

L'ancien projet De Passy comportant une estimation des frais de prise basée sur le coûteux système de galeries filtrantes d'Aubuisson, il est bien permis d'en conclure que les puits filtrants, dont les frais d'exécution sont de beaucoup inférieurs au prix des galeries, permettront, pour un prix égal, la filtration d'un volume d'eau beaucoup plus élevé.

Le mémoire de 1859 de l'ingénieur De Passy étant d'ailleurs suivi des lettres officielles des maires de toutes les villes situées sur les rives de la Loire entre Nevers et Orléans, attestant que *tous* les puits creusés le long des bords de la Loire donnent *toujours* une eau fraîche et parfaitement limpide ; il n'y a donc aucune incertitude sur le point délicat de la constance de l'excellence de ce procédé appliqué spécialement à la filtration de l'eau de la Loire.

La longueur totale de l'aqueduc en tranchée atteignant 158 kilomètres, il est aisé de voir que le problème principal de la transformation économique du projet De Passy consiste surtout à chercher les moyens d'augmenter la section libre de l'aqueduc et la vitesse de l'eau y circulant, sans augmenter la pente primitive, ni le cube de la maçonnerie de ciment primitivement prévu pour un débit de 500.000 mètres d'eau par jour ; afin d'obtenir le plus grand effet utile de ce volume donné de maçonnerie, en conservant la pente de 4 centimètres par kilomètre.

La section libre de l'aqueduc De Passy (figure 3) présentait la forme d'un rectangle de 5 mètres de largeur et de 3 mètres de hauteur, surmonté d'un demi cercle de 5 mètres de diamètre ; l'épaisseur uniforme des radier, pieds droits et voûte était de 0^m,40, sauf deux angles inférieurs arrondis sous un rayon d'environ 0^m55.

$$\begin{array}{r}
 \text{Le volume du radier donnait : } 5^m,8 \times 0^m,4 = 2^m,32 \\
 \text{les deux angles arrondis : } \frac{(4.10)^2 - \frac{(4.10)^2}{1.273}}{2} = 0^m,13 = 0,13 \\
 \text{deux piédroits : } 2 \times 3 \times 0.4 = 2,40 \\
 \text{voûte : } \frac{(5.8)^2 - (3)^2}{1.273 \times 2} = 3,40 \\
 \hline
 \Sigma = 8^m,25
 \end{array}$$

Pour obtenir la plus grande section libre, avec ce même volume de $8^m,25$ de maçonnerie de ciment et la même épaisseur constante de $0^m,40$ centimètres, il suffira évidemment de donner au nouveau profil la forme d'un cercle de $6^m,20$ de diamètre intérieur, et 7^m de diamètre extérieur (fig. 4) ; car on a :

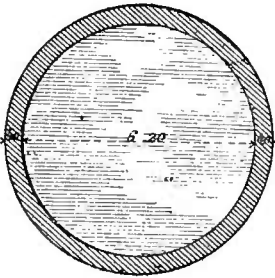


Fig. 4

$$\frac{(7)^2 - (6.2)^2}{1.273} = 8,25$$

La section totale libre du nouvel aqueduc cylindrique sera donc : $\frac{(6.2)^2}{1.273} = 30$ mètres carrés ; l'ancien projet donnant seulement : $5 \times 3 + \frac{(3)^2}{1.273 \times 2} = 24^m,8$; on peut donc gagner ainsi $30 - 24^m,8 = 5^m,2$ de surface libre.

Cette forme circulaire présente encore l'avantage d'être plus solide, à épaisseur égale, qu'une section rectangulaire plus facile à renverser par la poussée latérale des terres.

L'ingénieur Dejardin, qui fait autorité sur ce sujet, conseille formellement *la forme circulaire extradossée d'égale épaisseur* pour les voûtes de souterrain et d'aqueduc (1).

La forme demi-circulaire de la cunette de l'aqueduc projeté aurait en outre la propriété de diminuer la résistance des parois et d'augmenter ainsi la vitesse de l'eau d'environ $1/10^e$, et, par suite, d'ob-

(1) *Routine de l'établissement des voûtes*, 1860, pages 232 et 234.

tenir un débit plus fort de $1/10^{\circ}$ qu'avec une section rectangulaire(1).

Cette section circulaire a d'ailleurs subi victorieusement l'épreuve de l'expérience dans la belle dérivation du Potomac, qui alimente Washington au moyen d'un aqueduc cylindrique en maçonnerie ayant $2^m,74$ de diamètre intérieur.

Avec cette section rationnelle, l'ingénieur américain Meigs, auteur du projet, a obtenu un constant et énorme débit de 300.000 mètres cubes par jour (2). On sait aussi que l'éminent ingénieur Belgrand a également donné une section circulaire à son bel aqueduc de la Vanne.

Quant à l'épaisseur de $0^m,40$ de maçonnerie de ciment que nous proposons de conserver pour l'aqueduc cylindrique de $3^m,10$ de rayon interne, on nous permettra de ne point présenter la résultante des pressions justifiant rigoureusement cette épaisseur par une théorie précise; en s'assurant que c'est là un problème d'analyse très compliqué, et qui ne pourrait être résolu qu'à l'aide d'une foule d'hypothèses sur le frottement, la cohésion des terres et l'élasticité du cylindre comprimé, c'est-à-dire, sur des données inconnues, ne conduisant finalement qu'à l'incertitude pratique (3).

Remarquons cependant théoriquement que si nous supposons la tranchée profonde et pleine d'eau dans toute sa hauteur, et le cylindre de $6^m,2$ plein d'eau pure, nous aurons en chaque point du cercle une différence de pression *constante* à toutes les hauteurs de la circonférence; il en résulte nécessairement que la figure d'équilibre est bien celle d'un cercle de peu d'épaisseur.

Les excellents ciments modernes permettent, du reste, des constructions hydrauliques d'une étonnante hardiesse; l'éminent ingénieur Baldwin Latham cite, par exemple (4), un égout cylindrique construit, en 1874, avec un béton de ciment de Portland qui a permis de réduire le demi-cercle inférieur à l'épaisseur de 1 pouce anglais,

(1) *Recherches expérimentales sur l'écoulement de l'eau dans les canaux découverts*, par l'ingénieur Bazin. — In *Mémoires des savants étrangers*, page 17, tome 19, 1865.

(2) Huet : *Annales des Ponts*, 1864, et Malézieux : *Rapport de mission aux Etats-Unis*, 1877, p. 469.

(3) Dupuit : *Distribution des eaux*, 1854, pages 141-142.

(4) *Sanitary Engineering*, 1873, p. 131.

soit 2 centimètres $1/2$; bien que le diamètre intérieur fût de 7 pieds 1 pouce, ou d'environ $2^m,16$.

D'ailleurs, l'épaisseur de $0^m,40$ donnée par Belgrand aux voûtes du grand collecteur d'Asnières ayant parfaitement résisté à la grande épaisseur de terre qui les surcharge et aux pressions internes pendant les crues de la Seine, malgré un rayon de courbure interne de $3^m,40$, nous avons bien le droit d'en conclure que la même épaisseur de $0^m,40$ suffira pratiquement aussi pour notre profil d'aqueduc de la Loire, dont le rayon de courbure interne n'atteint que $3^m,10$.

Recherchons maintenant quelle sera la vitesse moyenne dans l'aqueduc cylindrique débitant à pleine ou $1/2$ section, puisque la vitesse moyenne est la même à pleine ou demi section, car le *rayon moyen* est exactement le même dans ces deux cas, puisque ce rayon moyen égale la section d'eau divisée par le périmètre mouillé ; et qu'avec l'écoulement à pleine section noyée, si la section d'eau est doublée d'un côté, de l'autre il y a compensation par le doublement du périmètre mouillé (1).

Les expériences d'écoulement de l'émissaire du lac de Fucino (2) (dû à l'illustre ingénieur De Mont-Richer) établissent d'ailleurs que les formules de Bazin sont encore applicables quand le périmètre mouillé est presque *fermé* :

En effet, nous avons calculé que le périmètre mouillé de l'aqueduc de Fucino est d'environ 13 mètres, pour une section d'eau d'environ $18^m^2,6$, (avec un vide de $0^m,5$ de flèche sous clef) ; dans ces conditions d'écoulement, le rayon moyen R égale $\frac{18,6}{13} = 1^m,43 = R$; le débit étant de $49^m^3,6$ d'eau par seconde, la vitesse U moyenne égale $\frac{49,6}{18,6} = 2^m,666$ par seconde, d'où $U^2 = (2,666)^2 = 7,1$; la pente I par mètre égale $0^m,001$. Ce qui donne enfin comme valeur du coefficient A :

$$A = \frac{RI}{U^2} = \frac{1,43 \times 0,001}{7,1} = 0,0002 = A.$$

(1) Dupuit : *Distribution des eaux*, 1854 p. 125, 135.

(2) *Dessèchement du lac Fucino*, par Brisse et de Rotrou. Analyses de ce mémoire in *Annales des Ponts*, par A. Durand-Claye, 1878, et *Nature*, n° 341.

Or, d'autre part, les tables Bazin (1) donnant, pour un rayon moyen de 1,43 et des parois rectangulaires en pierre de taille : $A = 0,000199$, valeur pratiquement égale à $0,00002 = A$; on voit que les formules Bazin sont encore applicables aux grands aqueducs dont le périmètre mouillé est presque *fermé*.

Les expériences de Bazin (2) établissant aussi que, sous une même pente, le débit d'un 1/2 tuyau découvert est précisément égal à la moitié du débit fourni par le tuyau complet *fermé*, ayant une section noyée double avec un périmètre mouillé double et *fermé* ; on est donc enfin parfaitement fondé à considérer la *vitesse moyenne* comme étant égale dans les deux cas d'un écoulement à pleine ou demi section noyée.

En appliquant les formules de Bazin, nous aurons, en donnant d'abord à l'eau une hauteur égale au rayon $3^m,1$, une section d'eau égale à $15 M^2$, et un périmètre mouillé égal à $9^m,8$; d'où l'on tire pour valeur de rayon moyen : $R = \frac{15}{9,8} = 1,54$.

Pour des parois rectangulaires très unies, en ciment lissé, les tables de Bazin (3) donnent, avec $R = 1,54$, $\frac{R^3}{U^2} = 0,000,153$; U^2 étant le carré de la vitesse cherchée ; I la pente par mètre, égale ici à $0^m,00004$.

Il vient donc : $\frac{1,54 \times 0,00004}{U^2} = 0,000153$; $U^2 = 0,40$; $U = \sqrt[2]{0,40} = 0^m,632 = U$.

Mais la section projetée étant circulaire, la vitesse $U = 0^m,632$ doit être augmentée de 1/10 (4) et portée ainsi à $0^m,632 + 0,063 = 0^m,695 = U'$ par seconde pour la vitesse de l'eau dans l'aqueduc cylindrique projeté.

Cette vitesse théorique de $0^m,695$ par seconde nous paraît d'ailleurs au-dessous de celle qu'on pourra réaliser en pratique avec de l'eau filtrée, car il est fort important de faire remarquer ici que les

(1) *Savants étrangers*, tome XIX, page 321

(2) *Id.*, p. 175, 177.

(3) *Id.*, p. 321.

(4) *Id.*, p. 17.

expériences de Bazin et celles du lac Fucino ont été instituées avec de l'eau plus ou moins *trouble* et, dans tous les cas, non filtrée.

Or, les expériences plus récentes de l'ingénieur Picard (1) établissent nettement l'influence de la pureté des eaux sur la réduction du frottement et l'augmentation de la vitesse et du débit.

Cependant, comme nous n'avons aucune méthode ni coefficient qui puisse nous permettre de calculer d'avance l'augmentation de vitesse et de débit dus à l'emploi d'eau pure et filtrée, nous n'en tiendrons point compte numériquement, et nous allons calculer le débit en employant la vitesse théorique fournie plus haut par les formules et tables de Bazin.

Cette vitesse $U = 0^m,695$, par seconde, multipliée par la section droite du cylindre de $6^m,2$ diamètre, qui égale 30 mètres carrés, nous donne : $0^m,695 \times 30^m^2 = 20^m^3,850$ litres de débit par seconde. Soit par jour de $24 \times 3600'' = 86400$ secondes, $20^m^3,850 \times 86400 = 1.801.440$ mètres cubes par jour.

Débit journalier qu'on pourrait obtenir même avec de l'eau de la Loire non filtrée, dans le cas peu probable où l'on voudrait éviter les frais de construction des puits filtrants.

Le problème capital de la recherche d'une section propre à porter un volume d'eau maxima, sans augmenter le volume de la maçonnerie du profil De Passy, qui ne portait que le $1/3$ de ce volume d'eau, est donc absolument résolu par l'emploi d'un aqueduc cylindrique d'une épaisseur égale à celle du profil primitif, et présentant une résistance supérieure, malgré l'augmentation notable de la section libre intérieure. Il est vrai que le cube de fouille serait un peu augmenté. Mais on sait que les prix pour fouille et remblai de terre sont extrêmement bas pour les terrains meubles qu'il s'agit de traverser ici.

Il n'en pourrait donc résulter qu'une légère augmentation du prix du mètre courant d'aqueduc en tranchée.

L'estimation primitive comprenait l'acquisition d'une surface de

(1) *Alimentation du canal de la Marne au Rhin et du canal de l'Est*, et analyse de cet ouvrage par Lalanne, in *Nature*, n° 438, 1881.

25^m de terrain par mètre courant d'aqueduc, surface encore plus que suffisante pour le nouveau profil, et permettant de maintenir l'estimation première pour les achats de terrain.

Les portions d'aqueduc supportées par viaduc n'augmenteraient pas non plus sensiblement l'estimation primitive, car l'ingénieur De Passy s'était largement basé sur les prix moyens des viaducs du chemin de fer d'Orléans, qui ont 8 mètres de largeur entre parapets, ou environ 9 mètres de largeur totale ; ces dimensions permettant parfaitement le passage d'un aqueduc de 6^m,2 diamètre, il n'y a pas lieu d'augmenter sensiblement l'estimation première.

Il en serait de même pour la partie en souterrain, d'une longueur totale de 1 kilomètre 1/2, dont l'estimation était largement basée sur les prix moyens des tunnels de chemin de fer, ayant 7^m,4 de diamètre, section plus que suffisante pour le nouvel aqueduc cylindrique de 6^m,2 diamètre.

Pour franchir les vallons de la Juine, l'ingénieur De Passy employait des conduites forcées métalliques de 7 kilomètres de longueur totale, qui, avec une pente de 5 mètres par kilomètre, lui faisaient perdre 35 mètres de charge.

Nous croyons qu'il y aurait maintenant de grands avantages à remplacer ces 7 kilomètres de conduites forcées par 7 kilomètres de petits viaducs très bas et peu coûteux.

Car, pour passer de la plaine de la Beauce à celle de Cheptanville, nous avons vu que la chute est de 40 mètres, et le développement, de Sermaise à Vert-le-Grand, de 35 kilomètres, ce qui n'exige que $0^m04 \times 35 = 1^m40$ de charge en conduite libre, et donne $40^m - 1^m4 = 38^m60$ comme hauteur de chute disponible.

Or, avec un débit de 20,830 litres par seconde et une chute de 38^m6, on a évidemment une force motrice de $\frac{20850^{\text{kg}} \times 38^m6}{75}$

= 10730 chevaux.

Une force gratuite de plus de dix mille chevaux pourrait donc être facilement créée près de Gillevoisin, avant de franchir la Juine. et, soit qu'on l'utilise en ce point, soit que les électriciens trouvent les moyens de la transporter à Paris, nous voyons enfin qu'il en résulterait d'importants bénéfices, justifiant la légère

dépense de quelques kilomètres de petits aqueducs que nous proposons pour remplacer les syphons du projet De Passy.

Dans le cas où l'on se déciderait à amener l'eau de la Loire en conduite forcée de Gillevoisin à Paris, on pourrait l'obtenir à un niveau de $83,60 + 38,6 = 122^m2$. Cette cote de 122 mètres serait suffisante pour le service des quartiers les plus hauts de Paris, sauf quelques petits sommets à Montmartre et à Belleville.

Mais la *dépense serait considérablement augmentée*, puisqu'outre le cylindre de béton de ciment, il faudrait en plus un cylindre intérieur en tôle de fer, dont l'épaisseur devrait atteindre environ *deux centimètres*, pour résister à une pression permanente de 40 mètres, ou de 4 kilog. par centimètre carré. Car, d'après le professeur De Mastaing, (1) pour un cylindre de 310 de rayon r , pour $R = 620$ kig. de traction permanente par centimètre carré et pour $p = 4$ kilog. de pression, on a : $e = 310 \times \frac{4}{620} = 2$ centimètres, ce qui donnerait environ $3,14 \times 6^m,2 \times 0^m,02 \times 7,8^{\text{densité tôle}} = 3034$ kilog de tôle par mètre courant d'aqueduc, soit environ 3 tonnes par mètre, et $3 \times 35,000 = 105,000$ tonnes de tôle pour les 35 kilomètres de parcours de l'aqueduc entre Gillevoisin et Paris !

En résumé, la section cylindrique que nous proposons pour l'aqueduc de dérivation de l'eau filtrée de la Loire permettrait, grâce à sa solidité maxima pour une épaisseur et un cube de maçonnerie donnés, et à son frottement minima, de *tripler* le volume de 5 à 600,000 mètres cubes d'eau prévu par l'ingénieur De Passy, en le portant à $1,800,000^m^3$, sans que la dépense soit sensiblement augmentée.

Une force constante de plus de *dix mille chevaux* serait obtenue à peu de frais près de Gillevoisin.

L'eau filtrée de la Loire, bien protégée dans l'aqueduc fermé contre toute variation de température, évaporation, fuite, et contre toutes les causes de pollutions par végétations, animaux ou virus, arriverait enfin intégralement à Paris dans un état de pureté et de fraîcheur absolues ; conditions qui, nous le répétons en y insistant

(1) *Résistance des Matériaux*. 1874, p. 41.

particulièrement, sont impossibles à réaliser avec une dérivation de la Loire fournie par un canal découvert et navigable.

24. — Comparaison des prix de revient du mètre cube d'eau

— La dérivation de la Dhuis a coûté 18,000,000 francs, pour un débit de 22,000^{m³} par 24 heures, soit 8.030.000^{m³} par an. Les frais d'entretien s'élèvent à 88,000 francs, et l'intérêt du capital, à 50/0, est de 900,000 francs ; le mètre cube d'eau de la Dhuis reviendrait donc, d'après Alphaud (1), à $\frac{988.000}{8.030.000} = 0f.123$.

Mais en supposant le capital amorti, on n'aurait plus alors qu'un prix de revient égal à $\frac{88.000}{8.030.000} = 0f.011$ le mètre cube.

La dérivation de la Vanne a coûté 40.000.000 francs pour amener 36,500,000^{m³} par an. L'entretien s'élève à 268.000 francs l'an. Le mètre cube d'eau de la Vanne reviendrait donc à $\frac{2.268.000}{36.500.000} = 0f.062$.

Après amortissement du capital, le prix ne sera plus que $\frac{2.268.000}{36.500.000} = 0f.0073$ le mètre cube.

L'usine à vapeur d'Austerlitz élève l'eau de Seine au prix de 0f.0382 le M³ ; l'entretien est compté pour 0f,0225, et l'intérêt du capital pour 0f,0157.

Mais on peut faire une économie de 0f,004 sur l'entretien, en employant des moteurs à vapeur perfectionnés ; ce qui abaisserait le prix de revient à 0f,0185 le mètre cube, avec capital amorti.

L'usine hydraulique Girard, de Saint-Maur, qui élève 14,079,381 M³ l'an, a coûté 7,989,418 francs. L'entretien est de 97,759 francs l'an ; le mètre cube d'eau reviendrait donc à $\frac{399,470 + 97,759}{14,079,381} = 0f,0352$.

Le capital dépensé à Saint-Maur étant amorti, le prix s'abaisserait à $\frac{97,759}{14,019,381} = 0f.007$ le mètre cube.

En utilisant les chutes de Port-à-l'Anglais et de Suresnes pour

(1) *Note du directeur des travaux de Paris*. 1879, p. 12.

élever l'eau de Seine au moyen d'appareils hydrauliques Girard, on économiserait donc sur l'emploi des pompes à vapeur, avec capitaux d'établissement amortis :

0f,0185 — 0,007 = 0f,0115 par mètre cube d'eau élevée.

Soit, pour 200,000 M³ par jour, et 73,000,000 M³ l'an, 73,000,000 × 0f,0115 = 839,500 francs d'économie par an.

L'aqueduc cylindrique de dérivation de la Loire coûterait environ 80.000.000 francs ; l'entretien estimé à un peu moins que le double de celui de l'aqueduc de la Vanne qui comporte en plus quelques usines de refoulement, reviendrait à environ 500,000 francs l'an.

Le prix du mètre cube d'eau filtrée de la Loire, avec un volume de 1,800,000 M³ par jour, et 657,000,000 M³ par an, serait donc, sans amortissement, de $\frac{4.500.000}{657.000.000} = 0f,00685$. Après amortissement, ce prix ne serait plus que : $\frac{500.000}{657.000.000} = 0f,00076$ le mètre cube.

Comparé au prix de revient de l'eau ordinaire de Seine élevée par machines à vapeur perfectionnées, le prix du mètre cube d'eau filtrée de la Loire serait abaissé dans la proportion de $\frac{0f,0342}{0,00685} = 5$.

Il ne coûterait donc, sans amortissement, que le cinquième du prix de l'eau de Seine élevée par pompes à vapeur.

Après amortissement, ce prix déjà si inférieur serait abaissé dans une proportion bien plus remarquable encore, car on aurait : $\frac{0f,0185}{0f,00076} = 24$.

On voit donc, enfin, que l'eau fraîche et filtrée de la Loire coûterait, après amortissement, vingt-quatre fois moins que l'eau plus ou moins chaude et impure de la Seine élevée par pompes à vapeur perfectionnées.

Avantage auquel il faudrait encore ajouter le prix de location de la chute d'eau de Gillevoisin qui, estimée à 10.000 chevaux de force, loués 200 francs par cheval, donnerait en plus un revenu de 2 millions de francs par an à la Ville de Paris, si on renonçait définitivement à amener l'eau dans Paris à la cote 122^m,20, par une conduite forcée de Gillevoisin aux réservoirs d'arrivée.

25. Comparaison des prix de revient et de vente du mètre cube d'eau. — Le règlement de janvier 1881 fixe le prix d'abonnement annuel d'eau de source et de rivière à 120 francs pour l'usage domestique (Article 25).

L'article 23 tarifie la location annuelle du compteur à 5 francs, plus 15 0/0 du prix d'abonnement d'eau. Ce qui donne une somme annuelle de $120 + 5 + 18 = 145$ francs à payer pour 365 mètres cubes d'eau fournis.

Soit $\frac{143}{365} = 0,40$ centimes le mètre cube livré par la Ville.

Si nous comparons maintenant ce prix de vente au compteur au prix de revient du mètre cube d'eau de Seine, avec capital amorti, et livrée sans frais de compteur ; car le compteur est absolument inutile pour les usages domestiques, et n'est vraiment nécessaire que pour certains usages industriels (1).

Nous savons que l'eau de Seine peut être pompée par machines à vapeur au prix de 0f,0185 le mètre cube ; nous aurons : $\frac{0,40}{0,0185} = 21$.

L'eau de Seine refoulée par pompes à vapeur coûte donc à l'abonné 21 fois plus cher que son prix de revient à la Ville.

L'eau de Marne, ou de Seine, refoulée par appareils hydrauliques Girard coûte, ou coûterait, 0,007 le mètre cube, avec capital amorti.

Ce qui donne : $\frac{0,400}{0,007} = 57$

L'eau de rivière refoulée par appareils hydrauliques Girard coûte donc à l'abonné 57 fois plus cher que son prix de revient à la Ville.

La dérivation de la Dhuis fournira l'eau au prix de 0fr.011 le mètre cube, avec capital amorti.

Ce qui donne : $\frac{0,400}{0,011} = 36$. L'abonné paiera donc cette eau 36 fois le prix de revient à la Ville.

La dérivation de la Vanne donnera l'eau au prix de 0fr.0073 le mètre cube, avec capital amorti.

D'où : $\frac{0,4000}{0,0073} = 55$. L'abonné paiera donc cette eau 55 fois plus cher que le prix de revient à la Ville.

(1) Parry : *Water*, 1881, p. 172.

La dérivation de la Loire, en aqueduc cylindrique, donnerait l'eau pure et fraîche au prix très réduit de 0fr.00076 le mètre cube, après amortissement. Ce qui donne $\frac{0.40000}{0.00076} = 530$.

Le tarif actuel d'abonnement du mètre cube d'eau, mesurée au compteur, est donc enfin 530 fois plus cher que le prix de revient probable de l'eau de la dérivation projetée de la Loire.

En présence de ces chiffres, et tout en faisant une large part pour les frais de réservoirs, canalisations, entretien et personnel à la charge de la Ville de Paris, tout le monde conviendra que le prix d'abonnement actuel est excessif, et qu'il y aura certainement lieu de le réduire à un taux raisonnable après exécution des projets d'élévation d'eau de Seine par machines à vapeur et par appareils hydrauliques Girard, et surtout après exécution de l'aqueduc cylindrique dérivant l'eau filtrée de la Loire.

Il serait également indispensable de supprimer le lourd impôt de location et d'entretien des compteurs pour tous les abonnements domestiques, qui peuvent parfaitement se contenter de robinets libres à fermeture automatique.

Ainsi que cela se pratique partout en Angleterre, où l'on a reconnu que l'emploi du compteur doublait le prix d'abonnement d'eau, par suite des frais de location et de réparation de ces inutiles et coûteux appareils (1).

26. — Volume d'eau disponible en temps de Siège. — Les dérivations de l'Ourcq, de la Dhuis, de la Vanne, et de la Loire, pouvant être coupées par l'ennemi en temps de siège, on ne peut donc compter que sur les volumes d'eau fournis par les sources de Paris, et par les moteurs hydrauliques et à vapeur refoulant l'eau de Marne et de Seine, moteurs hydrauliques qui ont rendu d'immenses services pendant le siège de 1870-71 (2).

On pourrait donc compter sur la somme des volumes moyens suivants :

(1) Parry, *Water*, 1881, p. 93.

(2) Belgrand : *Les eaux nouvelles*. 1882, p. 83.

1° Eaux de sources :

Arcueil	3.780 M ³
Prés Saint-Gervais	1.560
Belleville	1.250
Grenelle	350
Passy	6.500
Saint-Maur	5.000

2° Eaux de rivières :

Marne	65.000
Seine, actuellement	150.500
Seine, projets Humblot	61.000
Seine, projets Wazon	200.000
	$\Sigma = 494.940 \text{ M}^3$

Soit environ 500.000 M³ par jour ; ou 200 litres par tête, avec une population totale prochaine de 2.500.000 habitants.

27. Volume total d'eau pure disponible après exécution des projets.— L'alimentation actuelle donne 459,000 M³

Pour la Seine :

Les pompes à vapeur projetées par Humblot donneront encore : 61,000 M³

Les appareils hydrauliques Girard proposés par Wazon donneraient : 200,000 M³

Pour la Loire :

Le projet De Passy modifié par Wazon donnerait : 1,800,000 M³

Le volume total donnerait donc : $\Sigma = 2,520,000 \text{ M}^3$ par jour.

Pour une population de 2,500,000 habitants, on pourrait enfin disposer, dans quelques années, d'un volume de 1 mètre cube d'eau pure par tête. Ce qui est précisément le volume d'eau par tête dont la ville de Marseille dispose depuis longtemps pour ses besoins *urbains*.

Volume qu'il est urgent de réaliser ici, pour répondre suffisamment aux nécessités industrielles, ornementales et hygiéniques de la Ville de Paris.

28. Conclusions sur l'alimentation générale d'eau pure. — En résumé, l'étude technique et historique des différents procédés d'alimentation générale d'eau pure nous a conduit :

1° A admettre que le volume d'eau nécessaire devait atteindre 1 mètre cube par tête et par jour, soit prochainement 2,500,000 M³ par jour.

2° A repousser l'usage de l'eau de citerne, qui peut être polluée et infectée par les eaux domestiques et urines versées dans les chénaux.

3° A écarter l'emploi des eaux de puits, parce qu'elles traversent forcément ici un sol calcaire et infecté par les infiltrations du sol, des puisards, fosses d'aisances et cimetières.

4° A reconnaître que l'eau d'Arcueil-Rungis est toujours d'excellente qualité, mais que le volume actuellement fourni par les sources du Midi ne peut qu'être faiblement augmenté.

5° A conserver les sources du Nord pour les services publics et comme un précieux souvenir historique.

6° A reconnaître que l'eau du canal de l'Ourcq doit être écartée du service privé, mais qu'elle peut rendre de grands services pour les arrosements et le nettoyage des égouts. Et qu'il n'y a pas lieu de chercher à en augmenter le volume, puisque le canal débite avec une portée maxima qui le fait même parfois déborder.

7° Qu'il n'y a point lieu de compter sur les puits artésiens comme source abondante et constante d'un grand volume d'eau, puisqu'ils sont longs et fort coûteux à construire, que le volume d'eau fourni est sujet à des variations considérables, et que la température et la composition chimique de ces eaux ne réalisent pas les conditions hygiéniques nécessaires.

8° Que l'aqueduc de la Dhuis fournit une eau fraîche et limpide, mais que le volume total dérivé est trop faible, et qu'il y a lieu d'y ajouter le volume nécessaire pour compléter un écoulement à pleine section.

9° Que l'aqueduc de la Vanne fournit une eau excellente, et que sa portée peut encore être augmentée par l'addition des sources de Cochepies.

10° 11° Que les usines d'Isles-les-Meldeuses et de Tribardou, puisant l'eau de la Marne pour alimenter le canal de l'Oureq en basses eaux, sont suffisantes, puisque ce canal débite à pleine portée.

12° Que l'usine hydraulique de Saint-Maur rend les plus grands services en fournissant un grand volume d'eau sans dépense de combustible.

13° 14° Qu'il y a lieu de conserver précieusement les principales usines à vapeur établies sur la Seine, à cause des grands services qu'elles peuvent rendre en temps de siège et de blocus.

15° Que le total des volumes maintenant disponibles ne fournit que 459,000 M³ par jour.

16° Que les nouvelles usines à vapeur sur la Seine fournissent l'eau à meilleur marché que les anciennes.

17° 18° 19° Qu'il y a lieu d'utiliser les chutes de Port-à-l'Anglais et de Suresnes, au moyen d'appareils Girard semblables à ceux en usage à Saint Maur, et qu'on pourrait ainsi refouler économiquement 200,000 mètres cubes d'eau de Seine par jour.

20° 21° 22° 23° Que seule la dérivation de la Loire peut fournir économiquement l'énorme volume d'eau pure nécessaire ; qu'il y a lieu d'écarter radicalement l'emploi d'un canal découvert et navigable ; et, enfin, que cette dérivation de la Loire doit être opérée par la construction d'un aqueduc cylindrique couvert.

24° 25° Que la comparaison des prix de revient et de vente du mètre cube d'eau, en montrant l'exagération du prix de vente, doit forcément conduire à son abaissement, surtout après exécution de l'aqueduc de la Loire.

26° Que le volume d'eau disponible en temps de siège atteindra encore 200 litres par tête, puisqu'il pourra s'élever à 500,000 mètres cubes par jour, même après rupture de toutes les dérivations lointaines.

27° Enfin, comme nous l'avions indiqué en tête de cette étude, après exécution totale des nouvelles usines à vapeur sur la Seine, utilisation des chutes de Port-à-l'Anglais et de Suresnes, et surtout

après la construction de l'indispensable aqueduc de la Loire, le volume fourni par tête atteindra en somme environ 1000 litres par jour, comme celui fourni par la distribution de la Ville de Marseille, puisqu'on disposera enfin en totalité d'un volume de deux millions et demi de mètres cubes d'eau pure pour l'alimentation générale de la Ville de Paris.

P. S. — La Ville de New York, quoique déjà largement alimentée d'eau pure, vient cependant de décider la construction d'un nouvel aqueduc circulaire souterrain de 3^m,6 diamètre, pour dériver encore 250,000,000 gallons d'eau pure du Croton, sous l'action de la simple gravité qui est suffisante pour amener ces eaux fraîches et pures dans toutes les habitations.

Travaux qui sont estimés à 75,000,000 francs et doivent être terminés en cinq ans.

Si l'on ajoute à ce volume projeté le volume actuel des 100,000,000 de gallons fournis par l'aqueduc primitif du Croton, on aura un total de 350,000,000 gallons par jour (1), qui égalent 1,590,000 mètres cubes. La Ville de New York comptant aujourd'hui 1,316,100 habitants, et pouvant en espérer 1,500,000 dans quelques années, on voit que chacun de ses habitants pourra alors disposer d'un volume nominal de 1 mètre cube d'eau fraîche et pure par jour.

Ce volume de 1 mètre cube d'eau pure étant précisément égal à celui que nous avons indiqué en tête de cette étude, on voit enfin que nous n'avons rien exagéré en conseillant de fournir ce volume pour chaque habitant de Paris.

(1) *Sanitary Engineer*, 1883, t. 8, p. 253.

DEUXIÈME ÉTUDE

DISTRIBUTION D'EAU DOMESTIQUE

Comme la femme de César, l'eau pure .
ne doit pas même être soupçonnée.

ARAGO.

29. Principes généraux. — En étudiant les moyens généraux d'alimenter Paris d'eau pure, nous avons vu que les eaux de pluie recueillies en citernes y étaient impropres à l'alimentation, à cause de la contamination des surfaces des toitures et chéneaux par les solides et liquides organiques rejetés par les habitants des mansardes ; et que les eaux de puits y sont impropres à l'alimentation par suite de leur passage forcé dans un sol calcaire et infecté par les infiltrations du sol, des puisards, fosses d'aisances et cimetières.

Il est donc indispensable que toutes les habitations de Paris soient alimentées continuellement d'eau pure fournie sous pression continue par les conduites de l'alimentation publique.

Ces conduites publiques sont généralement construites en fonte de fer ; elles sont suspendues dans les égouts publics à la plus grande hauteur possible, au moyen de consoles en fonte solidement scellées dans les murailles de l'égout.

Dans ces conditions de pose en galeries souterraines à température constante, les conduites sont d'une surveillance et d'un entretien faciles, et l'eau s'y maintient à une température moyenne, qui s'oppose à sa congélation même par les plus grands froids, et à tout échauffement anormal pendant les grandes chaleurs.

En contact avec le fer de la conduite, l'eau ne peut se charger

que d'une faible quantité d'oxyde de fer, dont la présence ne peut avoir aucune influence nuisible sur la santé.

Parfaitement enfermée dans cette conduite métallique, où, grâce à une pression continue, la moindre fente est aussi rapidement supprimée qu'aperçue, l'eau s'y trouve toujours à l'abri de toute contamination ou pollution par les solides et liquides organiques, par les gaz toxiques, et par les germes et ferments en suspension dans l'atmosphère souterraine.

C'est donc dans ces excellentes conditions de constance de pression, de température, d'innocuité chimique et zymotique, qu'il faut introduire l'eau pure publique dans la distribution domestique.

Il faudrait donc pour cela :

1° Que la conduite d'eau particulière soit construite en métal non toxique ;

2° Qu'elle soit placée dans le branchement d'égout particulier, puis dans les caves, et qu'à son passage dans l'habitation elle soit préservée de la chaleur et de la congélation ;

3° Que cette conduite d'eau privée ne comporte d'autre ouverture que celle du robinet principal branché sur la conduite publique et celles des robinets de puisage à fermeture automatique, afin de conserver rigoureusement partout le cardinal principe de conduite fermée à l'abri de toute pollution de source externe ;

4° Enfin, pour être à l'abri de toute souillure solide, liquide, gazeuse ou virulente, la réserve générale d'eau pure de l'habitation et celle de chaque appartement devraient être aussi contenues en vases absolument étanches à toutes les sources de contamination et de virulence.

30. Conditions actuelles. — Si nous étudions maintenant les conditions actuelles de la distribution d'eau des habitations de Paris, nous constaterons bien vite que les principes d'hygiène que nous venons de poser n'y sont point appliqués.

En effet, étudions d'abord la distribution établie sous l'empire du règlement annexé au décret impérial du 2 octobre 1860, dont l'article 6 établissait l'*unité* d'abonnement, l'article 11 interdisait de céder les eaux même gratuitement à un tiers, sous peine d'une

amende de 1000 francs, l'article 14 fixait l'abonnement minimum à 250 litres d'eau de Seine par jour, pour un prix annuel minima de 60 francs, et dont l'article 15 autorisait la Compagnie à suspendre le service de l'eau en résiliant l'abonnement pour défaut de paiement *six mois d'avance*.

Pour échapper aux dures conditions de ce règlement arbitraire, encore aggravé par les prix excessifs des fournitures et du travail de plomberie, que l'abonné devait payer suivant un tarif annexé au décret et non susceptible de réduction pendant toute la durée de la concession, les propriétaires et quelques entreprises spéciales, après de nombreux procès avec la Compagnie générale des eaux, ont pris personnellement un abonnement assez élevé pour suffire aux plus urgents besoins de l'ensemble des locataires. Cette eau s'élève d'abord dans une colonne montante qui la déverse dans un réservoir placé dans les combles, d'où elle redescend par des tuyaux pour alimenter un robinet placé sur la pierre d'évier de chaque cuisine.

Les vices de ce système sont graves et nombreux, puisque l'eau, arrivant par une colonne montante généralement en plomb et placée dans la cage de l'escalier de service, est ainsi exposée à la chaleur, à la congélation et à l'empoisonnement par le plus dangereux des métaux toxiques.

Le réservoir qui la reçoit est également sous l'influence de la grande chaleur des combles en été et de leur excessif refroidissement l'hiver.

Placé hors de la surveillance du locataire, qui n'a même pas le droit d'entrer dans ce grenier, l'eau peut non-seulement y acquérir des températures trop hautes ou trop basses, mais encore y rencontrer des causes de grave et dangereuse insalubrité, que nous étudierons plus loin en traitant des réservoirs domestiques.

Enfin, les compagnies particulières d'installation de colonnes montantes et réservoirs ont trouvé bon de spéculer sur le prix de vente des eaux, qu'elles font payer d'avance trois fois plus cher que le tarif officiel, en tarifant, par exemple, l'usage d'un simple robinet à 50 francs par an, quand le tarif officiel est de 16 francs pour un robinet libre !

Pour empêcher ces révoltants abus, auxquels malheureusement les tribunaux ont donné une valeur légale, quand cependant il est bien stipulé que l'eau de la Ville de Paris ne peut faire l'objet d'aucun commerce, il faudrait, suivant nous, obliger légalement chaque propriétaire à installer l'eau dans tous ses appartements et le forcer, par une loi, à prendre personnellement un abonnement général pour tous les appartements occupés ; en un mot, le frapper d'une contribution spéciale, comme on le fait déjà pour les chutes d'eau à l'égout.

31. Nature de la canalisation d'eau pure. — Les nouvelles distributions, établies conformément au règlement mis en vigueur le 1^{er} janvier 1881, n'offrent pas autant de causes d'insalubrité que les anciennes, mais elles comportent encore de graves dangers qu'il est utile de faire cesser.

D'abord les colonnes montantes sont presque partout établies en plomb, bien qu'il soit parfaitement établi que le séjour de l'eau en tuyaux de plomb, neufs ou vieux, soit une cause certaine d'empoisonnement des eaux plus ou moins pures de Paris.

En effet, en 1873, à la suite d'une pétition adressée au Conseil municipal de Paris, par neuf cents médecins signalant les dangers de l'alimentation d'eau en tuyaux de plomb, et concluant à l'interdiction absolue de l'emploi de ce dangereux métal, le Conseil d'hygiène fit étudier la question par le chimiste Boudet, qui conclut dans son rapport (1), approuvé par le Conseil d'hygiène de la Seine, que :

« L'emploi des réservoirs, conduites et tuyaux en plomb pour les eaux pures est dangereux et doit être interdit.

« Que, malgré la composition des eaux de l'alimentation publique de Paris, qui s'oppose à l'attaque du plomb pendant leur circulation, il y a lieu toutefois de recommander expressément aux abonnés, en cas d'interruption plus ou moins prolongée du service d'eau, de laisser écouler pendant quelque temps les premières eaux vers l'égout.

« Et, que la canalisation en fonte, fer, et en plomb doublé d'étain

(*) *Rapport général de 1872 à 1877*, p. 71.

étant à l'abri de toute suspicion, les abonnés des eaux de la Ville doivent rester parfaitement libres de faire exécuter à leur volonté ces branchements en fer ou en plomb doublé d'étain. »

Dans une savante étude sur l'absorption continue du plomb, le docteur A. Gautier, de l'Académie de Médecine, concluait (1) :

« 1° Que les diverses eaux potables de Paris empruntent aux tuyaux de plomb dans lesquels elles séjournent, même s'ils sont incrustés de sels calcaires, une quantité de métal toxique en général minime.

« 2° Que cette quantité varie avec la nature des eaux ; qu'elle augmente avec les eaux de plus en plus pures et avec l'aération de l'eau ; qu'elle peut devenir surtout dangereuse avec les eaux de pluie.

« 3° Qu'il est donc imprudent de boire ces eaux lorsqu'elles ont séjourné quelque temps dans des tuyaux neufs ou vieux surtout en présence de l'air. »

Le simple passage de l'eau dans une conduite en plomb de 26 mètres de longueur, parfaitement purgée par un écoulement à plein tuyau prolongé pendant plus *d'une heure*, n'a pas, suivant A. Gautier, permis d'y constater de trace de plomb ; et il en conclut qu'il est inutile de prohiber l'emploi de ce dangereux métal pour les branchements particuliers.

C'est une conclusion que nous ne saurions accepter sans discussion, car l'expérience ci-dessus n'a point été faite en expérimentant suivant les conditions diverses de séjour et d'écoulement des eaux dans le branchement particulier des habitations de Paris.

Si nous étudions les conditions d'écoulement et de stagnation dans la distribution avec robinet de jauge et réservoir, nous constaterons, en effet, que la circulation dans la colonne montante étant continue mais souvent très lente, il peut se faire que l'empoisonnement de l'eau y soit peu apparent. Mais il n'en est plus de même pour les tuyaux en plomb descendant du réservoir, où la stagnation est complète pendant de longues nuits ou les absences prolongées des locataires. Le système de distribution par réservoir supérieur

(1) *Annales d'Hygiène*, 1882, t. I, p. 24.

et écoulement constant offrant d'ailleurs d'autres graves dangers d'insalubrité, il n'y a point lieu de l'étudier plus à fond en ce moment, et nous l'écartérons provisoirement de la discussion.

Mais le règlement actuel permet des abonnements au compteur, et à robinet libre à fermeture automatique ; or, dans ces deux modes de distribution, l'écoulement de l'eau est suspendu totalement pendant la nuit et les absences des abonnés ; l'eau peut donc rester ici en contact prolongé avec les parois du branchement qui, s'il est en plomb, peut certainement se charger de sels toxiques. A la reprise de la consommation, l'abonné, ou son domestique, laissera-t-il, comme A. Gautier, l'eau s'écouler vers l'égout pendant plus *d'une heure* ?

Poser cette question, c'est la résoudre, et tout le monde tombera ici d'accord que presque jamais on ne pensera à laisser écouler, même pendant quelques minutes seulement, l'eau simplement contenue dans le branchement en plomb.

Cette eau toxique pourra donc être presque toujours absorbée, et, par suite, causer les accidents si justement attribués à l'emploi de l'eau séjournant en conduites de plomb. Enfin, il faut remarquer encore que l'eau de la Loire, dont la dérivation s'impose pour Paris, est beaucoup plus pure et attaque ainsi plus facilement le plomb que les eaux actuelles.

Nous en concluons donc, contrairement à l'opinion du docteur Gautier, à écarter absolument l'emploi des conduites en plomb de toute la canalisation d'eau privée, comme on l'a fait depuis longtemps pour la canalisation publique.

Un ingénieur français, Hamon, a proposé de doubler les tuyaux de plomb d'une couche d'étain pur, afin d'éviter tout contact de l'eau et du plomb.

Mais Belgrand a fait voir que dans la confection des nœuds de soudure, si le plombier n'est point habile et soigneux, l'étain entre en fusion et forme des obstructions inaperçues qui déterminent plus tard l'engorgement de la conduite (1).

Les mêmes inconvénients ont été signalés à New York par l'in-

(1) *Conseil d'Hygiène*, 1872-77, p. 73.

génieur Bayles (1) qui constate que le travail de pose de ces tuyaux doublés d'étain exige la main d'un très habile et très soigneux ouvrier.

Aussi les manufacturiers américains fournissent maintenant des pièces de raccord en bronze étamé, avec lesquelles de bons joints peuvent être faits en assurant la continuité de l'étamage des parois internes.

Mais les plombiers se refusent le plus souvent à l'emploi de ces pièces de raccord en bronze étamé, et ils préfèrent le nœud de soudeure ordinaire qui leur procure plus de bénéfice.

D'un autre côté, le professeur Bouchardat a établi, dès 1833, par de nombreuses expériences, qu'un métal qui était à peine attaqué isolé dans un liquide, l'était beaucoup plus lorsqu'il était en contact avec un autre métal.

Ces observations se vérifiant pour l'eau mise en contact avec du plomb et de l'étain, qui attaque alors vivement le plomb, Bouchardat repousse donc l'usage des tuyaux de plomb doublés d'étain, en redoutant une attaque plus vive dans les parties présentant des fissures (2). Conclusions partagées par le professeur J. A. Russel (3). Le professeur Corfield est du même avis, puisqu'il constate (4) que quand l'étain est endommagé par quelque point, il en résulte une action galvanique, et que le plomb est dissous plus vite que jamais. Action galvanique qui est prouvée par les expériences de Rocques, qui a constaté que des tuyaux en plomb étamé, reliés par brides en fer, ont été corrodés à chaque jonction, où plusieurs grammes de plomb avaient été dissous et entraînés (5).

Les tuyaux en plomb doublé d'étain sont du reste très coûteux d'acquisition, puisqu'ils se composent en partie d'un métal aujourd'hui rare et difficile à rencontrer dans le commerce à l'état de pureté nécessaire.

Par toutes les raisons ci-dessus, nous ne pouvons donc conseiller

(1) *House Drainage*, 1879, p. 106.

(2) *Traité d'Hygiène*, 1882, p. 753.

(3) *Sanitary Houses*, 1882, p. 32.

(4) *Dwelling Houses*, 1880, p. 43.

(5) *Revue d'Hygiène*, t. 2, p. 662.

l'emploi des tuyaux doublés d'étain pour la distribution d'eau des habitations.

Le fer fondu ou étiré en tuyaux nous paraît seul convenable pour la canalisation de l'eau potable. Mais il offre le grave inconvénient de fournir, avec certaines eaux douces, des quantités considérables d'oxyde de fer qui, si elles ne sont pas nuisibles à la santé, sont cependant à redouter pour certains usages domestiques, et ont, de plus, le grave défaut de causer aussi parfois des obstructions.

Ainsi que l'ingénieur Bayles l'a constaté en Amérique, où il a pu observer des conduites en fer étiré de 1 pouce $1/2$ de diamètre, n'offrant plus, après six ans de service, qu'un pouce de diamètre, par suite des dépôts annulaires d'oxyde de fer (1).

Il est donc indispensable de protéger le fer des canalisations d'eau contre l'oxydation qui les attaque et les obstrue avec une telle rapidité.

C'est d'ailleurs le conseil donné par le professeur Proust, qui conclut cette étude des conduites d'eau en disant (2) :

« En somme, le procédé le plus irréprochable paraît consister à employer des tubes en fonte ou en fer revêtus intérieurement d'un enduit protecteur. »

Mais de quelle matière faut-il composer la couche protectrice ?

Le zinc, fort employé sous le nom de galvanisation, présente toujours une proportion de plomb produisant un courant galvanique et rendant l'eau toxique (3).

Aussi, Bayles constate qu'on renonce, en Amérique, à l'usage des conduites de fer galvanisé, qui sont rapidement attaquées et corrodées par certaines eaux.

Le fer étamé est plus salubre, mais il est très difficile de bien étamer l'intérieur des tubes, et ces tuyaux trop rapidement détruits deviennent fort coûteux à tenir en bon service.

Un procédé d'étamage par l'insertion, sous pression hydraulique, d'un tube d'étain doublant un tube de fer est maintenant em-

(1) *House Drainage*, 1879, p. 107.

(2) *Traité d'Hygiène*, 1881, p. 470.

(3) *Traité d'Hygiène*, 1881, p. 469.

ployé avec quelque succès en Amérique. Les pièces de raccord en fer sont également doublées d'étain, et les tuyaux de tous diamètres usuels sont livrés par longueur de 1^m,80.

Ils constitueraient, suivant Bayles (1), un excellent système de canalisation d'eau potable.

Les tuyaux en fer doublé de verre ou d'émail présentent aussi d'excellentes conditions de salubrité ; mais ils sont difficiles à couper avec les outils ordinaires qui détruisent l'émail intérieur. Il faut donc ici n'employer que des tuyaux coupés de longueur avant l'émaillage, et les visser avec assez de précaution pour éviter les torsions excessives qui feraient aussi écailler l'émail.

Le professeur Ripley Nichols conseille l'enduit de goudron de houille comme un sûr et durable protecteur des conduites d'eau en fer (2).

C'était aussi l'opinion du professeur Parkes, qui recommandait le procédé d'Angus Smith, qui consiste à décaper les tuyaux, puis à les porter à la température de 360°, et enfin à les plonger debout dans un bain chaud de goudron et d'huile lourde de houille.

Les expériences de Parkes, à Netley, établissent que l'eau perd assez vite le goût de goudron après un certain temps d'usage de ces conduites goudronnées (3).

Enfin, le professeur Parkes conseillait encore le procédé du professeur Barff, qui consiste à porter les conduites de fer à la chaleur rouge, dans un moufle en fer, et à les soumettre à l'action de la vapeur d'eau surchauffée ; le fer chaud décomposant l'eau, il en résulte que son oxygène entre en combinaison avec le fer en proportions telles qu'il se forme une croûte d'oxyde de fer magnétique à la surface, et que cet oxyde magnétique s'oppose à toute nouvelle oxydation ou formation de rouille à la surface qu'il recouvre (4).

Perfectionnés par l'ingénieur Bower, qui forme d'abord un ses-

(1) *House Drainage*, 1879, p. 109.

(2) *Drinking-Water*, in *Hygiene* of Buck, 1879, t. I. p. 299.

(3) *Practical Hygiene*, 1878, p. 17.

(4) *The Builder*, 1883. p. 653, n° 2101.

qui-oxyde et le réduit ensuite en oxyde magnétique sous l'action de gaz hydro-carbonés et d'oxyde de carbone, ces procédés Barff-Bower paraissent donner lieu à d'excellents résultats pratiques, puisqu'une grande Compagnie s'est formée à Londres pour l'exploitation de ces remarquables procédés de préservation et de conservation des conduites en fer étiré ou en fonte de fer (1).

32. Dispositions principales de la canalisation intérieure d'eau pure. — Branchée dans l'égout sur la conduite publique, la canalisation particulière est établie au sommet de la voûte du branchement particulier d'égout jusqu'à la paroi extérieure du mur de cave, qu'elle franchit en montant ensuite jusqu'au plafond des caves, où elle est suspendue par des colliers spéciaux. Son parcours dans les caves est assujéti à suivre le contour supérieur d'un corridor à usage commun, afin qu'on ne soit pas obligé d'entrer dans une cave privée pour surveiller la canalisation et l'entretenir en bon état de service.

C'est encore pour ces deux raisons qu'on lui fait percer la voûte de la cave sous la cage de l'escalier de service, et qu'on l'y fait monter jusqu'au plus haut étage en la maintenant toujours en passage à usage commun.

La colonne montante d'eau pure serait peut-être mieux placée dans la verticale intérieure des cuisines de tous les appartements superposés ; si toutes les cuisines sont chauffées, on éviterait facilement la congélation de cette colonne ; mais en cas d'absence d'un ou de plusieurs locataires en hiver, on aurait certainement des congélations de colonne montante à redouter.

Il est donc plus prudent de placer la colonne montante d'eau pure dans la cage d'escalier de service, à l'extérieur des appartements et de la munir de robinets de décharge, ainsi que l'exige l'article 12 du Règlement de 1881.

Cet article exige encore que la colonne montante soit mise à l'abri de la congélation, et qu'en temps de forte gelée, elle soit mise en décharge pendant la nuit. Les abonnés étant seuls responsables

(1) *Sanitary Engineer*, 1883, t. VIII, p. 212.

des effets résultant de la congélation des colonnes, il importe à tous d'exiger que cette colonne soit mise à l'abri de la congélation, tout en restant facile à inspecter et à réparer, au moyen de dispositions spéciales qui peuvent consister en cages et fourreaux peu conducteurs des vibrations thermiques, et, au besoin, par l'échauffement artificiel des colonnes montantes obtenu par la chaleur de quelques becs de gaz-lumière.

Dans le cas d'abonnement à robinet libre, qui devrait toujours être adopté pour la distribution d'eau domestique, les robinets de service consistent principalement :

0° En un robinet d'arrêt extérieur placé dans le branchement particulier d'égout et manœuvré sur la voie publique au moyen d'une clef à longue tige appartenant exclusivement à la Ville.

Ce robinet ne devrait pas être percé d'un second orifice déchargeant automatiquement la canalisation privée à chaque barrage, décharge dont le bruit prolongé nuirait à l'inspection des fuites intérieures par auscultation du robinet de barrage extérieur ;

1° Un robinet de poste d'eau en cave et à l'abri de toute congélation pendant les froids les plus rigoureux ;

2° Un robinet de barrage intérieur, en cave ou sous-sol, permettant le barrage par l'abonné ;

3° Un robinet de décharge de toute la canalisation intérieure de l'habitation ;

4° Chaque colonne montante doit être pourvue, au pied, d'un robinet d'arrêt plombé par la Ville en cas de vacance des appartements ;

5° Chaque branchement d'appartement privé posé sur la colonne montante doit aussi être pourvu d'un robinet de barrage plombé par la Ville en cas de vacance de l'appartement, et placé à la hauteur du plancher, afin qu'en vidant la colonne montante on vide forcément aussi les canalisations intérieures des appartements posées avec pente vers cette colonne montante, et afin de permettre aussi l'échappement de l'air contenu dans ces tuyaux à la mise en pression ;

6° Enfin, chaque appartement privé doit être pourvu de robinets de puisage libre, à fermeture automatique et sans choc, donnant

l'eau dans chaque pièce sous la pression de la Ville et à une hauteur suffisante pour n'être jamais noyés dans les cuvettes d'appareils sanitaires, afin d'éviter la pénétration des eaux sales, ferments et virus dans la canalisation d'eau pure.

33. Réservoirs domestiques. — Les réservoirs du service domestique étant ordinairement placés dans les combles, il en résulte de graves inconvénients pour la salubrité de l'eau alimentaire.

D'abord ces réservoirs étant ouverts à la partie supérieure, il y a ainsi violation continue du principe fondamental d'hygiène qui exige que la canalisation d'eau pure soit continuellement fermée d'une façon absolue à tous les germes dangereux de source externe.

A ces germes, il faut encore joindre les insectes, oiseaux, rongeurs et chats qui les poursuivent, et qui tombent souvent dans les réservoirs ouverts des combles. Avec le dépôt boueux laissé par la décantation de l'eau, tout cela forme deux couches de matière organique, qui ferment et se décompose en produits putrides sous l'action des chaleurs torrides des combles et greniers. En été, l'eau des réservoirs de comble est donc non-seulement trop chaude, puisqu'elle marque souvent $+ 27^{\circ}$ C, mais elle est, de plus, fort dangereuse au point de vue de la composition suspecte des corps solides étrangers qui y tombent et s'y décomposent.

Cette eau peut aussi condenser des vapeurs malsaines contenues dans l'air confiné des combles, ainsi qu'on en a la preuve visible en peignant à l'huile les parois de la chambre où est placé le réservoir, dont l'eau se recouvre, après quelques heures, d'une couche d'huile flottante.

Comme l'a parfaitement observé l'ingénieur anglais Hellyer (1), en expérimentant avec des seaux d'eau destinés à absorber l'odeur de la peinture d'un appartement fermé ; et conformément à nos propres observations faites au printemps de 1882, à Neuilly, dans notre appartement, dont les fenêtres étaient fermées et garnies de papier collé, et dont l'*extérieur* seul avait été peint à l'huile ; ce qui n'a point empêché que l'eau pure contenue dans une coupe en cristal ait

(1) *The Plumber et Sanitary Houses*, 2^e édition, p. 121.

été promptement recouverte d'une couche d'huile, et que notre réservoir d'eau pure, bien que recouvert d'une planche en bois, ait bientôt pris l'aspect d'un réservoir d'huile.

Il ne nous paraît donc pas douteux que les vapeurs condensables de l'air libre ou confiné puissent venir contaminer l'eau par superposition, mélange ou dissolution intime.

Quant aux gaz plus ou moins dangereux contenus dans l'atmosphère libre ou confinée, on a depuis longtemps la preuve qu'ils se dissolvent facilement dans l'eau, surtout pendant son refroidissement. Ainsi que le fait justement observer Douglas-Galton (1) qui remarque que l'eau des réservoirs de comble s'échauffant rapidement pendant les jours d'été, laisse échapper ainsi l'oxygène et les gaz qu'elle tenait en dissolution ; pendant les nuits fraîches, elle se refroidit assez vite pour que son pouvoir de dissolution s'accroisse au point d'absorption des gaz impurs qui peuvent l'environner ou venir à son contact, soit par les conduits de chasse des water-closets *directement* branchés sur le réservoir principal, soit par le tuyau de trop plein de ce réservoir se déversant dans un tuyau de chute d'eau ménagère ou de water-closet.

Le professeur Parkes cite (2), d'après Druitt (3), un cas d'absorption de gaz ammoniacal provenant des water-closets et urinoirs, qui s'était dissous dans l'eau d'un réservoir de maison en proportion double de celui contenu naturellement dans l'eau à son arrivée.

C'est également par ces deux voies dangereuses, tuyaux de chasse de water-closets et conduites de trop plein sur tuyaux de chute, que les ferments et germes de maladies zymotiques peuvent venir contaminer et infecter l'eau des réservoirs domestiques sous combles ; car ces germes peuvent être en suspension dans l'air plus ou moins infecté de ces dangereuses conduites. Les hygiénistes anglais et américains citent de nombreux cas prouvant la funeste influence de ces dispositions dangereuses.

Dispositions qui sont d'ailleurs défendues par les règlements

(1) *Healthy Dwellings*, 1880, p. 22.

(2) *Practical Hygiene*, 1878, p. 27.

(3) *Medical Times and Gazette*, sept. 1869.

locaux, et signalées comme funestes par les règlements des associations d'assurance sanitaire.

Ainsi, l'article 33 du Règlement sanitaire de Leeds exige que tout trop plein de réservoir se décharge en plein air par un canal ouvert, et non par un drain fermé (1).

En Amérique, le bureau de santé de New York exige que chaque water-closet soit alimenté d'eau par un réservoir *spécial*, et qu'aucun tuyau de trop plein de citerne ne soit mis en connexion directe avec les tuyaux de chute d'eaux ménagères ou de water-closets (2).

Ce qui n'empêche pas, d'après Bayles, que les eaux des réservoirs domestiques de New York ne soient généralement polluées par des dépôts fort insalubres(3), quand elles ne sont pas sous la surveillance directe des locataires.

Pour laver et rincer ces réservoirs de comble, on a bien proposé d'y faire des chasses d'eau et de les vider brusquement par un tuyau spécial. Le professeur Corfield (4) décrit même un réservoir à rinçage automatique, vendu par la Compagnie du Génie Sanitaire ; mais ce réservoir ouvert, de forme cylindrique avec fond en entonnoir et soupape conique, ne nous paraît point répondre suffisamment à un bon lavage automatique complet, puisque la soupape de bain, qui lui permet de se vider, remplit ici à peu près le même office que dans la vidange des baignoires ordinaires. Or, chacun sait qu'il ne suffit pas de vider l'eau d'un bain pour que la baignoire soit bien nettoyée. Il faut encore en frotter les parois avec des éponges, et opérer enfin un rinçage complet à l'eau pure.

Cependant, même en supposant qu'un réservoir de comble puisse être tenu à l'abri des pollutions par corps solides, liquides, gazeux, ou par germes infectieux, et qu'il soit possible de le nettoyer fréquemment, il resterait encore de suffisantes raisons pour écarter l'usage de ces réservoirs domestiques : La congélation en hiver, et la température excessive en été, la stagnation forcée de l'eau pen-

(1) Pridgin Teale : *Dangers to Health*, 1881, p. 159.

(2) *Sanitary Engineer*, t. 4, p. 40.

(3) *House Drainage*, 1879, p. 142.

(4) *Dwelling Houses*, 1880, p. 46.

dant la nuit et les absences des habitants, la double canalisation d'arrivée et de départ avec tuyau de trop plein, le robinet de jauge ou à flotteur, et, enfin, les fuites et inondations qui peuvent causer des dégâts à l'immeuble et aux mobiliers parfois précieux. Tous ces inconvénients dangereux et incommodes suffisent donc, par leur ensemble, pour faire écarter totalement l'usage des réservoirs de comble.

Pour remplacer ces insalubres réservoirs supérieurs, l'ingénieur Carré a proposé l'usage d'un très ingénieux système de réservoirs

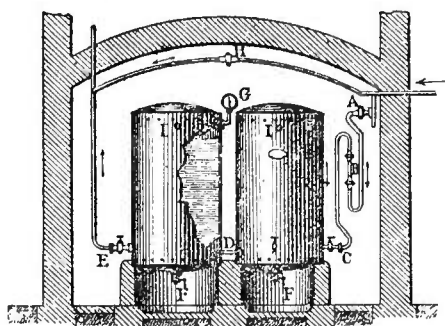


Fig. 5.

(fig. 5) élévateurs d'eau placés en cave ou sous-sol. alimentés par la conduite de la ville quand le robinet A est ouvert et la conduite publique en pression et munis : 1° d'une soupape automatique B de retenue d'eau emmagasinée, en cas de mise en décharge des conduites publiques ; 2° d'un robinet d'arrêt C ; 3° d'un raccord de communication D ; 4° d'un robinet de distribution E ; 5° d'un robinet de vidange F ; 6° d'un manomètre G indiquant la pression ; 7° d'un robinet d'arrêt H permettant la communication directe des conduites de la Ville avec la colonne montante, en cas de nettoyage ou de réparation des réservoirs ; 8° d'un tampon I à vis pour l'aération ; 9° et, enfin, d'un robinet de puisage direct en cave, pour les cas de grande gelée et de mise en décharge de la colonne montante.

Sous l'action du ressort de l'air comprimé qui s'amasse naturellement à la partie supérieure des réservoirs, l'eau est constamment chassée jusqu'aux étages supérieurs de l'habitation, même en cas de mise en décharge prolongée des conduites de la Ville, puisque le clapet B empêche tout retour de l'eau contenue dans les réservoirs.

Par leur situation en cave, ces réservoirs élévateurs Carré mettent l'eau à l'abri des changements de température, et ils la

maintiennent ainsi fraîche en été, tout en empêchant sa congélation en hiver.

Construits en tôle de fer rivée, ces réservoirs sont absolument étanches, et ne peuvent ainsi laisser pénétrer les solides, liquides, gaz, germes et ferments extérieurs ; ce qui constitue une sécurité absolue contre toute contamination minérale, organique ou virulente de source externe.

La tôle de fer ne produisant qu'un peu d'oxyde à l'intérieur du réservoir, il n'en peut non plus résulter aucune intoxication de source interne.

A l'aide de trous d'hommes, il deviendrait facile de nettoyer fréquemment toute la surface interne de ces réservoirs, où il ne peut d'ailleurs se former d'autre dépôt que celui provenant de la décantation de l'eau.

Enfin, en cas de rupture, les dégâts d'inondation seraient limités à une petite mare d'eau dans la cave.

S'il paraissait nécessaire de constituer une réserve générale d'eau dans l'habitation de location collective, nous pensons donc que c'est aux réservoirs Carré qu'il y aurait lieu d'accorder la préférence.

Quant à la réserve d'eau indispensable à chaque appartement pendant les courtes interruptions du service public, nous pensons qu'elle devra être constituée ainsi :

- 1° Un réservoir d'eau filtrée, hermétiquement fermé ;
- 2° Un réservoir d'eau chaude hermétiquement fermé, et muni d'une soupape de sûreté ;
- 3° Un réservoir dans chaque water-closet, avec alimentation par flotteur valve combiné pour éviter les pertes d'eau par écoulement continu (Waste-Preventer).

A l'aide de ces réserves d'eau générales, et spéciales à chaque appartement, il sera enfin possible de disposer toujours d'une suffisante quantité d'eau pure, sans être obligé d'avoir recours aux dangereux et insalubres réservoirs de combles.

34. Filtration domestique. — Un bon filtre domestique devant toujours pouvoir à la fois clarifier et purifier l'eau trouble contenant des

matières en suspension et en dissolution, doit ainsi pouvoir constamment arrêter mécaniquement toutes les matières suspendues, et oxyder complètement toutes les matières organiques dissoutes.

Pour arrêter mécaniquement toutes les matières en suspension, les corps filtrants imputrescibles doivent donc présenter une large surface filtrante, permettant à l'eau de s'écouler avec une lenteur suffisante à travers leur masse serrée ; et ces matières doivent aussi posséder une affinité spéciale pour attirer et retenir par leur surface rugueuse toutes les matières en suspension ; et pour assurer la continuité de cet arrêt mécanique, il est encore nécessaire de disposer les corps filtrants de façon à permettre l'enlèvement fréquent, rapide et complet des matières suspendues arrêtées par le filtre.

Pour oxyder toutes les matières organiques en dissolution, il est indispensable d'employer un corps filtrant ayant la propriété spéciale de pouvoir concentrer et emmagasiner une grande quantité d'oxygène dans ses pores ; et pour assurer la constance de cette oxydation des matières organiques dissoutes, il est nécessaire de combiner un dispositif permettant un fréquent renouvellement de l'oxygène de l'air à la surface des corps filtrants, afin d'y remplacer l'oxygène enlevé par l'oxydation des matières en dissolution dans l'eau.

Pour assurer le fonctionnement continu du filtre domestique, il est encore nécessaire d'y pourvoir par une alimentation automatique constante et sous pression suffisante.

Enfin, pour assurer la conservation intégrale de la pureté absolue de l'eau filtrée, il faut nécessairement l'emmagasiner dans un vase absolument clos, la mettant ainsi à l'abri de toute contamination et de toute virulence.

Les principes à suivre pour le choix des corps filtrants et leur meilleure disposition étant ainsi posés, nous allons maintenant passer à l'examen pratique des corps filtrants expérimentés, et nous terminerons enfin par l'étude critique des différents systèmes de filtres domestiques.

La pierre poreuse, la terre cuite, le sable, employés seuls comme

corps filtrants, paraissent absolument insuffisants, car, comme le font justement remarquer les professeurs Ripley Nichols (1) et De Chaumont (2), ces corps n'ayant point la propriété d'emmagasiner l'oxygène, il en résulte que leur pouvoir filtrant est sans action sur les matières organiques en dissolution, et qu'il se borne à l'arrêt simple et purement mécanique des matières en suspension.

Il en est de même pour les filtres formés seulement avec des éponges ou des corps filamenteux organiques, tels que le coton et la laine, qui présentent, de plus, une grande tendance à la putréfaction.

Les corps filamenteux minéraux naturels ou artificiels, tels que l'arbeste et la laine de scories, présentent évidemment de meilleures qualités filtrantes, car ils sont imputrescibles, et il suffit de les soumettre à la chaleur du rouge naissant pour les purifier complètement de tout corps organique retenu dans leurs pores. Mais aucune expérience micrographique n'a encore été publiée pour établir leur capacité et leur puissance d'oxydation sur les matières organiques en dissolution (3).

Depuis les expériences de Lowitz, exécutées à Saint-Petersbourg en 1790, on connaissait les propriétés anti-septiques du charbon et les avantages de son emploi à la filtration des eaux (4).

Mais les savants spéciaux n'étaient point d'accord sur l'efficacité de cette substance comme corps filtrant. Notre illustre et regretté Davaine lui reprochait de favoriser le développement des vibrions; ce qui n'empêchait point le professeur anglais Parkes de le citer comme un des meilleurs filtres (5).

Le professeur américain Ripley Nichols conseillait aussi le charbon animal comme la meilleure substance filtrante pour le filtrage domestique (6).

Cependant, le professeur anglais De Chaumont constatait déjà

(1) Buck : *Hygiène*, 1879, t. I, p. 276.

(2) *Our Homes*, 1883, p. 793.

(3) — — —

(4) Rouget de Lisle : *Dictionnaire des Arts et Manufactures*; Filtration.

(5) *Practical Hygiene*, 1878, p. 35.

(6) Buck : *Hygiène*, 1879, t. I, p. 280.

en 1878, dans l'annotation du *Traité d'Hygiène* de Parkes (1), que le Rapport de la commission d'examen de la pollution des rivières signalait le charbon animal comme possédant la dangereuse propriété de favoriser la croissance des organismes inférieurs. Propriété dangereuse que De Chaumont avait eu l'occasion d'observer à l'école de Netley.

Aussi, dans son dernier travail sur la purification de l'eau (2), le savant professeur De Chaumont constate : Que les expériences ont montré que le charbon de bois a peu d'influence sur l'oxydation des matières organiques en dissolution et sur la décoloration de l'eau filtrée. Le charbon de tourbe et le charbon d'algue marine ont une influence plus prononcée sur ces deux opérations.

Au contraire, le charbon animal en grains possède un puissant pouvoir décolorant et une grande action oxydante sur les matières organiques en dissolution. Par sa porosité extrême, il concentre un grand volume d'oxygène qui transforme rapidement les matières organiques en produits inoffensifs.

Mais l'usage du charbon animal comme corps filtrant présente cependant de sérieux inconvénients pratiques. Car si l'eau filtrée à travers le charbon animal est conservée un certain temps, les organismes inférieurs s'y développent bientôt, ce qui rend l'eau filtrée dangereuse.

Si cette eau est laissée longtemps en contact avec le charbon, elle reprend ses impuretés primitives et devient finalement aussi impure qu'avant la filtration.

Le professeur De Chaumont conseille donc avec raison de renoncer à l'emploi du charbon végétal ou animal pour la filtration de l'eau domestique.

Il préfère l'usage du Carferral ou de l'éponge de fer, dont il a personnellement reconnu l'excellence. Le Carferral est un composé d'alumine, fer et carbone, qui paraît en effet constituer un corps filtrant très efficace, puisqu'il est choisi maintenant pour la cons-

(1) *Practical Hygiene*, 1878, p. 35.

(2) *Our Homes*, 1883, p. 799.

truction des filtres du major Crease, généralement adoptés pour le service des navires de la marine royale anglaise (1).

Malheureusement, la préparation du Carferal étant restée secrète, nous ne pouvons insister sur l'application aux filtres domestiques d'une matière aussi rare et aussi chère.

L'éponge de fer est obtenue par la calcination méthodique d'un minerai de fer opérée doucement et sans fusion, ses cellules sont d'une finesse extrême et sa légèreté est remarquable, puisqu'elle ne pèse qu'environ 100 livres anglaises au pied cube, soit environ 45 kil. les 28 litres, d'où densité $= \frac{45}{28} = 1,6$.

L'excellence de son emploi comme corps filtrant est bien reconnue par tous les auteurs spéciaux, et particulièrement par Bailey-Denton (2), Douglas-Galton (3), Lane Notter.

Pendant le professeur américain Ripley Nichols (4) et le professeur anglais Corfield (5) lui reprochent de fournir une eau filtrée contenant du fer en parcelles ou en dissolution.

Mais Wiel et Gnehm ont fait voir qu'il était facile de fixer, à l'état de carbonate insoluble, le fer entraîné et dissous, en faisant passer l'eau filtrée sur une couche de marbre en poudre (6). Ce qui fait tomber toutes les objections spéciales des professeurs R. Nichols et Corfield.

L'excellence de l'éponge de fer comme corps filtrant comparé aux différentes espèces de charbon a d'ailleurs été rigoureusement établie par les expériences spéciales dues au docteur anglais J. Lane Notter, et exécutées en 1878 à l'Ecole de Netley, ainsi qu'on peut s'en assurer par l'examen des résultats suivants empruntés au savant ouvrage du professeur J. D. Macdonald (7).

(1) Macdonald : *Naval Hygiene*, 1881, p. 151.

(2) *House Sanitation*, 1882, p. 185.

(3) *Healthy Dwellings*, 1880, p. 221.

(4) Buck : *Hygiene*, 1879, t. I, p. 280.

(5) *Dwelling Houses*, 1880, p. 51.

(6) Arnould : *Eléments d'Hygiène*, 1881, p. 644.

(7) *Naval Hygiene*, 1881, p. 149.

Expériences du D^r J. Lane Notter

FILTRATION PAR LE CHARBON ANIMAL, SUR 1.000.000 D'EAU :			
	Avant.	Après.	Après 3 semaines.
Ammoniaque libre.....	0,0	0,0	1,3824
Ammoniaque albuminoïde.....	0,2152	0,0	0,1440
FILTRATION PAR LE CHARBON SILICATISÉ :			
	Avant.	Après.	Après 3 semaines.
Am. libre.....	0,0	0,0	1,0800
Am. albuminoïde.....	0,2152	0,2023	0,1420
FILTRATION PAR L'ÉPONGE DE FER :			
	Avant.	Après.	Après 3 semaines.
Am. libre.....	0,0	0,0	0,0
Am. albuminoïde. ..	0,2152	0,072	0,0

Après trois semaines de séjour dans le filtre au charbon animal, l'eau avait donc repris les 2/3 de l'ammoniaque albuminoïde et absorbé une large quantité d'ammoniaque libre.

Après ce même temps, l'eau filtrée par le charbon silicatisé avait bien perdu un peu d'ammoniaque albuminoïde, mais elle avait pris de l'ammoniaque libre.

Au contraire, l'eau filtrée à l'éponge de fer avait, dans le même temps, perdu toute son ammoniaque albuminoïde et n'avait absolument rien emprunté aux matériaux filtrants.

Mise en bouteilles et examinée longtemps après au microscope, l'eau filtrée à l'éponge de fer n'a donné aucune trace de sédiment ou d'organismes d'aucune espèce. Quand, au contraire, la même eau filtrée sur le charbon animal ou silicatisé a permis d'y constater la présence de dépôts et de bactéries.

Pour expliquer l'insuffisance du charbon comme corps filtrant, Lane Notter pense que le charbon agit surtout comme un dialyseur quand les substances colloïdes sont fraîches et très diluées, ce qui permet leur décomposition dans l'eau filtrée. Le professeur De Chaumont confirme d'ailleurs cette explication en assurant que le blanc d'œuf frais passe très aisément au travers du charbon (1).

Nous concluons donc, avec le D^r Lane Notter, que l'éponge de

(1) *Our Homes*, 1883, p. 799.

fer est le meilleur corps filtrant connu puisque ces expériences rigoureuses établissent qu'il est le *seul* présentant une sécurité absolue contre le développement ultérieur des dangereux organismes inférieurs (1).

Les qualités et les défauts des matériaux filtrants étant ainsi précisés, nous pouvons enfin passer maintenant à l'examen critique des différents systèmes de filtres domestiques :

Amy paraît être l'inventeur primitif de la fontaine filtrante domestique en usage à Paris, qui fut d'abord, en 1745, munie d'une couche d'éponges, et est maintenant construite en grès et dalles de pierre filtrante, avec robinets en étain pur.

Fréquemment nettoyé et aéré, cet appareil rustique peut rendre quelques services en débarrassant l'eau de ses plus grosses impuretés par une simple action mécanique ; mais il est sans effet sur les matières organiques dissoutes, puisque la pierre poreuse n'emmagasine point l'oxygène de l'air, dont elle est d'ailleurs séparée par l'eau filtrante et filtrée où elle est immergée. La fontaine filtrante parisienne présente donc les défauts suivants : 1° alimentation manuelle parfois négligée et exposant à manquer d'eau filtrée ; 2° nettoyage manuel ordinairement opéré à de longs intervalles, quand, au contraire, il est nécessaire de le rendre très-fréquent ; 3° filtration insuffisante et simplement mécanique, par emploi d'insuffisants matériaux filtrants et par défaut d'aération de ces corps filtrants, qui n'ont ainsi aucune action chimique sur les corps organiques en dissolution. Défauts graves, dont le dernier surtout suffirait seul pour faire abandonner l'usage de la fontaine filtrante domestique parisienne.

Aux États-Unis, on emploie beaucoup les robinets filtres Aborn, Grant, Houghton, qui présentent les avantages suivants :

Alimentation automatique et sous pression continue, faible volume de l'appareil, clarification rapide d'un grand volume d'eau, et faible dépense d'acquisition et d'entretien.

Mais le professeur américain Ripley Nichols leur reproche de nombreux défauts (2) :

(1) Macdonald : *Naval Hygiene*, 1881, p. 150.

(2) Buck : *Hygiene*, 1879, t. 1, p. 276.

1° L'eau suit souvent la paroi du robinet sans passer au travers du corps filtrant, défaut évité dans le modèle Houghton donné ici, (fig. 6), au moyen de deux viroles en cuir enveloppant la boîte mobile contenant le corps filtrant.

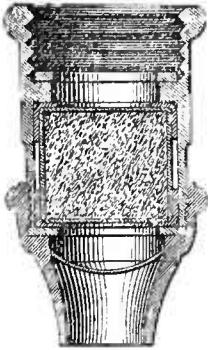


Fig. 6.

2° Laissés aux soins de domestiques négligents, ces robinets filtres sont rarement démontés pour le nettoyage et le remplacement du corps filtrant qui, présentant peu de volume et peu de surface, est cependant mis promptement hors de service.

3° Avec un robinet filtre, le courant d'eau fourni est toujours plus ou moins ralenti, d'où il résulte souvent que les domestiques dévissent le filtre et enlèvent le corps filtrant pour avoir de l'eau plus rapidement.

A ces critiques du savant professeur R. Nichols, nous ajouterons les suivantes :

4° Le volume et la surface libre du corps filtrant étant très faibles, et la pression et la vitesse de l'eau étant fortes, il en résulte que l'eau n'a point le temps de déposer et d'accrocher mécaniquement toutes les matières en suspension, et encore moins celui nécessaire à l'oxydation lente des matières organiques en dissolution, puisqu'aucune réserve d'eau filtrée n'est amassée en arrière du corps filtrant.

Aussi, et sans repousser absolument l'usage du robinet filtre américain pour les eaux nécessaires aux nettoyages domestiques, nous pensons cependant qu'il y a lieu de l'écartier radicalement pour la filtration des eaux d'alimentation.

Bien que nous ayons fourni les preuves rigoureuses de l'excellence de l'éponge de fer comme matière filtrante, nous reconnaissons, avec les professeurs Corfield (1) et Ripley Nichols (2), que la disposition (fig. 7) donnée par le professeur anglais Bischoff à son filtre à l'éponge de fer n'est point rationnelle, puisque toutes les matières filtrantes n'y sont jamais aérées et y sont toujours constamment plongées dans

(1) *Dwelling Houses*, 1880, p. 51.

(2) *Buck: Hygiène*, 1879, t. 1, p. 279.

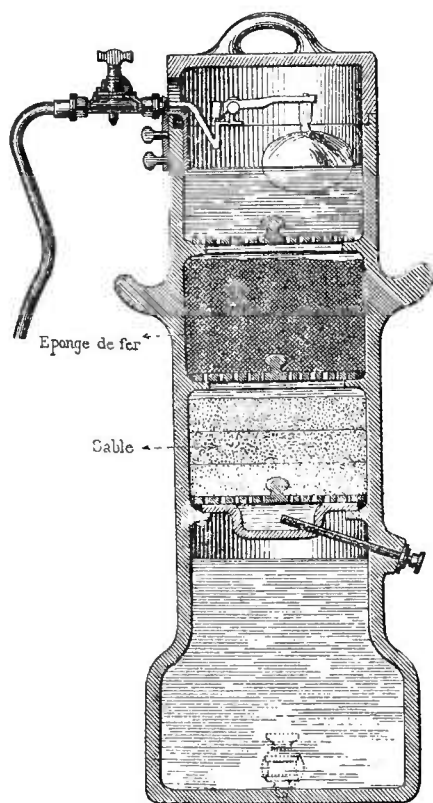


Fig. 7.

filter, est beaucoup mieux disposé pour l'aération continue de la matière filtrante, mais il exige une alimentation d'eau et un nettoyage manuels trop incomodes en pratique.

Il en est de même pour le petit modèle de filtre au Carferal combiné par le colonel Crease (2), dont l'aération est insuffisante.

Le grand modèle au Carferal, de Crease, (Fig. 8), est encore plus défectueux à ce dernier point de vue, puisque le Carferal C est toujours plongé dans l'eau arrivant sous pression continue, ce qui empêche absolument toute aération de la matière filtrante et, par suite, toute oxydation des matières organiques en dissolution ; défaut capi-

l'eau ; et que l'eau filtrée par l'éponge de fer passe ensuite sur du *sable préparé* qui retient les parcelles de fer entraînées, et n'a qu'une faible action chimique sur le fer en dissolution.

Défauts graves qui contribuent ainsi à fournir bientôt une eau filtrée contenant des matières organiques et du fer en dissolution.

Tout en acceptant l'éponge de fer comme une excellente matière filtrante, il faudrait donc la disposer de façon à en faciliter la ventilation, et la faire suivre par une couche de marbre en poudre fixant le fer entraîné ou dissous.

Le dispositif recommandé par Corfield (1), d'après le modèle de la Compagnie du Génie sanitaire : *The Imperial Aërating*

(1) *Dwelling Houses*, 1880, p. 108.

(2) *Our Homes*, 1880, p. 801, 802.

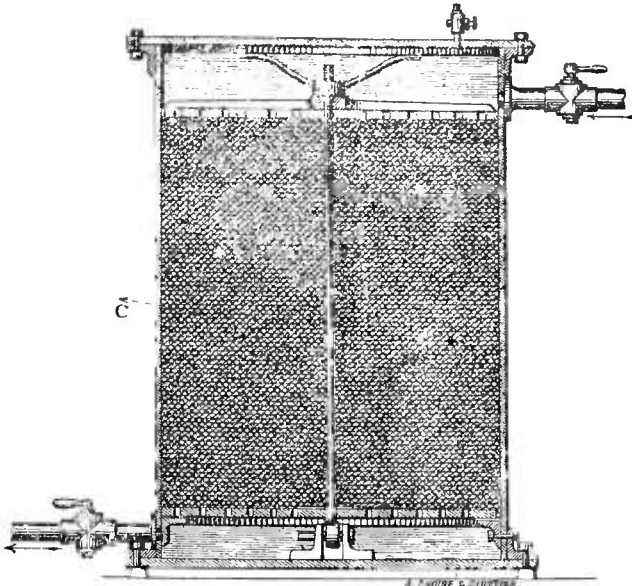


Fig. 8.

tal que le professeur De Chaumont oublie complètement de signaler dans sa dernière étude sur la filtration domestique (1).

Par le même motif, immersion continue des matières filtrantes, nous repoussons encore l'usage du filtre anglais au charbon animal recommandé comme un modèle excellent par le professeur Ripley Nichols (2), qui présente, d'ingénieuses dispositions pour empêcher les dépôts de résidus sur le charbon, mais qui n'offre aucun moyen d'aération et de concentration de l'oxygène dans les pores du charbon animal filtrant.

Le *Filtre Rapide* de Maignen, de Londres, est beaucoup mieux disposé pour l'aération continue de la matière filtrante, composée de carbo-calcais, charbon animal en poudre contenant un peu de chaux pure dans ses pores (3), et disposée au-dessus d'un sac en arbeste coiffant un cône de faïence percé de trous et offrant, comme le sac, une grande surface d'écoulement à l'eau filtrée (4). Mais ce n'est là qu'un filtre de table insuffisant pour fournir une quantité

(1) *Our Homes*, 1883, p. 802.

(2) Buck : *Hygiène*, 1879, t. 1, p. 278, fig. 27, 28.

(3) Bailey-Denton : *House Sanitation*, 1882, p. 185.

(4) *Sanitary Record*, 1883, n° 52, p. 220.

d'eau filtrée notable, et dont l'alimentation manuelle n'assure ni le fonctionnement constant, ni la permanence d'une réserve d'eau filtrée.

Les matériaux filtrants sont d'ailleurs insuffisants, puisqu'aucune expérience n'établit l'efficacité absolue de l'arbeste qui sert ici de sac enveloppe du charbon dont la valeur comme corps filtrant est très inférieure à celle de l'éponge de fer.

Aussi, le professeur De Chaumont, tout en reconnaissant les avantages du *Filtre Rapide* de Maignen, au point de vue de la rapi-

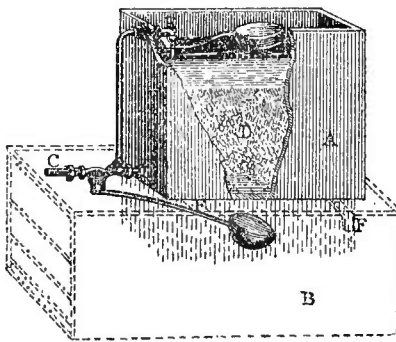


Fig. 9.

d'adopter la disposition appliquée par Bailey-Denton (Fig. 9.) (2), où

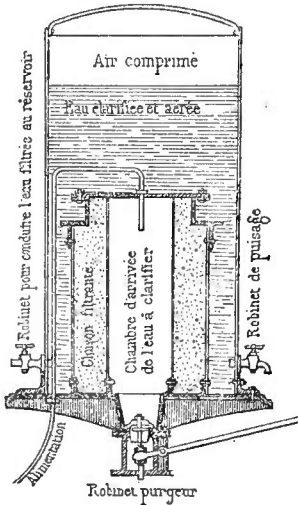


Fig. 10.

dité de filtration et de la facilité du nettoyage, doute cependant de son action oxydante sur les matières organiques en dissolution dans l'eau à purifier (1), et recommande de le convertir en filtre chimique par l'application du Carferal ou de l'éponge de fer, comme matières filtrantes très supérieures à l'arbeste et au carbo-calcis.

Il serait certainement préférable l'alimentation est réglée par deux robinets flotteurs, C, E; ce qui permet l'aération continue de l'eau filtrée tombant en filets minces, F, F, dans un réservoir inférieur B; et l'oxydation continue de toute l'épaisseur des matières filtrantes D, par l'application ingénieuse du principe de l'alimentation d'eau intermittente.

Mais ce filtre aéré de Bailey-Denton n'est point encore parfait, puisqu'il exige le démontage complet du filtre A à chaque nettoyage; ce qui conduit à n'opérer que de rares et insuffisants lavages de la matière filtrante.

A tous ces systèmes de filtres an-

(1) *Our Homes*, 1883, p. 799, 802.

(2) *House Sanitation*, 1882, p. 181.

glais, nous préférons encore la disposition générale donnée : u filtre aéré de l'ingénieur français Chanoit, construit par J. Carré, de Paris. (Fig. 10).

Dans cet ingénieux appareil français, l'eau de la colonne montante arrive sous pression continue au sommet du cylindre central, elle se purifie en passant *lentement* à travers un anneau formé de laine de scories, matière absolument incorruptible, et s'élève doucement dans le cylindre extérieur, en y comprimant la couche d'air supérieure jusqu'à la pression équilibrant celle de la colonne montante d'eau de la Ville.

Le cylindre extérieur contient donc à la fois une réserve d'eau filtrée à l'abri de toute contamination, et une réserve d'air comprimé aérant constamment l'eau sous pression.

Pour renouveler cette couche d'air comprimé après sa dissolution dans l'eau filtrée, il suffit d'ouvrir le robinet purgeur du cylindre central, qui se purge ainsi d'eau et se remplit d'air pur, dont l'oxygène vient bientôt oxyder les matières organiques arrêtées dans la matière filtrante en dissolution dans l'eau à filtrer.

Cette manœuvre instantanée du robinet de purge a encore pour résultat capital de laver et de purger les matières filtrantes sous la pression de l'air comprimé contenu dans le haut du réservoir cylindrique extérieur, air chassant l'eau filtrée en sens inverse de son mouvement de pénétration ordinaire et à travers les couches de matières filtrantes.

L'aération continue de l'eau filtrée contenue dans le filtre Chanoit est assez énergique pour qu'elle paraisse laiteuse à sa sortie ; ce qui est dû aux bulles d'air contenues dans sa masse, qui reprend en quelques minutes toute sa limpidité.

Malgré ce brillant résultat, et jusqu'au jour où l'expérience aurait démontré l'efficacité absolue de la laine de scories comme matière filtrante, nous pensons cependant qu'il serait prudent de remplacer la laine de scories par un anneau central d'éponge de fer, dont les parcelles entraînées et les atomes dissous seraient absolument arrêtés et fixés par une seconde couche annulaire de marbre en poudre.

Ce qui ferait tomber toutes les objections des professeurs Corfield et Ripley Nichols contre les inconvénients de l'entraînement et de

d'eau filtrée notable, et dont l'alimentation manuelle n'assure ni le fonctionnement constant, ni la permanence d'une réserve d'eau filtrée.

Les matériaux filtrants sont d'ailleurs insuffisants, puisqu'aucune expérience n'établit l'efficacité absolue de l'arbeste qui sert ici de sac enveloppe du charbon dont la valeur comme corps filtrant est très inférieure à celle de l'éponge de fer.

Aussi, le professeur De Chaumont, tout en reconnaissant les avantages du *Filtre Rapide* de Maignen, au point de vue de la rapidité de filtration et de la facilité du

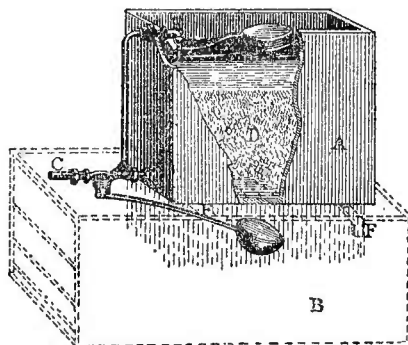


Fig. 9.

d'adopter la disposition appliquée par Bailey-Denton (Fig. 9.) (2), où

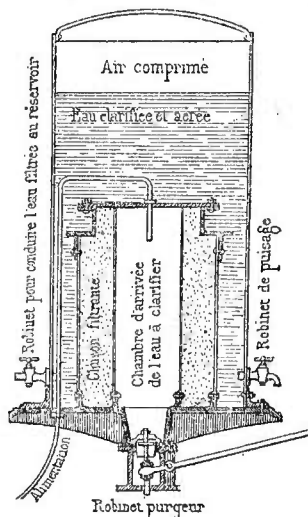


Fig. 10.

nettoyement, doute cependant de son action oxydante sur les matières organiques en dissolution dans l'eau à purifier (1), et recommande de le convertir en filtre chimique par l'application du Carferal ou de l'éponge de fer, comme matières filtrantes très supérieures à l'arbeste et au carbo-calcis.

Il serait certainement préférable d'alimentation est réglée par deux robinets flotteurs, C, E; ce qui permet l'aération continue de l'eau filtrée tombant en filets minces, F, F, dans un réservoir inférieur B; et l'oxydation continue de toute l'épaisseur des matières filtrantes D, par l'application ingénieuse du principe de l'alimentation d'eau intermittente.

Mais ce filtre aéré de Bailey-Denton n'est point encore parfait, puisqu'il exige le démontage complet du filtre A à chaque nettoyage; ce qui conduit à n'opérer que de rares et insuffisants lavages de la matière filtrante.

A tous ces systèmes de filtres an-

(1) *Our Homes*, 1883, p. 799, 802.

(2) *House Sanitation*, 1882, p. 181.

glais, nous préférons encore la disposition générale donnée au filtre aéré de l'ingénieur français Chanoit, construit par J. Carré, de Paris. (Fig. 10).

Dans cet ingénieux appareil français, l'eau de la colonne montante arrive sous pression continue au sommet du cylindre central, elle se purifie en passant *lentement* à travers un anneau formé de laine de scories, matière absolument incorruptible, et s'élève doucement dans le cylindre extérieur, en y comprimant la couche d'air supérieure jusqu'à la pression équilibrant celle de la colonne montante d'eau de la Ville.

Le cylindre extérieur contient donc à la fois une réserve d'eau filtrée à l'abri de toute contamination, et une réserve d'air comprimé aérant constamment l'eau sous pression.

Pour renouveler cette couche d'air comprimé après sa dissolution dans l'eau filtrée, il suffit d'ouvrir le robinet purgeur du cylindre central, qui se purge ainsi d'eau et se remplit d'air pur, dont l'oxygène vient bientôt oxyder les matières organiques arrêtées dans la matière filtrante en dissolution dans l'eau à filtrer.

Cette manœuvre instantanée du robinet de purge a encore pour résultat capital de laver et de purger les matières filtrantes sous la pression de l'air comprimé contenu dans le haut du réservoir cylindrique extérieur, air chassant l'eau filtrée en sens inverse de son mouvement de pénétration ordinaire et à travers les couches de matières filtrantes.

L'aération continue de l'eau filtrée contenue dans le filtre Chanoit est assez énergique pour qu'elle paraisse laiteuse à sa sortie ; ce qui est dû aux bulles d'air contenues dans sa masse, qui reprend en quelques minutes toute sa limpidité.

Malgré ce brillant résultat, et jusqu'au jour où l'expérience aurait démontré l'efficacité absolue de la laine de scories comme matière filtrante, nous pensons cependant qu'il serait prudent de remplacer la laine de scories par un anneau central d'éponge de fer, dont les parcelles entraînées et les atomes dissous seraient absolument arrêtés et fixés par une seconde couche annulaire de marbre en poudre.

Ce qui ferait tomber toutes les objections des professeurs Corfield et Ripley Nichols contre les inconvénients de l'entraînement et de

la dissolution du fer dans l'eau filtrée à l'éponge de fer, et ferait disparaître tous les arguments du professeur De Chaumont au sujet du manque d'expériences micrographiques sur l'eau filtrée par la laine de scories employée dans le filtre Chanoit (1).

Il serait également nécessaire de munir la conduite d'alimentation d'une soupape de retenue identique à celle employée déjà par Carré pour ses réservoirs de cave, afin d'empêcher absolument tout retour de l'eau filtrée vers la colonne montante pendant les interruptions de pression du service d'eau de la Ville.

A l'aide de ces faciles adjonctions, on constituera enfin avec le filtre domestique Chanoit, un appareil de filtrage et de réserve d'eau pure absolument parfait, puisqu'il réalisera rigoureusement toutes les conditions imposées par les principes généraux d'hygiène qui exigent : 1° une alimentation d'eau automatique sous pression continue, assurant la permanence d'une réserve d'eau filtrée ; 2° une filtration opérée avec une lenteur suffisante pour l'arrêt mécanique de toutes les matières en suspension, et pour l'oxydation totale de toutes les matières organiques en dissolution ; 3° des matières filtrantes imputrescibles, et d'une capacité oxydante maxima ; 4° une aération pure et continue des matières filtrantes et de l'eau filtrée ; 5° un lavage quotidien énergique et complet des matières filtrantes opéré rapidement et sans démontage du filtre ; 6° enfin, la conservation intégrale de la pureté de l'eau filtrée, par l'emploi d'un vase absolument clos, la mettant à l'abri de toute contamination et de toute virulence.

35. Service d'eau chaude. — Un service général d'eau chaude desservant les cuisines, offices, toilettes, bains, est d'une utilité incontestable quand il est installé dans de bonnes conditions de salubrité.

Mais il n'en est plus de même avec les installations d'eau chaude faites par d'ignorants plombiers, qui présentent souvent de graves dangers pour la santé :

D'abord la canalisation est ordinairement en plomb, et l'étamage

(1) *Our Homes*, 1883, p. 798.

du bouilleur et du réservoir d'eau chaude est presque toujours opéré avec un mélange de plomb et d'étain ; ces deux défauts graves peuvent ainsi devenir la cause d'intoxications saturnines ; ainsi que l'a signalé le D^r A. Gautier (1) qui, analysant le dépôt de son réservoir d'eau chaude, y a parfaitement constaté la présence de 0 gr, 74 de plomb, pour 100 grammes de matière sèche.

Ainsi, ces eaux qui servent si fréquemment aux usages alimentaires et qui ne sont jamais limpides pendant leur écoulement, tiennent en suspension des parcelles d'un dépôt qui contient 3/4 de gramme de plomb métallique pour 100 ! N'est-ce pas là un vrai danger ?

Le D^r Gautier en conclut qu'il vaudrait mieux ne pas étamer les réservoirs en cuivre, dont on a fort exagéré les dangers, ainsi que paraît l'avoir établi le D^r Galippe.

Nous pensons qu'il vaudrait mieux employer simplement un bouilleur, un réservoir et une canalisation en fer controydés par le procédé Bower-Barff ; et qu'il y aurait ainsi lieu de repousser absolument ici l'emploi du cuivre et surtout du plomb sous forme de tuyaux ou d'étamage impur.

Si nous étudions maintenant la disposition du réservoir d'eau chaude annexé aux cuisines parisiennes, nous y constaterons aussi de graves défauts économiques :

Ordinairement, cette eau s'échauffe dans un bouilleur situé à l'arrière du foyer, puis monte par un tuyau dans un réservoir libre placé au-dessus de l'étuve. Elle redescend ensuite par un second tuyau au bas du bouilleur, où elle se réchauffe, ce qui constitue une circulation continue d'eau chaude ascendante et d'eau tiède descendante. C'est au pied du réservoir supérieur que sont ordinairement branchés les tuyaux de prise d'eau chaude ; or, il y a là un grave défaut qui consiste dans le refroidissement brusque de l'eau chaude par l'eau froide d'alimentation, ordinairement fournie par un robinet-flotteur qui, s'ouvrant brusquement à chaque prise d'eau chaude, peut ainsi introduire une douche d'eau froide dans le réservoir d'eau chaude, douche froide qui gagne naturellement le fond, puisqu'elle est plus dense que l'eau chaude, et vient finalement s'in-

(1) *Annales d'Hygiène*, 1882, tome 7, p. 27.

s'introduire dans les baignoires, toilettes, etc, où l'on désirait, au contraire, de l'eau chaude.

Pour faire disparaître ce grave défaut, on est conduit à des dispositions très compliquées, qui consistent dans l'emploi d'un réservoir spécial d'eau froide contenant le robinet-flotteur et communiquant par un siphon inverse avec le fond du réservoir d'eau chaude. Et, enfin, à placer la prise d'eau chaude presqu'au sommet du réservoir d'eau chaude.

Tout cela est fort couteux et encombrant, et a, de plus, l'inconvénient de laisser l'eau chaude en communication avec l'air libre ou même l'air impur des tuyaux de descente, où l'on dirige parfois directement les tuyaux d'échappement de vapeur ou de trop plein ; ce qui offre de graves dangers de contamination de l'eau chaude pendant son refroidissement, dangers parfaitement constatés par Buchan (1) et Pridgin Teale (2).

Enfin, sous la très faible charge d'environ 1 à 2 mètres, l'eau chaude s'écoule très lentement vers les orifices de puisage, ce qui force à employer des tuyaux de gros diamètre, et augmente ainsi considérablement la dépense d'installation de toute la longue canalisation de l'appartement parisien, placé de niveau dans toute son étendue.

Par toutes ces raisons d'économie et d'hygiène, nous pensons qu'il y a lieu de renoncer au système d'installation ordinairement suivi à Paris pour le chauffage et le service d'eau chaude domestique, s'il existe ailleurs un système plus satisfaisant au point de vue économique et hygiénique.

Si nous étudions les appareils de service d'eau chaude en usage en Angleterre, nous sommes amené à reconnaître, avec Bailey-Denton (3), que beaucoup d'inconvénients sont justement reprochés aux anciens systèmes anglais, tels que grande dépense de combustible, écrasement de chaudière par brusque alimentation d'eau froide quand la chaudière est pleine de vapeur, ou par la congélation de l'eau des tuyaux de circulation et du bouilleur de retour d'eau.

(1) *Plumbing*, 1880, p. 131.

(2) *Dangers to Health*, 1881, planche XIV.

(3) *House Sanitation*, 1882 p. 24.

Le système préféré maintenant en Angleterre est celui de Grims-haw, construit par Dyer, de Londres (1); c'est un chauffage du système américain avec cylindre vertical recevant l'eau chaude au sommet où est également pratiqué le départ de l'eau chaude vers les robinets de puisage. L'eau froide d'alimentation, fournie par un réservoir de comble muni d'un robinet-flotteur, arrive au pied du cylindre et au pied du bouilleur de retour d'eau.

Le mouvement de l'eau chaude dans la canalisation est réglé par un robinet placé sur la conduite de circulation descendante.

Enfin, une soupape de sûreté est placée au sommet du cylindre, ce qui met à l'abri de tout déchirement de chaudière.

Bien que ce système paraisse donner d'assez bons résultats en Angleterre, où il est considéré comme le mieux applicable à la maison anglaise, qui s'étend surtout en hauteur, nous croyons qu'il ne peut être appliqué aux appartements de location parisiens, qui s'étendent principalement en surface de niveau, et ne peuvent être convenablement desservis par un réservoir de comble.

Les systèmes de chauffage d'eau domestique français et anglais étant ainsi écartés, il ne nous reste plus qu'à rechercher si le vrai système de chauffage américain serait ici préférable :

L'ancien système américain consiste, (fig. 11 à droite), d'après Bayles (2) en un bouilleur de chauffe placé derrière le foyer, et mis en communication avec le bas du cylindre vertical pour le retour d'eau tiède, et avec le 1/8 inférieur du cylindre pour le départ d'eau chaude. L'eau froide d'alimentation arrivant éga-

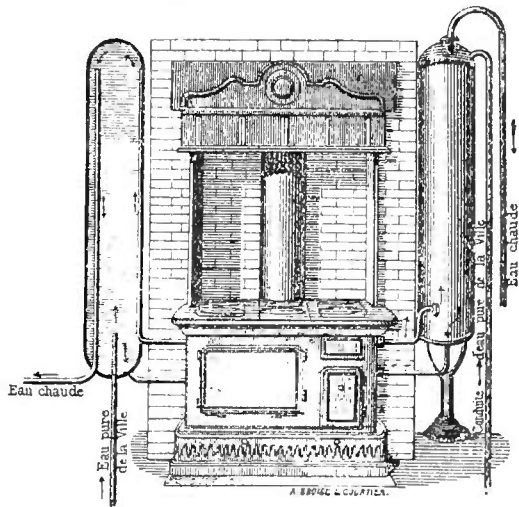


Fig. 11

(1) *Sanitary Record*, n° 20, p. 137.

(2) *House Drainage*, 1879, p. 122.

lement au $1/8$ inférieur du cylindre. Et le départ d'eau chaude à consommer ayant lieu au sommet du cylindre.

La circulation de retour étant d'ailleurs assurée par un petit tuyau de $1/2$ pouce de diamètre.

Avec cet ingénieux système américain, on peut donc alimenter le cylindre d'eau froide par une conduite branchée directement sur celle de la Ville, et profiter ainsi de toute la pression du service d'eau public; ce qui évite l'emploi de gros et coûteux tuyaux pour la canalisation d'eau chaude, et permet aussi de se passer de réservoir intermédiaire d'alimentation et de ses tuyaux, robinets, flotteur, trop plein.

L'eau chaude consommée partant du sommet, et l'eau froide d'alimentation arrivant par en bas, il en résulte qu'on peut disposer ainsi de toute l'eau chaude contenue dans le cylindre sans avoir à craindre un refroidissement brusque par suite d'une douche d'eau froide. Enfin, l'eau pure de la Ville est maintenue et chauffée en vase clos, ce qui assure sa pureté absolue.

Malgré tous ces avantages, on reprochait encore quelques défauts au système américain primitif, qui avait parfois l'inconvénient d'être bruyant, à cause des condensations de vapeur dans le cylindre où la vapeur et l'eau froide arrivaient à la même hauteur. Il se produisait encore parfois des changements brusques du sens de la circulation, ou des condensations brusques de vapeur par le tuyau d'injection d'eau froide, deux causes qui fatiguaient le cylindre et dont la seconde pouvait causer son aplatissement sous la pression de l'atmosphère.

Dans le but de supprimer tous ces défauts, l'ingénieur américain Creque, de New-York (1); a proposé le dispositif suivant : (Fig. 44, à gauche).

L'eau froide et pure de la Ville est introduite sous pression continue par le tuyau central perçant le pied du réservoir d'eau chaude et débouchant un peu au-dessus du niveau supérieur du bouilleur de chauffe (water-back), afin d'éviter le refroidissement de la vapeur ou de l'eau chaude occupant le haut du réservoir; l'eau chauffée

(1) *Sanitary Engineer*, t. 6, p. 444, 568.

dans le bouilleur est introduite dans le haut du réservoir de chauffe, afin de supprimer le conflit du courant d'eau chaude arrivant autrefois au niveau du courant d'eau froide d'alimentation; enfin, l'eau chaude est extraite encore par un tuyau partant du sommet du réservoir et placé intérieurement pour éviter son refroidissement par rayonnement et par contact de l'air.

La condensation brusque et bruyante de la vapeur est donc ici ordinairement évitée, puisque la vapeur débouche dans le réservoir à une grande hauteur au-dessus de l'introduction d'eau froide qui, elle-même, est un peu échauffée par le contact des parois du tuyau central plongé dans l'eau chaude.

Les bruits de condensation et le danger d'écrasement du cylindre sont donc à peu près supprimés par cette ingénieuse disposition.

Cependant, nous pensons que le système Creque présente encore les défauts suivants :

1° Le tuyau d'ascension de l'eau chaude, plongé dans l'eau plus ou moins refroidie du réservoir, est mal disposé pour produire rapidement une réserve d'eau chaude au sommet du réservoir, et pour assurer une circulation rapide ascendante, puisqu'il est refroidi par le contact de l'eau à chauffer, et que la densité de l'eau chauffée qu'il contient est ainsi énergiquement et rapidement accrue;

2° Le tuyau d'extraction de l'eau chaude, plongé également dans l'eau plus ou moins chaude du réservoir, est mal placé pour préserver du refroidissement l'eau chaude extraite, puisque cette eau chaude prise au sommet du réservoir, circule en sens inverse et au contact de l'eau à échauffer dans toute la hauteur du réservoir, en subissant ainsi un *refroidissement méthodique* !

3° La base du réservoir et le tuyau de retour d'eau au bouilleur étant placés au-dessus du niveau inférieur du bouilleur, il en peut résulter des changements brusques du sens de la circulation de l'eau dans le réservoir et le bouilleur; changement brusques produisant des chocs bruyants et dangereux pour les appareils, qui ne doivent d'ailleurs jamais être construits en fonte de fer.

Pour éviter tous ces défauts, nous pensons qu'il faudrait encore modifier ainsi le système Creque :

1° Tout en conservant le tuyau d'ascension d'eau chaude montant jusqu'au sommet du réservoir, nous éviterons son refroidissement par contact de l'eau du réservoir en l'installant à l'extérieur de ce réservoir, et nous éviterons son refroidissement par rayonnement et contact de l'air en le garnissant, comme le réservoir, avec des matières peu conductrices des vibrations thermiques. Ce qui permettra une accumulation rapide d'eau chaude au sommet du réservoir, tout en assurant une circulation énergique ascendante, puisque la densité de l'eau contenue dans le tuyau d'ascension n'aura point été accrue ;

2° Tout en conservant la prise d'eau chaude extraite au sommet du réservoir, nous éviterons le *refroidissement méthodique* de l'eau extraite en plaçant le tuyau d'extraction à l'extérieur du réservoir, ainsi qu'on le voit à droite de la figure 11 ;

3° Tout en conservant l'arrivée d'eau froide de la Ville par un tuyau inférieur central débouchant au-dessus du niveau supérieur du bouilleur, afin que ce bouilleur ne manque point d'eau pendant la mise en décharge des conduites de la Ville, nous éviterons les changements de sens de la circulation d'eau chaude en abaissant la base du réservoir et le bas du tuyau de retour d'eau au bouilleur au-dessous du niveau inférieur du bouilleur ; car l'eau ne s'échauffant que très faiblement par conduction descendante, son échauffement par convection ascendante sera toujours prédominant et de même sens principal, et on évitera ainsi les chocs bruyants et dangereux dus aux mauvaises dispositions actuelles.

Ainsi que l'établissent, d'ailleurs, les expériences de Tomlinson (1), et de Hood (2), sur les thermosyphons de serre.

Pour assurer la surveillance du réservoir d'eau chaude, il faudrait encore le munir d'un manomètre indicateur de pression, et d'une petite soupape de sûreté. Enfin, une fermeture autoclave et un robinet de purge inférieur permettront le nettoyage facile et fréquent de l'intérieur du réservoir d'eau chaude, et la conservation intégrale de l'eau pure en *vase clos et salubre*.

Quant à la canalisation générale d'eau chaude, nous pensons

(1) *Warming and Ventilation*, 1869, p. 171.

(2) *Warming and Ventilation*, 1879, p. 61.

qu'elle doit être construite avec des petits tuyaux en fer con-
troxydé par un procédé salubre.

Si cette canalisation est longue, il est utile d'y assurer à volonté
une circulation d'aller et de retour d'eau, par l'emploi d'un tuyau de
départ bien enveloppé et posé aussi haut que possible, et par l'usage
d'un tuyau de retour posé au niveau du parquet, afin d'avoir une
grande hauteur et une grande différence de densité pour les colon-
nes de départ et de retour d'eau.

Enfin, tous les robinets de puisage d'eau chaude étant ici sous la
pression des conduites d'eau pure de la Ville, il est indispensable
qu'ils soient à fermeture automatique exempte de coup de bélier.

36. Service d'eau spécial aux Water-Closets et Urinoirs. — Les
auteurs spéciaux les plus autorisés sont en accord parfait sur les
dangers de contamination de l'eau pure par les water-closets en
connexion *directe* avec la canalisation intérieure (fig. 12), et sur la

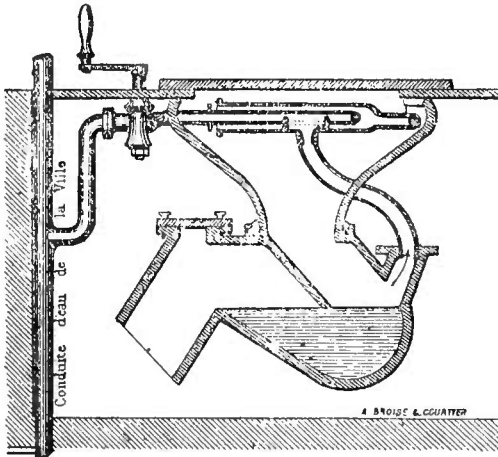


Fig 12

nécessité absolue d'y remé-
dier efficacement par des
dispositions ayant pour
principe commun la *discon-
nexion* de l'eau de chasse
des water-closets :

L'ingénieur Baldwin La-
tham, après avoir établi
tout le danger des installa-
tions d'eau avec connexion
directe, conseille formelle-
ment l'introduction d'un ré-
servoir séparé pour chaque
water-closet , évitant tout

à la fois les pertes d'eau et la pollution du service général d'eau
pure de l'habitation (1).

C'est également la conclusion du professeur Parkes (2).

(1) *Sanitary Engineering*, 1873, p. 332.

(2) *Practical Hygiene*, 1878, p. 389.

Le docteur William Ford, président du Bureau de santé de Philadelphie, explique fort clairement l'aspiration des gaz dangereux des W.-C. par suite de l'ouverture d'un gros robinet en sous-sol, qui peut causer un effet de succion sur le tuyau laissé ouvert des W.-C. pendant les interruptions du service public ou quand plusieurs robinets sont ouverts ensemble. Il en conclut qu'il faut remédier à ce défaut par l'usage d'une citerne spéciale aux water-closets (1).

L'ingénieur américain J. Bayles explique de même les effets de pollution d'eau par aspiration des gaz des W.-C.. A l'appui de cette démonstration technique, il cite comme preuve d'infection de l'eau alimentaire, la terrible épidémie de fièvre typhoïde qui éclata, en 1874, à Lewes, où 500 cas furent constatés en quelques jours; épidémie qui fut à peu près confinée dans les quartiers alimentés par un service d'eau intermittent de 3 à 4 heures chaque matin, après quoi toutes les conduites publiques et des branchements privés se vidaient naturellement, en créant nécessairement une aspiration d'air, qui venait combler le vide des tuyaux sous l'action de la pression atmosphérique. L'enquête sur l'épidémie prouva que cet air ainsi chassé violemment dans toute la canalisation, y était souvent introduit par l'ouverture des conduits *directs* de chasse des water-closets, où il avait aisément pu se charger de germes et ferments de cette dangereuse maladie zymotique.

Bayles en conclut donc avec raison qu'il est absolument indispensable de *disconnecter* les water-closets du service d'eau pure(2).

Le professeur Corfield prouve, avec le D^r Buchanan, qu'une épidémie de fièvre typhoïde observée en 1875 à Croydon, a été causée par la connexion directe des water-closets avec la conduite d'eau pure. Et il en conclut à l'absolue nécessité d'un réservoir spécial pour chaque water-closet (3).

En 1882, cette importante question de la contamination de l'eau pure par les water-closets a été discutée longuement dans le *Sanitary Engineer*, de New York, pages : 359, 382, 408, 430, 453, 478, 500, 539, 540.

(1) *Hygiene and Public Health*, of Buck, 1879, t. 1. p. 500.

(2) *House Drainage*, 1879, p. 100.

(3) *Dwelling Houses*, 1880, p. 78.

L'éminent ingénieur S. Philbrick, de Boston, y signala tous les dangers des valves d'arrêt placées sur la conduite d'eau principale, qui fonctionnent mal et peuvent ainsi laisser passer les gaz dangereux des W.-C. dans l'eau potable.

Ce fut aussi l'avis de l'ingénieur J. Baldwin, le très compétent constructeur de chauffages à vapeur.

Le général Isaac Newton, ingénieur en chef de New York, s'opposa aussi formellement à l'alimentation directe des W.-C., comme causant des pertes d'eau invisibles, puisque le tuyau de trop plein est caché dans le tuyau de descente.

Gale, l'ingénieur en chef des eaux de Glasgow, intervint aussi dans cette discussion et, avec la grande autorité que donne la direction des admirables travaux d'alimentation de cette cité, il concluait :

1° Qu'une valve ne reste jamais longtemps étanche avec les rudes secousses d'un service de water-closet en haute charge forcée ;

2° Que la perte d'eau qui s'ensuit n'est considérée par les abonnés que comme un moyen de laver leurs drains.

3° Et que, dans cet ordre d'idées, il leur arrive souvent de tenir la soupape ouverte volontairement.

4° Que ce système ne peut être toujours appliqué quand la pression varie ou cesse tout-à-fait par suite de réparations, pendant lesquelles les W.-C. étant sans eau, deviennent une source de danger pour la santé.

5° Et, enfin, que dans certains cas, les gaz viciés peuvent être aspirés dans la conduite d'eau potable. L'ingénieur Gale conclut donc au rejet absolu de cette disposition, et à l'adoption d'un réservoir spécial à chaque W.-C. alimenté par robinet-flotteur, avec trop plein visible.

Les mêmes dangers et le même remède sont également signalés par J. Parry, le très compétent ingénieur des eaux de Liverpool, qui a même pris la peine de tracer un dessin explicatif des effets d'aspiration des résidus dangereux dans la canalisation d'eau pure (1). Et qui conseille formellement l'usage d'un réservoir spécial

(1) *Water*, 1881, p. 112.

à chaque W.-C. pour éviter à la fois les dangers de la connexion directe et les pertes d'eau par écoulement continu.

L'ingénieur anglais Hellyer conclut aussi à la nécessité absolue de l'emploi d'un petit réservoir pour chaque W.-C. (1).

Mais Hellyer prouve que le volume maxima de deux gallons d'eau (9 litres) imposé par les compagnies des eaux de Londres est trop faible, et qu'il faudrait au moins trois gallons d'eau de chasse, (13^{lit},5) pour un nettoyage complet. Car ses expériences, exécutées avec des syphons en verre, prouvent que deux gallons d'eau sont insuffisants pour débarrasser les syphons de W.-C. de toute impureté.

Le professeur Corfield conseille aussi un volume de trois gallons d'eau pour chaque chasse (2).

Percival Gordon Smith est également d'avis qu'il faut au moins trois gallons, et que les règlements de Londres sont insuffisants (3).

Enfin, ce volume de 3 gallons vient d'être officiellement admis à New York par le département des Travaux Publics (4).

Cependant, Hellyer fait justement observer qu'il est impossible de déterminer un volume d'eau de chasse maxima égal pour toutes les diverses situations de W.-C.; et qu'un appareil placé loin de l'égout principal, à l'extrémité amont d'un long drain privé à faible pente, exige une chasse d'eau plus volumineuse qu'un W.-C. débouchant dans un court drain privé à forte pente.

Tout en admettant l'impérieuse nécessité d'une disconnexion des W.-C. d'avec la conduite d'eau pure, opérée au moyen d'un réservoir d'eau spécial à chaque W.-C., nous concluons donc en conseillant un chasse d'eau d'environ 15 litres comme volume minima pour les W.-C. bien situés, et à un volume d'eau bien proportionné pour toutes les différentes situations des W.-C. éloignés de l'égout et se déversant dans un long drain privé à faible pente.

(1) *The Plumber and Sanitary Houses*, 2^e édition. p. 130, 224, 228.

(2) *Dwelling Houses* 1880, p. 78.

(3) *Our Homes*, 1883. p. 147.

(4) *Sanitary Engineer*, t. 5, p. 478

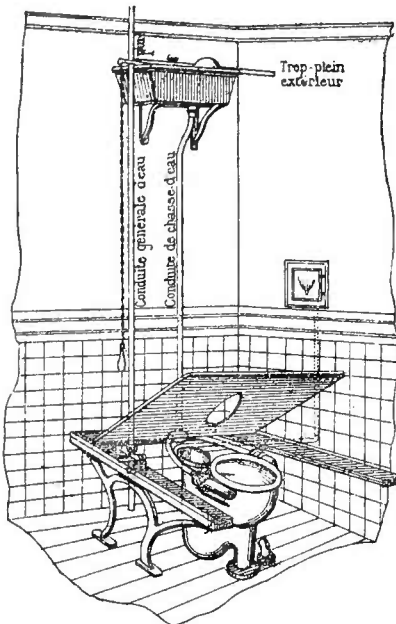


Fig. 13.

La figure 13 indique les dispositions principales d'une alimentation de chasse de W.-C. modèle, où la conduite d'eau pure est séparée de celle de chasse, et où un trop plein extérieur avertit des fuites du robinet flotteur.

Pour empêcher l'écoulement continu des valves à flotteur alimentant ces réservoirs spéciaux (Waste-Preventers), les ingénieurs sanitaires anglais et américains ont combiné un grand nombre de dispositions qui ont toutes pour but principal d'empêcher l'alimentation du réservoir pendant l'écoulement de la

chasse d'eau, et d'interdire toute chasse d'eau pendant le remplissage du réservoir. Ces appareils étant aujourd'hui excessivement nombreux, on comprend que nous n'en pouvons donner ici la description détaillée et que nous devons nous borner à indiquer les meilleurs et les plus simples systèmes :

Le waste-préventer primitif comportait une assez grande complication, et celui figuré par J. Parry (1) exige encore une soupape d'alimentation à flotteur, une soupape de disconnexion, une soupape de chasse, un levier double à contre-poids actionnant ces deux dernières soupapes, et un levier simple actionnant la première ; devant une pareille complication, on comprend facilement que cet appareil primitif soit peu pratique et sujet à de fréquents dérangements et réparations des soupapes et de leurs sièges.

Il est donc préférable d'appliquer les différents systèmes de Water waste-preventers ne comportant que la soupape d'alimentation à flotteur, et un siphon de chasse s'amorçant sous l'action

(1) *Water*, 1881, p. 115.

d'une aspiration comme ceux de Winn (1), Doulton (2); ou d'un syphon amorcé par pression comme ceux de Bean, J. Harsant, H. Conolly (1); tous systèmes à syphon qui suppriment très heureusement les deux soupapes de disconnexion et de chasse du type primitif.

Enfin, il nous reste encore à signaler un waste-preventer à syphon tout récemment simplifié par l'ingénieur américain Thomas Henderson, et qui ne se compose plus que d'un syphon fixe et d'une soupape d'alimentation à flotteur unique actionnant à la fois la soupape et pouvant aussi amorcer le syphon fixe de chasse quand on tire brusquement la chaîne de chasse; ce qui constitue un appareil à syphon aussi simplifié que possible, mais exposant peut être la soupape à des chocs trop violents (3).

37. Alimentation des postes d'eau. — Toute cour principale d'une habitation collective devrait être pourvue d'une fontaine à robinet incongelable, afin d'assurer facilement le nettoyage et l'arrosement de la cour et de ses dépendances.

Ce robinet devrait aussi être muni du pas de vis réglementaire des tuyaux des pompes de la Ville, afin de faciliter la promptitude des *établissements* de tuyaux et lances en cas d'incendie.

La bouche grille de décharge de cette fontaine devrait être pourvue d'un petit récipient mobile arrêtant tous les sables et graviers entraînés vers le drain général, et d'un syphon disconnecteur évitant les mauvaises odeurs.

Pour les cas de grands froids exceptionnels, il serait utile d'installer un robinet à vis réglementaire dans la partie la plus chaude des caves, et de le faire suivre d'un robinet de décharge de toutes les colonnes montantes et conduites des appartements privés.

Enfin, dans l'étage des combles, il est nécessaire d'installer des postes d'eau à fermeture automatique, pour l'usage des domestiques couchant dans cet étage supérieur. Ces postes d'eau devraient être enfermés dans une armoire ouverte en temps ordinaire, et fer-

(1) *Sanitary Record*, n. 46, 1883, p. 485 et XIX.

(2) *The Builder*, 1882, n° 2058, p. XXIII.

(3) *Sanitary Engineer*, 1883, vol. 8, p. 423.

mée en temps de gelée, et munie en outre d'un bec de gaz pour faciliter le service de nuit et pour échauffer suffisamment le robinet d'eau pure et le syphon de décharge, afin d'éviter leur congélation pendant les froids rigoureux.

Tous ces postes d'eau intérieurs devant être alimentés d'eau pure par une prise directement branchée sur la conduite générale d'eau pure de l'habitation, il en résulte qu'il faut soigneusement éviter ici la pose vicieuse des appareils d'évier de poste d'eau anglais et américains ayant une gerbe d'eau de chasse et de nettoyage de l'évier alimentée directement comme on le voit dans le montage d'alimen-

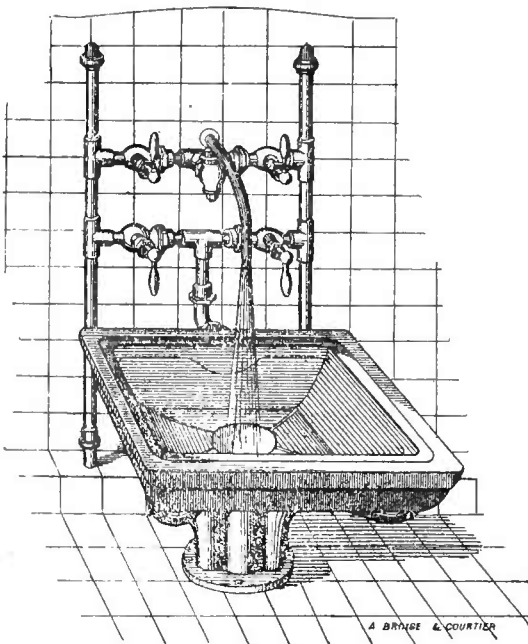


Fig. 14.

tation du modèle de poste d'eau de la figure 14; car le boudin supérieur alimentant la gerbe de chasse peut être contaminé par les eaux sales, et cette pollution peut s'étendre ainsi par aspiration accidentelle dans les robinets inférieurs et dans la conduite d'eau pure de la Ville.

Si l'on tenait à employer ces bons modèles anglais à gerbe d'eau de rinçage, il faudrait nécessairement alimenter la gerbe par un petit réservoir spécial, identique à ceux des water-closets ;

tout en continuant pourtant l'alimentation directe pour le robinet de puisage du poste d'eau, puisque ce robinet doit toujours fournir de l'eau pure et exempte de toute pollution même accidentelle.

Le modèle Tylor, de Londres, que nous figurons ici (fig. 15), possédant ces deux genres d'alimentation directe et indirecte,

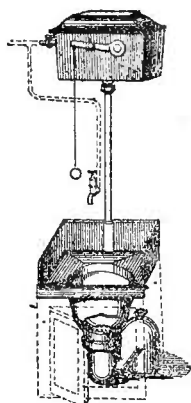


Fig. 15.

remplit ainsi parfaitement toutes les bonnes conditions d'alimentation requises.

38. Alimentation des réservoirs de chasse. —

Le nettoyage complet des longs drains domestiques à faible pente n'étant pas toujours suffisamment assuré par l'écoulement des résidus liquides, il est souvent nécessaire d'y pourvoir par des dispositions spéciales. Dans quelques maisons de campagne d'Angleterre et d'Amérique, on construit des réservoirs spéciaux en tête des drains pour recueillir les résidus liquides pendant un ou plusieurs jours ; puis, à l'aide d'un syphon s'amorçant automatiquement, on laisse ces résidus liquides s'écouler dans le drain en quelques minutes seulement.

Quand l'eau est rare, cette disposition peut être utile, quoiqu'elle présente le grave défaut de retarder le départ des résidus liquides en les exposant à la fermentation putride.

Pour les habitations de location parisiennes à cours étroites et profondément encaissées, cette réserve d'eau impure pourrait souvent donner lieu à des émanations infectes et insalubres.

Nous pensons donc que tout en approuvant l'excellent usage des réservoirs de chasse d'eau en tête des longs drains domestiques, il est cependant indispensable ici de les alimenter avec de l'eau pure, assurant d'ailleurs le bon fonctionnement du jeu des syphons intermittents qu'il est difficile d'amorcer avec des eaux impures.

Pour assurer cette alimentation continue d'eau pure, il suffira de disposer un petit robinet de jauge au-dessus du réservoir de chasse, afin de le remplir d'eau pure au moins une fois par jour.

Ce robinet de jauge étant ici le seul qui présente un écoulement continu, il suffira de le fermer la nuit quand la Ville voudra faire contrôler, par auscultation du robinet extérieur de barrage principal, les pertes d'eau de la canalisation domestique.

39. Abonnements d'eau domestique. — La discussion critique de chacun des 40 articles du règlement du 1^{er} janvier 1881 exigerait à

elle seule un volume de détails que nous n'avons point à fournir ici, où il ne peut être question que des abonnements domestiques, que nous proposons de simplifier ainsi :

1° Le propriétaire de toute maison de location collective est tenu d'installer des colonnes montantes et branchements d'appartement dans toutes les parties habitables de son immeuble.

2° Le propriétaire est également obligé à s'abonner personnellement pour l'ensemble de la fourniture d'eau de tous ses appartements habités ; fourniture qui sera toujours faite par robinets libres à fermeture automatique exempte de coup de bélier ;

3° Le nombre de ces robinets sera d'ailleurs suffisant pour le service *direct* des cuisines, cabinets de toilette et de bains, service direct de l'eau chaude, et le service *indirect* des water-closets.

4° Le prix des abonnements généraux des propriétaires n'est point exigible d'avance, il est simplement payable après chaque semestre écoulé. Ce prix est d'ailleurs seulement dû pour les appartements loués, chaque appartement vacant ayant du reste un robinet plombé par la Ville.

5° La Ville de Paris ne pourra volontairement priver d'eau aucune habitation collective, même au cours d'un procès avec le propriétaire, car l'immeuble offre toujours une valeur de garantie suffisante pour le prix des abonnements dus.

6° Enfin, les abonnements simples et généraux d'eau domestique sont, comme en Angleterre, exemptés de l'emploi onéreux de tout compteur d'eau.

A l'aide de ces 6 articles et de séries de prix de travaux et d'abonnement aussi réduits que possible, il serait facile de supprimer toutes ces formalités de police particulière, d'avertissement de résiliation, d'interdiction de céder les eaux, (puisque chacun en aurait légalement), de suppression de l'eau par suite de non paiement d'avance, droit exorbitant accordé à la Compagnie contrairement à tous les principes sanitaires qui exigent partout une large et constante distribution d'eau pour les appartements habités.

La série de prix des travaux de branchement, exécutés forcément par la Compagnie des eaux, était basée en 1879 sur une série

de prix établie en 1860, et qui devait être appliquée jusqu'en 1911. Or, cette série de prix était trop élevée de 45 0/0.

Elle procure à la compagnie des bénéfices considérables, et l'exagération des prix donne lieu aux plus vives réclamations de la part des abonnés (1).

Le nouveau traité a un peu amélioré cette révoltante convention obligeant le public à payer un travail et des matériaux connus et classés près de 50 0/0 au-dessus de leur valeur réelle. Mais la réduction de 25 0/0 consentie par la Compagnie ne nous paraît point suffisante, puisqu'il paraît établi que ce tarif est encore de près de 20 0/0 trop cher.

Nous avons donc peine à comprendre comment le Conseil municipal de Paris n'a pas tout simplement exigé que les travaux soient soldés au prix ordinaire de la Série officielle de la Ville de Paris.

Quand à la série de prix d'abonnement d'eau domestique à robinets libres, nous pensons qu'il serait très juste de la baser sur le prix de location de l'appartement, comme on le fait partout en Angleterre (1); et qu'il y aurait ainsi à modifier profondément le tarif actuel des abonnements domestiques parisiens, basés fort injustement sur le nombre de personnes occupant l'appartement.

D'où résulte ce fait révoltant, pour une ville qui a l'honneur d'être la capitale d'un grand pays généreux et libéral, qu'un riche célibataire y paie son eau moins cher qu'un pauvre ouvrier père d'une nombreuse famille: En effet, cet ouvrier peut avoir à nourrir sa femme et parfois 5 enfants au-dessus de 7 ans; d'après l'article 4 du règlement de 1881, il paiera donc pour un *seul robinet libre*: 16 francs pour trois personnes au-dessus de 7 ans, et 4 francs pour chaque personne au-dessus de 7 ans, ce qui donne ici: $16 + 16 = 32$ francs pour un seul robinet libre. Soit *deux fois* le prix payé par le riche célibataire, qui ne paie que 16 francs par an pour un seul robinet, même quand il est assez riche pour payer les services de deux domestiques!

(1) Alphand: *Note sur les eaux et égouts*, 1879, p. 28.

(2) J. Parry: *Water*, 1881 p. 98.

40. Contrôle officiel des appareils de distribution. — Pour assurer le fonctionnement régulier des conduits et appareils de distribution domestique, il est nécessaire de n'employer à leur installation que des matériaux et organes de premier choix, pouvant résister à de fortes pressions, et dont les larges dimensions permettent une longue durée sans réparations majeures.

Il arrive trop souvent, en effet, qu'un conduit ou qu'un robinet est posé et soudé à demeure sans avoir été préalablement essayé sous pression suffisante. Quand on le soumet à la simple pression de service, on s'aperçoit alors qu'il n'est point étanche, et il faut le démonter, l'enlever à l'atelier, le réparer et le resouder en place avec perte de temps et d'argent.

Il serait certainement plus simple et moins coûteux de le soumettre d'avance à une pression d'épreuve suffisante pour garantir longtemps sa complète imperméabilité en charge de service.

Plusieurs villes anglaises : Norwich, Manchester, Liverpool, ont eu l'excellente prévoyance d'installer, dans ce but, des laboratoires officiels d'épreuve suffisante de tous les conduits et appareils de la distribution d'eau privée, qui sont ainsi poinçonnés officiellement moyennant une très minime rétribution. Nous pensons donc que cet excellent système de contrôle officiel pourrait être appliqué à Paris où il rendrait de grands services aux propriétaires, tout en évitant pour la Ville de nombreuses et inutiles pertes d'eau.

41. Inspection officielle des pertes d'eau domestique. — Pour compléter les bons effets parfaitement reconnus du poinçonnage officiel d'épreuve des appareils de distribution, il convient encore d'y joindre un service municipal officiel de contrôle permanent des pertes d'eau de la distribution privée.

Les excellents effets de cette utile inspection ont été officiellement constatés à Liverpool et à Cincinnati (Ohio).

A Liverpool, on a divisé la ville en 205 districts de distribution, munis chacun d'un compteur d'eau général du système Deacon, dans lequel les volumes d'eau consommés sont indiqués en bloc, pour le quartier qu'il dessert, par une courbe graphique indiquant à simple vue les pertes générales.

Les quartiers signalés comme ayant des pertes d'eau majeures sont inspectés la nuit, entre minuit et cinq heures, par plusieurs équipes d'inspecteurs spéciaux qui, à l'aide d'une clef en acier ou d'un simple bâton de bois, auscultent le robinet de barrage extérieur de chaque habitation. Quand ils constatent un bruit spécial causé par l'eau en mouvement, ils barrent le robinet ; si le bruit persiste, c'est qu'il vient des conduites publiques ou d'une fuite du robinet de barrage (qui doit ainsi être dépourvu de toute ouverture de décharge empêchant de reconnaître ces fuites par auscultation ; cette ouverture de décharge est figurée pl. 25, de l'Atlas Dupuit, 1854).

Si le bruit cesse, c'est que la fuite est intérieure. L'assistant inspecteur, muni d'un carnet spécial et d'une lanterne, note soigneusement toutes ces observations.

Ce carnet est communiqué à une équipe de plombiers inspecteurs de jour qui, munis d'un petit sac d'outils, se rendent dans les habitations signalées sur le carnet comme ayant des fuites intérieures.

Après une inspection rapide, ils découvrent promptement le siège précis des fuites, et peuvent ainsi les arrêter de suite en effectuant *gratuitement* les réparations légères de la canalisation domestique (1).

A Cincinnati, on n'a point installé de compteurs Deacon sur les conduites publiques, à cause des grandes dépenses d'acquisition, de pose et d'entretien de ces délicats appareils.

Mais on a obtenu d'excellents résultats économiques en inspectant tout simplement les robinets de barrage comme à Liverpool, ou à l'aide du waterphone de J. Bell vissé sur la clef de manœuvre (2).

Il y a donc là deux exemples excellents des bons effets de cette utile inspection officielle, et nous pensons qu'il y a lieu de s'en inspirer en créant, sur le modèle simplifié de Cincinnati, un service municipal d'inspection des fuites de la canalisation privée des habitations de Paris.

(1) Parry : *Water*, p. 153.

(2) *Sanitary Engineer*, 1883, p. 396.

42. Conclusions sur la distribution d'eau domestique. — De cette étude impartiale des conditions économiques et hygiéniques de la distribution d'eau domestique, nous pouvons donc conclure que :

1° Les principes généraux d'hygiène ne sont point suivis dans les installations parisiennes actuelles ;

2° Qu'il y a lieu de repousser absolument l'usage des canalisations en plomb, et d'adopter exclusivement les canalisations en fer controydé ;

3° Que la canalisation intérieure conseillée est toujours facile à inspecter, vider, réparer ; qu'elle est maintenue à l'abri de la chaleur et de la congélation ; et, enfin, qu'elle présente partout des garanties efficaces contre toute pollution de source externe.

4° Qu'il faut écarter radicalement l'usage des réservoirs de comble ; et constituer la réserve d'eau générale par un réservoir de cave à air comprimé, du système Carré, et la réserve indispensable à chaque appartement, par l'usage d'un réservoir d'eau filtrée fermé, d'un réservoir d'eau chaude fermé, et d'un réservoir de water-closet ouvert.

5° Que le meilleur appareil de filtration domestique est celui de Chanoit, de Paris, amélioré par l'adjonction d'une valve, l'emploi de l'éponge de fer et d'une couche de marbre en poudre ;

6° Que le meilleur service d'eau chaude serait obtenu avec le système américain perfectionné.

7° Qu'il est indispensable d'alimenter chaque water-closet par un réservoir spécial, et d'écarter absolument tout système d'alimentation directe.

8° Que les réservoirs de chasse doivent être alimentés par un robinet de jauge spécial.

9° Que des postes d'eau pour les domestiques sont indispensables dans l'étage des combles.

10° Qu'il serait juste de baser le prix d'abonnement obligatoire sur le taux locatif.

11° Qu'un contrôle officiel primitif de tous les matériaux de la distribution rendrait de grands services.

12° Qu'une inspection officielle des pertes d'eau de la distribution

privée permettrait de supprimer l'usage des compteurs et supprimerait promptement les principales pertes d'eau.

Les principes généraux posés en tête de cette étude sont donc rigoureusement appliqués ici, puisque :

- 1° La conduite est construite en métal non toxique ;
 - 2° Elle est placée à l'abri de la chaleur et de la congélation ;
 - 3° Elle ne comporte aucune ouverture lui faisant perdre le cardinal principe de conduite fermée à l'abri de toute pollution de source externe ;
 - 4° Enfin, la réserve générale d'eau pure de l'habitation et celle spéciale à chaque appartement sont contenues en vases absolument étanches à toutes les sources de contamination et de virulence.
-

TROISIÈME ÉTUDE

DRAINAGE DES RÉSIDUS DOMESTIQUES

En mettant l'eau partout, en renouvelant
l'air constamment, on doit dominer l'infection.
MILLE.

43. Principes généraux. — Par leur décomposition plus ou moins rapide, les résidus domestiques pouvant toujours donner naissance à des produits directement dangereux par leurs effluves toxiques, et offrant, de plus, un terrain ou un liquide de culture aux germes et ferments des maladies zymotiques, il est absolument nécessaire d'observer dans leur enlèvement les trois principes généraux suivants (1) (2) (3) :

1° Tous les résidus produits dans l'habitation en seront immédiatement enlevés en entier ;

2° Aucun *courant* gazeux d'air vicié par les organes et tuyaux de décharge, et aucun germe ou virus en suspension dans cet air vicié ne pourront faire retour dans l'air confiné des appartements ;

3° Un courant d'air frais devra constamment parcourir la canalisation du drainage domestique dans toute son étendue, afin d'oxyder les matières organiques et d'atténuer les virus des maladies zymotiques.

Pour satisfaire en entier au premier principe du départ immédiat et complet, il faut non-seulement rejeter promptement tous les

(1) Douglas-Galton : *Healthy Dwellings*, 1880, p. 239.

(2) Philbrick : *American Sanitary Engineering*, 1881, p. 90.

(3) Burton : *Sanitary Record*, 1883, n° 44, p. 347.

résidus en dehors de l'habitation, mais encore il est utile de n'y constituer aucun arrêt, même momentané, de la circulation continue vers l'égout ou vers la rue. Les tuyaux de départ devront donc être à parois lisses et polies et d'un diamètre suffisant strictement au passage des plus gros résidus, et non de dimensions exagérées donnant lieu à des ralentissements excessifs de la circulation et, par suite, à des dépôts permanents de résidus en décomposition.

Toute fosse fixe ou mobile, tout puisard, constituant ainsi un arrêt de circulation et un dangereux réservoir de substances toxiques ou virulentes, devront donc être rigoureusement prohibés; puisqu'ils peuvent infecter le sol, les eaux, l'air libre et l'air confiné des habitations.

Pour obéir complètement au second principe, qui impose l'obligation de s'assurer efficacement contre tout retour intérieur des gaz viciés par la canalisation du départ des résidus et des germes et virus en suspension dans ces gaz, il faut évidemment placer les ouvertures de départ en dehors de l'habitation, ou fermer les ouvertures de départ intérieures par un organe spécial *toujours* facile à franchir par les résidus liquides et solides, *toujours* étanche contre le retour des courants de gaz viciés, et surtout *toujours absolument infranchissable* aux germes et virus des maladies zymotiques.

Il faut aussi que toute la canalisation intérieure du drainage des résidus soit *toujours absolument étanche* à ces gaz viciés et à ces germes de maladie.

Pour satisfaire au troisième principe, qui exige une ventilation continue de toute la canalisation du drainage domestique, il suffira de ménager une entrée continue d'air pur à la partie inférieure de chaque conduit, et de prolonger ce conduit au-dessus de la toiture en ménageant une sortie continue d'air vicié à son sommet; circulation continue d'air qui oxydera les matières organiques souillant les parois du conduit, et qui atténuera les virus qui pourraient s'y rencontrer.

Enfin, pour assurer la permanence de salubrité du drainage des résidus, il faut que tous les appareils sanitaires et toute la canalisation soient d'une construction simple, qu'ils soient faciles à surveiller, contrôler, éprouver et réparer; et que des dispositions spé-

ciales assurent l'efficacité et la conservation intégrales du système pendant les grands froids, et, en toute saison, lors de l'absence prolongée des habitants, et pendant les vacances absolues des appartements.

44. Départ des résidus domestiques secs. — Avant le siège de 1870, tous les résidus domestiques secs pouvaient être portés sur la voie publique, de 7 heures du soir à 7 heures du matin ; ce qui avait l'inconvénient d'infecter les rues pendant toute la nuit.

Mais, depuis l'ordonnance du 11 septembre 1870, on ne peut plus déposer ces résidus sur la voie publique ; il est seulement permis de les y conduire, dans un récipient spécial, au moment du passage des tombereaux, qui a lieu de 5 à 7 heures du matin.

Bien que nous soyons tout disposé à reconnaître qu'il y a là un grand progrès obtenu pour la salubrité des voies publiques, nous pensons que, d'un autre côté, la salubrité intérieure des habitations peut avoir à en souffrir, par suite du trop court délai de dépôt des récipients sur la voie publique. Il arrive souvent, en effet, que l'habitant, ou son domestique, oublie et laisse écouler l'heure du passage du tombereau, et est alors forcé de garder ses résidus en dépôt dans l'habitation, où ils fermentent, se décomposent et donnent lieu à des exhalaisons infectes surtout pendant les grandes chaleurs.

Pour éviter ces graves inconvénients, certains concierges ont installé des récipients généraux dans lesquels chaque locataire peut déposer ses résidus à toute heure de la journée (1).

C'est dans cette voie que nous voudrions voir perfectionner les procédés de départ des résidus secs qui, pour n'être *jamais* nuisibles, doivent *toujours* sortir *immédiatement* de l'intérieur de chaque appartement.

Or, en fait, même avec un récipient général placé dans la cour, il n'en sortent pas toujours assez tôt ; car chaque sortie demande un certain temps et surtout une certaine fatigue pour des-

(1) Les récipients généraux sont maintenant officiellement exigés pour chaque habitation collective, mais le concierge n'est obligé qu'à les tenir pendant peu d'instant à la disposition des locataires.

ceindre et remonter l'escalier de service. En pratique, il arrive donc que chaque appartement comporte encore un récipient spécial qui n'est vidé que le matin dans le récipient général de la cour.

Pour compléter cet excellent usage des récipients généraux, nous pensons qu'il y a lieu d'y ajouter des tuyaux de chute verticaux desservant toutes les cuisines, ou, tout au moins, tous les paliers des escaliers de service, au moyen d'une trémie à bascule se fermant seule, et placée à l'extérieur.

Ces tuyaux de chute et de départ des résidus solides sont, d'ailleurs, appliqués depuis longtemps en Angleterre et en Amérique:

L'architecte Henry Roberts conseille même d'éviter de les placer à l'intérieur des habitations, où ils pourraient introduire des émanation nuisibles (1).

Ces conseils ont été suivis par les frères Jardine, architectes à New York, qui, dans leur plan de maison modèle, ont placé ces tuyaux dans l'épaisseur du mur de la cage d'escalier, avec trémie de chute sur chaque palier d'étage (2).

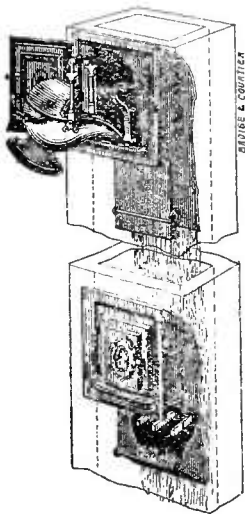


Fig. 16.

Ce qui est certainement préférable aux trémies placées intérieurement, et peut être facilement compris par l'examen de la figure 16.

Pour Paris, nous pensons donc qu'il y aurait lieu d'essayer l'installation de tuyaux de chute en fonte, placés extérieurement dans les cours, avec trémie extérieure à fermeture automatique placée en face de chaque cuisine, ou, tout au moins, à chaque fenêtre de palier d'escalier de service (3). Chaque tuyau aboutirait à un récipient général mobile, solidement construit en tôle galvanisée, enfermé dans une guérite en tôle ou fonte formant socle support du tuyau, ensemble qui serait d'ailleurs facile à désinfecter par la chaleur d'un foyer fermé placé au

(1) *Habitations ouvrières*, 1850, p. 25, planche 8.

(2) *Sanitary Engineer*, tome 2, p. 105, 162.

(3) Trémies métalliques récemment appliquées avec succès aux habitations ouvrières de Plymouth (*Sanitary Record*, n° 53, p. 258).

pied du socle. Ces récipients généraux seraient enlevés chaque matin par une équipe spéciale de manœuvres accompagnant chaque tombeau, et qui, après avoir promptement vidé ces récipients, les remettraient immédiatement en place dans leur guérite spéciale.

A l'aide de cette installation rudimentaire et d'une surveillance facile, on assurerait enfin très simplement le départ *immédiat* des résidus secs de tous les appartements, sans causer aucune fatigue ni aucun dérangement à leurs habitants.

45. Drainage des eaux pluviales. — Bien que l'eau de pluie soit pure, elle est cependant tellement contaminée par la mauvaise tenue des chénaux et toitures, que nous devons la rejeter au dehors comme un simple résidu de l'habitation parisienne.

Les règlements actuels exigent que les tuyaux de descente de l'eau des toits soient directement continués jusqu'au radier du branchement d'égout, et munis au pied d'un syphon hydraulique s'opposant à l'ascension des gaz d'égout vers les fenêtres voisines du sommet supérieur du tuyau. Tout cela paraît très salubre en théorie, mais, en pratique, il en résulte cependant de graves inconvénients et même de sérieux dangers.

Le professeur Léon Lefort a ainsi signalé les vices de cette pratique, pendant la récente discussion sur la fièvre typhoïde devant l'Académie de médecine, séance du 31 octobre 1882 (1) :

« La Ville, dit-il, a fait établir par les propriétaires, qu'elle oblige d'avoir un branchement sur l'égout, quand il existe, des conduites pour l'écoulement des eaux, dont le tirage, pareil à celui des cheminées, peut, dans certains cas, enlever, pour les porter dans l'atmosphère, les vapeurs du cloaque souterrain. L'été, en effet, l'appel de ces événements, activé par la chaleur solaire, devient très énergique, et, à ce moment, les cuvettes dans lesquelles plongent les tubes étant à sec, l'atmosphère se trouve infectée dans le voisinage du sommet du tuyau ».

L'ingénieur anglais Baldwin Latham a également signalé cette cause d'infection dans son beau traité de Génie Sanitaire (2), où il

(1) *Le Temps*, n° 7862.

(2) *Sanitary Engineering*, 1873, p. 231

cite l'exemple de la ville de Croydon, dont les égouts ventilés par les tuyaux de descente d'eau pluviale, avec sommets *rapprochés des fenêtres*, ont amené une recrudescence de la mortalité, et où la suppression de ces ventilateurs d'égout *voisins des fenêtres* aurait amené une diminution des décès.

Le docteur Pridgin Teale partage cette opinion, puisqu'il figure(1) un tuyau de descente voisin d'une fenêtre comme ayant pu causer une explosion de fièvre typhoïde dans un des collèges de Cambridge.

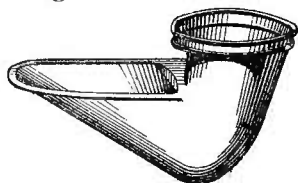


Fig. 17.

Le peu de profondeur de plongée d'eau des syphons d'égout employés à Paris (figure 17), et leur large surface d'évaporation libre, expliquent du reste la facilité avec laquelle l'eau s'y évapore, et la faible durée ordinaire de ces insuffisantes fermetures hydrauliques.

Pour ces tuyaux de chute de l'eau pluviale, il faudrait donc remplacer ces trop petits syphons de pied par de plus profonds, et ménager, au-dessus du trottoir, un tampon à vis permettant le remplissage manuel de ces syphons en temps de sécheresse prolongée.

Il serait d'ailleurs très utile de faire déboucher tous les tuyaux d'eau pluviale dans le drain général des caves ou de l'égout, afin d'y produire de puissantes chasses d'eau pure dans toute sa longueur.

L'eau de pluie provenant des toitures intérieures devrait donc être dirigée en tête amont du drain général de chaque habitation.

Tous ces tuyaux de descente d'eau de pluie ne devant jamais aspirer l'air du drainage domestique, il est indispensable de les en séparer par un profond syphon de pied toujours assez bien alimenté d'eau pure pour réaliser constamment une efficace fermeture, et d'interrompre le pied du tuyau par une ouverture libre formant une disconnexion entre le drain général et le tuyau d'eau pluviale.

Ces disconnexions sont également indispensables pour éviter l'injection d'air comprimé dans la tête du drainage domestique, où il pourrait être insufflé sous pression par l'action de l'eau de pluie

(1) *Dangers to Health*, 1881, pl. XVII.

tombant du haut de la gouttière en appelant l'air voisin de l'embouchure supérieure par un effet de *trompe*.

Le docteur Carpenter, cité par Baldwin Latham (1), a observé, dans sa propre habitation, deux cas de fièvre typhoïde qu'il attribue à cette cause, l'air insufflé sous l'action d'un trop plein de citerne ayant forcé le syphon du water-closet et infecté les chambres voisines ou dormaient ces deux personnes.

Enfin, il est encore nécessaire de ne point introduire l'eau de pluie dans les drains avec une charge pouvant faire déborder les appareils sanitaires du rez-de-chaussée, en cas d'orage violent ou d'obstruction des drains.

Il faut donc nécessairement interrompre les tuyaux de pluie débouchant dans le drainage au niveau du plancher du rez-de-chaussée, et les munir là d'une ouverture de trop plein se déchargeant sur le sol.

46. Drainage domestique intérieur. Danger des ouvertures intérieures libres. — Sous l'action permanente de la dépression constante de l'air chaud confiné, et sous la fréquente surpression des vents, toutes les ouvertures intérieures libres du départ des résidus domestiques se transforment en ouvertures d'introduction continue de gaz viciés de la canalisation, et des germes, ferments et virus qu'ils peuvent tenir en suspension.

Ces ouvertures offrent donc non-seulement un danger d'empoisonnement lent par la respiration continue des gaz toxiques, mais encore un plus grand et plus brusque par l'absorption accidentelle des virus de maladies zymotiques.

En établissant en outre des communications permanentes entre les divers appartements superposés ou juxtaposés, ces ouvertures libres du drainage domestique ont, de plus, le grave défaut de rendre ainsi toutes les atmosphères confinées voisines solidaires les unes des autres. Si donc, l'air confiné d'un des appartements est vicié par des gaz ou des virus provenant d'une cause spéciale à cet appartement : gaz infect, maladie contagieuse, etc., tous les appartements voisins peuvent être infectés par cette même cause qui, en

(1) *Sanitary Engineering*, 1873, p. 232.

l'absence de ces ouvertures libres, aurait limité ses effets à l'atmosphère de l'appartement où elle a pris naissance.

Pour sa propre sécurité et pour celle de ses voisins, il est donc nécessaire de munir ces ouvertures de départ d'un organe permettant *toujours* la libre sortie des résidus liquides et solides, et ne laissant *jamais* la moindre fissure pour l'entrée des gaz et virus dans les appartements, puisque le volume des gaz toxiques est souvent considérable, et que les virus ainsi introduits sont parfois assez nombreux pour amener des suites funestes, ainsi que nous allons essayer d'en fournir ou d'en indiquer les preuves :

Si nous recherchons d'abord quel peut être le volume d'air vicié introduit, nous constaterons facilement qu'il s'introduit souvent avec assez de vitesse pour éteindre une bougie, ce qui, d'après les expériences de l'ingénieur Bertin (1), correspond au moins à la vitesse de 2 mètres par seconde.

Une ouverture de bonde d'évier de 0^m,09 centimètres de diamètre et de 0^m2,0065 pourra donc laisser passer 0^m2,00635 × 2 × 3600" = 45^m3,72 par heure, ou 45^m3,72 × 24 = 1097 mètres cubes d'air vicié par jour.

Erismann, cité par Renk (2), a constaté qu'une ouverture de siège d'aisances laissait passer par jour un volume moyen de 1165 mètres cubes d'air vicié.

Pettenkofer aurait même observé l'introduction d'un énorme volume de 129000 mètres cubes dans un cabinet d'aisances établi sur une fosse à murs perméables (3).

Pour contrôler rigoureusement l'écart donné par ces résultats d'expériences, nous avons mesuré nous-même la vitesse de l'air vicié s'introduisant par un orifice de 0^m,13 de diamètre ménagé au bas d'un siège d'aisances du système Rogier-Mothes, dont la soupape était restée ouverte; et au moyen d'un chronographe Oudin n° 22151 et d'un anémomètre Hardy n° 36.

Le 31 janvier 1883, avenue de Neuilly 31, à dix heures du soir, avec faible brise de l'est opposée au sens du courant entrant, nous

(1) *Bulletin de la Société d'Encouragement*, 1878, p. 453.

(2) *Die Kanalgase*, 1882, p. 36.

(3) *Die Kanalgase*, 1882, p. 37.

avons fermé la fenêtre du cabinet d'aisances du 1^{er} étage (l'habitation est élevée de six étages), et laissé ouvertes les quatre portes de communication avec une chambre chauffée par une petite cheminée ; la température intérieure étant de $+18^{\circ}$ et l'extérieure de $+3$.

L'anémomètre Hardy n° 36 ayant été introduit dans l'orifice, y a pris une vitesse très sensible, puisque le nombre de tours moyen N en 1 seconde s'est élevé à $17,23$.

Sa formule nouvelle étant : $V = 0^m,08 + 0^m,134 \times N$, on voit que la vitesse moyenne était de $2^m,388$ par seconde.

Ce qui, avec une section libre de $\frac{(0,13)^2}{1,273} = 0^m^2,0133$, donne $2^m,388 \times 0^m^2,0133 \times 3600'' = 11\frac{1}{2}$ mètres cubes par heure, et $11\frac{1}{2} \times 24 = 2736$ mètres cubes d'air infect par jour.

Ainsi, malgré la grande hauteur du tuyau de chute intérieur qui est ici prolongé et librement ouvert au-dessus du toit avec son diamètre de $0^m,20$, en formant cheminée d'appel de plus de 20 mètres de hauteur, il suffit de fermer simplement la fenêtre d'un cabinet d'aisances pour renverser le faible courant de sortie et transformer le tuyau de chute en appareil d'introduction des gaz viciés et des plus redoutables germes de maladies, à un taux qui dépasse, par temps calme, plus du double du volume de gaz viciés observé par Erismann, et malgré l'influence d'une température extérieure très basse et très favorable au tirage naturel du tuyau de chute intérieur.

Dans le même appartement et dans les mêmes circonstances, nous avons souvent observé que, par temps calme, le courant de gaz viciés qui s'introduit par l'évier, quand on enlève la fermeture hydraulique, est assez fort pour éteindre une bougie, bien que le tuyau de chute intérieur soit librement ouvert à l'air libre à son pied et à son sommet supérieur au-dessus de la toiture.

Or, il est assez rare de rencontrer à Paris des tuyaux de chute prolongés jusqu'au dessus des toits en formant cheminée d'appel.

Dans les anciennes constructions, cette exception devient même la règle commune et constante, et il en résulte que les tuyaux de chute sont encore plus dangereux, puisqu'ils ne sont point parcou-

rus constamment par l'oxygène de l'air libre. Dans ces conditions d'infection extrême, les tuyaux de chute introduisent ainsi non-seulement des gaz toxiques très concentrés, mais encore parfois des virus très dangereux, puisqu'ils n'ont point été *atténués* par l'oxygène, gaz, qui, d'après Pasteur, a le rare privilège de les rendre bientôt inertes et inoffensifs.

Les graves dangers des ouvertures libres intérieures ont d'ailleurs été signalés depuis longtemps par tous les hygiénistes anglais et américains, qui préconisent l'emploi des fermetures hydrauliques ; ainsi qu'on en trouvera les preuves multiples dans leurs écrits, dans les collections du *Sanitary Record*, du *Sanitary Engineer*, et dans un ouvrage populaire spécial : *Dangers to Health*, par le docteur anglais Pridgin Teale, édité en 1878 pour signaler ces dangers spéciaux, rapidement parvenu à la troisième édition, et qui vient d'être traduit et publié en français par J. Kirk (1) ; bien qu'il ne soit qu'un simple ouvrage de vulgarisation populaire, tout-à-fait insuffisant pour les indications techniques des travaux spéciaux du drainage domestique ; ce qui prouve tout l'intérêt que le public commence à prendre au sujet de ces *réels et fréquents dangers* des ouvertures libres intérieures du drainage domestique.

47. Insalubrité des fermetures à valve. — Les drains fermés par valves peuvent toujours devenir dangereux, car ces valves s'ouvrant d'abord en entier à chaque écoulement d'eau, il en résulte une pénétration des gaz infects dans l'habitation ; puis il est rare que ces valves soient bien exactement ajustées, et quand elles le sont, il suffit d'un très petit corps solide interposé pour que la fermeture reste béante et présente alors tous les dangers des ouvertures libres intérieures.

L'ingénieur De Freycinet a signalé ainsi ces graves inconvénients (2) :

« Les soupapes consistent dans une plaque à contre-poids qui bascule sous la charge des résidus. Ce système assez usité autrefois en Angleterre, est de plus en plus abandonné : il est sujet à déran-

(1) *Dangers, au point de vue sanitaire, des maisons mal construites*, 1883.

(2) *Assainissement des Villes*, 1870, p. 93.

gements, et laisse presque toujours passer l'air à travers les joints ; aussi ne l'avons-nous mentionné que pour mémoire, les fermetures hydrauliques de tout genre ayant définitivement prévalu. »

C'est également ce que constatait récemment le capitaine Douglas-Galton (2), qui reconnaît que ces fermetures à valve sont fréquemment tenues ouvertes par du papier ou de la paille, ainsi qu'on le constate en inspectant les égouts, et qu'il est nécessaire d'écartier l'emploi de ces dangereux appareils, même quand ils sont bien installés, puisqu'ils laissent entrer les gaz d'égout chaque fois qu'on y jette de l'eau.

Nous repousserons donc absolument l'application des fermetures à valve comme étant dangereuse pour la santé, puisque ces appareils se transforment facilement en ouvertures libres, et ne peuvent satisfaire aux deux conditions principales imposées à toute fermeture intérieure des drains, fermetures qui doivent *toujours* laisser librement passer les liquides et les solides vers l'égout, tout en s'opposant *toujours* au retour des courants de gaz d'égout et des ferments de maladies zymotiques.

48. Salubrité des fermetures à syphon hydraulique. — Un syphon hydraulique, pouvant *toujours* laisser sortir les résidus solides et liquides, tout en s'opposant toujours directement au libre retour des courants de gaz viciés, et *toujours absolument* infranchissable aux germes et ferments de maladies, constituerait évidemment une fermeture nécessaire et suffisante de toutes les ouvertures permanentes intérieures du départ des résidus domestiques, si les trois conditions ci-dessus énoncées pouvaient toujours être pratiquement réalisées par l'application de ce syphon hydraulique.

Or, l'expérience pratique des ingénieurs et hygiénistes anglais et américains ayant consacré l'efficacité du syphon hydraulique, nous allons voir maintenant, en nous appuyant sur des résultats d'expériences rigoureuses, qu'il est possible de fournir toutes les preuves expérimentales de l'excellence de ce genre de fermeture hydro-

(1) *Healthy Dwellings*, 1880, p. 240.

lique appliqué spécialement aux ouvertures intérieures du départ des résidus domestiques.

D'abord, la première condition qui impose une *fermeture toujours ouverte* au départ des résidus est évidemment bien réalisée par le syphon hydraulique, et nous croyons inutile d'y insister.

La seconde condition, qui exige une fermeture toujours directement infranchissable aux courants de gaz viciés, est encore aussi bien remplie par le syphon hydraulique.

Mais il n'en est plus de même si l'on considère la pénétration lente des *molécules* de gaz opérée par voie de dissolution et de diffusion, car, suivant Graham et Odling (1) :

« La couche d'eau la plus mince, telle qu'une bulle de savon, par exemple, est entièrement imperméable aux gaz comme gaz ; mais elle laisse passer facilement un gaz soluble, tel que l'ammoniaque, à cause d'une solution ou liquéfaction antérieure de cette ammoniaque dans la couche d'eau..... »

De toutes les circonstances de nature à affecter le résultat du phénomène qui nous occupe, l'une d'elles, la solubilité du gaz dans le liquide, surpasse tellement toutes les autres en importance, que nous pouvons les négliger. On peut donc affirmer, en règle générale, que la transmission d'un gaz à travers une couche de liquide est proportionnelle à la solubilité du gaz dans le liquide. »

Ces expériences de Graham, répétées publiquement par lui au Congrès des sciences sociales, Glasgow 1872, établissent ainsi que les gaz peuvent passer par diffusion à travers l'eau d'un syphon, mais en très faible quantité surtout quand le syphon est ventilé ; et, dans tous les cas, ils n'y passent jamais ainsi sous la forme d'un *courant direct*.

En 1874, le docteur Fergus, de Glasgow, répéta ces expériences sur la diffusion des gaz, mais il institua ces épreuves dans des conditions de laboratoire, et non conformes aux conditions pratiques, puisque ces expériences furent opérées dans d'étroits syphons de verre et avec des gaz purs, tels que l'ammoniaque, l'hydrogène sulfuré, etc. (2).

(1) *Revue scientifique*, t. 4, p. 463.

(2) *Sanitary Engineer*, t. 5, p. 38.

Il n'est donc pas surprenant qu'il ait obtenu des résultats conformes à ceux de Graham, et que le docteur Doremus, de New York, opérant dans les mêmes conditions que Fergus, soit arrivé aux mêmes conclusions (1).

Le professeur Overbeek, d'Utrecht, en répétant ces expériences de diffusion, avec des siphons en verre, s'est assuré que les gaz passent plus difficilement à travers des solutions de gomme, amidon, etc., qu'à travers l'eau pure. Et il en a conclu qu'il vaut mieux laisser le siphon rempli de matières fécales *toutes fraîches* que de le remplir d'eau pure (2).

Partisan passionné du système Liernur, qui écarte le plus possible l'emploi de l'eau et des water-closets, le docteur Overbeek est arrivé à une conclusion révoltante pour ceux qui ont quelque souci de leur santé, et qu'on est surpris de rencontrer sous la plume d'un professeur d'hygiène aussi accrédité.

En effet, pour combattre un danger purement imaginaire, car nous verrons bientôt que la diffusion des gaz est trop faible pour avoir l'ombre d'une influence, le professeur Overbeek conseille une pratique extrêmement dangereuse par elle-même, puisqu'il est universellement admis que certaines maladies contagieuses se transmettent principalement par les émanations des selles des malades !

Nous ne pouvons donc que repousser absolument ce dangereux mode d'occlusion du drainage domestique, et qu'adopter l'occlusion hydraulique où la diffusion ordinaire est sans danger, ainsi que le prouvent les expériences suivantes :

Le 18 février 1880, dans une réunion de la Philosophical Society de Glasgow, *présidée* par le docteur Fergus, le docteur Neil Carmichael fit une savante communication sur la diffusion des gaz au travers des siphons hydrauliques (3).

Opérant, non plus comme ses devanciers qui s'étaient placés

(1) *Sanitary Engineer*, t. V, p. 338.

(2) *Revue d'Hygiène*, 1879, p. 974.

(3) *Sanitary Journal*, March., 1880.

Sanitary Record, March., 1880, p., 352.

Sanitary Engineer, t. III, p. 212.

absolument en dehors des conditions ordinaires de diffusion des gaz du drainage domestique, le docteur Carmichael fit, au contraire, toutes ses expériences dans les meilleures conditions de la pratique domestique, puisqu'il choisit un tuyau de descente d'aisances fortement souillé par les matières, et qu'il aspira ainsi les véritables émanations des résidus au travers de six flacons à réactifs, spécialement choisis pour établir la présence et la proportion des gaz ayant diffusé au travers d'un large syphon hydraulique ventilé au sommet.

Avec ces conditions pratiques, le docteur Carmichael put constater que la diffusion réelle des gaz pouvait être considérée comme innocente, puisqu'en 24 heures il n'était passé que : 7 grains d'acide carbonique, $\frac{1}{100}$ de grain d'hydrogène sulfuré, et $\frac{1}{300}$ de grain d'ammoniaque. Le grain anglais ne pesant que 0 gr. 0648, soit environ $\frac{1}{14}$ de gramme, on voit que les quantités de gaz diffusés sont réellement minimales, et qu'il n'y a point lieu de s'effrayer de leur influence toxique, puisqu'elle est nulle.

Ainsi que l'a franchement reconnu le docteur Fergus, en proposant un vote de remerciements au docteur Carmichael pour ses remarquables et concluantes expériences, que le président Fergus a jugées conduites avec un soin extrême et entièrement dignes de confiance. (1).

Ainsi, les savants qui, comme le docteur Fergus, avaient pensé que la diffusion des gaz du drainage domestique au travers des syphons hydrauliques pouvait présenter des dangers sérieux pour la santé, sont les premiers à reconnaître leur erreur.

Nous pouvons donc, enfin, considérer comme suffisamment démontré que les syphons hydrauliques s'opposent *pratiquement* au retour des gaz viciés dans l'habitation.

Pour établir l'efficacité complète des fermetures à syphon, il ne nous reste plus qu'à démontrer rigoureusement qu'elles s'opposent *toujours absolument* à l'entrée des germes et ferments de maladies zymotiques.

(1) *Sanitary Record*, March., 1880, p. 352.

D'après le professeur Tyndall (1), on peut priver l'air de tous les germes qu'il tenait en suspension, en le faisant passer *lentement* dans l'eau. « Dans une atmosphère extrêmement infectieuse, il a pu ainsi conduire l'air sans interruption, d'abord dans des boules contenant de l'eau, puis dans des vases renfermant des solutions organiques, et cela sans la moindre apparition de vie. Les germes n'étaient pas tués par l'eau, mais ils se trouvaient *interceptés*. »

Pour rendre cette méthode efficace contre les germes, le passage de l'air doit être suffisamment *lent* pour que toutes les matières en suspension, y compris celles situées à l'intérieur des petites bulles, arrivent en contact avec le liquide environnant. »

C'est aussi la conclusion de Wernich (2) qui dit : « Lorsque l'air traverse un liquide microparasitaire, et surtout lorsque le courant forme des bulles, le transport des germes se fait avec une certaine facilité. Mais un courant atmosphérique violent, passant au-dessus d'une culture microparasitaire n'en emporte aucun germe tant qu'elle reste humide. »

Les siphons hydrauliques étant toujours remplis d'eau, on peut en conclure, avec Wernich, qu'ils retiendront ainsi constamment tous les germes et ferments, et n'en laisseront point pénétrer dans l'habitation.

Ces expériences de Tyndall et Wernich ont été confirmées par celles du professeur américain Raphaël Pumpelly (3), qui ont montré que « Même en été avec une haute température, aucun germe ne s'est élevé des liquides organiques en décomposition pendant tout le temps que leur surface n'a point subi de pulvérisation liquide, même quand un courant d'air passait au-dessus. »

Mais quand la surface des liquides putrides fut pulvérisée par un passage d'air aspiré forcé au travers, l'éclatement des bulles de gaz donna invariablement lieu à un transport de germes infectant les infusions de bœuf stérilisées (4). »

Le docteur Miquel a également démontré expérimentalement

(1) *Les microbes*, par L. Dolo, 1882, p. 309.

(2) Dr Zuber : *Revue d'Hygiène*, 1882, p. 654.

(3) *Sanitary Engineer*, 1883, t. VIII, p. 57, 58, fig. 5, 6, 7.

(4) *Bulletin of the National Board of Health*, avril 16, 1881, p. 22.

que (1) : « La pulvérisation est un enlèvement de particules liquides parfaitement comparable au soulèvement des poussières sèches. Les phénomènes d'infection qui en résultent sont identiquement les mêmes ; les globules aqueux, lancés dans l'atmosphère, diminuent rapidement de volume, se vaporisent et laissent bientôt à sec les bactéries et les corpuscules de toute sorte dont ils sont chargés. »

Il faut donc éviter les brusques variations de pression des gaz pouvant donner lieu à une pénétration par bulles ; ce qui est d'ailleurs facilement obtenu dans le drainage domestique par la ventilation méthodique des syphons hydrauliques.

D'un autre côté, le docteur Miquel a montré, par des expériences précises, qu'on n'avait point à craindre le transport des germes par évaporation (2) :

« Les vapeurs émanées des eaux les plus impures sont toujours exemptes de germes.....

« Les bactéries sont donc fortement retenues dans les liquides qu'elles infectent et dans les substances qu'elles pénètrent ; pour passer à l'état de germes errants, aériens, les liquides qu'elles habitent doivent s'évaporer entièrement, et les substances où elles se sont établies doivent se réduire en poussière fine et sèche..... Les dangers causés par les exhalaisons humides sont chimériques, l'expérience ne cesse de le confirmer ; mais elle est malheureusement là pour démontrer également, avec la *plus grande rigueur*, combien sont chargées de nombreux microbes les poussières sèches venues des masses putréfiées, du pus sanieux et des déjections des malades. »

La conclusion pratique à tirer de ces belles expériences du savant micrographe Miquel, est qu'il faut considérer les fermetures à syphon hydraulique comme excellentes au point de vue hygiénique, puisqu'elles s'opposent toujours à la diffusion des germes par évaporation.

Cependant, les expériences de Tyndall, Pumpelly, Wernich,

(1) *Les Organismes vivants de l'Atmosphère*, 1883, p. 223.

(2) *Annuaire de Montsouris*, 1881, p. 472, 485, et *Les Organismes vivants de l'Atmosphère*, 1883, p. 227.

Miquel, n'étaient pas encore concluantes pour l'affirmation rigoureuse de l'arrêt complet des germes par les syphons, puisque ces expériences ont été instituées pour d'autres démonstrations spéciales.

Il était réservé au docteur Carmichael de trancher véritablement la question, au moyen d'expériences précises opérées dans les conditions mêmes de la pratique du drainage domestique.

A la suite de sa communication sur l'innocuité de la diffusion des gaz au travers des syphons, le 18 février 1880, le docteur Carmichael put fournir aussi les preuves rigoureuses de l'*efficacité absolue* des syphons hydrauliques du drainage contre l'entrée des germes (1).

En examinant d'abord l'eau distillée dans laquelle on avait fait passer l'air et les gaz d'un tuyau de descente, on y constata facilement de nombreux organismes. Au contraire, l'eau distillée ayant été traversée par les gaz ci-dessus après leur premier passage dans l'eau précédente, fut trouvée exempte de germes et d'organismes.

Pour serrer le problème de plus près, le docteur Carmichael fit passer au travers de différents liquides de culture : infusion de foin, urine, solution de Pasteur, les gaz émanant d'un tuyau de descente d'aisances, et ayant déjà traversé le syphon hydraulique sous l'action d'un aspirateur. Ces aspirations continuées pendant 24 ou 36 heures, étaient suivies d'une longue station des liquides à l'étuve prolongée pendant plusieurs mois. Après deux ou même cinq mois de culture chaude, les liquides de tous les tubes d'épreuve sont restés parfaitement clairs, et même examinés au microscope d'Hartnack à immersion et d'un grossissement de 900 diamètres, aucun ne laissait voir la moindre trace de vie.

Fréquemment répétées avec l'infusion de foin, l'urine, la solution de Pasteur, ces expériences ont donné les mêmes résultats de culture stériles.

Quand, au contraire, dans l'espace de 16 jours, l'eau distillée du

(1) *Sanitary Engineer*, t. III, p. 231.

syphon, en connexion directe avec le tuyau de descente, s'était rempli de fungus sans avoir subi le passage à l'étuve.

C'est donc avec raison que le docteur Carmichael a pu conclure à l'*efficacité absolue* des syphons hydrauliques ordinaires du drainage domestique contre l'entrée des germes et ferments dans l'habitation.

Chaudement remercié, dans cette mémorable séance du 18 février 1880, par le président Fergus qui croyait autrefois le contraire, puisqu'en 1874, devant cette même Société philosophique de Glasgow, il avait manifesté la crainte de voir les germes pénétrer dans la maison au travers des syphons, le docteur Carmichael a ainsi convaincu même ses adversaires, qui ont eu la loyauté de reconnaître que ce colossal travail avait été, comme nous l'avons déjà dit, conduit avec une attention et un soin extrêmes, et qu'ils ne connaissaient point d'expériences plus dignes de confiance (1).

Nous pouvons donc, en somme, considérer comme démontrées, surtout par les expériences du docteur Carmichael, l'*efficacité suffisante* des syphons hydrauliques contre l'introduction nuisible des gaz toxiques, et surtout l'*efficacité absolue* de ces syphons contre toute introduction des germes et ferments dans l'habitation.

Les statistiques officielles les plus impartiales pouvant d'ailleurs établir que toutes les villes ayant *methodiquement* appliqué le principe des fermetures hydrauliques ont vu décroître constamment la mortalité par maladies épidémiques à ferments d'origine fécale (2), on peut aussi considérer comme démontré expérimentalement que ces germes et virus de maladies contagieuses sont arrêtés par les syphons hydrauliques, comme l'ont été les germes et ferments ordinaires dans les belles expériences de Carmichael; puisque la morbidité et la mortalité humaines sont ici les seuls indices de ce mystérieux arrêt des virus par les syphons hydrauliques.

De toutes ces preuves expérimentales d'ordre physique, chimique, biologique et sociologique, nous pouvons donc conclure enfin à la *salubrité absolue* des syphons hydrauliques et à leur *adoption*

(1) *Sanitary Record*, 1880, p. 352.

(2) Voir les statistiques citées au chapitre du Tout à l'égout, n° 81.

exclusive comme organe de fermeture de toutes les permanentes ouvertures intérieures du drainage des résidus domestiques.

49. Nature et forme des syphons. — Tous les syphons intérieurs étant exposés à la corrosion par les matières en décomposition et par les désinfectants, il est nécessaire de les construire avec un métal peu attaqué lui-même ou recouvert d'une couche inaltérable l'isolant du contact des matières d'attaque.

Le fer émaillé convient principalement pour les syphons des conduites en fer ou fonte.

Mais le plomb fondu ou moulé sous la pression hydraulique convient encore mieux pour les syphons d'appareils sanitaires, car il est plus facile à courber, et il résiste longtemps à l'attaque quand il est bien drainé et ventilé. C'est le métal conseillé par Douglas Galton (1), Hellyer (2), Philbrick (3).

La forme des anciens syphons anglais se rapproche beaucoup de celle de la lettre D couchée \cap , dont les sections normales sont rectangulaires. Mais ce modèle laisse beaucoup à désirer, car le tuyau d'entrée plongeant entièrement dans le liquide, il en résulte qu'il est attaqué sur ses deux surfaces interne et externe, et qu'en cas de fissure (figure 18) de cette partie plongée, l'inspection extérieure et même l'épreuve sous charge d'eau ne peuvent révéler la fuite, qu'on ne peut reconnaître que par une épreuve spéciale par la fumée ou par l'odeur.

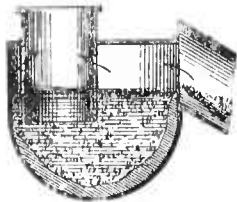


Fig. 18

Les syphons en \cap présentent aussi de trop nombreux angles droits où les matières se déposent et fermentent en donnant lieu à des gaz infects.

Les expériences d'Hellyer (4) ayant démontré qu'il était nécessaire de donner parfois quatre chasses d'eau successives pour enle-

(1) *Healthy Dwellings*, 1880, p. 232.

(2) *The Plumber*, 2^e édit., p. 2.

(3) *American Sanitary Engineering*, 1881, p. 108.

(4) *Lectures of the Sanitary Plumbing*, 1882, p. 160, 161.

ver complètement les matières diverses placées dans le syphon \cup ; et que ce syphon perdait la moitié de son eau sous l'action de *trompe* causée par une décharge d'eau dans un appareil voisin, on peut en conclure avec les ingénieurs sanitaires les plus autorisés : Bayles, Hellyer, Philbrick, etc., que les syphons en \cup doivent être repoussés de tous les drainages domestiques méthodiquement étudiés.

D'après les expériences d'Hellyer, le syphon *Eclipse*, dont la forme se rapproche beaucoup du \cup , nécessitant le plus souvent deux chasses d'eau pour son nettoyage, et ayant le défaut d'être syphonné par les écoulements d'eau des appareils voisins, doit aussi être rejeté comme dangereux pour la salubrité.

Le syphon américain Adeo, ayant également son tuyau d'introduction plongé sur ses deux faces, et pouvant être facilement syphonné, comme l'ont prouvé les expériences spéciales exécutées par Bowditch et Philbrick pour le Bureau de Santé national des Etats-Unis (1), est aussi impropre à maintenir intacte et constante la fermeture nécessaire du drainage domestique.

Le syphon américain en forme de bouteille ou de cylindre vertical a le défaut capital de former un réservoir de dépôt et de fermentation de matières en décomposition. Un tampon à vis est bien ménagé à sa partie supérieure, mais Philbrick déclare que ces couvercles sont rarement ouverts, et que ce syphon bouteille est presque toujours plein de dépôts organiques (1).

Aussi, et bien que cette bouteille se syphonne difficilement, doit-on renoncer à son usage à cause de son manque absolu de nettoyage automatique.

Le syphon à cloche, mal désigné à Paris sous le nom de bonde syphoïde, présente le défaut grave d'être absolument inefficace quand la cloche est soulevée, ce qui arrive fréquemment et même constamment par la faute de certains domestiques peu soigneux. De plus, cette bonde à cloche est très facilement syphonnée par l'écou-

(1) *American Sanitary Engineering*, 1881, p. 144.

lement des éviers voisins, qui y produit aussi des projections d'eau pulvérisée, ainsi qu'on le constate journellement à Paris.

La bonde à cloche est donc encore un appareil dangereux, et dont l'usage doit être interdit.

50. Syphons à valve. — Pour suppléer au manque d'eau évaporée ou syphonnée, on a proposé d'ajouter aux syphons hydrauliques une valve ou une sphère formant fermeture supplémentaire.

Mais nous avons déjà vu que toutes les valves automatiques sont insuffisantes pour arrêter les gaz et germes, et qu'il est absolument nécessaire d'avoir recours aux fermetures hydrauliques. Nous écarterons donc l'emploi des valves intérieures comme suppléant des fermetures hydrauliques.

Relativement à leur usage contre le syphonage de l'eau des syphons, nous pensons qu'il est également sans valeur, et qu'il doit être évité.

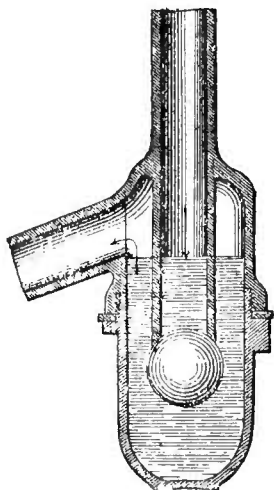


Fig. 19

Puisque les expériences d'Hellyer (1) sur le syphon à sphère de Bower (figure 19) ont montré qu'il perd rapidement son eau sous l'action du syphonage causé par un écoulement voisin. Résultat confirmé par les expériences de Philbrick et Bowditch (2), qui ont constaté que le syphon à sphère de Bower perdait souvent complètement son eau sous l'action d'un seul syphonage voisin.

C'est donc à tort que William Ford avait cru devoir faire l'éloge de ce dangereux appareil et de celui de Waring sans les avoir soumis au contrôle de l'expérience (3).

Les analyses du docteur Wallace ayant d'ailleurs établi que, même garni d'eau, le syphon à sphère de Bower laisse passer les gaz diffusés avec une grande facilité (4).

(1) *Lectures of Sanitary Plumbing*, 1882, p. 137.

(2) *The Sanitary Engineer*, t. 6, p. 266.

(3) Buck : *Hygiene and public Health*, 1879, t. 1, p. 498 et 781.

(4) Buchan : *Plumbing*, 1880, p. 230.

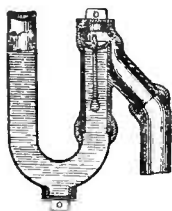


Fig. 20

Renversant la solution précédente de Bower qui comporte une sphère fermant en *dessus*, les ingénieurs Cudell, Buchan, Garland, Waring (figure 20), Jennings (figure 21), ont inventé des valves et sphères fermant en *dessous* par leur appui sur l'ouverture siège.

Cependant, les expériences de Philbrick et Bowditch ont prouvé que la sphère Cudell n'empêchait point le syphon d'être vidé neuf fois sur dix par syphonage.

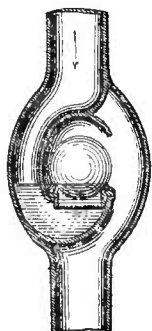


Fig. 21

Nous en concluons donc à l'inefficacité absolue de tous ces syphons à valve ou sphère intérieure, et nous en repoussons absolument le dangereux usage.

51. Syphons à mercure! — L'ingénieur américain Nicholson ne s'est point borné à l'adjonction d'une soupape à l'intérieur du syphon, car à cette soupape il a encore ajouté une fermeture liquide constituée par du mercure!

Malgré toute cette dangereuse complication, les expériences du colonel Waring et de Paul Gerhard (1) ont établi que l'eau du syphon en était facilement extraite en entier par le syphonage.

Le mercure reste seul, et comme ce syphon est particulièrement recommandé par l'usage des bassins de toilette placés dans les cabinets ou chambres à coucher, il est aisé de saisir tout le danger que peuvent courir tous ceux qui sont exposés à respirer la vapeur du mercure s'élevant sous l'action de la chaleur ordinaire de l'air confiné!

Ces dangers sont d'ailleurs trop réels et trop connus pour qu'il soit besoin d'y insister plus longuement.

52. Syphon de Renk. — Le docteur F. Renk, premier assistant du professeur Pettenkofer, à l'Institut d'hygiène de Munich, a fait connaître pendant la neuvième réunion des hygiénistes allemands, à Vienne, le 15 septembre 1881 (2), et, dans un ouvrage spécial (3),

(1) *Sanitary Engineer*, t. VI, p. 464 et 481.

(2) *Sanitary Record*, t. IV, p. 34, figure 7.

(3) *Die Kanalgase*, 1882. Munich, figure 22.

un siphon particulièrement combiné pour éviter les effets d'évaporation et de syphonage spontané ou communiqué.

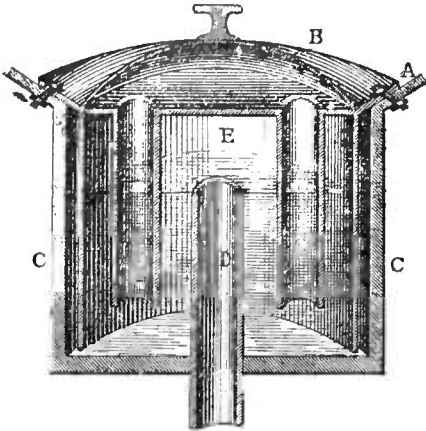


Fig. 22.

Cet appareil, (figure 22) qui n'est d'ailleurs point applicable aux water-closets, n'est qu'une simple modification de la *bonde hydraulique* (figure 23) connue depuis longtemps et signalée par le professeur Payen (1) comme un appareil utile pour laisser échapper l'acide carbonique des liquides en fût, tout en s'opposant aux rentrées d'air nuisibles.

Nous avons personnellement fait un long usage de la bonde hydraulique pour cette application spéciale, et nous pouvons affirmer que l'air y pénètre par grosses bulles avec un bruit de glou-glou très prononcé quand on ouvre le robinet du fût.

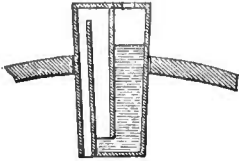


Fig. 23.

Le siphon de Renk aurait donc le grave défaut de permettre des rentrées de gaz infects sous forme de *bulles* quand la pression dans

le tuyau de chute augmente brusquement.

Or, nous savons, par les expériences de Tyndall, Wernich, Pumphelly, Miquel, que les *bulles* de gaz peuvent, en éclatant, projeter les germes et ferments en suspension, et qu'il y a là un danger d'introduction des redoutables virus de maladies zymotiques.

Nous repoussons donc l'appareil de Renk comme dangereux au point de vue de la pénétration intérieure des germes et ferments de maladie.

De plus, cet appareil n'étant point à nettoyage automatique, nous l'écartérons encore dans la crainte qu'il ne devienne bientôt un magasin de dépôts organiques en décomposition.

Renk a encore proposé de rétrécir les siphons en S par une

(1) *Précis de Chimie industrielle*, 1859, t. II, p. 310.

plaque demi-circulaire soudée en couronne (1); mais cette plaque offrant un obstacle direct au nettoyage automatique, nous n'en pouvons conseiller l'usage.

53. Syphon de Pettenkofer. — Tout en admettant, avec les hygiénistes anglais et américains, que le syphon en forme d'S est le meilleur de tous, le professeur Pettenkofer a proposé une disposition spéciale évitant le syphonage spontané ou communiqué: (2) à la cou-

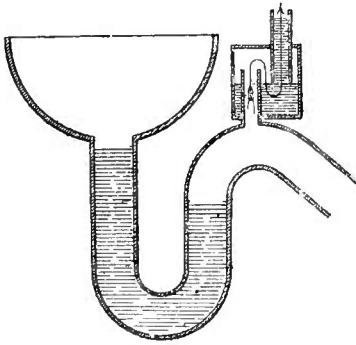


Fig. 24.

ronne de chaque syphon (fig. 24), Pettenkofer place simplement une bonde hydraulique de Payen remplie d'une solution de glycérine qui s'évapore plus lentement que l'eau pure. Ce qui est déjà une sujétion fâcheuse, puisqu'elle impose une surveillance et un soin qui peuvent faire défaut, en laissant ici un passage libre aux gaz et ferments.

Mais le plus grave défaut du syphon de Pettenkofer consiste, comme pour celui de Renk, en ce que les gaz infects peuvent brusquement franchir la solution de glycérine sous la forme de *bulles*, quand la pression dans le tuyau de chute est brusquement accrue, et qu'il en peut résulter une introduction des virus en suspension dans ces bulles de gaz.

54. Syphons en S. — D'après l'expérience des ingénieurs anglais et américains, la meilleure forme à donner aux syphons est celle de la lettre S couchée ∞ , quand la direction de sortie est verticale, et la forme en $1/2$ S couchée quand cette sortie doit être horizontale (3) (figure 25).

Il est évident que cette forme rationnelle est celle qui, offrant le moins de résistance à l'écoulement des liquides, permettra le plus facilement le nettoyage automatique et complet de tout l'organe, d'ailleurs exempt d'angles, puisque ces sy-

(1) *Die Kanalgaſe*, 1882, figures 17 a et b.

(2) *Sanitary Record*, t. 4, p. 32, figures 5. a b., et Renk : *Die Kanalgaſe*, 1882 figures 20. a. b.

(3) Hellyer : *The Plumber*, p. 13.

phons sont de section circulaire dans toute leur longueur. Les expériences d'Hellyer ont montré que cet appareil était, en effet, complètement nettoyé par l'action d'une seule chasse d'eau (1).

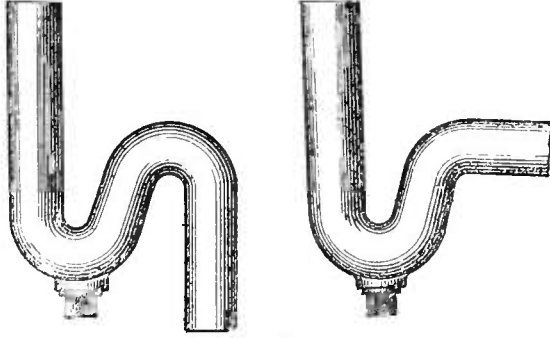


Fig. 25.

Aucune partie de leur paroi n'étant plongée à la fois sur ses deux faces, il en résulte que toute fuite de gaz infect est indiquée par une fuite d'eau à la simple vue ou par l'épreuve en charge d'eau.

Enfin, la section droite des syphons en S étant circulaire, il en résulte qu'elle présente aussi l'avantage d'avoir deux surfaces d'évaporation minima, et assure la plus longue durée de la charge d'eau sous l'action nuisible de l'évaporation.

La plongée d'eau doit d'ailleurs être étudiée spécialement pour chaque application et chaque situation. Cette hauteur d'eau peut varier entre 25 ou 100 millimètres, en assurant ainsi contre les pressions externes de 50 à 200 millimètres, puisque la section droite est égale dans les deux branches du syphon en S.

55. Tampons de nettoyage des syphons. — Les syphons en S laissent librement passer les matières pâteuses et liquides, mais ils arrêtent les corps lourds solides. Aussi ne faut-il pas s'étonner qu'on y retrouve collectionnés certains objets qu'on croyait perdus ou volés. A New-York, Bayles cite l'exemple (2) d'un syphon de W. C. qui contenait une riche montre encore garnie de sa chaîne supposée volée par un domestique.

Les enfants et domestiques, ignorant généralement que les syphons sont grands collectionneurs de débris, y jettent des mor-

(1) *Lectures*, p. 160.

(2) *House Drainage*, 1879, p. 83.

ceaux d'os, de verre, d'assiettes, vieux souliers, brosses, etc., auxquels il faut parfois joindre les cendres et escarbilles de houille provenant surtout des étages élevés. (Ce qui prouve encore la nécessité de conduits spéciaux pour les résidus secs.)

Quand le syphon est facilement accessible à la main, ainsi que le sont souvent les grands syphons de W. C., il suffit d'y passer le bras pour en opérer le nettoyage complet, et celui du pied du tuyau de ventilation en couronne.

Mais pour les petits syphons de toilette, d'évier et de poste d'eau, où l'on ne peut introduire la main, il est nécessaire de les munir en dessous d'un tampon à vis garni de cuir ou de caoutchouc, afin d'en opérer la vidange complète dans un seau placé sous le syphon, et de permettre l'accès et le nettoyage du tuyau de ventilation de la couronne du syphon.

Ces ouvertures de nettoyage doivent être percées au-dessous du niveau d'eau du syphon, afin que toute fuite de la garniture y soit indiquée par une perte d'eau visible à l'extérieur du syphon (1).

56. Tampons d'absence et d'épreuve. — En cas d'absence prolongée des habitants, ou de vacance de l'appartement, les syphons finissent par manquer d'eau sous l'action continue de l'évaporation, et l'infection du drainage se communique aux murailles et au mobilier (2).

Pridgin Teale a signalé ce danger comme une cause de maladie grave (3).

A Bruxelles, l'épidémie de fièvre typhoïde de 1869, qui fit beaucoup de victimes dans le quartier Léopold, a été en partie attribuée à cette même cause (4).

Les riches hôtels particuliers du quartier Léopold sont, en effet, abandonnés pendant une grande partie de l'année, leurs habitants étant alors en voyage ou à la campagne. Pendant la longue durée de cet abandon, l'air des syphons disparaît par évaporation, en lais-

(1) Douglas-Galton : *Healthy Dwellings*, 1880, 253.

(2) Philbrick : *American Sanitary Engineering*, 1884, p. 115.

(3) *Dangers to Health*, 1881, planches IX et XV.

(4) Overbeek : *Systèmes d'évacuation des eaux*, 1880, p. 39.

sant ainsi un libre accès aux causes d'infection, et quand les habitants reviennent, quand on allume les foyers et calorifères, ces syphons à sec deviennent autant de cheminées d'appel, qui attirent les émanations du drainage et les élèvent jusqu'aux étages supérieurs des habitations.

Afin d'assurer une alimentation d'eau continue à chaque syphon, le colonel Waring a proposé et appliqué, en 1878, à Cumberland Mills, Maine (1), un système de réservoir à bascule fournissant une chasse d'eau toutes les cinq minutes.

C'est là une solution heureuse, mais il est aisé de voir qu'elle demande beaucoup d'eau, surtout quand il devient utile de l'appliquer à la fois aux appareils de bain, toilette, cuisines, urinoirs et water-closets.

Il en est de même pour le syphon intermittent de Guinier, installé avenue Victoria et à Montsouris (2).

Puisque ce syphon donne une chasse de 2 litres 1/2 d'eau toutes les six minutes, soit 25 litres par heure, et 600 litres par jour et par syphon. Pour un appartement ordinaire comptant un bain, un bassin de toilette, un évier, un urinoir et un water-closet, il faudrait donc $600 \times 5 = 3,000$ litres d'eau par jour pour alimenter ces syphons avec l'appareil Guinier; ce qui est vraiment excessif.

Sans repousser absolument l'usage d'un syphon intermittent ou d'un petit filet d'eau continu pour l'alimentation des syphons d'appareils sanitaires, nous pensons cependant, et surtout jusqu'à ce que l'eau arrive à Paris en grande abondance, qu'il y a place pour des solutions moins coûteuses.

Il serait facile, par exemple, de tamponner hermétiquement chaque syphon, du côté de l'intérieur, avec une soupape hermétique mobile et bien rodée, sur le modèle de la soupape de bain ou de bassin de toilette, et qui ne serait mise en place qu'en cas d'absence. Pour la baignoire mobile, il faudrait garnir le

(1) *The Sanitary Drainage*, 1881, p. 332.

(2) *Revue d'hygiène*, 1882, p. 431, et *Hygiène en France*, par Napias et Martin, 1882, p. 194, figure 157.

syphon de sa cuvette de garde d'une soupape mobile, en cas d'absence.

Pour le bassin de toilette, le tampon à chaînette placé au-dessus du syphon suffira à remplir cette fonction. Pour les bassins à robinet, il suffira évidemment de ne point oublier de les fermer, ce qui prouve la nécessité d'un index spécial indiquant que ce robinet est ouvert ou fermé. Les tuyaux de trop-plein étant d'ailleurs aussi bouchés par un tampon à vis.

Pour l'évier de la cuisine, il suffira de ménager un siège tourné au-dessus du syphon, siège qui recevra ordinairement une grille mobile, que l'on remplacera, en cas d'absence, par une soupape pleine et bien rodée.

La même application de tampons mobiles supérieurs peut-être aisément étendue aux syphons des urinoirs et water-closets, et particulièrement avec une grande facilité à l'*Artisan-Closet*.

Avec ces soupapes rodées, on éviterait ainsi toute introduction de gaz, germes et ferments, et toute dépense d'eau, en cas de vacance ou d'absence; ce qui aurait en outre le précieux avantage de permettre de vider la canalisation d'eau pure de chaque appartement vacant pour en éviter la congélation pendant les froids rigoureux.

Enfin, en remplaçant toutes ces soupapes rodées par des tampons à vis, on obtiendrait ainsi un moyen aisé et rapide de tamponner isolément chaque ligne verticale d'appareils sanitaires; ce qui permettrait de fréquentes et promptes épreuves en charge d'eau de toute la canalisation intérieure du drainage domestique, en procurant ainsi une garantie permanente de son absolue efficacité sanitaire.

57 Ventilation des syphons. — D'une forme excellente sous le rapport de leur résistance minima au passage des fluides, les syphons en S, justement à cause de cette très faible résistance, ont le grave défaut de se syphonner eux-mêmes ou par induction avec une bien plus grande facilité que tous les autres, et c'est vraisemblablement ce défaut qui a conduit jadis à leur faire préférer les

autres formes plus résistantes, car le syphon en S est déjà signalé et dessiné dans la patente d'Alexandre Cumming, prise en 1775 (1).

Mais nous avons déjà vu que tous les modèles de syphons connus sont plus ou moins facilement syphonnés, et que c'est toujours au syphon en S qu'il faut donner la préférence, à cause de son nettoyage automatique.

Il fallait donc chercher une disposition spéciale de montage et d'installation générale de ces syphons en S permettant leur usage en empêchant leur syphonage par dépression, et leurs projections d'eau et de gaz par surpression.

On sait depuis longtemps qu'un syphon cesse de fonctionner quand le sommet de sa courbure est ouvert à l'air libre, puisque la pression atmosphérique vient ici détruire le vide causé par l'aspiration due au poids de la colonne liquide descendante.

En 1873, l'ingénieur anglais Baldwin Latham, après avoir expliqué les effets du syphonage communiqué par entraînement, propose d'y remédier par la ventilation des couronnes de tous les syphons superposés, au moyen d'un petit tuyau spécial piqué sur toutes les couronnes et débouchant à l'air libre au-dessus du toit, quand le tuyau de chute est fermé au sommet (2)

Mais, par une inconséquence bizarre, B. Latham oublie complètement d'appliquer le même remède contre le syphonage direct des syphons, contre lequel il se borne à conseiller l'emploi d'un tuyau de chute ouvert en haut et en bas, et une certaine proportion à garder entre son diamètre et celui du syphon (3).

Les syphons d'évier (fig. 103, 107), et de water-closets (fig. 102), dessinés par B. Latham, sont absolument dépourvus de toute ouverture et conduite de ventilation à leur couronne, et il en est de même pour tous les syphons figurés dans sa planche XI, qui donne la coupe générale du drainage et de la distribution d'eau d'une habitation anglaise, et où les deux water-closets, l'évier et le syphon de

(1) Hellyer : *Lectures of Sanitary Plumbing*, 1882, p. 195.

(2) *Sanitary Engineering*, p. 269, figure 89.

(3) *Sanitary Engineering*, 1873, p. 278.

disconnexion sont tous absolument dépourvus d'ouvertures et de conduits spéciaux de ventilation en couronne.

Il ne faut donc pas s'étonner que les ingénieurs sanitaires qui se sont inspiré en partie des travaux de B. Latham aient reproduit ces graves erreurs dans leurs publications :

Le colonel Waring, ingénieur sanitaire américain, dans son intéressant ouvrage (1), a franchement reconnu que les dessins donnés dans sa première édition étaient mauvais sur ce point, et que le défaut de protection des syphons contre le syphonage les rendait dangereux, bien qu'ils fussent tracés suivant les principes autrefois suivis en Angleterre.

L'ouvrage spécial du docteur Pridgin Teale signale à plusieurs reprises les dangers du syphonage, mais il n'en indique pas suffisamment le remède. La planche VIII de cet ouvrage (2) indique même trois water-closets, un syphon de bain et un d'évier dessinés sans aucune ouverture ni tuyau de ventilation, bien que le texte en regard, page 45, conseille l'usage d'un tuyau de ventilation pour les cas de syphonage par induction; mais pour obvier au syphonage direct, le docteur Teale ne signale absolument rien d'efficace.

L'ingénieur anglais Hellyer a d'ailleurs vertement relevé ces erreurs du docteur P. Teale (3), et fait justement remarquer que la planche II, indiquée par le docteur Teale comme un modèle de maison où tous les défauts sanitaires sont évités, est au contraire un exemple d'insalubrité, puisqu'en vidant le bain, le syphon de la toilette C et celui de l'évier G sont nécessairement syphonnés par induction, et que l'air vicié du drainage peut ainsi trouver un accès facile en les traversant pour circuler dans toute la maison, etc.

Du reste, presque toutes les planches de l'ouvrage de Teale présentent de graves défauts, et nous serions obligé d'entrer dans de trop longs détails pour les signaler tous.

Il est vrai que le docteur P. Teale renvoie le lecteur à une bro-

(1) *The Sanitary Drainage of Houses and Towns*, 1881, p. 345, p. 188, fig. 12.

(2) *Dangers to Health*, 1881, p. 15-16.

(3) *Lectures of Sanitary Plumbing*, p. 142.

chure du professeur A. Russell (1) où cette importante question est mieux traitée, puisque Russell conseille de ventiler la couronne des siphons par un petit tuyau branché sur le tuyau de descente ou sur un tuyau général spécial, pour empêcher le syphonage par induction.

Mais pour s'opposer au syphonage direct causé par la force vive de l'eau du syphon, Russell ne paraît point avoir compris l'utilité de cette ventilation en couronne par tuyau spécial, puisqu'il conseille en ce cas de donner simplement une seconde petite chasse d'eau pour corriger l'effet de syphonage de la première !

L'ouvrage spécial du docteur allemand A. Renk (2) ne nous paraît pas meilleur sur ce point, puisqu'il conseille l'usage de son syphon et de celui de Pettenkofer, que nous avons déjà condamnés comme dangereux et comme pouvant introduire des germes et ferments en suspension dans les bulles de gaz viciés, sous l'action d'une surpression dans le tuyau de chute.

Il est vrai que Renk a également conseillé et fait fonctionner devant le Congrès de la société allemande de santé publique, à Vienne, septembre 1881, un tuyau de chute librement ouvert en haut et en bas, et que des expériences faites sur un *petit modèle* en cristal en avaient paru établir l'efficacité contre le syphonage (3).

Mais ces expériences de laboratoire ne répondaient point aux conditions de la pratique usuelle. Car les expériences d'Hellyer, faites sur de véritables appareils sanitaires construits de grandeur naturelle (4) ont démontré l'inefficacité absolue de cette disposition conseillée par Renk et primitivement par Baldwin Latham, puisque les siphons ainsi disposés ont été très facilement syphonnés et que leur eau a été projetée et pulvérisée à l'intérieur.

Les expériences de Renk avaient du reste été contredites par celles de Philbrick, faites également avec des modèles en verre (5),

(1) *Sanitary Houses*, 1878, p. 19-20.

(2) *Die Kanalgase*, 1882.

(3) *Sanitary Record*, 1882, p. 31, et *Die Kanalgase*, 1882, fig. 11.

(4) *Lectures of Sanitary Plumbing*, 1882, fig. 53, 54, 55, 66, 67, 69.

(5) *American Sanitary Engineering*, 1881, p. 113, fig. 20.

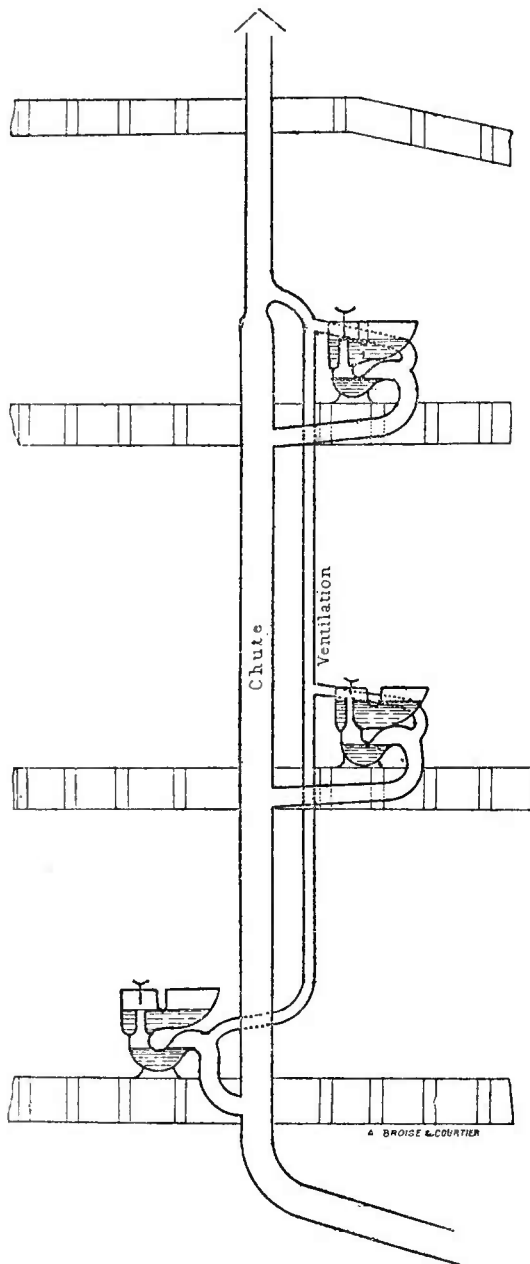


Fig. 26.

(1) *Sanitary Engineer*, 1883, vol. 7, n° 7, p. 150.

mais dans des conditions de chasses plus énergiques que celle de Renk.

L'ingénieur américain E. S. Philbrick, de Boston, nous paraît d'ailleurs être le premier qui ait bien compris et rationnellement appliqué la ventilation méthodique à la couronne des syphons contre *tous les genres* de syphonage et de projection d'eau pulvérisée des appareils à fermeture hydraulique.

Dès l'année 1875, l'ingénieur Philbrick appliqua cette ventilation rationnelle au drainage de deux maisons de Brookline; et en août et septembre 1876, il l'appliqua au drainage de la maison du juge Dwight Foster, rue Chestnut, 18, à Boston, en suivant les dispositions indiquées par la figure 26 (1), figurant trois water-closets de Jennings dont les syphons sont ventilés en couronne par un tuyau

spécial prenant naissance sur le syphon inférieur et se terminant un peu au-dessus du syphon supérieur en se soudant au tuyau de chute, qui perce le toit et s'ouvre ainsi à l'air libre. Philbrick a d'ailleurs expliqué qu'il avait employé cette disposition pour égaliser les pressions internes et externes, en s'opposant ainsi à tous les genres de syphonage, et pour enlever en même temps les gaz viciés qui pourraient s'accumuler du côté extérieur des syphons.

Le principe posé par Philbrick est devenu d'une application courante en Amérique, où la ventilation méthodique des syphons est rendue obligatoire par les règlements spéciaux des Bureaux de Santé.

L'ingénieur américain Bayles la recommande vivement dans son bel ouvrage spécial (1).

Julius Adams, ingénieur en chef de la Ville de Brooklyn, en fait également ressortir la nécessité absolue (2).

L'ingénieur anglais Bailey-Denton fils a récemment conseillé cette disposition dans une planche spéciale de son intéressant travail (3), où il oublie pourtant de ventiler le syphon d'évier.

Mais de tous les ingénieurs sanitaires anglais, c'est encore Hellyer qui paraît avoir le mieux saisi toute l'importance de la ventilation des syphons d'appareils sanitaires.

Dans son premier ouvrage (4), il y insiste longuement ; et dans ses Lectures à la Société des Arts (5), il a véritablement fourni toutes les preuves expérimentales nécessaires et suffisantes pour établir la nécessité absolue de la ventilation des syphons de tous les systèmes contre le syphonage et les projections d'eau pulvérisée. Et il a signalé aussi, avec dessins de détails à l'appui, toutes les dispositions de tuyaux ventilant efficacement ces syphons.

Au congrès de la Société Allemande de santé publique, à Vienne 1881, le docteur Lissauer, de Dantzick, après avoir parfaitement expliqué les causes du syphonage, a également proposé contre elles l'adoption de la ventilation des syphons en couronne par un tuyau

(1) *House Drainage*, 1879, p. 71.

(2) *Sewers and Drains*, 1880, p. 156.

(3) *House Sanitation*, 1882, p. 51.

(4) *The Plumber et Sanitary Houses*.

(5) *Lectures of the Sanitary Plumbing*, 1882.

spécial (1), qu'il croyait avoir inventé, puisqu'il le désigne comme un système nouveau. (Ce qui prouve encore que Baldwin Latham n'a point ventilé méthodiquement les syphons des maisons de Dantzik, dont il a pourtant dirigé tous les travaux sanitaires).

Enfin, le Bureau National de Santé des États-Unis a chargé officiellement les ingénieurs américains Bowditch et Philbrick d'instituer, sur une grande échelle, plusieurs séries d'expériences pour contrôler les résultats d'expériences primitivement confiées par ce Bureau au colonel Waring, dont les conclusions paraissaient mal fondées.

Ces expériences de Bowditch et Philbrick, faites sur des appareils de grandeur naturelle, ont enfin démontré *officiellement* que tous les syphons devaient être ventilés en couronne, et que cette ventilation suffisait toujours à empêcher absolument tous les genres de syphonage et de projection d'eau pulvérisée (2).

En nous basant sur tous ces résultats d'expériences, et particulièrement sur ceux obtenus par Bowditch, Philbrick et Hellyer, nous pouvons donc enfin considérer la nécessité de la ventilation spéciale des syphons en couronne comme absolument démontrée.

La section libre des tuyaux de ventilation des syphons doit être proportionnée à la fois, à la section libre du tuyau de chute et à la longueur du tuyau de ventilation. Dans la pratique courante, on donne ainsi au tuyau de ventilation un diamètre qui peut égaler celui du tuyau de chute pour les grandes longueurs, ou qui peut s'abaisser au $1/2$ de ce diamètre pour les tuyaux courts.

58. Etat actuel du drainage des eaux de toilette. — Les cabinets de toilette de l'appartement de location parisien sont généralement dépourvus de toute installation spéciale, et c'est le locataire qui y installe à ses frais la baignoire et la table de toilette. On comprend qu'avec le renouvellement très rapide des différents locataires et la fréquence des déménagements pour ceux-ci, il en résulte forcément que ces installations domestiques laissent fort à désirer. Le

(1) *Sanitary Record*, 1882. p. 33, fig. 10, 11.

(2) *Sanitary Engineer*, t. 6. p. 264. Et *Sanitary Record*, 1883, p. 404.

plus souvent, il n'existe point de tuyaux de service d'eau chaude et même d'eau froide dans le cabinet, et il en est de même pour le service de départ des eaux sales ; aussi tout ce service d'eau pure et contaminée devant s'opérer à bras, il en résulte que la toilette est longue, coûteuse et insuffisante.

Quand les trois canalisations existent, elles sont presque toujours mal installées, et, de plus, le drainage en est souvent dangereux par les émanations infectes, qui pénètrent constamment dans les pièces habitées jour et nuit, puisque le cabinet de toilette est toujours en communication directe avec la chambre à coucher, et que, le plus souvent, tous les appareils de toilette sont dépourvus de syphons hydrauliques. Les quelques intercepteurs qu'on y rencontre par hasard y sont d'ailleurs inefficaces, puisqu'il peuvent se syphonner ou l'être par d'autres, vu leur défaut de ventilation spéciale en couronne.

Pendant les longues absences des Parisiens, qui sont parfois plusieurs mois sans visiter leur appartement, il arrive aussi que ces intercepteurs hydrauliques se dessèchent tout-à-fait ; il résulte donc de ces effets d'évaporation et de syphonage que les gaz émanant des drains et de l'égout pénètrent ainsi pendant de longs mois dans l'appartement, l'infectent et peuvent y introduire les terribles ferments virus des maladies zymotiques, qui peuvent également s'introduire constamment par les fissures et les joints au mastic de la canalisation.

On ne saurait ainsi prendre trop de précautions pour éviter, en tout temps, cette introduction des gaz infects et des dangereux germes de maladies qu'ils peuvent tenir en suspension ; aussi l'utilité des dispositions techniques spéciales n'est plus aujourd'hui discutée par les hygiénistes qui, tous et partout, sont unanimes à en proclamer la nécessité et à en demander l'application par voie de réglementation officielle.

59. Bassins de toilette. — Les constructeurs d'appareils de toilette semblent s'être entendus pour en faire avant tout des appareils compliqués et coûteux, afin de gagner non seulement beaucoup sur leur vente, mais encore d'avoir souvent à les réparer à grand frais.

Ces appareils compliqués, dont le propriétaire ne comprend pas toujours le mécanisme plein de mystérieux organes cachés dans un meuble plus ou moins gracieux, ont très souvent le défaut grave d'être une cause de contamination de la canalisation d'eau pure, puisqu'il arrive trop souvent que leur alimentation d'eau froide et chaude s'opère sous l'action de deux robinets placés *en dessous* du bassin et constamment noyés par l'eau de lavage, ainsi qu'on peut le constater dans le modèle de bassin anglais ci-contre (fig. 27).

En cas d'arrêt du service d'eau public, il peut donc se produire une aspiration des eaux savonneuses dans la conduite d'eau pure, et ces eaux de toilette peuvent ainsi parfois y introduire les plus redoutables virus.

Il faut donc repousser absolument l'emploi de tout bassin de toilette s'alimentant par dessous ou de côté sous l'action de robinets noyés, et exiger impérieusement que cette alimentation d'eau pure s'opère toujours par la manœuvre de robinets à fermeture automatique placés assez haut pour n'être jamais noyés dans l'eau de toilette.

Pour opérer la vidange rapide de ces bassins, on les suspend souvent sur des pivots à bascule ; mais il est aisé de voir que cette disposition est insalubre, puisqu'elle comporte un bassin inférieur placé hors de vue et d'inspection, ce qui en fait presque toujours négliger le suffisant et fréquent nettoyage.

Les bassins à bonde rodée attachée à une simple chaînette nous paraissent préférables, puisque leur vidange est directe et suffisamment rapide, et qu'aucun bassin inférieur n'est ici nécessaire. La vidange par un large robinet nous paraît encore excellente, mais il est utile que la poignée du robinet soit munie d'indicateurs d'ouverture et de fermeture, afin qu'en temps d'absence on n'oublie point de les refermer pour le cas où le syphon inférieur manquerait d'eau par évaporation.

Chaque bassin devra comporter un syphon S hydraulique spécialement ventilé pour éviter toute projection d'eau pulvérisée

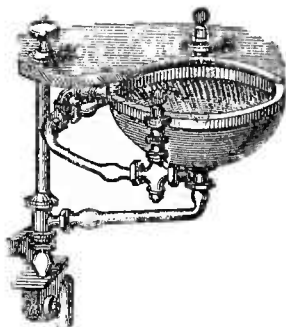


Fig. 27.

et tout syphonage, et muni d'un tampon à vis au-dessous de sa ligne d'eau pour en permettre l'inspection et le nettoyage intérieur. Le tuyau de trop plein devra être branché au-dessus de ce syphon et muni d'un tampon d'absence. Tous ces organes d'alimentation et de vidange devront d'ailleurs être exposés directement à la vue, et non point enfermés et dissimulés dans les murs et planchers ou dans des meubles coûteux.

En somme, nous pensons qu'on doit préférer les appareils simples et peu coûteux d'acquisition et d'entretien, dont toutes les fonctions soient aisément comprises par tout le monde, afin d'en assurer l'usage et le nettoyage quotidien par les plus modestes serviteurs.

L'emploi d'appareils simples et non dissimulés sous des meubles luxueux aura encore le précieux avantage d'éviter l'humidité et d'assurer la salubrité, en permettant à l'air un facile accès pour dissoudre la vapeur d'eau et oxyder les matières organiques sur toutes les parois des appareils de toilette.

Comme exemple d'application, nous croyons utile de reproduire ici un simple et gracieux modèle de lavabo anglais, construit par les ingénieurs Tylor, de Londres, et où l'alimentation d'eau froide et chaude est réglée par deux robinets placés *au-dessus* du bassin pour éviter toute pollution des conduites d'eau pure ; un tuyau de trop plein et une bonde rodée assurent le départ complet et rapide de l'eau, et, enfin, la légèreté de tout l'appareil en porcelaine permet de le fixer et de le suspendre au tuyau de chute, muni d'un syphon ventilé en couronne, en évitant ainsi toute dislocation des joints et toute introduction de gaz toxiques ou de germes et ferments de maladies zymotiques.

60. Baignoires. — Les baignoires anglaises ont le défaut grave

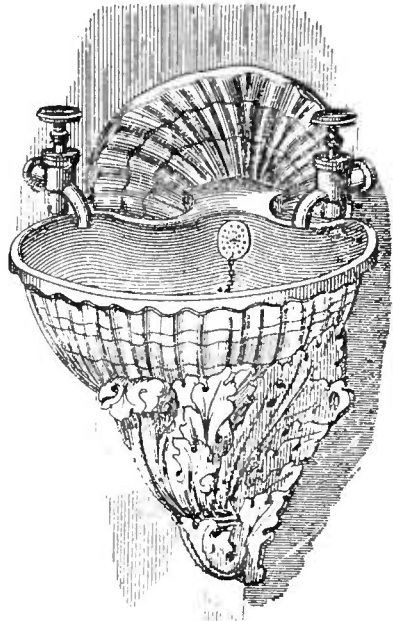


Fig. 28.

de comporter, dans un grand nombre de modèles, une alimentation d'eau par robinets en dessous ou de côté, placés en dessous (fig. 29) du niveau de l'eau du bain, ce qui expose la canalisation d'eau pure à la pollution par les eaux impures des bains et par les virus qu'elles peuvent tenir en suspension (1).

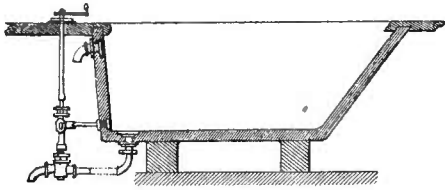


Fig. 29.

Cette fâcheuse disposition est donc à éviter, et il faut toujours exiger absolument que les robinets d'alimentation ne soient jamais noyés dans l'eau du bain (2).

Quand au tuyau de trop plein, il est indispensable qu'il débouche en dessus du syphon de vidange, et qu'il soit muni d'un tampon à vis en cas d'absence prolongée.

Les baignoires anglaises se vident ordinairement par la manœuvre d'un robinet ou d'une soupape à vis placés dans un tube extérieur très difficile à surveiller et à nettoyer (Figure 29).

Nous pensons qu'il est certainement préférable de conserver l'usage de la simple soupape de bain en usage en France, parfaitement accessible et très facile à roder sur place.

Mais il est indispensable d'y joindre un syphon S hydraulique toujours bien alimenté d'eau pendant la présence des habitants, et muni lui-même d'un second tampon rodé, en cas d'absence prolongée, afin d'éviter l'introduction des gaz viciés et des virus quand l'eau du syphon est évaporée. Ce syphon devra surtout être soigneusement ventilé pour éviter le syphonage et les projections d'eau pulvérisée.

Il est encore utile de protéger les planchers et plafonds par une sorte de large cuvette plate en fer galvanisé ou en plomb laminé, ayant assez de surface pour contenir la baignoire, et assez large pour contenir la marche perforée, et permettre l'écartement de la baignoire pour l'accès du syphon de vidange soudé à cette cuvette de préservation des planchers et plafonds.

Les entourages en menuiserie, dont les constructeurs anglais

(1) Paul Gerhard: *House-Drainage*, 1882, p. 135.

(2) *Regulations made under the Metropolis Water Act. 1871 n° 26.*

sont si prodigues, nous paraissent devoir être écartés, comme étant une cause d'insalubrité sous le triple rapport d'une surveillance difficile, d'un nettoyage incomplet et surtout comme empêchant l'accès de l'air desséchant et oxydant autour de la baignoire.

En résumé, la simple et peu coûteuse baignoire métallique et mobile française nous paraît bien préférable aux luxueuses baignoires anglaises fixées à demeure et garnies d'appareils d'alimentation trop souvent insalubres.

En se bornant à y ajouter un syphon S de vidange, on constituera enfin, avec nos appareils rustiques, un excellent et salubre système de balnéation domestique.

61. Drainage des postes d'eau. — Les postes d'eau placés dans l'étage des combles, pour le service des eaux de toilette des domestiques, devront être soigneusement pourvus d'un syphon hydraulique en S, parfaitement ventilé en couronne pour éviter les syphonages et les projections pulvérisées.

On devra surtout éviter l'emploi du modèle de drainage donné par la figure 30, où l'on peut remarquer trois dispositions dangereuses : 1° Un syphon de trop plein non ventilé en couronne, 2° Une bonde de décharge à cloche non ventilée en couronne, 3° Enfin, l'absence de toute alimentation d'eau automatique du syphon de trop plein quand la bonde de décharge n'est point obstruée. Trois dispositions vicieuses qui ouvrent ainsi une double voie d'accès intérieur aux gaz toxiques et aux ferments et virus en suspension dans ces gaz dangereux.

Le modèle de poste d'eau anglais de Tylor (figure 15), offre, au contraire, d'excellentes dispositions pour le départ et le drainage des eaux, puisqu'il est dépourvu de tout syphon de trop plein, et est muni d'un syphon de décharge en S soigneusement ventilé en couronne, et bien assuré contre la congélation par un coffrage fermé en temps de gelée, et

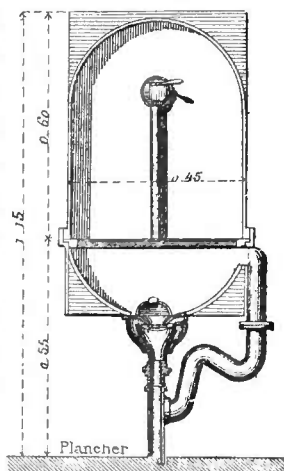


Fig. 30

ouvert en temps ordinaire pour permettre la circulation de l'air autour du syphon.

62. Etat actuel du drainage des eaux de cuisines. — L'évier en pierre poreuse généralement usité à Paris est tout à fait impropre à cette fonction, qui exige surtout des matériaux non poreux et ne pouvant être saturés de matières organiques en décomposition.

L'ouverture de décharge est le plus souvent constamment béante, et donne ainsi continuellement entrée à tous les gaz insalubres du drainage et aux ferments et virus qu'ils peuvent tenir en suspension.

Pour fermer ces ouvertures de décharge, on emploie souvent aujourd'hui le syphon à cloche, improprement nommé bonde syphoïde; mais nous avons déjà fait voir que cet organe est dangereux, puisqu'il est presque toujours dépourvu de sa cloche, ou que sa rainure est sans eau par suite de syphonage.

Les tuyaux de descente ne sont pas moins dangereux, car, placés à l'intérieur pour éviter les ruptures extérieures par congélation, ces tuyaux en fonte ne sont qu'emboîtés ensemble, et les joints, tout au plus garnis de mastic, laissent toujours un libre passage au gaz du drainage et aux ferments qu'il peut tenir en suspension.

63. Disposition des Eviers. — Les meilleures cuvettes d'évier sont celles construites en matériaux durs, lisses, imperméables et imputrescibles, comme le grès verni, la porcelaine, le cuivre étamé, le fer émaillé, etc, avec pentes rapides vers la bonde de décharge, et simples consoles à coulisses libres (fig. 31), avec exclusion absolue de tout support en bois, entourage en menuiserie, et de toute adjonction d'une seconde cuvette à bascule tournante, qui constituent souvent des foyers dangereux d'infection et de virulence, tout en empêchant les heureux effets de l'air desséchant et oxydant autour de l'évier.

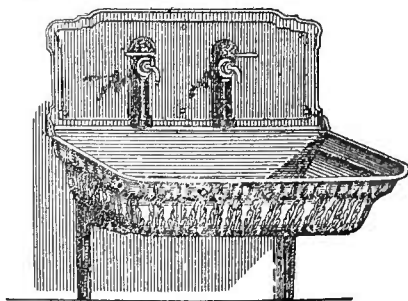


Fig. 31.

La bonde de décharge devra être pourvue d'un grillage mobile placé sur le syphon hydraulique en S, qui sera toujours muni d'un tampon à vis au-dessous de sa ligne d'eau, pour faciliter son fréquent nettoyage, et d'un tampon rodé mis à la place du grillage en cas d'absence prolongée, afin d'empêcher toute entrée des miasmes et ferments après évaporation de l'eau du syphon.

Pour les grandes cuisines rejetant beaucoup d'eau très grasse, il est utile d'empêcher l'engorgement des drains par la graisse coagulée.

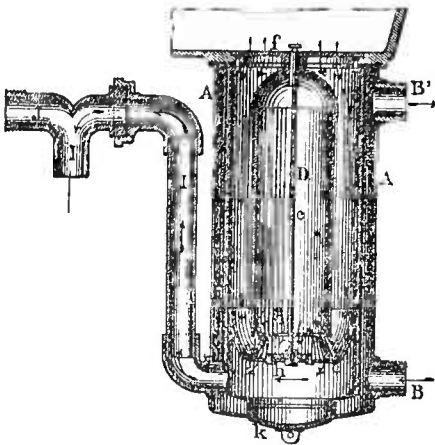


Fig. 32.

Le modèle de trappe à graisse de Tucker que nous figurons ici en coupe (fig. 32), est celui qui nous paraît le plus efficace pour assurer l'arrêt des graisses, qui y sont coagulées instantanément sous l'action du froid produit par une enveloppe où circule un courant suffisant d'eau froide, B, B' ascendant.

Le courant d'eau grasse traverse d'abord la grille supérieure *f*, descend le long des parois en cuivre du cylindre intermédiaire, pénètre dans le bas du cylindre central D mobile et faisant corps avec le grattoir circulaire C, la graisse coagulée se collectionne dans le haut du cylindre D, et l'eau dégraissée s'écoule par les orifices G dans la direction indiquée par les flèches *h*, I. Un tuyau spécial J ventile la couronne du syphon. Enfin, un tampon à vis *k* permet la vidange et le nettoyage du pied de l'appareil.

La graisse amassée en D forme bientôt un gâteau solide qu'il est facile d'extraire en levant la grille *f*, le cylindre central D et le grattoir C rendus solidaires par la tige axe *e*, ensemble facile à enlever, nettoyer et replacer en quelques instants.

Tous ces syphons ordinaires où à graisse devront toujours être soigneusement ventilés en couronne, afin d'éviter tous les genres de syphonages et les projections pulvérisées.

Enfin, tous les robinets d'alimentation d'eau froide ou chaude seront posés assez haut pour n'être jamais noyés dans les vases mobiles placés sur l'évier, afin d'éviter absolument toute pollution des canalisations d'eau pure.

64. Etat actuel du drainage des Water-Closets. — La cause principale de l'insalubrité des habitations de Paris réside évidemment dans l'infectante installation des lieux d'aisances qui, réglée par l'Ordonnance royale du 24 septembre 1819, inspirée elle-même par le Décret impérial du 10 mars 1809, s'appuie en réalité sur des principes sanitaires en retard de 3/4 de siècle sur ceux suivis maintenant en Angleterre et en Amérique !

Cette Ordonnance de 1819 a particulièrement eu pour but principal de régler la construction des fosses fixes, des tuyaux de chute et d'évent ; mais elle a laissé toute liberté pour la construction des appareils de siège et des cabinets qui les contiennent ; elle n'exige donc aucune fermeture de ces sièges, et ne réclame aucune condition pour les dimensions, éclairage et ventilation du cabinet.

La Commission des Logements insalubres a signalé tous ces défauts de réglementation officielle dans ses nombreux rapports, et particulièrement dans celui de 1880, où elle constate (1) : « Qu'il n'est pas fait de prescriptions suffisantes contre l'envahissement des habitations par les odeurs malsaines des fosses d'aisances.

Tout constructeur peut à son gré construire des fosses fixes et mobiles ; or les fosses sont le plus terrible foyer d'infection qu'une maison ait à redouter.

Pour ce qui est des cabinets d'aisances, aucun mode d'installation n'est absolument défini. On en établit qui ne sont point aérés directement ; ou d'autres qui sont primitivement éclairés et aérés au travers de murs mitoyens, et qui, plus tard, se trouvent privés de ces moyens de salubrité temporaire, par suite de modifications des murs mitoyens. Ils deviennent alors sombres et infects, n'étant plus éclairés et aérés directement sur le dehors, mais seulement à l'intérieur de

(1) *Rapport sur la salubrité des constructions* p. 10, 11.

l'habitation qui devient ainsi forcément le passage obligé de toutes les émanations infectes et dangereuses.

On installe aussi des privés non munis d'appareils à fermeture hermétique, avec des sièges en bois qui s'imprègnent rapidement, et avec des murs perméables et non peints.

Il arrive enfin que des habitations n'ont pas de cabinets en nombre suffisant, ou sont trop éloignés des logements. De là une double cause d'insalubrité pour les habitants, qui en sont souvent réduits à jeter dans leurs plombs les matières et les urines. »

L'Ordonnance Royale de 1819 est donc très insuffisante au point de vue de l'installation et de la situation du cabinet d'aisances et de son mode d'occlusion, puisqu'elle n'a rien prescrit de cet important côté.

Quant aux autres détails qu'elle a prétendu régler, nous allons voir qu'ils laissent également beaucoup à désirer au point de vue sanitaire :

Pour les tuyaux de chute, l'ordonnance impose une direction verticale, un diamètre de 20 centimètres pour la fonte et de 25 pour la terre cuite.

Ces derniers tuyaux étant sujets à de fréquentes ruptures, l'usage en est à peu près abandonné, mais il n'est point formellement interdit.

L'orifice inférieur des tuyaux de chute ne peut être descendu en-dessous du sommet de l'intrados de la voûte de fosse, afin de permettre la circulation des gaz descendant par le tuyau de chute pour remonter par le tuyau d'évent, qui prend également naissance à la hauteur du sommet de l'intrados, et qui s'élève, avec un diamètre de 25 centimètres, jusqu'à la hauteur des souches de cheminées.

Aucune disposition légale n'exige que ces tuyaux de chute et d'évent aient des joints assez solides pour résister à toutes les causes de dislocation et de disjonction qu'ils peuvent subir sous l'action des murs où ils sont ordinairement engagés; les joints sont à emboîtement simple et scellés au mastic ou au mortier de ciment; ils n'offrent donc aucune résistance notable aux tassements des murailles et à la dilatation thermique.

Aussi est-ce là une des causes d'infection qu'on rencontre le plus

communément dans les habitations parisiennes, et source d'autant plus dangereuse qu'elle est ordinairement méconnue, bien qu'on ait souvent constaté qu'elle peut produire des accidents funestes, dont l'exemple suivant peut faire sentir toute la gravité (1).

Une fissure imperceptible existait, à l'Hôtel des Monnaies de Paris, à un tuyau de chute près du lit d'un garçon de bureau, dont la chambre était assez bien ventilée par une cheminée ; ce garçon jeune et vigoureux tomba malade et mourut sans cause apparente.

Huit mois après, un second garçon mourut de la même façon dans cette chambre dont le tuyau de chute n'avait point été réparé.

D'Arcet attribua cette mortalité à l'action lente des émanations du tuyau de chute, qui, pendant la nuit, étaient attirées autour de la tête du lit par l'appel de la cheminée (2).

Il en avertit l'administration ; on ne fit point la réparation nécessaire. D'Arcet annonça qu'un troisième garçon habitant cette chambre y périrait ; et la chose arriva comme il l'avait prédite.

Une telle série d'observations suffirait pour prouver que les fissures des tuyaux de chute peuvent donner lieu à des accidents funestes, et tous les faits négatifs ne pourraient en détruire l'importance.

Les fissures des tuyaux d'évent peuvent également être la cause de graves dangers d'infection par les gaz et microbes en suspension, qui les traversent facilement en s'introduisant dans l'habitation sous l'action du tirage des cheminées d'appartement.

L'exemple suivant, cité par le professeur Brouardel (3), suffira pour l'établir :

« Dans l'habitation complètement isolée du directeur du Jardin d'Acclimation de Paris, le tuyau d'évent de la fosse se trouvait brisé, et la fissure communiquait avec une chambre. Dans les deux chambres voisines, séparées de la précédente par une porte et une cloison, couchent deux dames et *trois* enfants.

(1) Piorry : *Dissertation sur les habitations privées*, 1837, p. 133.

(2) *Dictionnaire des Arts et Manufactures*, article *Insalubres*.

(3) *Rapports sur l'assainissement de Paris*, 1881, p. 31.

C'était l'hiver, on avait fait du feu dans la seconde chambre à coucher. Vers minuit, les deux dames et *deux* des enfants sont réveillés par des douleurs d'entrailles, ils ont des vomissements, on est obligé d'ouvrir les fenêtres à cause de l'infection de l'air.

Pour tous ceux qui furent malades pendant cette nuit, les accidents n'eurent pas de suite. Seul, le *troisième* enfant, de huit ans, avait continué à dormir et n'avait accusé aucune malaise immédiat, mais huit jours après il était en pleine fièvre typhoïde.

Or, si l'on réfléchit que le fait s'est passé au Jardin d'Acclimation, dans un appartement que le même directeur, Geoffroy Saint-Hilaire, habite depuis sa construction, que l'on ne put découvrir un seul cas de fièvre typhoïde dans les environs de cette maison isolée, que les enfants n'ont été en rapport avec aucun autre enfant, il semblera difficile d'admettre que la rupture du tuyau d'évent n'a pas été la cause de la fièvre typhoïde de ce jeune enfant. »

Si de simples fractures ou fissures de la canalisation des fosses permettant l'introduction d'une quantité minime des gaz infects suffisent ainsi à produire des accidents funestes, il en sera à plus forte raison de même pour les larges ouvertures béantes des sièges d'aisance, si la sortie et l'expulsion des gaz de la fosse n'est point continuellement et énergiquement assurée par le tirage du tuyau spécial d'évent.

Or, c'est précisément ce qui n'a pas lieu avec les installations réglementaires actuelles :

Par des expériences anémométriques précises, l'ingénieur De Hennezel a montré (1) qu'aucun courant n'existait dans le tuyau d'évent pendant un temps égal à 6, qu'il n'était ascendant que dans la proportion de 7, et, enfin, qu'il était *descendant* en la proportion de 10.

Ces proportions ne sont point applicables à tous les tuyaux d'évent de Paris, mais ces expériences *officielles* suffisent pour établir l'instabilité de la ventilation des fosses avec les installations réglementées par l'Ordonnance royale de 1819.

(1) *Rapports de la Commission des logements insalubres*, 1877, p. 228.

Pour assurer cette ventilation avec une continuité absolue et une énergie suffisante, D'Arcet a proposé, en 1822, un dispositif spécial qu'il est utile de résumer ici (1) :

« Lorsqu'il s'agit d'établir un courant d'air suffisant pour opérer la désinfection complète de tous les cabinets d'aisances d'une maison, il faut supposer tous les sièges découverts à la fois, et donner au tuyau d'évent, dans toute sa hauteur, une section libre égale à la somme de toutes les ouvertures des sièges. Ce tuyau d'évent, prenant naissance au sommet de la fosse, devra être élevé jusqu'au sommet des plus hautes cheminées voisines.

Pour assurer le tirage de ce tuyau en toute saison, il faudra l'échauffer artificiellement, soit par la chaleur perdue d'un fourneau de cuisine à foyer fermé, soit par un petit poêle spécial, ou par la chaleur d'un bec d'éclairage à l'huile ou au gaz.

L'air pur destiné à opérer la ventilation et à pénétrer par l'ouverture des sièges, par la fosse et par le tuyau d'évent, doit être pris à l'extérieur, au moyen d'un large vasistas constamment ouvert. »

Le système de ventilation de D'Arcet est tout à fait insuffisant en pratique, puisqu'il suppose l'existence d'une source artificielle de chaleur constante, qui n'existe presque jamais dans les habitations ordinaires, et qu'il faut ainsi installer spécialement, ce qui nécessite une surveillance constante et une dépense trop élevée. Ainsi, le général Morin a calculé qu'en employant le gaz lumière comme source de chaleur, ce qui est certainement le plus commode en pratique, on dépenserait 79 francs par an pour chaque cabinet ventilé à raison de 30 mètres cubes à l'heure (2). Ce qui est certes excessif pour un aussi faible tirage, tout à fait insuffisant d'ailleurs pour contrebalancer le tirage puissant des cheminées de l'appartement, et ne s'opposant pas non plus à l'ascension des mouches, insectes et microbes émanant des matières de la fosse.

Les mêmes critiques sont applicables au système de ventilation par le gaz lumière proposé par le professeur Pettenkofer (3), et qui

(1) *Mémoires sur l'assainissement*, 1843, p. 146, et Girardin : *Chimie élémentaire*, 1872, t. 1, p. 85.

(2) *Études sur la ventilation*, 1863, t. 2, p. 313.

(3) Renk : *Die Kanalgase*, 1882, p. 79, fig. 16.

consiste simplement à placer un bec de gaz lumière, ou une lampe à l'huile de pétrole, dans l'intérieur du sommet du tuyau de chute prolongé au-dessus du toit. Ce qui offre en outre l'inconvénient grave de donner peu de hauteur à la colonne des gaz échauffés, et, par conséquent, un tirage coûteux et insuffisant.

L'introduction d'une lumière artificielle peut d'ailleurs devenir la cause d'une explosion terrible des gaz de la fosse, ainsi que l'ont établi les travaux de Chevallier (1) et Perrin, et qui peuvent non-seulement incendier les habitations, mais encore blesser ou asphyxier brusquement, par chute dans la fosse, ceux qui occupent les sièges situés au rez-de-chaussée près de la pierre d'extraction, qui est ordinairement, dans ces cas d'explosion, rompue en de nombreux éclats projetés violemment au dehors de la fosse.

Au moyen de la chaleur perdue par certains fourneaux de cuisine à foyer fermé, on pourrait parfois réchauffer suffisamment l'air de la cheminée d'évent.

Mais, en cas d'extinction du feu, il y aurait lieu de craindre les retours de gaz viciés dans l'habitation.

D'ailleurs, en supposant qu'on réussisse à ventiler la fosse d'une manière continue et énergique, il en résulterait bien une légère amélioration pour la salubrité intérieure, mais ce serait aux dépens de l'air pur extérieur qui, même avec le faible et instable tirage actuel des tuyaux d'évent, est déjà profondément vicié par leurs émanations ; ainsi qu'on en peut juger par la citation suivante, empruntée au professeur Hervé-Mangon (2).

« Quant à la déperdition d'azote, beaucoup plus forte relativement que celle des autres produits, elle s'explique trop facilement par les exhalaisons infectes que l'on observe dans les rues et les maisons de Paris..... Plus de 3 millions 1/2 de kilogrammes d'azote sont perdus chaque année à Paris pour l'agriculture, et sur ce chiffre 2 millions de kilogrammes au moins sont entraînés à l'état de miasmes infects, qui corrompent l'atmosphère, et concourent pour une large part à l'insalubrité de la ville, dont l'air se rapproche

(1) *Annales d'hygiène*, 1861-67.

(2) *Dictionnaire des Arts et Manufactures*, article *Egouts*.

ainsi, par sa composition, de celui de la surface d'un immense tas de fumier ! »

On a aussi proposé de ventiler les fosses au moyen d'appareils mécaniques tels qu'hélices et ventilateurs centrifuges actionnés par machines à vapeur ou par l'eau sous pression.

Mais il est aisé de voir que ces appareils sont encore plus insalubres que les cheminées d'évent chauffées artificiellement, car, dans ces dernières, l'air vicié chauffé conserve à sa sortie une grande tendance à s'élever dans l'atmosphère en temps calme ; quand, au contraire, pendant les chauds et calmes jours d'été, l'air extrait de la fosse par un ventilateur mécanique en sort vicié et refroidi, ce qui lui donne une tendance prononcée à retomber du haut du tuyau d'évent vers la zone inférieure de l'air libre.

Le professeur Vallin a ainsi sévèrement et justement jugé tous ces coûteux et insalubres appareils mécaniques (1) :

« Malgré tout, on déplace le méphitisme, on ne le détruit pas. Cela nous semble surtout vrai pour ces appareils ventilateurs centrifuges, actionnés par poids, ressorts, eau, etc. ; on prétend ventiler ainsi les fosses d'aisances comme on ventile un puits de mine ou une salle de spectacle.

On a pu avec certains de ces appareils évacuer 40 à 60 mètres cubes d'air par heure ; on désinfectait le cabinet, mais c'était aux dépens de l'atmosphère. Qu'on suppose un instant que les 80,000 fosses fixes de Paris soient ventilées et désinfectées de la sorte ; Paris ne sera plus qu'une sentine. »

Il ne faut point, d'ailleurs, se faire illusion sur l'efficacité réelle de tous ces appareils de ventilation mécanique ou calorifique, puisqu'ils ne sont jamais qu'un palliatif insuffisant, et qu'en certaines circonstances atmosphériques on les trouve souvent en défaut.

Ainsi qu'on en a eu les preuves multiples dans les hôpitaux, prisons, où tous ces appareils ont été essayés à grands frais.

A la prison de la Santé, par exemple, ventilée au moyen d'une haute cheminée toujours vivement chauffée, le professeur Vallin

(1) *Traité des désinfectants*, 1883, p. 642.

constate qu'il arrive parfois que le tirage se renverse dans la cellule, qui s'infecte alors par son tuyau de chute, et s'emplit des gaz insalubres provenant de la vidange.

Tous les systèmes connus de ventilation artificielle des fosses d'aisances ont été longuement expérimentés dans les hôpitaux de Paris munis de sièges à ouverture béante, et aucun d'eux n'a réussi à supprimer les émanations des fosses (1). Malgré tous ces systèmes, on était obligé de tenir, en tout temps, les fenêtres des cabinets largement ouvertes ; ce qui n'empêchait pas les odeurs et offrait du danger pour les malades en hiver.

De cette longue et complète expérience publique et officielle, il résulte que le seul procédé efficace consiste dans l'emploi des water-closets et de la fermeture continue et absolue des sièges par un syphon hydraulique.

Depuis l'adoption de ce principe, les cabinets d'aisances de nos hôpitaux, quand ils sont bien tenus et abondamment pourvus d'eau, ne laissent plus échapper d'odeurs infectes.

C'est donc sur ce principe fondamental de l'emploi des water-closets à syphon hydraulique qu'il convient de fonder le perfectionnement rationnel des insalubres cabinets d'aisances de l'habitation parisienne.

65. Water-closets. — La forme générale des appareils de water-closets en usage à Paris comporte une sorte de cuvette-siège fermée par une soupape concave, la base de l'appareil est formée d'un large tronc de cône s'embranchant latéralement avec une grande boîte contenant le mécanisme de manœuvre, le tout ayant beaucoup de rapport avec les anciens appareils anglais (pan-closets), et présentant tous les défauts qui les ont fait interdire en Angleterre par les règlements officiels du Local Government Board.

Il est aisé de voir, en effet, que la soupape concave laisse entrer ici une longue bouffée de gaz viciés chaque fois qu'elle est manœuvrée, et qu'elle projette tous les résidus sur les parois du cône de base (Container), qui devient ainsi le siège d'émanations conti-

(1) *Notice sur les lieux d'aisances perfectionnés établis dans les hôpitaux de Paris*, 1869, p. 5.

nues, puisqu'aucune chasse d'eau suffisante ne peut être lancée sur ses parois cachées.

L'alimentation d'eau de ces appareils est presque toujours dérisoire, puisqu'elle dépend d'un réservoir rempli le plus souvent à bras d'homme, et qu'elle s'écoule par un tuyau de trop petit calibre.

Il est vrai que quelques constructeurs français ont alimenté directement leurs appareils sur la conduite montante d'eau pure, ou sur la conduite générale du réservoir d'eau de l'habitation. Mais nous avons déjà longuement étudié cette dangereuse disposition, et nous ne la citons ici que pour renouveler toutes nos protestations contre un usage qui peut devenir la cause des plus graves épidémies, et qui devrait être formellement interdit par les règlements officiels, comme il l'est d'ailleurs depuis longtemps en Amérique et en Angleterre (1).

Les constructeurs français ont également essayé d'améliorer leurs dangereux appareils au moyen de différents systèmes de ven-

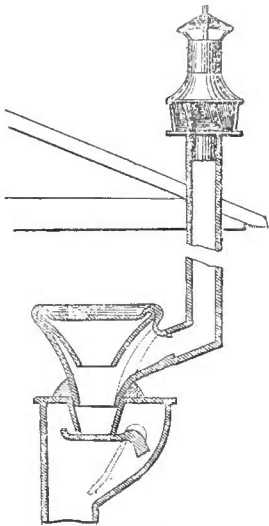


Fig. 33

tilation, dont nous avons vu toute l'impuissance dans les hôpitaux de Paris, mais dont il nous faut encore signaler les dangers d'application aux habitations de location collectives :

Nous devons surtout insister sur les graves défauts des appareils à *évent* (Fig. 33), qui sont bien munis d'une soupape concave à bascule qui a toute l'apparence d'une fermeture plus ou moins bonne, mais *au-dessus* de cette soupape règne une ouverture annulaire en communication continue avec un tuyau spécial *d'évent*, qui est constamment contaminé par le passage des gaz et poussières ayant traversé la cuvette principale.

Ce tuyau d'évent n'a qu'un tirage insuffisant et instable, même

(1) Knight : *Annotated Model Byelaws*, 1883, p. 105.

quand il est échauffé par un bec de gaz (figure 13) ; et il se transforme facilement en tuyau d'introduction des gaz et germes d'infection, sous l'action dominante du tirage énergétique des cheminées ordinaires de l'appartement.

Or, si l'on remarque (figure 33), que ce tuyau d'évent est *commun* à tous les water-closets superposés ou juxtaposés d'une habitation collective, et qu'ils sont ainsi tous placés sur le parcours forcé de cette dangereuse et permanente introduction de gaz viciés, on est naturellement amené à repousser absolument l'usage de ce système d'introduction et d'échange de toutes ces différentes émanations repoussantes, et des redoutables virus que cet air vicié peut introduire en traversant forcément les organes les plus dangereux de l'habitation.

Nous conseillons donc d'éviter soigneusement l'emploi de tout water-closet à *évent* placé au-dessus et en dedans du syphon, tel que le closet à air de Liernur (1) ; le closet à évent de Flament (fig. 33) ; l'Excelsior-Brighton-closet de Bostel, figure 13, qui exige un ventilateur chauffé continuellement par un bec de gaz, afin de combattre les émanations des surfaces d'arrière mal combinées pour un nettoyage automatique.

D'ailleurs, presque tous les appareils français étant insalubres par divers côtés, on voit qu'il est provisoirement nécessaire de recourir aux water-closets anglais et américains, et de choisir les systèmes expérimentés et approuvés par les auteurs spéciaux les plus autorisés :

Les water-closets anglais peuvent être classés en trois divisions principales qui comportent :

1° Les water-closets à simple valve et à valve et syphon (Pan-closets).

2° Les water-closets à bassin d'eau et syphon inférieur avec ou sans valve (Wash-out-closets).

3° Les water-closets à simple action d'eau directe avec syphon et sans aucune valve (Hopper-closets ou Hotte-closets).

(1) *Revue d'Hygiène*, 1880, p. 22.

Nous écarterons d'abord tous les appareils de la première division, Pan-closets, que tous les auteurs sont unanimes à condamner, et qui sont même officiellement interdits en Angleterre (1).

La deuxième division, Wash-out-closets, paraît avoir été primitivement formée par le Monkey-closet de l'ingénieur J. Jennings, de Londres, patenté en 1852, comme ayant un bassin suivi d'un syphon inférieur (2) dépourvu primitivement de toute ventilation en couronne, et sans valve.

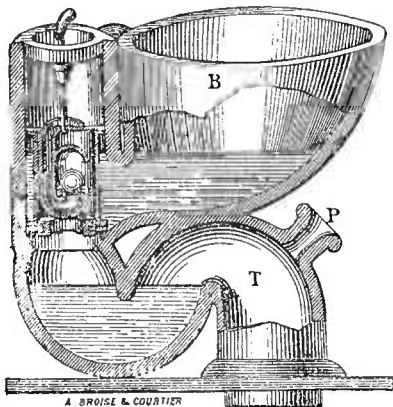


Fig. 34.

Sous sa forme actuelle, fig. 34, le Singe ou Monkey-closet de Jennings, construit en une seule pièce de faïence, comporte un bassin B à 1/2 plein d'eau, un tampon de décharge avec trop plein à valve, et un syphon inférieur T ventilé en couronne P.

Le simple soulèvement manuel du tampon suffit à la fois au nettoyage de la cuvette et du syphon, et à l'introduction d'une nouvelle quantité d'eau propre

dans la cuvette.

Bien qu'approuvé hautement par d'éminents hygiénistes anglais et américains, tels que Baldwin Latliam (3) et William Ford (4), le Monkey-closet n'est point généralement reconnu comme parfait :

L'éminent ingénieur sanitaire américain Philbrick lui reproche justement d'avoir un tampon et une chambre de tampon difficiles à nettoyer, et qui deviennent bientôt un nid de matières en décomposition ; et d'exiger un tuyau de trop plein passant à travers le tampon, ce qui expose aux odeurs de la chambre inférieure au tampon quand la valve du trop plein fonctionne mal (5).

(1) Knight : *Annotated model Byelaws*, 1883, p. 105.

(2) Buchan : *Plumbing*, 1880, p. 251, fig. 298.

(3) *Sanitary Engineering*, 1873, p. 331.

(4) Buck : *Hygiene*, 1879, Vol. 1, p. 505.

(5) *American Sanitary Engineering*, 1881, p. 121.

Dans une communication faite au 6^me Congrès du Sanitary Institute, septembre 1883 (1), l'ingénieur anglais Daniel Emptage a signalé le Monkey-closet perfectionné de Jennings comme un appareil insuffisant, à cause de l'action indirecte de la chasse d'eau impure dont une partie reste dans le syphon inférieur, en donnant lieu à des odeurs nuisibles et dangereuses quand la valve obturant le tuyau de trop plein n'est point étanche. Ce qui arrive fréquemment avec tous les systèmes de valve, et surtout ici où elle est souvent salie par les dépôts de matières organiques qui se logent dans et autour du tampon, en produisant bientôt la puanteur et l'infection.

Cet appareil est d'ailleurs très incommode quand on l'emploie en outre comme vidoir des eaux de nuit et de rinçures, car le trop plein et sa valve sont alors rapidement mis hors de service par l'accumulation des dépôts flottants.

Aussi, et pour combattre les émanations de ses water-closets perfectionnés, Jennings a inventé et appliqué un appareil spécial de désinfection automatique introduisant une certaine dose de *Chloralum* pendant chaque visite aux W.-C. Appareil et opération beaucoup trop compliqués pour être admis pratiquement.

Nous ne pouvons donc conseiller l'usage du Monkey-closet perfectionné de G. Jennings et des appareils de désinfection qu'il exige. A tout cet attirail coûteux et compliqué, nous préférons le water-closet hotte primitif de G. Jennings (2) dont la simplicité, l'efficacité et le bon marché d'acquisition et d'entretien nous avaient paru remplir toutes les conditions imposées à un bon water-closet, et dont nous avons conseillé l'application aux habitations et aux prisons cellulaires(3).

Nous repoussons aussi tous les autres systèmes de wash-out-closets, car dans tous la chasse d'eau est brisée et indirecte, et le tuyau sortant de la cuvette devient bientôt un réservoir de miasmes exigeant une ventilation coûteuse et souvent inefficace, car il est évident que le tirage énergique de nos foyers d'appartement doit dominer le faible tirage produit par un petit bec de gaz, fig. 13.

(1) *Sanitary Record*, 1883, n° 52, p. 187, 188.

(2) Baldwin Latham : *Sanitary Engineering*, 1873, pl. 19, fig. 9.

(3) *Rapport sur la ventilation et le chauffage*, 1878, p. 260 et 311.

L'appareil qui paraît réunir le plus de suffrages est celui connu sous le nom de hopper-closet, ou hotte-closet, et qui comprend tous les systèmes classés dans la 3^me division.

Baldwin Latham en attribue l'origine à l'application des formes à pains de sucre aux anciens water-closets, et il le recommande tout particulièrement comme un appareil excellent, simple et peu coûteux d'achat et d'entretien. Sa forme a été notablement améliorée par Jennings qui en a rendu verticales les génératrices d'arrière, et incliné en dehors les génératrices d'avant. Un simple syphon hydraulique en S suffit pour assurer la salubrité continue de ce simple appareil, qui ne comporte aucune soupape ou levier de manœuvre.

L'ingénieur américain Bayles le préfère à tous les autres, à cause de sa solidité, de sa simplicité, de son bon marché d'acquisition et d'entretien, et de la facilité unique qu'il offre à un bon nettoyage, puisque toutes ses parois intérieures et extérieures sont toujours directement exposées à la vue (1). Avantages qui le font également préférer par l'ingénieur américain Waring (2).

Le docteur William Ford, président du Bureau de Santé de Philadelphie, en fait également l'éloge sous le rapport du bon marché, de la grande facilité de son entretien et de son nettoyage (3).

Le professeur De Chaumont recommande aussi les appareils simplement terminés par un syphon à leur base, et construits en faïence émaillée (4).

Le docteur Pridgin Teale, après avoir signalé tous les dangers des appareils compliqués, recommande exclusivement l'emploi de la cuvette en hotte surmontant un simple syphon S (5).

L'éminent ingénieur Philbrick recommande le closet-hotte pour sa grande simplicité et sa parfaite salubrité ; il conseille aussi de supprimer radicalement tous les entourages en menuiserie qui deviennent bientôt des éponges à miasmes, sous l'action des urines et même des fréquents nettoyages à grande eau.

(1) *House Drainage*, 1879, p. 94.

(2) *Sanitary Drainage of Houses and Towns*, 1881, p. 349.

(3) Buck : *Hygiene and Public Health*, 1879, t. 1, p. 504.

(4) *The Habitation in Relation to Health*, 1879, p. 32.

(5) *Dangers to Health*, 1881, p. 43, planche xxi.

Dans ce but, il conseille l'usage du closet-hotte de Rhoad, formé d'un seul cône de faïence, sur lequel on s'assoit comme sur un vase de nuit, et sur lequel il est impossible de monter (1). (Fig. 35).

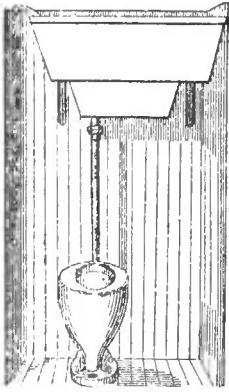


Fig. 35.

Devant cette unanimité d'approbation émanant des ingénieurs et des professeurs les plus autorisés, nous pouvons enfin considérer le closet-hotte comme un appareil excellent et dont la salubrité est parfaitement établie.

Le closet-hotte est construit par un grand nombre d'ingénieurs anglais et américains, parmi lesquels nous citerons la maison Doulton, de Londres, qui construit le Cottage-closet, qui les fabrique aussi en grès émaillé, et qui peut les livrer à Paris à des prix peu élevés, puisque certains modèles en grès y sont vendus de 8 à 12 francs avec leur syphon.

L'ingénieur Buchan, de Glasgow, fait aussi construire un bon modèle de hotte-closet qu'il désigne sous le nom de Carmichael-closet, qui possède l'avantage d'être accessible dans tous ses organes et d'un rapide et complet nettoyage automatique de la cuvette et du syphon opéré au moyen d'un jet d'eau diamétralement opposé à l'ouverture de départ, et qui présente encore l'avantage de noyer et d'entraîner les papiers flottants.

L'ingénieur Hellyer, de Londres, construit un closet-hotte, *le Vortex* (2), presque identique au *Carmichael* closet de Buchan, et présentant les mêmes avantages de simplicité et de salubrité, puisque sa forme empêche tout résidu d'en souiller le bassin, toujours au 1/3 plein d'eau, et que la chasse d'eau est à la fois bien dirigée et d'une énergie assez grande pour noyer les papiers et enlever brusquement tous les résidus.

L'ingénieur Hellyer construit également un autre closet-hotte, *l'Artisan-closet* (figure 36), qui nous paraît surtout applicable aux habitations collectives de Paris, vu sa simplicité, sa parfaite salubrité, et les dispositions spéciales qui en empêchent la rupture par

(1) *American Sanitary Engineering*, 1881, p. 121.

(2) *The Plumber et Sanitary Houses* 2^e édition, p. 195.

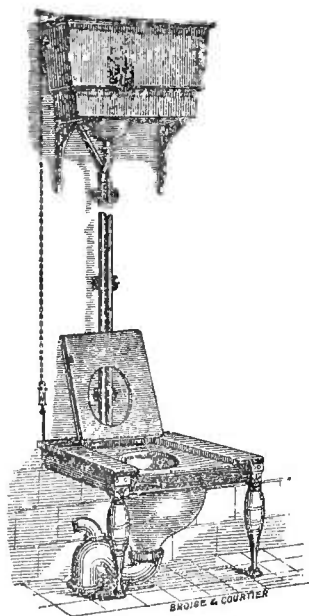


Fig. 36

congélation. *L'Artisan-closet* d'Hellyer a d'ailleurs été construit pour l'usage des habitations ouvrières, comme son nom l'indique, et il y a complètement réussi, puisque des centaines d'appareils ont été posés en des situations très variées, sans jamais causer le moindre inconvénient et la plus légère plainte (1).

Dessiné pour avoir un minimum de surface de contamination, et pour que les résidus tombent dans l'eau du syphon en S, cet appareil ne contient point d'eau dans son bassin qui est très bas et placé au-dessus du plancher, ce qui offre non-seulement une garantie contre la congélation, mais présente encore l'avantage d'éviter le syphonage par force vive de l'eau projetée brusquement. Car les expé-

riences officielles des ingénieurs américains Bowditch et Philbrick ont parfaitement établi que les closets-hotte de trop grande hauteur verticale, avec syphon en dessous du plancher, ont le défaut grave d'être facilement syphonnés par force vive de l'eau brusquement projetée en masse au sommet de leur bassin, et que les closets-hotte de peu de hauteur, avec syphon au dessus du plancher, sont, au contraire, complètement à l'abri de tout syphonage par force vive quand leur syphon est bien ventilé en couronne (2), ainsi que cela doit être formellement exigé pour tous les water-closets que nous décrivons ici.

Le syphon de *l'Artisan-closet* est d'ailleurs indépendant de son bassin, et il peut être fixé à demeure sur le tuyau de chute et au-dessus du niveau du plancher, ce qui en assure la facilité de pose et de surveillance en tout temps sans aucun démontage du parquet, et répond à la condition imposée par Douglas-Gal-

(1) *The Plumber et Sanitary Houses* p. 82 et 205.

(2) *Sanitary Engineer*, t. 6, p. 266, E. F.

ton (1) et Corfield (2) à tous les syphons hydrauliques, qui doivent toujours former une portion du tuyau de chute, au lieu de faire partie de l'appareil sanitaire, qui doit, au contraire, pouvoir être enlevé, changé ou réparé sans démonter le syphon de salubrité.

Construit en plomb ou en fer émaillé, le syphon de l'*Artisan-closet* peut être facilement bouché par un tampon rodé ou vissé, ce qui permet d'éviter les émanations quand l'eau du syphon est évaporée pendant une longue absence, et facilite singulièrement les épreuves en charge d'eau du drainage interne.

Employé avec succès aux Etats-Unis, l'*Artisan-closet* a également bien réussi en Angleterre, où il a été hautement recommandé par le professeur Corfield, qui constate que l'appareil d'Hellyer constitue un sérieux perfectionnement du water-closet (3).

Cet appareil d'Hellyer répond d'ailleurs parfaitement aux trois conditions posées par l'ingénieur Daniel Emptage dans sa récente et complète étude des water-closets (4) : 1° L'eau du syphon doit être en vue dans le bassin, et complètement à l'abri du syphonage par momentum direct ou par aspiration dans le tuyau de chute. 2° L'appareil doit être complètement lavé par la chasse d'eau destinée à purger le bassin et le syphon de toute impureté. 3° Enfin, l'appareil doit être bien combiné pour faciliter la décharge des vases de nuit et des rinçures. Trois conditions qui imposent formellement l'usage d'un water-closet à *action directe*, et qui exigent l'emploi d'un Hotte-closet consacré par une longue expérience pratique.

Toutes ces conditions étant absolument remplies par l'*Artisan-closet* d'Hellyer, nous pouvons donc enfin en recommander l'usage pour les habitations de location collectives parisiennes.

Mais nous sommes absolument opposé à la construction des entourages, sièges et couvercles en menuiserie sous lesquels Hellyer (5) et J. D. Mott (figure 36), logent les appareils ci-dessus ;

(1) *Healthy Dwellings*, 1880, p. 252.

(2) *Our Homes*, 1883, p. 737.

(3) *Dwelling Houses*, 1880, p. 79.

(4) *Sanitary Record*, 1883, n° 52, p. 188.

(5) *The Plumber*, p. 210.

entourages qui deviennent bientôt le réceptacle de poussières ou d'écoulements putrides, en constituant ainsi une véritable chambre des horreurs, pleine de miasmes et de germes dangereux en cas de maladie contagieuse dans l'appartement.

Nous exigeons donc que toutes les parois des water-closets soient directement et constamment exposées à la vue, pour en faciliter la surveillance et le nettoyage, tout en assurant au maximum l'accès de l'air pour dessécher et oxyder la superficie des parois non plongée dans l'eau (1).

Pour l'*Artisan-closet*, par exemple, après l'avoir solidement fixé au syphon métallique boulonné sur le tuyau de chute, nous nous bornerions à le coiffer en hiver d'une simple couronne mobile en bois dur verni, qui pourrait être enlevée et nettoyée journellement, et remplacée par une autre pendant le nettoyage et l'assèchement de la première. Pendant l'été, cette couronne en bois serait inutile, et il suffirait de s'asseoir directement sur la porcelaine arrondie de l'appareil, comme on le fait en Amérique avec le water-closet de Rhoad, figure 35, qui présente malheureusement le défaut de comporter un syphon caché dans l'épaisseur du plancher.

Le sol et les parois du cabinet devraient être aussi exempts de toute boiserie, parquet ou lambris, et toutes ces parois devraient être construites en matériaux imperméables et imputrescibles.

En étudiant la distribution d'eau domestique, nous avons longuement analysé et critiqué les différents modes d'alimentation d'eau de chasse des W. C.; nous n'y reviendrons donc ici que pour répéter les conclusions de cette longue étude, qui consistent en somme à rejeter absolument toute alimentation d'eau directement branchée sur la canalisation d'eau pure, et dans l'adoption exclusive d'un petit réservoir d'eau de chasse dans chaque w.-c., pour prévenir à la fois la connexion directe avec l'eau pure, et pour empêcher les pertes d'eau par écoulement continu.

Les nombreux systèmes de waste-preventers usités en Angle-

(1) P. S. Les expériences récentes des professeurs Peyrusson et Vallin établissant tout le danger des cuvettes en faïence poreuse ou tressaillée, il faut absolument repousser l'usage de la faïence pour les cuvettes d'urinoirs et de water-closets, et adopter de préférence les cuvettes en verre ou en porcelaine (*Revue d'Hygiène*, 1883, p. 1047).

terre et aux Etats-Unis devraient être appliqués ici, avec un minima de 15 litres par chasse d'eau pour les situations favorables des W C. débouchant dans un drain à forte pente, et un volume d'eau proportionné aux autres situations plus difficiles à nettoyer par chasses d'eau. En cas d'absence prolongée, permettant l'évaporation de l'eau du syphon du W C., il est utile de fermer son ouverture intérieure au moyen d'un tampon rodé ayant la forme d'une soupape de bain; disposition simple qui suffira toujours à empêcher toute émanation pendant les longues absences et même pendant la vacance absolue de l'appartement.

Enfin, pour assurer la ventilation rationnelle des cabinets d'aisances, il ne faudrait point se borner à les placer contre un des murs extérieurs, dans lequel on pratique une ouverture directe sur l'air libre, car il arrive souvent que c'est par cette ouverture et les fentes de la porte du cabinet que l'air extérieur pénètre dans l'appartement, après s'être chargé de miasmes et de virus dans le cabinet d'aisances. Un danger beaucoup plus grave résulte encore de la fermeture de la fenêtre du cabinet, car l'appartement aspire alors non sur l'air extérieur plus ou moins vicié, mais sur les gaz excessivement dangereux dégagés par le W C. et sa canalisation, si une fente accidentelle ou un défaut d'alimentation d'eau du syphon permettent une communication directe entre le drainage et l'atmosphère confinée du cabinet d'aisances.

Aspiration qui pourrait alors introduire par jour, et en certain cas, plusieurs milliers de mètres cubes d'air infect et chargé de virus dans l'appartement, ainsi que nous l'avons prouvé en étudiant les dangers des ouvertures libres du drainage domestique (page 105).

Introduction de virus par une cause identique à celle observée à Londesborough Lodge pendant le séjour et la maladie du prince de Galles.

Avec les savants docteurs anglais Drysdale et Hayward (1), nous pensons donc qu'il y a lieu de séparer l'atmosphère plus ou moins contaminée de chaque cabinet d'aisances de l'atmosphère confinée de l'appartement, et qu'il faut ainsi non seulement isoler ces cabinets

(1) *Health and Comfort in House Building*, 1876, p. 121.

au moyen d'un corridor, mais qu'il est encore nécessaire de ventiler ce corridor de séparation au moyen d'une large ouverture en communication permanente avec l'air libre du dehors, air libre qui pourra ainsi s'opposer par sa pression positive à toute aspiration de l'air de cabinet par la pression négative de l'atmosphère confinée de l'appartement, qui sera enfin mise à l'abri de toute pollution par les gaz toxiques ou les virus du drainage des water-closets et des urinoirs.

66. Urinoirs. — Indispensables dans chaque cabinet d'aisances fréquenté par des hommes, les urinoirs sont cependant rares à Paris, malgré le bon marché des cuvettes, que la maison Douulton livre au prix de 7 à 15 francs.

Pour installer un urinoir salubre, il faut avoir bien soin de choisir un modèle ayant une surface de contamination minima, et écarter absolument l'usage des stalles en dalles verticales d'ardoises, dont la surface de contamination est portée au maxima, et où les projections d'urine rejaillissent constamment sur les vêtements.

Il faut également repousser l'usage de certains modèles enfermés dans des armoires où l'air ne peut pénétrer.

Les meilleurs appareils sont construits en porcelaine, ou en verre, en forme de petite niche (Fig. 37, urinoir Tylor), dont le demi-cercle supérieur est percé de nombreux petits trous pour l'arrivée d'eau propre, et dont le demi-cylindre inférieur forme cuvette toujours pleine d'eau, afin de diluer l'urine avant son entrée dans les conduits de chute. Un syphon hydraulique en S, soigneusement ventilé en couronne contre les syphonages et les projections pul-

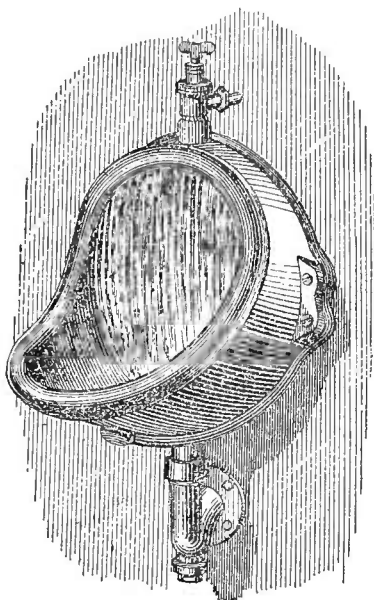


Fig. 37

vérisées, assure le départ immédiat du mélange d'eau et d'urine. Ce syphon doit être soigneusement bouché, en cas d'absence, par une simple soupape rodée s'opposant à toute émanation quand l'eau est évaporée.

Enfin, l'alimentation d'eau de chasse peut être facilement fournie par le réservoir spécial du water-closet, et par la manœuvre d'une chaîne de tirage identique à celle du water-closet, ou par un robinet à fermeture automatique et alimenté également par le réservoir du W C.

67. Fosses fixes ordinaires (1). — « Les fosses d'aisances sont des cavités closes dans lesquelles tombent et se rassemblent les déjections humaines, solides et liquides ; ces réservoirs sont situés à la partie inférieure des habitations, au niveau et au-dessus des caves.

La création des fosses d'aisances, rendue obligatoire à Paris, par arrêt du Parlement, en date du 13 septembre 1533, confirmé de nouveau par un édit de François I^{er}, daté de 1539, fit faire un pas immense à la salubrité de la capitale ; elle était destinée à détruire l'état déplorable dans lequel se trouvaient les rues de Paris, encombrées d'immondices de toute sorte.

Mais le progrès fut lent, malgré les peines sévères édictées contre les délinquants. On avait seulement prescrit quelques mesures dès 1668, pour mettre obstacle aux fuites qui se déclaraient parfois dans le parcours des tuyaux, de sorte que les déjections se répandaient chez les habitants avant de parvenir à la fosse. Mais il n'était rien prescrit relativement à la fosse, et aussi ces réservoirs n'étaient-ils souvent que de simples excavations pratiquées dans le sol ; les liquides s'infiltraient à travers la terre perméable, et allaient infecter les couches d'eaux souterraines qui alimentaient les puits. Ce mélange de matières organiques avec l'eau des puits, qui a partout un immense inconvénient, présentait un plus haut degré de gravité à Paris, où les eaux souterraines sont saturées de sulfate de chaux, qui, sous l'influence de la putréfaction de ces matières, se

(1) Tardieu : *Dictionnaire d'Hygiène Publique*, t. 2, p. 297, 1862.

transforme bientôt en sulfure de calcium, et par suite en hydrogène sulfuré.

Dans les rues qui avoisinent l'Hôtel-de-Ville, les résidus des anciennes fosses non étanches agissent encore au point de communiquer à l'eau des puits une odeur non douteuse de matières fécales (1).

Ces fosses perméables présentaient un autre inconvénient très grave : quand on effectuait l'extraction des matières solides, les liquides ambiants étaient résorbés par la fosse vide, et l'ouvrier vidangeur courait risque d'être asphyxié par les gaz abondants qui se dégagent alors.

Ce déplorable état de choses se perpétua jusqu'en 1809, année où parut le Décret impérial, en date du 10 mars, qui imposait enfin des règles fixes pour la construction des fosses :

1° Toutes les fosses auront sous clef une hauteur suffisante pour qu'un homme puisse s'y tenir debout ;

2° On n'emploiera plus que des pierres siliceuses, réunies au mortier hydraulique ;

3° Les angles seront arrondis ;

4° L'ouverture d'extraction aura une dimension triple de celle rigoureusement nécessaire au passage d'un homme ;

5° Enfin, deux ouvertures seront ménagées, l'une pour la chute des matières, et l'autre pour donner issue aux gaz qui seront conduits par un tuyau au-dessus de la toiture des maisons. »

Ces utiles dispositions ont eu pour résultat de remplacer par des réservoirs plus étanches les anciennes fosses perméables, qui n'ont point encore entièrement disparu dans certaines habitations anciennes.

Mais, malgré une construction plus rationnelle et l'inspection officielle des fosses après la vidange, il faut bien reconnaître que ces réservoirs ne sont presque jamais étanches, surtout quand ils sont engagés sous l'habitation et que leurs parois participent aux tassements inégaux et aux déchirements des murailles principales.

(1) Belgrand : *Travaux souterrains de Paris*, t. 3, p. 13.

Ainsi que le prouve l'exemple récent des fouilles de l'Hôtel-des-Postes, opérées dans un sol saturé de matières de vidange.

Dans une Thèse spéciale (1), le docteur Lasgoutte, attaché au service de l'assainissement de Paris, a fait voir clairement tous les graves dangers des fosses fixes :

« Quelle qu'ait été la solidité de sa construction, il arrive que la couche isolante se détériore et tombe ; des fuites en sont la conséquence. C'est à cause de ces infiltrations, à la faveur desquelles certaines maladies peuvent se propager, et des émanations, aussi à redouter, qui en sortent continuellement par les cabinets ou les ventilateurs, et en plus par l'ouverture d'extraction, lors de leur vidange, que l'hygiène réclame la suppression des fosses d'aisances.

La plupart des infiltrations reconnues le sont parce que les murs de la fosse forment parois de cave ou d'escalier ; elles se font voir elles-mêmes, dans ce cas. Le mauvais état de la maçonnerie est donc le plus souvent constaté indirectement. Pour qu'il le soit d'une façon directe, ce qui est rare, il faudrait que le vérificateur qui se présente seul, le lendemain de l'extraction, descendît dans la fosse, en fit l'exploration ; chose souvent impraticable à ce moment, et parfois dangereuse.

Que d'accidents d'asphyxie pourraient avoir lieu, si la prudence des inspecteurs eux-mêmes ne s'opposait pas à ce qu'on en observe ! »

D'un autre côté, la vidange s'opérant aux frais du propriétaire, celui-ci a un intérêt direct à en restreindre le volume ; il s'oppose donc souvent à l'installation de l'eau pure à tous les étages, et encore plus énergiquement à l'usage des water-closets, qui exigent forcément une grande quantité d'eau.

L'existence de fosses fixes constitue donc une des plus sérieuses causes de la *guerre à l'eau*, soutenue par les propriétaires contre la santé et même la vie de leurs locataires.

D'ailleurs, les bruyants et infects procédés de vidange nocturne

(1) *Procédés de vidange à Paris*, 1880, n° 185, p. 34.

de ces fosses d'aisances fixes, et les funestes projections de vidange en égout, suffiraient seuls à les faire supprimer, par les raisons que tout le monde connaît assez, et qu'il est superflu de reproduire ici.

Et, enfin, la ceinture de dépotoirs et d'usines de traitement des vidanges qui entoure et infecte Paris et sa banlieue, au point de les rendre inhabitables en certaines saisons, comme on l'a vu particulièrement pendant l'été de 1880, où des émanations repoussantes donnèrent lieu aux plaintes les plus énergiques et soulevèrent la *question des Odeurs de Paris* ; tout cela, disons-nous, conséquence directe de l'usage des fosses d'aisances, n'existerait pas sans elles, et en les supprimant on ferait disparaître en entier cette insalubrité et ces odeurs intolérables ; aussi, et par toutes ces raisons, les hygiénistes français et étrangers sont tellement unanimes sur ce point, qu'il faudrait un volume pour citer tout l'accord de leurs opinions à ce sujet. Nous pouvons donc nous borner à citer les quelques mots suivants du professeur Vallin (1) :

« Il est un point sur lequel tout le monde est d'accord, au moins en principe : il faut supprimer les fosses fixes. »

Cependant, depuis que ces lignes ont été écrites, seul, le vénérable professeur Bouchardat a soutenu une opinion contraire, que nous devons encore discuter ici, car, suivant l'honorable professeur d'hygiène de la Faculté de Paris (2) :

« Il paraît très vraisemblable que la vitalité des microbes des maladies contagieuses est détruite dans les fosses d'aisances. Elles constituent donc ainsi un moyen efficace d'assainissement. »

Cette simple *opinion* du professeur Bouchardat n'était appuyée sur aucune preuve expérimentale, et n'avait de valeur relative que parce qu'elle émanait d'un homme très accrédité. Mais nous allons voir qu'elle n'a pu résister au contrôle de l'expérience :

Dans une savante communication au Congrès International d'hygiène de Genève, faite le 3 septembre 1882 (1), notre illustre compatriote L. Pasteur a établi, par des expériences précises et rigou-

(1) *Revue d'Hygiène*, 1881, p. 810.

(2) *Traité d'Hygiène*, 1882, p. 848.

(3) *Revue Scientifique*, t. XXX, p. 353.

reuses que l'oxygène de l'air libre suffisait à atténuer la virulence des germes et ferments des maladies contagieuses, dont les propriétés virulentes finissent ainsi par disparaître sous l'action d'une oxydation prolongée par une simple exposition à l'air pur. Et, qu'au contraire, les microbes tenus à l'abri de l'air ont conservé toute leur virulence !

Or, qu'elle est la condition principale des virus renfermés dans les matières des fosses d'aisances ? C'est d'être à peu près privés d'oxygène, surtout dans les couches profondes. Les virus peuvent donc conserver ici toute leur funeste puissance d'infection.

D'où il est aisé de voir que l'*opinion* du professeur Bouchardat est absolument erronée, puisque ces expériences de Pasteur conduisent à repousser la fosse d'aisances comme un vaste réservoir de garde et de conservation, à l'abri de l'air, des plus épouvantables virus qu'ait à redouter l'espèce humaine.

68. Fosses fixes métalliques : Brouardel, Schleh. — Provisoirement, et dans l'attente d'un système plus parfait, la Commission de l'Assainissement de Paris proposait, en 1881 (1), sur le rapport du professeur Brouardel : « Un réservoir métallique, de 4 à 6 mètres cubes, recevant les solides et urines, de forme conique raccordée au tuyau de départ. La vidange en serait opérée par le vide ou la pression de l'air, au moyen d'une canalisation s'ouvrant sur le trottoir. On munirait ce réservoir d'un tuyau métallique de très petit calibre pour l'échappement des gaz, en le prolongeant au-dessus du toit et en l'accolant au parcours complet du tuyau de chute, afin qu'ils soient tous deux à même température. »

Ce système, très coûteux et excessivement compliqué, avait la prétention, suivant la Commission, de supprimer d'une *façon absolue* toute communication des émanations de la fosse avec l'air et le sol.

Avec une solide canalisation métallique, il est possible d'éviter les infiltrations dans le sol, mais il nous paraît impossible de supprimer ici d'une façon absolue toute émanation dans l'air libre. En effet, il faut bien que l'air et les gaz de la fosse puissent s'échapper vers le toit, afin de faire place aux liquides et solides qui la rempli-

(1) *Rapports de la Commission*, p. 36.

ront rapidement. Le tuyau d'évent devrait donc avoir ici un assez large diamètre, et non pas être de très petit calibre comme le veut la Commission.

D'un autre côté, ce réservoir métallique, de 6 mètres cubes maxima, se remplira rapidement et nécessitera de trop fréquentes vidanges. Car, si l'on suppose les cabinets transformés en water-closets à l'anglaise, (ainsi que l'indique formellement la grande expérience réalisée dans les hôpitaux de Paris), on aura, par tête et par jour, un volume d'environ 30 litres entrant dans la fosse métallique ; puisque le professeur Parkes (1) évalue la dépense d'eau à 6 gallons = 27 litres par tête, pour deux visites au W.-C., chiffre admis par les professeurs Proust (2), Arnould (3) et Vallin (4) et en parfait accord avec les chiffres que nous avons cités d'après Hellyer, Corfield, etc, qui demandent 3 gallons d'eau par visite au W.-C.

Si on y ajoute le volume des matières expulsées et l'eau nécessaire aux urinoirs, on arrive ainsi à un chiffre voisin de 30 litres par tête, qui coïncide exactement avec le volume constaté dans l'étude du système Berlier (5). Ce qui produirait, pour 2.400.000 habitants, un cube journalier de 72 000 mètres cubes de vidange !

En comptant 30 personnes pour chaque fosse, ce qui donne 2.400.000 habitants pour 80.000 fosses, on constate qu'avec $30 \times 30 = 900$ litres de remplissage par jour, la fosse serait pleine en moins de 7 jours. Car on a : $\frac{6000}{900} = 6,7$.

Il faudrait donc vidanger une fois par semaine, au risque de voir la fosse déborder sur la voie publique ou dans les cabinets d'aisances. Chaque tonne cubant 6 mètres cubes, il faudrait ainsi une circulation de $\frac{72000}{6} = 12000$ voitures par jour !

Or, pendant les rudes hivers de 1879-80 et de 1880-81, on a vu la circulation des voitures de vidange interdite pendant près de quinze

(1) *Practical Hygiene*, 1878, p. 5.

(2) *Traité d'Hygiène*, 1881, p. 463.

(3) *Éléments d'Hygiène*, 1881, p. 633.

(4) *Traité des désinfectants*, 1883, p. 619.

(5) *Revue d'Hygiène*, 1882, p. 600.

jours ; qu'elle serait donc la situation des habitations munies de la fosse Brouardel en de pareilles conditions de circulation publique interdite par suite d'abondance de neige ?

Le prix d'installation de tout ce système provisoire est d'ailleurs trop élevé, puisque le professeur A. Durand Claye (1) l'a estimé à 4,000 francs par fosse, soit, pour 80,000 fosses, un total de 320 millions ! pour une installation provisoire !

Enfin, les frais d'une vidange aussi abondante seraient véritablement ruineux pour les propriétaires : car, opérée à raison de 8 francs par mètre cube, elle coûterait par fosse et par an : $52 \times 6 \times 8 = 2,496$ francs, soit 2,500 francs. Ce qui donne, pour 80,000 fosses, une somme totale de $80,000 \times 2,500 = 200,000,000$ francs par an, soit deux cents millions de frais de vidange par an pour Paris !

On conviendra que tout cela est fantastique, et ne saurait être pris au sérieux par les hygiénistes et encore moins par les économistes.

Nous concluons de même pour la fosse métallique Schleh, décrite et figurée par le professeur Arnould (2), et qui, malgré une curieuse complication qui peut la faire classer parmi les appareils de laboratoire, manque encore de syphons hydrauliques, puisque celui du siège figuré peut se syphonner ou l'être par ceux des étages supérieurs, et laisser ainsi pénétrer les gaz émanant du tuyau de chute dans l'habitation qu'on prétend assainir.

On voit donc enfin que les fosses fixes ordinaires et métalliques sont tout à fait impropres à recevoir les produits des indispensables water-closets, puisque les frais de vidange en deviendraient ruineux.

69. Fosses fixes à séparateur. — Si l'on parvenait à séparer hygiéniquement les matières liquides de la masse peu considérable des solides, il est évident que les frais de vidange seraient fortement réduits par l'envoi à l'égout de l'énorme volume d'eau fourni par l'indispensable usage des water-closets à syphon hydraulique.

(1) *Observations des Ingénieurs*, 1881.

(2) *Eléments d'Hygiène*, 1881, p. 574.

Mais ce système, qu'un décret du 10 mars 1852 avait rendu obligatoire à Paris, n'a point justifié l'effet sanitaire qu'on en espérait.

Le séparateur Ducléré, qui consistait en un ou plusieurs demi-cylindres verticaux percés de petits trous laissant couler le liquide vers l'égout, dut être bientôt abandonné, par suite des dangers auxquels il exposait les vidangeurs (1).

A Lyon, on avait pensé perfectionner cet insalubre système en installant la fosse et sa cloison séparatrice perforée au niveau et en communication directe avec l'égout public (2).

Mais, en 1874, une grave épidémie de fièvre typhoïde attribuée aux émanations des égouts, et qui, plus exactement, était causée par cette déplorable installation, a montré tous les dangers de ce mauvais système diviseur (3), définitivement condamné par la Société nationale des médecins de Lyon, sur le rapport du docteur J. Teissier (4), qui concluait : A interdire l'écoulement des fosses à l'égout par déversement des fosses ou par le système des *diviseurs fixes*.

Nous concluons donc en repoussant l'usage des fosses fixes à séparateurs, puisqu'elles présentent, comme les fosses fixes, les graves défauts d'infection du sol et des habitations, et qu'elles ont, de plus, le vice capital d'infecter les égouts en y introduisant des matières putréfiées.

70. Fosses fixes à siphon : Deplanque, Mouras, Goldner. — C'est encore dans le but d'éviter les frais de vidange, en écoulant les liquides à l'égout, qu'on a inventé les fosses à syphon (5) : Etant donnée une fosse vide et en bon état, Deplanque supprime la cheminée d'appel ; il lute le tuyau de descente et installe dans la fosse un syphon en plomb qui, d'un côté plonge dans la fosse, au niveau des naissances, et de l'autre plonge dans l'égout voisin (6). La fosse est ensuite remplie complètement d'eau de chaux, et se trouve ainsi

(1) Liger : *Fosses d'aisances*, 1875, p. 132 et 129, fig. 26, 27.

(2) De Freycinet : *Assainissement des villes*, 1870, planche 4, figures 13, 14, 15.

(3) *Revue d'Hygiène*, 1882, p. 502, 523.

(4) *Lyon médical*, 1881, p. 181.

(5) Tardieu : *Dictionnaire d'Hygiène Publique*, 1862, t. 2, p. 303.

(6) Liger : *Fosses d'aisances*, 1875, p. 150, fig. 55.

prête à fonctionner. Les matières solides et liquides qui arrivent par le tuyau de chute déplaçant un égal volume de liquide de la fosse, celui-ci se déverse naturellement par le trop plein syphon et s'écoule enfin vers l'égout public. Les matières organiques solides et en dissolution se combinent avec la chaux et forment un précipité qui se rassemble au fond de la fosse. L'appareil fonctionne ainsi jusqu'à ce que le précipité ait rempli la fosse jusqu'à la naissance du tuyau de plomb. A ce moment, il faut enfin procéder à la vidange.

Expérimentée au quai de la Mégisserie, cette fosse Deplanque n'y a point donné de bons résultats. Lorsqu'elle a commencé à fonctionner, le tuyau syphon donnait un liquide incolore et peu odorant. Mais après trois mois d'expérience, le liquide a changé de nature : il est devenu fortement coloré, très trouble, présentant une odeur fort repoussante et se putréfiant très rapidement.

Aussi, le professeur Tardieu la mettait-il encore au-dessous du système séparateur dont nous venons d'établir les dangers, et il en est résulté l'abandon complet de la fosse à syphon système Deplanque.

Récemment, l'abbé Moigno a préconisé l'usage d'une fosse à syphon, système Mouras, dont nous lui empruntons la description et la coupe donnée par la figure 38.

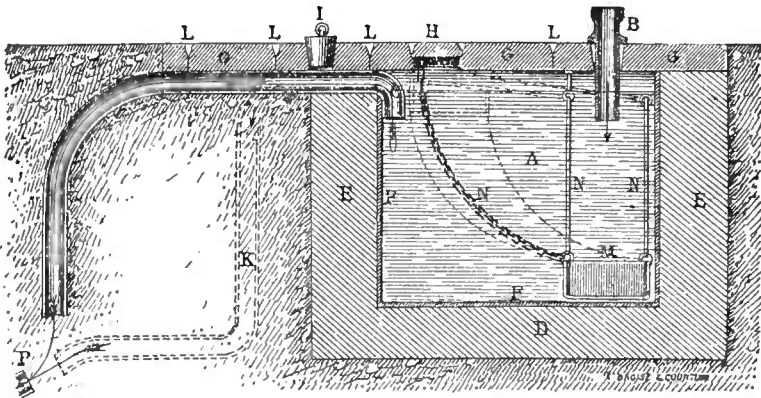


Fig. 38.

A est la fosse ordinaire, B le tuyau de chute, C le syphon de vidange par trop plein se rendant à l'égout par le tuyau P, ou dans

un bassin par le tuyau *k*, D fondation en béton, E murailles, F chape en ciment, G dalles de recouvrement, H trou d'homme, I tampon de regard, L joints en ciment, M caisse de retenue des corps durs tombés par le tuyau de chute B, M N tiges et chaîne de suspension et de manœuvre de la caisse M.

Bien que brevetée en Europe et en Amérique, cette fosse Mouras présente de tels rapports avec celle de Deplanque, que nous avons peine à croire à la validité des brevets Mouras. Ce système exige le remplissage préalable de la fosse avec de l'eau ordinaire qui, d'après Moigno, aurait la propriété de dissoudre complètement les déjections solides en les transformant en filaments si ténus qu'on les voit à peine flotter dans le liquide trouble, et sans que celui-ci forme de dépôt adhérent aux parois du tube d'écoulement.

Quoiqu'il en soit, nous repoussons encore le système Deplanque-Mouras comme imposant l'obligation d'une fosse fixe sujette à de dangereuses infiltrations, pouvant produire des émanations fétides, et surtout comme formant un magasin de virus conservés à l'abri de l'air, puisque, dans ce système, l'air est rigoureusement écarté de l'intérieur de la fosse par la plongée du tuyau de chute et du syphon dans le liquide, et par le jointolement rigoureux des dalles au mortier de ciment.

Bien que récemment brevetée dans toute l'Europe et en Amérique, la fosse à syphon Goldner est presque identique aux précédentes; elle se vide non seulement lentement par l'écoulement continu du trop plein, mais encore brusquement et en totalité par la manœuvre d'une bonde de fond qui permet la vidange complète vers l'égout en quelques instants (1).

Malgré les éloges que lui décerne le docteur Laborde, qui paraît être un partisan fanatique de cet appareil breveté, il est bien forcé de reconnaître, page 1044, qu'il constitue, par la couverture hydraulique qui recouvre les matières en les tenant à l'abri de l'air, *un véritable système de précaution et de préservation* contre la fermentation et la putréfaction. Aussi, avons-nous peine à comprendre

(1) *Revue d'Hygiène*, 1882, p. 438 et 1044.

comment le docteur Laborde peut en conclure que c'est là un appareil *essentiellement hygiénique* (p. 1055).

Quand, au contraire, d'après les expériences de Pasteur sur l'atténuation des virus par l'oxygène de l'air libre, nous savons parfaitement que l'appareil à syphon de Goldner n'est qu'un réservoir de virus soigneusement recouvert d'eau pour éviter le contact de l'air et les oxydations bienfaisantes de l'oxygène.

Nous concluons donc, contrairement à l'opinion du docteur Laborde, à écarter l'usage de la fosse à syphon Goldner, comme nous avons déjà repoussé celui des fosses fixes à syphon de Deplanque et Mouras.

71. Fosses mobiles. — Ce sont des tonneaux étanches construits en bois ou fer, d'une capacité maxima de 250 litres, que l'on installe dans un caveau spécial, en ajustant leur ouverture supérieure avec l'ouverture inférieure des tuyaux de chute.

Ces fosses mobiles doivent être enlevées fréquemment et presque à jour fixe, si l'on veut éviter les dangers d'infection résultant de leur débordement. Mais, en pratique, il arrive trop fréquemment que les caveaux sont inondés de matières qui peuvent causer l'asphyxie des vidangeurs, ainsi que l'a constaté le professeur Brouardel(1): « Cette année encore nous avons eu à faire une expertise à la suite de la mort d'un ouvrier vidangeur. Il fut démontré que les tonneaux trop pleins avaient débordé dans la cave, de façon à couvrir le sol à une hauteur de 0,30 centimètres, et, d'après les dépositions des ouvriers chez le juge d'instruction, cet accident paraît loin d'être exceptionnel.

D'ailleurs, ces fosses mobiles sont rarement munies de tuyaux d'évent. Il en résulte que lorsque des matières tombent par le tuyau de chute elles chassent hors du tonneau une grande quantité de gaz infect. Par suite, le caveau des fosses et les caves voisines sont bientôt remplis d'émanations infectes. »

Mais le vice principal des fosses mobiles consiste surtout dans leur faible volume qui s'oppose absolument à l'usage indispensable

(1) *Rapports sur l'assainissement de Paris*, 1881, p. 42.

des water-closets, ainsi que le signale l'ingénieur De Freycinet (1) : « Elles font d'ailleurs le plus grand obstacle à la propreté des cabinets, car leur capacité restreinte ne permet pas l'usage d'une suffisante quantité d'eau. »

En effet, supposons que les 240,000 chutes d'eau de Paris, après l'indispensable adoption des water-closets, soient munies d'une fosse mobile à l'usage de $\frac{2.400.000}{240.000} = 10$ habitants ; nous aurons, par jour, un volume de $30 \times 10 = 300$ litres de vidange. Il faudrait donc porter la capacité moyenne de chaque tonneau à 300 litres, et remplacer ce tonneau tous les jours et à la même heure ! Ces 240,000 tonneaux nécessiteraient 24,000 voitures spéciales portant 10 tonneaux chacune ! Enfin, les frais de vidange, comptés à raison de 8 francs le mètre cube, donneraient lieu, comme pour les fosses fixes étanches, à une dépense de plus de deux cents millions de francs par an !

Ces ruineuses dépenses, et cet impossible transport d'un volume de 72,000 mètres cubes de vidange par jour, sont, on en conviendra, des motifs plus que suffisants pour faire écarter absolument l'emploi des fosses mobiles à Paris.

72. Fosses mobiles filtrantes. — En remarquant que le volume des liquides provenant des water-closets est relativement beaucoup plus grand que le volume total des solides, on a été conduit à se débarrasser des liquides par leur écoulement libre vers l'égout public, et à retenir les solides au moyen d'une cloison filtrante, afin de pouvoir les enlever dans une fosse mobile.

La tinette filtrante est donc un appareil mobile muni d'une cloison perforée, et d'un tuyau d'écoulement des liquides vers l'égout.

Elle se raccorde par sa partie supérieure à l'orifice inférieur du tuyau de chute au moyen d'un couvercle à glissement.

On est ainsi parvenu à diminuer considérablement le volume de vidange à extraire et à transporter, puisque les solides se dissolvent presque entièrement dans l'eau se versant à l'égout quand elle

(1) *Assainissement des villes*, 1870, p. 316.

est suffisamment abondante, ainsi que le prouve la citation suivante du professeur Arnould (1) « De quels solides parle-t-on ? Ce ne peut être des matières fécales plus ou moins denses, puisqu'il est avéré qu'il n'en reste pas dans les tinettes. Le professeur Brouardel n'y a vu que des papiers, tessons de bouteilles, linges, os, cheveux. Tout le monde sait qu'il en est ainsi. » L'ingénieur De Freycinet avait d'ailleurs depuis longtemps signalé les graves inconvénients de ces tinettes filtrantes, dont il repoussait ainsi l'usage : (2)

« Tous les systèmes de fosses qui ont pour objet de garder la totalité des matières, comme aussi ceux où l'on veut retenir des éléments plus ou moins susceptibles d'être entraînés par l'eau, sont évidemment, comme nous l'avons déjà remarqué, un grand obstacle à la salubrité.

Aussi, pour avoir des cabinets véritablement dignes du nom de *water-closets*, a-t-on installé à Paris et à Lyon ces diviseurs soit fixes, soit *mobiles*, qui laissent filtrer immédiatement la totalité des liquides et graduellement, par voie de dissolution ou d'entraînement, la plus grande partie des solides, si bien qu'il ne reste pour ainsi dire plus dans le réceptacle que des *corps inertes*, souillés de matières.

Mais alors on se demande à quoi sert d'introduire dans le mécanisme de l'expulsion une semblable complication, qui, sans préserver efficacement les galeries d'égout de l'infection qu'on redoute pour elles, entretient néanmoins au bas du tuyau de chute une source de mauvaises odeurs ; car si la quantité de matières retenue par le filtre est insignifiante par rapport à celle qui passe, elle suffit cependant pour engendrer des émanations considérables. »

Ainsi, non seulement ces appareils contribuent largement à l'infection des galeries d'égout, par suite de la putréfaction de leur contenu et de ce qui en découle, mais, de plus, ces tinettes filtrantes sont une grave cause d'infection et d'insalubrité pour l'intérieur même de l'habitation où les odeurs les plus dange-

(1) *Annales d'Hygiène*, 1882, t. 8 p. 12.

(2) *Assainissement des villes*, 1870, p. 329.

reuses s'introduisent incessamment par le tuyau de chute et le caveau spécial des fosses filtrantes.

Le docteur H. Gueneau de Mussy a d'ailleurs parfaitement établi ces graves dangers d'infection intérieure, dans son rapport sur l'évacuation des vidanges hors des habitations, où il dit (1) : « Il arrive souvent, et je le dis pour l'avoir constaté, qu'une pièce de linge ou du papier viennent s'appliquer sur la grille et l'obstruent ; cette obstruction est la cause d'accidents formidables.

Liquides et solides s'accumulent dans le réceptacle, en soulèvent le couvercle et inondent le sous-sol ; s'ils ne soulèvent pas le couvercle, ils viennent refluer dans le tuyau de chute, et même dans les cuvettes des cabinets des étages inférieurs. J'ai observé cette calamité pour la première fois dans la maison que j'habite. Un locataire, désagréablement affecté par l'odeur qui se dégagait des cabinets, crut avec raison qu'il pourrait y remédier en faisant un lavage des tuyaux un peu plus efficace que ne permet de le faire la faible quantité d'eau fournie par les réservoirs ordinaires ; pour cela il se permit de jeter dans la cuvette deux ou trois seaux d'eau. Le résultat fut tout autre que celui qu'il voulait obtenir. Une intolérable exhalaison se répandit instantanément dans toute la maison. La tinette avait débordé et le contenu s'était répandu dans les caves. L'entrepreneur de vidange appelé incrimina le locataire qui s'était avisé de lancer dans la tinette une masse d'eau relativement considérable. La chute de l'eau avait profondément agité le contenu de l'appareil, des fragments de papier étaient venus s'appliquer sur la grille, et la division ne s'opérait plus. J'ai observé plusieurs cas de ce genre. »

Cependant, les water-closets demandent une grande quantité d'eau, puisqu'Hellyer et Corfield, d'accord avec les prescriptions du Bureau de santé de New York, conseillent une chasse brusque de 3 gallons d'eau par visite au W. C., soit 13 litres 1/2.

Or, quand on sait qu'un seau ordinaire ne contient point plus de 10 litres d'eau, et que, pratiquement, plusieurs chasses de 13 li-

(1) *Revue d'Hygiène*, 1880, p. 1084.

res 1/2 peuvent être effectuées presque au même instant dans une grande habitation de 6 étages, il est aisé de voir que des accidents l'infection générale de l'habitation, identiques à ceux signalés par le docteur H. Gueneau de Mussy, pourraient ainsi se reproduire à chaque instant, et devenir véritablement intolérables.

De ces observations hautement impartiales, on peut donc considérer comme démontrée l'impossibilité absolue de l'emploi des fosses tinettes mobiles filtrantes mises en connexion avec les water-closets bien installés, qui sont cependant absolument indispensables pour la salubrité des habitations de location collectives de Paris.

73. Systèmes de vidange par canalisation. — Tous les systèmes de vidange déjà étudiés et expérimentés ayant prouvé leur insuffisance et leur insalubrité, il en résulte forcément qu'il ne nous reste plus qu'à choisir entre les différents systèmes de vidange par canalisation, afin d'obéir au principe fondamental qui impose le départ immédiat de tous les résidus domestiques, et d'extraire ainsi journellement un volume de vidange égal à 30 litres par personne ; ce qui, pour 2,400,000 habitants, donne en somme un volume de 72,000 mètres cubes par jour.

Nous allons donc étudier séparément les différents systèmes de vidange par canalisation, qui peuvent être classés ainsi :

A. Systèmes pneumatiques :

1° Aristide Dumont ;

2° Berlier ;

3° Liernur ;

4° Shone.

B. Systèmes à simple gravitation :

1° V Amoudruz ;

2° Memphis ;

4° Miotat ;

4° Tout à l'égout.

74. Systèmes pneumatiques. — Système Aristide Dumont. --

Dès l'année 1862, l'ingénieur Aristide Dumont proposait ainsi la vidange mécanique à Paris : (1)

(1) *Eaux de Lyon et de Paris*, 1862, p. 304, planches 21, 22.

A Clichy et au-dessus du collecteur général des égouts de Paris, A. Dumont installait une usine d'aspiration mécanique, opérée à l'aide d'une série de puissantes pompes actionnées par moteurs à vapeur.

D'autres pompes de refoulement, actionnées aussi par moteurs à vapeur, pouvaient refouler les matières dans plusieurs directions à l'aval de Paris, pour être utilisées en irrigations des terres de grande et moyenne culture.

Pour faire parvenir les vidanges à l'usine de Clichy sous l'action de l'aspiration des pompes et celle de la pesanteur, A. Dumont posait toute sa canalisation métallique dans les égouts ordinaires et collecteurs, d'où elle se ramifiait dans chaque habitation pour desservir chaque tuyau de chute.

Les fosses d'aisances étaient supprimées, et chaque tuyau de vidange était muni à sa base d'un clapet se fermant par son *propre poids* quand ce tuyau était vidé.

L'ingénieur A. Dumont ne comptait d'ailleurs à cette époque que sur un volume de 5,700 mètres cubes pour la rive droite.

Et il concluait en invitant la Ville de Paris à expérimenter en grand l'aspiration, partie la plus difficile du système, qu'il n'avait d'ailleurs point fait breveter.

La Ville de Paris n'ayant point encore essayé ce système délicat et compliqué, on ne peut porter aucun jugement sur sa valeur mécanique et ses effets hygiéniques.

Cependant, si un essai méthodiquement dirigé et suffisamment prolongé, dans un quartier de Paris, en établissait la supériorité au point de vue sanitaire, nous croyons que cette complication ne devrait point en faire écarter l'application à toute la ville de Paris.

Les causes d'obstruction pourraient être facilement écartées par l'usage des syphons intérieurs en S, qui ont l'avantage de retenir tous les corps lourds et durs dans le bas de leur courbure.

L'étranglement de ces syphons à l'entrée qui peut être réduit à 7 ou 8 centimètres de diamètre, écarterait aussi toute chance d'obstruction du clapet de pied.

La réduction à 10 centimètres de diamètre de tous les tuyaux de chute des water-closets, réduction reconnue nécessaire et suffisante

en Amérique et en Angleterre, serait enfin une garantie à peu près absolue contre toute obstruction de la conduite d'aspiration. Cependant, nous pensons qu'il serait encore utile de disposer un trop-plein au-dessus du clapet de pied, et de le faire déboucher dans le drain général des caves à l'égout public, où l'on pourrait ainsi opérer la vidange directe pendant toute la durée des arrêts de l'aspiration.

Il serait d'ailleurs facile de munir chaque tuyau de chute d'un flotteur à contact électrique actionnant une sonnerie placée dans la loge du concierge, afin de l'avertir de tout arrêt de l'aspiration mécanique.

Prévenue par le concierge, la Ville pourrait ainsi envoyer de suite une équipe d'ouvriers spéciaux sur les points d'arrêts, qui seraient ainsi promptement supprimés.

Enfin, en appliquant ici le purgeur Tredgold (fig. 39) à la fermeture et à l'ouverture de chaque clapet de tuyau de chute, il serait facile d'employer partout un appareil identique et de peu de volume ; car il suffirait de le munir d'un axe vertical creux terminé à la base par un clapet percé au centre, et terminé au sommet par un tube pliant étanche de même diamètre que ce clapet et fixé au couvercle supérieur de l'enveloppe extérieure, pour supprimer la différence de pression causée par l'aspiration mécanique sur les deux faces supérieure et inférieure du clapet pendant son repos et pendant la purge.

75. Système Berlier. — En 1882, vingt ans après la publication des projets d'Aristide Dumont, l'ingénieur J.-B. Berlier a expérimenté à Paris un système de vidange par aspiration mécanique qui présente de nombreuses analogies avec celui d'Aristide Dumont, puisqu'il comporte aussi une usine d'aspiration et de refoulement à Clichy, une canalisation métallique dans les égouts de Paris, et un clapet à fermeture automatique à la base des tuyaux de chute.

Le flotteur clapet employé par Berlier est d'ailleurs connu depuis longtemps, puisqu'il a été employé avant 1825 à la purge

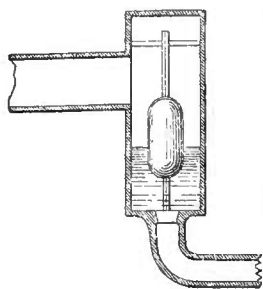


Fig. 39.

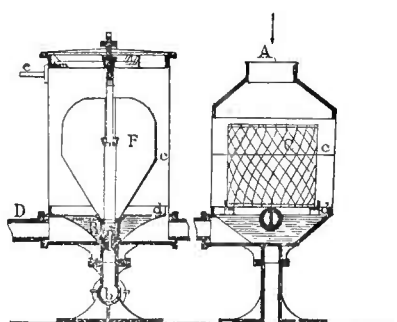


Fig. 40.

d'eau des tuyaux de chauffage à vapeur par l'ingénieur anglais Tredgold (1) (fig. 39).

L'installation du système Berlier dans la fosse fixe ordinaire comporte (fig. 40) :

Une tinette filtrante A fixe, à panier mobile C, afin de diluer les corps mous volumineux, et de retenir les corps durs insolubles. Ce qui constitue d'ailleurs un dangereux dépôt de matière putride. Cette tinette filtrante fixe communique inférieurement avec la

base d'un réservoir étanche D fixe en tôle, muni d'une ouverture de départ inférieur B, communiquant avec le tuyau d'aspiration mécanique *b* ; un flotteur clapet F ferme cette ouverture quand le tuyau de chute est vide.

Mais quand le liquide est fourni par ce tuyau, il s'élève dans le réservoir en soulevant le flotteur-

clapet F ; le liquide s'écoule alors rapidement dans la conduite d'aspiration, et le flotteur-clapet s'abaisse et referme hermétiquement cette conduite d'aspiration *b*.

D'après l'ingénieur Berlier (2), les branchements de sa canalisation en fonte de fer ont 0^m10 de diamètre intérieur, le tuyau principal a 0^m 15 de diamètre, et 3 kilomètres de longueur entre la place de la Concorde et l'usine de Clichy-Levallois ; tous ces tuyaux sont à joints de plomb mâtés ; ils sont posés sur la banquette des égouts ordinaires et collecteurs, ce qui en rend la surveillance et l'entretien faciles.

L'usine de Clichy-Levallois comporte un réservoir d'aspiration,

(1) Tredgold : *Principes de l'art de chauffer*, 1824-1825, p. 220, planche 4, figure 10. Le purgeur Tredgold est figuré aussi dans les quatre éditions du *Traité de la Chaleur* de Pécelet : 1828, 1843, 1860, 1878.

(2) *Revue d'Hygiène*, 1882, p. 337.

une pompe hydro-pneumatique et une pompe de refoulement actionnées par une machine à vapeur de 20 chevaux.

Avec cette force et une pente totale de 5^m17, la conduite neuve de 0^m15 de diamètre et de $\frac{(0,15)^2}{1,27} = 0^m,0176$ de section libre, a pu débiter 9 litres 71 par seconde, avec une vitesse modérée de 0^m,55.

L'installation Berlier à la caserne de la Pépinière, qui contient mille hommes, a montré que le chiffre de 30 litres de liquide par tête est souvent atteint (1) ; et c'est aussi le volume nécessaire aux water-closets anglais et américains.

Il est donc impossible de songer à fabriquer des sels d'ammoniaque avec un liquide aussi chargé d'eau, car le combustible nécessaire à son évaporation coûterait des sommes ruineuses.

Il faudrait donc se borner ici, comme avec le système Aristide Dumont, à utiliser ces résidus en irrigations.

Si la canalisation intérieure du drainage des résidus domestiques était reconstruite méthodiquement, les syphons de water-closets étant contractés à 7 ou 8 centimètres de diamètre, et les tuyaux de chute n'ayant que 10 centimètres de diamètre, il deviendrait facile de supprimer la tinette filtrante fixe de Berlier, qui constitue un dangereux arrêt de matières en décomposition putride, et qui n'est motivée maintenant que par la nécessité d'empêcher l'obstruction d'un petit tuyau d'aspiration de 10 centimètres *b*, alimenté par un gros tuyau de chute A de 20 centimètres.

Mais en supprimant la tinette fixe Berlier, et en se bornant à employer les matières en irrigations, on retombe forcément sur le système Aristide Dumont, qui n'a jamais été breveté, et dont l'application ne donnerait lieu à aucune redevance à une compagnie privilégiée.

Tandis que le système Berlier est soigneusement breveté en Europe et en Amérique, et que la Compagnie Berlier se propose non seulement de louer ses appareils aux propriétaires parisiens, mais demande encore à la Ville de Paris de lui abandonner en entier la taxe de 60 francs par chute, produisant ainsi, pour 240,000 chutes, près de 14 millions 1/2 de francs par an !

{ (1) *Revue d'Hygiène*, 1882, p. 600.

76. Système Liernur. — L'ingénieur hollandais Liernur est l'inventeur d'un système de drainage comprenant une canalisation libre spéciale aux eaux domestiques et pluviales, et une seconde canalisation avec aspiration mécanique pour les urinoirs et les water-closets.

Pour les eaux pluviales et ménagères, Liernur dispose une canalisation ordinaire qui paraît laisser beaucoup à désirer. Car les syphons d'évier n'étant point ventilés en couronne (1), il en résulte qu'ils peuvent être facilement syphonnés, et que les gaz viciés et les virus ont ainsi un libre accès dans l'habitation.

Quant aux urinoirs et water-closets branchés sur la canalisation étanche d'aspiration, nous les trouvons également très mal combinés, puisque l'usage de l'eau est interdit dans ces urinoirs, et que les water-closets n'en peuvent recevoir qu'une quantité dérisoire et tout à fait insuffisante pour l'enlèvement des matières déposées dans le syphon ; matières qu'un professeur d'hygiène trouve bien supérieures à l'eau comme barrière contre les gaz viciés et les microbes !

D'ailleurs, Liernur a prévu le cas où lui et son professeur d'hygiène ne seraient point écoutés, et il a construit un water-closet combiné exprès pour *déborder* dans le cabinet en cas d'emploi d'une quantité d'eau abondante (2) !

Ce water-closet ne comporte du reste aucune ventilation à la couronne de son syphon, qui peut être ainsi facilement syphonné !

Tout cet ensemble de canalisation intérieure et d'appareils Liernur constitue donc un système éminemment dangereux, puisqu'il est dirigé contre l'emploi abondant de l'eau, et que tous les syphons peuvent laisser passer les gaz viciés et les virus dans l'habitation !

A Amsterdam, où le système Liernur est en usage dans un quartier, la canalisation extérieure d'aspiration des vidanges est construite en tuyaux de fonte de 125 millimètres de diamètre, elle comprend environ 80 branchements privés pour 250 mètres de

(1) Overbeek : *Revue d'Hygiène*, 1880, p. 8, fig. 3.

(2) *Revue d'Hygiène*, 1880, p. 26.

longueur des tuyaux secondaires, qui aboutissent à des réservoirs en fonte placés sous le sol des carrefours (1) (figure 41).

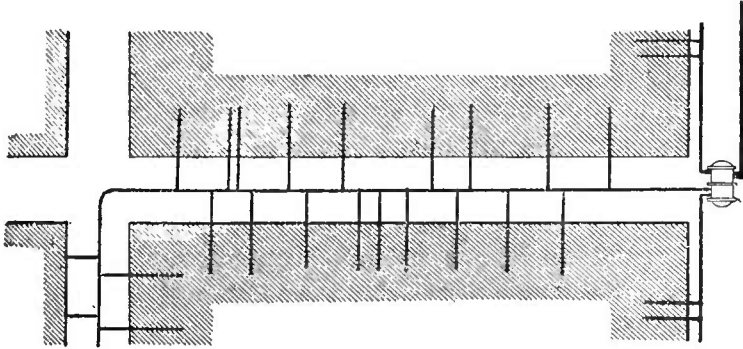


Fig. 41.

Le vide étant produit dans chaque réservoir de rue par sa mise en communication directe avec l'usine d'aspiration, un ouvrier ferme cette voie d'aspiration, et ouvre ensuite un tuyau de second ordre qui vide bientôt tous ses branchements privés. Cette vidange d'une section opérée, l'ouvrier referme ce tuyau de section, et rouvre la conduite directe d'aspiration ; et il répète les mêmes manœuvres pour tous les tuyaux secondaires des réservoirs de rue.

La manipulation prend six minutes par tuyau de rue, et environ trente minutes pour chaque réservoir, qui se vide à son tour par l'aspiration d'une conduite expéditionnaire amenant les matières à l'usine centrale.

Les matières de vidange sont rejetées par l'usine centrale dans des bateaux qui les transportent dans la campagne.

Mais une usine de fabrication de poudrette est en construction, et on espère que les bénéfices de cette usine compenseront les frais d'installation et d'exploitation du réseau pneumatique.

Le professeur Overbeek a même publié récemment un compte de frais et de vente qui se balance en bénéfice *probable*, vu le nombre restreint de water-closets à Amsterdam, et l'emploi du siège à *débordement* du capitaine Liernur ! (2)

(1) *Revue d'Hygiène*, 1880, p. 16.

(2) *Revue d'Hygiène*, 1883, p. 288.

L'eau à évaporer ainsi ne serait que de 1750 litres par tête et par an, pour une production de 50 kig. de poudrette estimée à 8 francs par tête et par an, et avec l'usage d'appareils évaporatoires à triple effet, pouvant évaporer 16 kig. d'eau par kig. de houille.

Nous allons reprendre ce calcul en supprimant l'usage du siège à débordement, en l'appliquant aux frais nécessités par l'usage général des water-closets indispensables à Paris, et en admettant provisoirement les prix de base principaux du professeur Overbeek:

Ces water-closets donneront un volume de 30 litres de résidus par jour et par tête, soit :

Pour 365 jours : $365 \times 30 = 10,950$ litres, dont il faut retrancher 50 kig. pour la poudrette.

Il restera donc à évaporer un volume de 10,900 litres, qui demandera $\frac{10,900}{16} = 681$ kig. de houille, coûtant, à 4 centimes le

kig. : $681 \times 0.04 =$	27 ^f 20
Il faudra en plus : 6 kig. 5 acide sulfurique à 0 fr,1	0 65
Main d'œuvre,	0 50
Frais divers,	0 25
0 fr. 7 frais d'aspiration $\times 6 =$	4 20
0 fr. 4 construction des appareils d'aspiration $\times 6 =$	2 40
Puisqu'on a $\frac{10,900}{1750} = 6,2$ plus d'eau,	
0 fr. 8 entretien et amortissement id. $\times 6 =$	4 80
Total	<hr/> 40 ^f 00

On voit donc que, même en admettant que les appareils à triple effet puissent enlever 16 kig. d'eau par kig. de houille brûlée, et avec des frais d'installation et d'aspiration qui nous paraissent *très faibles*, le prix de fabrication de la poudrette à Paris serait cependant encore *cinq fois* plus élevé que son prix de vente, qui n'est estimé qu'à 8 francs par Overbeek.

Il n'y a donc pas lieu de songer ici à fabriquer des engrais avec les résidus des water-closets, et il faudrait encore se borner à en chercher l'utilisation par voie d'irrigations agricoles directes, comme on l'a fait d'ailleurs jusqu'ici à Amsterdam.

En somme, nous ne pouvons que repousser absolument l'usage des égouts à cascade toujours remplis par les eaux ménagères et pluviales, à cause des résistances énormes qu'ils offrent au libre écoulement des résidus ordinaires.

Et nous repoussons aussi énergiquement l'usage des appareils Liernur intérieurs, et particulièrement de ses urinoirs sans eau et de son fameux siège débordant dans l'appartement quand on fait usage d'un volume d'eau supérieur à celui parcimonieusement mesuré et militairement imposé par le capitaine Liernur.

Quant aux appareils et conduits extérieurs, nous ne pouvons également qu'en déconseiller l'application, vu la sujétion imposée par la manœuvre journalière de tous les robinets de conduits et réservoirs de rue (1), et à cause de l'absence des flotteurs clapets, et des conduites de trop plein versant à l'égout en cas d'obstruction des conduites d'aspiration.

D'ailleurs, aucune étude statistique des effets hygiéniques du système hollandais n'ayant encore été publiée, personne ne peut se prononcer sur la valeur réelle de ce système compliqué et coûteux au point de vue de l'hygiène d'un quartier populeux.

77. Système Shone. — L'ingénieur anglais Shone construit un système de vidange pneumatique qui enlève en même temps toutes les eaux sales de l'habitation (2) :

Tous ces résidus domestiques sont d'abord versés dans un réservoir de maison qui se vide brusquement par amorcement d'un syphon communiquant avec le drain public.

Dans ce drain public, on a ménagé un réservoir plus vaste et un éjecteur à air comprimé pour le service de chaque îlot d'habitations. Une conduite d'air comprimé amenant la force motrice nécessaire à l'éjection, et un petit égout circulaire recevant les matières éjectées, sont tous deux posés sous le sol des rues principales.

Quand le réservoir de rue s'est en partie vidé dans la sphère de l'éjecteur, un flotteur ouvre brusquement la communication de

(1) P.-S. Le capitaine Liernur vient de construire des robinets à manœuvre automatique, dont le fonctionnement régulier nous paraît trop délicat et peu pratique.

(2) *Isaac Shone's Pneumatic sewerage system, 1880.*

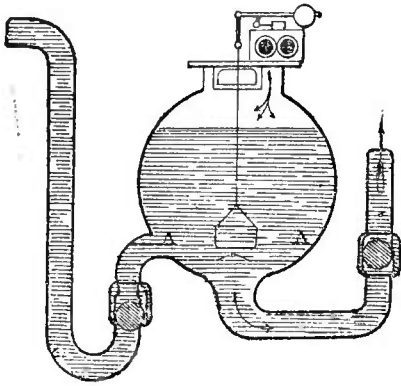


Fig. 42.

l'éjecteur (figure 42), et de l'air comprimé : sous cette pression, une soupape sphérique ferme le réservoir de rue, conduite de gauche, et une autre soupape sphérique ouvre, à droite, la communication avec l'égout circulaire principal.

Quand l'éjecteur est, AA, vidé sous la pression de l'air comprimé, un autre flotteur ferme le robinet d'air, et le liquide rentre dans l'éjecteur, dont les organes recommencent

ainsi automatiquement tous les mouvements précédents.

Le système Shone n'admettant point l'eau de pluie dans ses appareils compliqués et coûteux, on est encore obligé de construire des égouts spéciaux pour cet usage.

Il faut aussi une ou plusieurs usines de compression d'air, et une canalisation spéciale pour cet air comprimé.

En résumé, le système Shone est excessivement compliqué, son fonctionnement paraît exiger une surveillance attentive et continue, et nous n'en pouvons conseiller l'emploi à Paris, puisque, malgré toute cette délicate complication, aucune preuve statistique n'en a encore établi la supériorité hygiénique sur les autres systèmes.

78. Systèmes à simple gravitation : Système V. Amoudruz. — Sans modifier les dangereux water-closets parisiens et leur insalubre canalisation à joints ouverts, l'ingénieur V Amoudruz a fait récemment breveter le dispositif suivant (1) (Figure 43) :

Sous chaque tuyau de chute d'aisances, Amoudruz installe une petite fosse fixe à grille séparateur et à syphon, offrant de grands rapports avec les systèmes Deplanque et Mouras ; dans cette fosse fixe, il fait plonger tous les pieds des chutes d'eaux de toilette, de cuisine, d'urinoirs et water-closets, et il y dirige aussi les

(1) *Vidange Hydraulique*, 1883, planche et 32 p.

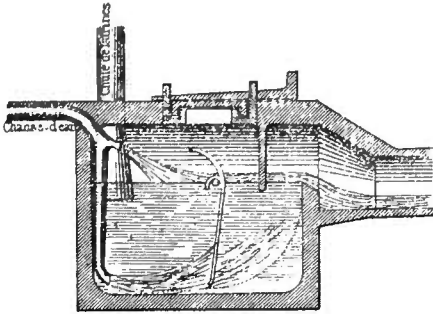


Fig. 43.

fosse, y fermentent et s'y diluent lentement pour s'écouler enfin par le syphon de trop plein.

Mais il arriverait un moment où la vidange manuelle de ces fosses fixes deviendrait nécessaire pour enlever les matières pâteuses qui finissent par s'y accumuler, puisque la grille et le syphon s'opposent à leur départ direct et immédiat.

Pour rendre ce nettoyage manuel moins fréquent, V Amoudruz installe de larges tuyaux d'eau pure de la Ville en tête de chaque fosse fixe, et il les perce, dans la fosse, de nombreux petits trous de jet, et les munit d'un robinet vanne se manœuvrant du dessus de la voie publique, et d'un compteur des volumes d'eau dépensés.

En ouvrant ce large robinet vanne, on fait ainsi parvenir l'eau de la Ville dans les fosses fixes avec toute la pression de la conduite publique, puisque ce large branchement d'eau privé est mis en *connexion directe* avec la grosse conduite. Sous l'énergique action de la force vive de l'eau de la Ville, les matières pâteuses des fosses fixes sont délayées rapidement et arrivent bientôt à un état de dilution qui leur permet de franchir la grille et le syphon de trop plein et d'arriver enfin jusqu'à la cunette de l'égout public.

Toutes ces manœuvres pouvant être faites à l'extérieur de l'habitation, il en résulte, à première vue, certains avantages particuliers.

Cependant, en étudiant tous les détails du système Amoudruz, on y rencontre bientôt de graves défauts sanitaires :

En effet, aux 80,000 fosses fixes actuelles, Amoudruz substitue 240,000 fosses fixes à séparateur-syphon, dont nous avons déjà fait

eaux des cours. Les eaux pluviales des toitures étant d'ailleurs dirigées dans les conduites d'amenée et de départ pour y produire d'utiles chasses.

La fosse fixe étant primitivement remplie d'eau pure, il s'ensuit que tous les résidus humides domestiques tombent brusquement au fond de cette

connaître tous les dangers spéciaux en étudiant ces systèmes décrits plus haut.

A ces dangers communs à tous les systèmes de fosses fixes à syphon-séparateur, Amoudruz ajoute encore un dispositif de vidange hydraulique présentant le vice capital d'exposer l'eau des conduites publiques à la pollution par les matières fécales, et à la virulence par les germes de maladie qui peuvent se rencontrer dans les fosses fixes.

Puisque ces conduites de chasse des fosses sont mise en *connexion directe* avec les conduites d'eau pure publique, et que toute aspiration produite dans les conduites publiques, par leur mise à sec volontaire ou accidentelle, peut aspirer ici les matières virulentes des fosses fixes d'Amoudruz, et introduire les germes des maladies épidémiques dans l'eau pure des canalisations publiques et privées. Danger que nous avons déjà signalé en étudiant les procédés d'alimentation d'eau de chasse de water-closets, qui, d'après tous les règlements officiels anglais et américains, doivent être soigneusement *disconnectés* de la canalisation d'eau pure, et pour lesquels on exige formellement un réservoir spécial de chasse.

Pour tous les dangers communs aux fosses fixes, et surtout par les fatales conséquences qu'il produirait en infectant les conduites d'eau pure, nous pensons que le système de vidange hydraulique de V Amoudruz doit être absolument écarté.

79. Système de Memphis. — Le colonel Waring a récemment appliqué à Memphis un système de drainage séparé, conseillé dès 1843 par Chadwick, et appliqué dès 1876 à Oxford par l'ingénieur White (1).

La ville de Memphis étant bâtie sur une éminence en forte pente vers le Mississipi, il a été facile de faire écouler les eaux de pluie directement au fleuve par le moyen des ruisseaux découverts.

Les égouts à petite section ne reçoivent donc que les vidanges et les eaux domestiques, qui y parviennent par un tuyau de 10 centimètres de diamètre spécial à chaque habitation, et débouchant dans

(1) *Report in the Main Drainage of Oxford, by H. White. 1877,*

les tuyaux de rues ayant 15 à 20 centimètres de diamètre, qui aboutissent en tuyaux collecteurs de quartier dont le diamètre varie de 30 à 38 centimètres, pour aboutir enfin à un égout de décharge de 50 centimètres de diamètre (1).

Peu coûteux à construire, le système Waring paraît cependant difficile à entretenir en bon état de service, malgré les chasses d'eau produites une fois par jour en tête de chaque drain par un réservoir à syphon de R. Fields.

Les obstructions ont toujours nécessité le creusement d'une tranchée, puisqu'on a cru faire une économie en supprimant ici les trous d'homme que le système anglais comporte à chaque angle du drainage, et qui permettent facilement l'inspection avec lampes suspendues, et le nettoyage manuel de toute obstruction au moyen de cannes à joints de bayonnette et d'outils spéciaux, sans jamais nécessiter aucune ouverture de tranchée.

D'un autre côté, les bulletins de statistique de Memphis continuant à fournir un taux de mortalité exceptionnellement élevé (2), on ne peut en conclure à la supériorité hygiénique du système Waring; qui nécessiterait d'ailleurs à Paris tout un second réseau spécial pour les eaux pluviales; car il est impossible d'écouler directement en Seine les eaux très polluées des cours et rues de Paris par le réseau des ruisseaux découverts, comme on l'a fait, au contraire, très facilement dans la petite ville de Memphis, établie en pente sur les bords d'un puissant fleuve.

80. Système Miotat. — Partisan convaincu du système du *Tout à l'égout*, l'architecte E. Miotat a proposé d'en faciliter l'application à Paris au moyen des dispositions suivantes, évitant le mélange des matières avec les dépôts de sables (3) : Sous le tuyau de vidange à l'égout, Miotat installe une cage en fer recevant les matières solides, qu'il dilue lentement par l'action du courant général de toutes les eaux sales. Ces matières diluées et toutes les eaux domestiques sont

(1) *Sanitary Engineer*, 1880, t. 3. p. 442.

(2) Mortalité de 35,9 pour les blancs, et de 62,9 pour les colorés, d'après le dernier bulletin du 24 novembre 1883, *Sanitary Engineer*, 1883, t. IX, p. 24.

(3) *Semaine des Constructeurs* 1881, 1882, et tirage à part : *Assainissement des égouts et habitations*, 1882.

ensuite dirigées dans l'égout public, où une cunette couverte les reçoit et les écoule en les tenant à l'abri du mélange des eaux pluviales provenant de la voie publique, et des sables entraînés par l'eau des ruisseaux de la chaussée.

Pour les égouts à construire, Miotat propose d'installer cette cunette couverte en contre-bas du profil actuel ; et pour les petits égouts construits, il se borne à y poser une cunette construite en grès vernis.

Enfin, en cas d'engorgement de la cunette, Miotat installe un trop plein débouchant au-dessus dans l'égout ordinaire.

Malgré toutes ces précautions, nous craignons qu'il soit difficile de maintenir cette cunette en bon état de propreté, car elle est placée en dehors de toute inspection visuelle, et les frottements y seront certainement plus intenses que dans une douce cunette découverte de même surface, puisque le périmètre mouillé est plus étendu en cunette fermée.

D'un autre côté, nous ne saurions conseiller l'usage d'aucun appareil dilueur des matières, car tous ces appareils constituent des arrêts de circulation favorisant la fermentation putride ; et leur emploi constitue ainsi une violation du principe fondamental de la circulation continue, qui exige formellement le départ *immédiat* de tous les résidus de l'habitation.

Enfin, pour éviter le mélange des résidus domestiques avec les dépôts de sables qu'on rencontre aujourd'hui dans les égouts, il faut surtout s'efforcer de supprimer ces dépôts de sables, dont la présence est également nuisible au prompt écoulement des détritiques organiques jetés sur la voie publique.

81. Système du Tout à l'égout. — Ainsi que son nom l'indique franchement, ce système de vidange par canalisation consiste dans le départ *immédiat* de toutes les matières de vidange par la voie des égouts publics, qui reçoivent en outre les eaux domestiques et pluviales, et celles de la voie publique.

Ce système est aussi parfois désigné sous le nom de système anglais, à cause des nombreuses applications qui en ont été faites par les ingénieurs anglais.

Comparé aux systèmes précédents, qui exigent tous des égouts spéciaux pour les eaux pluviales dans les grandes villes, le système anglais est évidemment le moins coûteux à établir, puisqu'une seule conduite privée et publique enlève à la fois tous les résidus du drainage domestique et public.

Le volume du liquide y étant porté au maximum, il en résulte que l'égout général comporte des pentes minima bien inférieures à celles nécessaires aux petits égouts à conduites séparées.

Le nettoyage en est également plus simple et plus efficace, car on peut inspecter un égout principal dans toutes ses différentes parties : branchements, bouches, cunette, tampons, orifice de ventilation ; quand il est difficile de surveiller et de nettoyer des égouts à petites section ayant de nombreuses ramifications inaccessibles à la vue et à la main.

Les chasses d'eau lavant un grand égout ont une action plus énergique et plus étendue que celles opérées en petits égouts ramifiés, ou les frottements énergiques des parois détruisent en grande partie la force vive de l'eau des chasses.

Enfin, la ventilation d'un grand égout simple est obtenue facilement par une seule série de cheminées d'extraction ; quand, au contraire, il est difficile et coûteux de ventiler un faisceau de petites conduites publiques par de nombreuses séries de cheminées d'extraction d'air vicié.

C'est d'ailleurs l'opinion des hygiénistes anglais et américains les plus autorisés, auquel nous allons emprunter quelques citations :

L'éminent ingénieur anglais Baldwin Latham n'hésite pas à donner hautement la préférence au water-carriage, puisqu'il a écrit (1) :

« De tous les systèmes proposés, le transport dans l'eau est le mieux adapté aux exigences variées de la population d'une ville, pour effectuer le prompt enlèvement des principales matières qui peuvent entrer en décomposition. »

Le capitaine Douglas-Galton s'exprime ainsi dans son bel ouvrage (2) :

(1) *Sanitary Engineering*, 1873, p. 17.

(2) *Healthy Dwellings*, 1880, p. 238.

« Excepté en cas où certaines conditions prévalent, il est préférable dans les villes, que les égouts, qui sont préparés pour enlever l'eau de pluie et l'eau impure, soient aussi employés à transporter les excréta et les résidus similaires qui requièrent leur enlèvement immédiat des habitations ».

Comme conclusion de son savant article *Soil and Water*, W. Ford, président du Bureau de Santé de Philadelphie, termine ainsi (1) :

« Là où les circonstances sont favorables, le transport dans l'eau, par lequel un net, prompt et rapide départ des matières est assuré, est sans méprise le mieux adapté aux grandes villes ».

Julius Adams, l'éminent ingénieur des égouts de Brooklyn, est également un partisan convaincu du système du *Tout à l'égout* pour les villes populeuses ; et il en a fait une large et heureuse application en Amérique (2).

L'ingénieur anglais Robert Rawlinson, dont la compétence exceptionnelle est universellement reconnue, s'exprimait récemment ainsi sur les avantages du système anglais appliqué à Francfort par les ingénieurs Gordon et Lindley (3) :

« En ce moment, je ne connais point de meilleurs travaux d'égouts principaux et de drainage des habitations que ceux exécutés à Francfort, soit en Angleterre, soit au dehors. »

Au point de vue technique, on voit donc que les ingénieurs anglais et américains sont parfaitement d'accord sur l'excellence du système du *Tout à l'égout* pour les villes populeuses, où les eaux d'égout sont déjà très polluées par les eaux ménagères et celles provenant de la chaussée ; et où, par conséquent, l'addition des matières de vidange ajoute proportionnellement peu de matières organiques à ces eaux d'égouts très polluées.

Ainsi que Frankland l'a prouvé par l'analyse des eaux d'égouts de 15 villes anglaises ayant des fosses d'aisances, et de 17 villes pratiquant le *Tout à l'égout* ; analyses que nous résumons ci-dessous

(1) Buck : *Hygiene and Public Health*, 1879, t. 1^{er}, p. 525.

(2) *Sewers and Drains*, 1880, p. 19.

(3) *The Builder*, 30 septembre 1882, p. 444.

d'après les chiffres de Baldwin Latham (1), de Ronna (2), et d'Arnould (3).

MATIÈRE EN SUSPENSION par mètre cube	Villes de fosses fixes	Villes de Tout à l'égout
Matières minérales... ..	0 ^k ,178	0 ^k ,241
Matières organiques... ..	0, 213	0, 205
Sommes.	0 ^k ,391	0, 446
<hr/>		
MATIÈRES DISSOUTES par mètre cube		
Ammoniaque	0 ^k ,054	0 ^k ,067
Azote nitrique	0	0, 0003
Azote organique... ..	0 ^k ,019	0, 022
Azote total.	0, 064	0, 077
Carbone organique.	0, 041	0, 046
Chlore... ..	0, 115	0, 106
<hr/>		
Sommes des matières dissoutes.....	0, 824	0 722
<hr/>		
Sommes des matières en suspension	0, 391	0, 446
<hr/>		
Sommes totales des matières.....	1 ^k ,215	1 ^k ,168

La composition des eaux d'égouts dans les deux cas de fosses fixes ou de vidange à l'égout est donc à peu près la même, et c'est encore avec le Tout à l'égout que la somme totale de matières est inférieure d'environ 47 grammes par mètre cube ; fait qui s'explique par la moindre quantité d'eau distribuée dans les villes à fosses fixes, ainsi que le prouve du reste l'excédent de chlore provenant des urines.

Malgré ces résultats d'analyses depuis longtemps connus, on a cependant récemment avancé que la vidange à l'égout produisant des liquides très corrosifs, il en résultait que les briques et ciments des parois

(1) *Sanitary Engineering*, 1873, p. 40.

(2) *Egouts et irrigations*, 1874, p. 43.

(3) *Eléments d'Hygiène*, 1881, p. 603.

de l'égout étaient attaqués et rendus perméables en peu d'années (1).

Cependant, tous les constructeurs savent parfaitement que les briques sont presque toujours perméables aux gaz et aux liquides. L'expérience classique de Pettenkofer (2) (3) (4) sur la perméabilité des murailles ordinaires est depuis longtemps connue, et on la rencontre exactement décrite et illustrée dans un grand nombre de traités d'hygiène (5).

Il n'y a donc pas lieu d'accuser les eaux d'égout d'être la cause de l'imperméabilité des briques non recouvertes d'un enduit de ciment.

Aussi est-ce particulièrement sur la destruction du ciment par les eaux d'égout que Kalf, Overbeek et Brouardel avaient manifesté des craintes peu fondées d'ailleurs.

Car les ciments et bétons de ciment employés depuis longtemps à la construction des égouts d'Hambourg et de Francfort ont été récemment examinés avec soin par des ingénieurs compétents, qui ont pu s'assurer que ces pierres artificielles et ces enduits en ciment constamment en contact depuis de longues années avec des eaux d'égout charriant toute la vidange de deux grandes villes populeuses, ont cependant résisté victorieusement à toutes les influences mécaniques et chimiques de ces frottements et contacts extérieurs.

Puisque ces bétons et enduits ont conservé des surfaces parfaitement dures et polies, et qu'en aucune partie de leurs parois on n'a pu découvrir de traces tendant à montrer qu'ils aient été affectés par l'eau d'égout (6).

Les prévisions contraires de Kalf, Overbeek et Brouardel ne reposaient donc sur aucun fondement sérieux.

L'influence du système du Tout à l'égout sur la santé publique, et

(1) Overbeek : *Evacuation des eaux*, 1880, p. 12, et Brouardel : *Assainissement de Paris*, 1881, p. 51.

(2) *Populäre Vorträge*, 1872, 1877, p. 42.

(3) Hess : *Popular Lectures*, 1873, p. 39.

(4) Radau : *Vêtements et Habitations*, 1883, p. 46.

(5) Arnould : *Éléments d'Hygiène*, 1881, p. 35 ; Buck : *Hygiene and Public Health*, 1879, t. 1, p. 401.

(6) *The Builder*, n° 2079, 1882, p. 763.

principalement sur la propagation des maladies épidémiques à ferments d'origine fécale, ayant donné lieu récemment à des discussions passionnées, nous allons rechercher quelle a été cette influence réelle dans les villes ayant adopté le Tout à l'égout.

Il faut d'abord bien distinguer entre les villes qui, comme Nancy et Bruxelles, par exemple, ont adopté depuis longtemps ce système sans suivre d'abord *aucune méthode* rigoureuse pour mettre les habitations à l'abri des émanations fécales ; et les villes qui ont su installer leurs égouts et leur drainage privé en suivant rigoureusement, dès l'origine des travaux, les principes méthodiques du véritable système anglais.

Si l'épidémie de fièvre typhoïde étudiée à Nancy pendant l'hiver 1881-82 par le professeur Poincaré (1) a pu être en partie attribuée aux émanations des égouts, il faut cependant bien reconnaître qu'on se trouve ici en présence d'un drainage privé excessivement défectueux.

En effet, le professeur Poincaré est le premier à reconnaître que :

« Considérés en eux-mêmes, les égouts municipaux de récente construction sont tout à fait corrects et perfectionnés. Une seule artère laisse à désirer par l'insuffisance de pente. Mais ce défaut, que la situation imposait, se trouve considérablement atténué par les chasses qu'impriment les égouts des rues perpendiculaires. Du reste, au moment de l'épidémie, il a été constaté qu'elle n'était nullement encombrée. Aussi est-ce plutôt dans les branchements particuliers des maisons qu'il faut aller chercher la véritable cause de l'influence fâcheuse des égouts.

Rarement ces branchements ont été faits avec ensemble dans une même rue.

Chacun prenait son entrepreneur habituel qui, lui-même, confiait le projet et l'exécution à deux ou trois ouvriers non au courant de ce genre de travail.

Chaque propriétaire voulait aussi utiliser de vieux matériaux et même des tronçons qui se rendaient à l'ancien canal, et cela au prix d'un défaut de pente, des directions les plus irrationnelles, de cou-

(1) *Annales d'Hygiène Publique*, 1882, p. 463.

des, et d'abouchements à ouverture oblique et aux niveaux les plus variables.

Les surveillants municipaux, qui n'étaient souvent que des employés subalternes, se sont trouvés débordés par l'activité avec laquelle on a poussé la réalisation du réseau général et se sont peu préoccupés des raccordements opérés sur la voie publique, dont aucun plan n'a été dressé, et dont nul attachement n'a pu être conservé par la Ville de Nancy. De sorte que la perspective de tâtonnements longs et coûteux fait écarter la recherche des ruptures supposées.

Quand à la partie des branchements comprise sous les habitations, l'autorité n'a pas cru posséder le droit d'en surveiller l'exécution, et c'est cependant là qu'on rencontre les plus dangereuses causes d'infection. Dans quelques maisons, ce conduit non étanche traverse la cave dont il contamine l'air confiné par ses suintements et ses exhalaisons. Dans d'autres, il passe sous les planchers des appartements du rez-de-chaussée ; ou dans un corridor à fleur du sol, recouvert simplement d'une planche, et même parfois en simple canal découvert.

Pour prévenir les obstructions, les constructeurs creusent un ou plusieurs petits bassins au-dessous de la section du canal. Le courant y dépose les matières lourdes et solides qui devraient être fréquemment enlevées, mais qui, en pratique, le sont rarement et ont ainsi tout le temps d'entrer en décomposition putride.

L'écoulement régulier des résidus n'y est pas assuré par des lavages suffisants, et cela uniquement par suite de la parcimonie intelligente des propriétaires. Car la Ville a mis des masses d'eau à la disposition des particuliers pour un prix d'abonnement modique.

Mais le défaut le plus général et le plus dangereux consiste dans l'absence de tout syphon hydraulique à l'évier et au siège d'aisances.

L'influence des émanations du tuyau d'évier non muni de syphon hydraulique est démontrée par la coïncidence de l'établissement de l'état endémique à Nancy avec l'application du règlement municipal qui, depuis 1869, enjoint de déverser directement les eaux ménagères à l'égout public par un tuyau qui aspire l'air du réseau d'égouts. Il est même des maisons où la situation de la cuisine est telle que tout

l'appartement peut être infecté par le tuyau d'évier. Ainsi que le professeur Poincaré l'a constaté rue Saint-Georges, 83, où les latrines extérieures ne pouvaient être mises en cause. Et cependant, en 1879 la fièvre typhoïde y a sévi avec une extrême intensité.

Les cuisinières, exposées plus directement à ces émanations de l'évier, ont du reste présenté un nombre exceptionnel de cas de fièvre typhoïde.

L'influence des émanations du siège d'aisances s'explique facilement quand on constate qu'à Nancy aucun obturateur n'existe dans les latrines des maisons du peuple ; et que les syphons et chasses d'eau sont volontairement omis dans les latrines des habitations bourgeoises.

La situation de ces cabinets d'aisances contribue aussi considérablement à augmenter les dangers d'infection et de contagion, puisque ces cabinets sont placés au fond d'un corridor commun sur lequel s'ouvrent *directement* toutes les chambres à coucher, et qui constitue un tuyau d'extraction par lequel toutes les chambres chauffées pompent énergiquement l'air du cabinet, des drains et de l'égout public.

D'autant plus que pendant toute la durée de l'épidémie la température extérieure a toujours été assez basse pour nécessiter l'usage du feu dans les appartements infectés. »

Par cette analyse sommaire du travail du professeur Poincaré, il est aisé de voir que les installations privées du drainage domestique de Nancy étaient, en 1881, dans l'état le plus barbare et le plus dangereux, et que c'est bien à cette mauvaise construction du drainage privé qu'il faut attribuer tous les fâcheux effets dont on avait accusé le drainage public.

Aussi, par des arrêtés du 20 janvier et du 20 avril 1882, le maire de Nancy a enfin sévèrement réglementé le drainage privé (1).

Quant aux égouts de Bruxelles, accusés d'avoir propagé l'épidémie de fièvre typhoïde de 1869 dans le quartier Léopold, nous allons en étudier la mauvaise construction, en prenant pour guide le Rapport Maus et Van Mierlo (2) : qui constate d'abord que les égouts

(1) *Revue d'Hygiène*, 1882 p. 526.

(2) *Annales d'Hygiène Publique*, 1876.

publics de Bruxelles étaient alors fermés par des syphons hydrauliques plus profonds et plus résistants que les syphons du drainage privé, d'où introduction forcée des gaz de l'égout dans l'habitation.

Les water-closets étaient aussi installés sur un tuyau de chute muni à son pied d'un chaudron formant syphon, et forçant ainsi tous les gaz à remonter par le siège d'aisances non ventilé

Les coupe-air installés par les particuliers laissent également beaucoup à désirer par leur facilité à s'ébrêcher au biseau, par leurs surfaces d'eau inégales, et surtout par leur défaut de plongée d'eau qui s'évaporait facilement pendant l'absence des habitants, en laissant ainsi un libre accès aux gaz infects et aux contagés vers l'habitation.

Dans ces conditions déplorables de construction et d'insuffisant entretien d'eau des syphons, il ne faut pas s'étonner des résultats fâcheux attribués au drainage privé du quartier Léopold.

Mais il n'y faut voir qu'une mauvaise application du Tout à l'égout. Et le professeur Overbeek, ennemi déclaré du système anglais, est ici le premier à reconnaître qu'il serait *déloyal* d'imputer cette épidémie au *système anglais* (1).

Les admirables travaux démographiques du docteur Janssens, l'éminent inspecteur du service de santé de Bruxelles, ont d'ailleurs établi que la mortalité par fièvre typhoïde y a considérablement diminué depuis l'adoption du Tout à l'égout, et surtout depuis que le Bureau d'Hygiène exerce une surveillance attentive sur le drainage privé des habitations ; puisque cette mortalité spéciale, qui s'élevait à 16,5, par mois, en 1864-73, s'est abaissée à 8,5 en 1874-80. Malgré la façon généralement défectueuse dont se fait le déversement à l'égout public, défauts constatés encore récemment par la Commission technique, et qu'il faut attribuer au manque de réglementation de ces travaux spéciaux de drainage privé, exécutés par les propriétaires, et un peu selon leur caprice (2).

La Ville de Bruxelles a d'ailleurs reconnu l'utilité de cette réglementation officielle, puisqu'elle a chargé le savant docteur Janssens

(1) *Évacuation des eaux*, 1880, p. 41.

(2) *Revue d'Hygiène*, 1883, p. 178.

de préparer un rapport sur cet important sujet d'hygiène publique (1).

Après avoir ainsi étudié l'influence contagieuse des réseaux du drainage public et privé qui n'ont point tout d'abord admis le système anglais dans toute sa rigueur, nous allons maintenant rechercher quelle a été cette influence contagieuse dans les villes ayant adopté le *système anglais véritable* dès la création de leur réseau public et privé.

D'après le professeur Parkes (2) et les travaux de Buchanan et Simon :

« A la suite de l'adoption du système anglais dans 24 villes anglaises, trois de ces villes seulement eurent un accroissement de mortalité par fièvre typhoïde, mais cet accroissement fut manifestement occasionné par l'imperfection des travaux d'égout mal dirigés.

Dans les 21 autres villes ayant leur vidange totale à l'égout mieux installée, la réduction de la mortalité par fièvre typhoïde fut très marquée, puisqu'elle fut diminuée de plus de 45 pour 100.

Et les épidémies de choléra y furent encore moins meurtrières, puisque Buchanan assure qu'elles y devinrent pratiquement inoffensives. Ainsi qu'on l'a d'ailleurs constaté à Dantzik, où le choléra fit 1098 victimes en 1866, avant l'exécution des égouts ; et seulement 91 en 1873, après la mise en pratique du système du Tout l'égout. »

D'après le docteur Liévin (3) : Dantzik avait une mortalité moyenne de 35,7 pour 1000 habitants en 1869, avec des maxima de 49 et 55 dans certains quartiers. De 1872 à 1879, après la mise en usage de la vidange totale à l'égout, cette moyenne est descendue à 28,6 par 1000.

En 1864-71, la mortalité typhoïde fut de 9,9 pour dix mille habitants. Mais depuis 1872, date de la mise en pratique du Tout à l'égout, elle s'est abaissée progressivement ainsi pour la population fixe :

(1) *Revue d'Hygiène*, 1882, p. 531.

(2) *Practical Hygiene*, 1878, p. 387.

(3) *Annales d'Hygiène Publique*, 1882, p. 44.

DANTZIK

Années	Proportion pour 10.000
1864—71	9,9
1872.....	7,0
1873.....	4,0
1874.....	5,0
1875.....	3,2
1876.....	2,5
1877... ..	1,8
1878.....	1,7
1879.....	0,74

La Ville de Hambourg ayant appliqué le système anglais dans toute sa rigueur, a vu ainsi décroître sa mortalité typhoïde : (Krauss) (1).

HAMBOURG

Dates.	Etat des égouts	Décès par fièvre typhoïde sur 1000 décès
1838—44	Avant.....	48,5
1845—53	En construction.....	39,5
1854—61	Construits	29,9
1862—69	id.....	22,0
1871—80	id.....	13,3
1880	id.....	10,5

Enfin, la ville de Francfort-sur-le-Mein, drainée par les ingénieurs Gordon et Lindley, avec admission directe des vidanges à l'égout, et surtout avec de rigoureuses conditions de drainage privé dont toute la canalisation et les appareils sont placés sous la surveillance de la Ville, a pu constater ainsi l'abaissement graduel de la mortalité typhoïde par 100.000 habitants et par an : (2)

FRANCFORT

Années	Water-Closets écoulant à l'égout	Décès par fièvre typhoïde p. 100,000 habitants
1870.....	49	89
1871.....	400	76
1872.....	1926	57
1873.....	4085	63
1874.....	7077	112
1875.....	11054	43

(1) *Revue d'Hygiène* 1882, p. 513.

(2) *Id.* p. 806.

1876.....	13691	.....	35
1877.....	16048	... ..	46
1878.....	18151	.....	23
1879.....	19931	.....	28
1878—80. ....	”	.....	20
1881.....	25000	.....	41

Aux mêmes époques, la mortalité typhoïde de la ville de Paris suivait au contraire l'énorme progression suivante, en conservant sa vidange en fosses fixes : (1)

PARIS

Années	Décès pour 100.000 habitants
1872..	49,0
1873.....	49,2
1874...	42,4
1875.....	53,2
1876.....	102,2
1877.....	58,9
1878.....	41,1
1879.....	51,6
1880.....	97,3
1881..... ..	95,8
1882.....	150,0

Ainsi, en 40 ans, la mortalité typhoïde à triplé à Paris, malgré l'usage général des fosses fixes qui, d'après l'enseignement officiel de la Faculté de Paris, auraient eu cependant l'avantage de détruire les virus des maladies épidémiques, en constituant ainsi un moyen efficace d'assainissement ! (2)

Quand, au contraire, la mortalité typhoïde a constamment diminué dans toutes les villes appliquant méthodiquement le Tout à l'égout ; système qu'on accuse encore d'être une cause active de propagation des maladies épidémiques à ferments et virus d'origine fécale !

On voit donc enfin, qu'au point de vue technique, le système anglais est hautement préféré pour les villes populeuses par les plus éminents ingénieurs sanitaires ; qu'au point de vue de la composition chimique, les eaux d'égout du système anglais ne sont pas plus impures que celles des villes à fosses fixes ; et surtout, qu'au point

(1) Brouardel : *Annales d'Hygiène*, 1882, t. VIII, p. 563.

(2) Bouchardat : *Traité d'Hygiène*, 1882, p. 818.

de vue de la propagation des maladies épidémiques à ferments d'origine fécale, le véritable système du Tout à l'égout est très supérieur à celui des fosses fixes.

Nous en concluons ainsi, avec la plus haute impartialité, que le système du Tout à l'égout, méthodiquement appliqué, peut rendre les plus grands services à l'hygiène des cités populeuses.

82. Systèmes de vidange par canalisation applicables à Paris.

— Nous croyons avoir démontré que pour promptement évacuer l'énorme volume de 72,000 mètres cubes fourni chaque jour par les water-closets et urinoirs de Paris, il était indispensable d'avoir recours à un système de vidange continue par canalisation privée et publique.

Après avoir étudié tous les systèmes de vidange par canalisation proposés ou appliqués, nous avons donné les raisons techniques qui nous font conclure à repousser l'usage à Paris des systèmes : Berlier, Liernur, Shone, Amoudruz, de Memphis, Miotat.

Nous avons, au contraire, conseillé *l'essai limité* du système pneumatique d'Aristide Dumont, parce qu'il nous a paru le plus simple des systèmes pneumatiques à canalisation étanche métallique, et aussi parce que son application à Paris ne donnerait lieu à *aucune redevance* pour un système ayant toujours appartenu au domaine public.

Mais, en attendant les résultats techniques, économiques et sanitaires de l'essai limité du système pneumatique A. Dumont, nous avons cru nécessaire d'examiner longuement et minutieusement si le système du Tout à l'égout pouvait être heureusement appliqué à Paris, comme il l'est déjà dans la plupart des grandes villes d'Europe et d'Amérique, où il rend les plus grands services à l'hygiène publique.

De cette étude spéciale du Tout à l'égout pour Paris, nous avons pu enfin conclure :

1° Qu'avec un volume d'eau suffisant, aucun dépôt ne pouvait séjourner dans les drains privés méthodiquement installés ;

2° Qu'il était possible de supprimer tous les dépôts de sable encombrant aujourd'hui les égouts publics ;

3° Qu'avec de très légères modifications dans la section et la paroi de la cunette des égouts modernes, et l'emploi d'un volume d'eau suffisant, il était possible de produire un *écoulement continu* dans toute l'étendue du réseau d'égouts modernes, et d'y prévenir ainsi tout dépôt de résidus organiques ou minéraux ;

4° Qu'il était possible d'empêcher les crues de la Seine d'envahir les égouts ;

5° Qu'il était facile de ventiler naturellement et méthodiquement l'ensemble du réseau d'égouts publics et de drains privés, afin d'empêcher toute accumulation de gaz infects et toxiques.

Les preuves rigoureuses de la facile réalisation des cinq points ci-dessus étant fournies aux chapitres Drainage, Egouts, et Utilisation des eaux d'égout, nous pouvons donc déjà admettre :

Qu'avec un bon système de drainage domestique, de légères modifications de la cunette des égouts modernes, un volume d'eau suffisant, et une ventilation méthodique de l'ensemble du drainage privé et public, il est facile d'assurer à Paris un écoulement continu de tous les résidus organiques, et d'empêcher toute stagnation de gaz infects et toxiques.

Et que ces deux conditions de *circulation continue* des liquides et des gaz d'égout étant à la fois nécessaires et suffisantes, il en résulte enfin la possibilité d'appliquer heureusement le système du Tout à l'égout à la vidange continue des habitations de Paris.

83. Canalisation générale intérieure du drainage des résidus domestiques : (a) Système officiel de la Ville de Paris. — Actuellement, la canalisation du drainage intérieur de l'habitation parisienne laisse beaucoup à désirer, même quand elle est continuée jusqu'à l'égout.

En effet, les tuyaux d'eau pluviale sont souvent parcourus par l'air des égouts quand le syphon de pied est à sec, et ils peuvent transmettre ainsi des miasmes sous les fenêtres voisines du sommet.

Les tuyaux de descente d'eaux de toilette, de cuisine, et des water-closets ne sont pas munis de syphons intérieurs ; leur sommet se

du syphon hydraulique qu'ils devaient tous comporter ; aucun des tuyaux de chute anciens n'a point non plus été remplacé par un tuyau à joints absolument étanches, puisque toute la dépense occasionnée par cette installation officielle ne monte qu'à 775 francs pour cet important immeuble de 7 étages abritant 72 habitants. Faible dépense qui s'explique par le peu d'importance de la canalisation ajoutée, qui consiste en tuyaux de fonte de 0^m,22, et de grès de 0^m,15, posés le long des murs de cave, et recevant les eaux d'évier et les matières de vidange en deux branchements séparés de l'égout par un profond syphon, avec chasses d'eau de pluie en tête amont.

Ainsi, cette installation de la rue Albouy n'est point pourvue d'appareils sanitaires à syphon hydraulique, et elle comporte encore la dangereuse canalisation de chutes en fonte à joints ouverts. Puis, à toute cette dangereuse installation ancienne, on a joint de simples tuyaux en grès ou en fonte aussi mal joints, pour réunir tous ces courants partiels en un seul drain général séparé de l'égout par deux profonds syphons non ventilés.

Or, la présence de ces deux syphons imposait l'installation d'une prise d'air pur en amont de chaque syphon. Aucune prise d'air pur n'existant en tête amont des syphons de cave, il en résulte que tous les gaz infects doivent être refoulés dans les appartements inférieurs quand on vide brusquement une grande quantité de matières liquides aux étages supérieurs.

Tout cet ensemble d'installation officielle nous paraît donc très dangereux pour la santé des habitants de cet immeuble de la rue Albouy.

Une seconde installation du Tout à l'égout a été construite chez Francisque Sarcey, 59, rue de Douai, et, d'après les croquis-coupes que nous avons sous les yeux (1), elle nous semble aussi défectueuse que la première.

En effet, le drain général des caves est simplement constitué en tuyaux de grès dont les joints ne peuvent jamais conserver une étanchéité absolue, d'autant plus nécessaire ici qu'on a affaire à un

(1) *Semaine des Constructeurs*, t. 7, p. 546, fig. 4-2.

drain profondément enfoui dans le sol des caves, qu'il peut contaminer et saturer de matières organiques sans qu'il soit possible de s'en apercevoir à simple vue.

De plus, ce drain général est encore ici muni d'un siphon non ventilé directement en amont, et s'opposant ainsi à la libre sortie des gaz viciés poussés par les décharges brusques des résidus liquides d'amont, gaz viciés qui sont ainsi forcément refoulés dans l'habitation.

Une troisième installation officielle de vidange à l'égout a été disposée rue Murillo, 18, hôtel Siegfried, et elle présente aussi tous les défauts de la canalisation de l'hôtel F. Sarcey.

Puisque tous les drains de cave ne sont que de simples tuyaux de grès à joints emboîtés, qu'ils sont aussi posés dans le sol des caves, et qu'ils sont munis de deux profonds siphons non ventilés en amont, et forçant ainsi les gaz viciés à s'introduire dans l'hôtel (1).

Enfin, les ingénieurs de la Ville de Paris ont encore dressé des plans-modèles d'installation officielle qui ont figuré à l'Exposition d'Hygiène de Genève, 1882, et qui sont également fort dangereux.

Plans-modèles qui ont d'ailleurs fait l'étonnement des hygiénistes anglais, et que le journal du très compétent architecte Godwin a critiqué vivement dans un article spécial, dont nous croyons utile de reproduire un fragment librement traduit (2) :

« Mais tous les observateurs anglais, possédant seulement quelques légères connaissances du sujet, ont été surpris, sinon scandalisés, par une immense peinture en deux parties montrant les désavantages des fosses fixes comparés aux avantages de la vidange à l'égout :

La première partie du tableau représente, en un dessin vraiment parlant, l'intérieur d'une maison pendant la vidange d'une fosse d'aisances : depuis les habitants du grenier jusqu'aux personnes circulant dans les rues, chacun cherche à échapper à l'odeur infecte.

(1) *Semaine des Constructeurs*, t. 7, p. 546, fig. 3-4.

(2) *The Builder*, 1882, n° 2066, p. 349.

Certainement, ceci rend bien un inconvénient domestique avec lequel tous les Parisiens expérimentés sont familiers.

La seconde partie du dessin représente les mêmes personnes, dans la même maison, jouissant paisiblement de la soirée sans éprouver aucun inconvénient.

Le dessin montre aussi que la fosse d'aisances a été supprimée, et que les water-closets et autres appareils sanitaires sont placés en connexion directe avec l'égout public.

Comme un moyen de popularisation d'un principe généralement approuvé, ce genre de dessin peut rendre service ; mais, par lui-même, il est, au contraire, une triomphante démonstration de la supériorité des fosses fixes sur la vidange à l'égout, en un pays où il est certain qu'une profonde ignorance du drainage de l'habitation reste prévalente.

Suivant le modèle en question, au lieu d'un perfectionnement, les gaz infects sont condensés par toute la maison.

On voudrait à peine croire qu'il n'y a point une seule précaution prise pour prévenir l'entrée des gaz infects dans l'habitation.

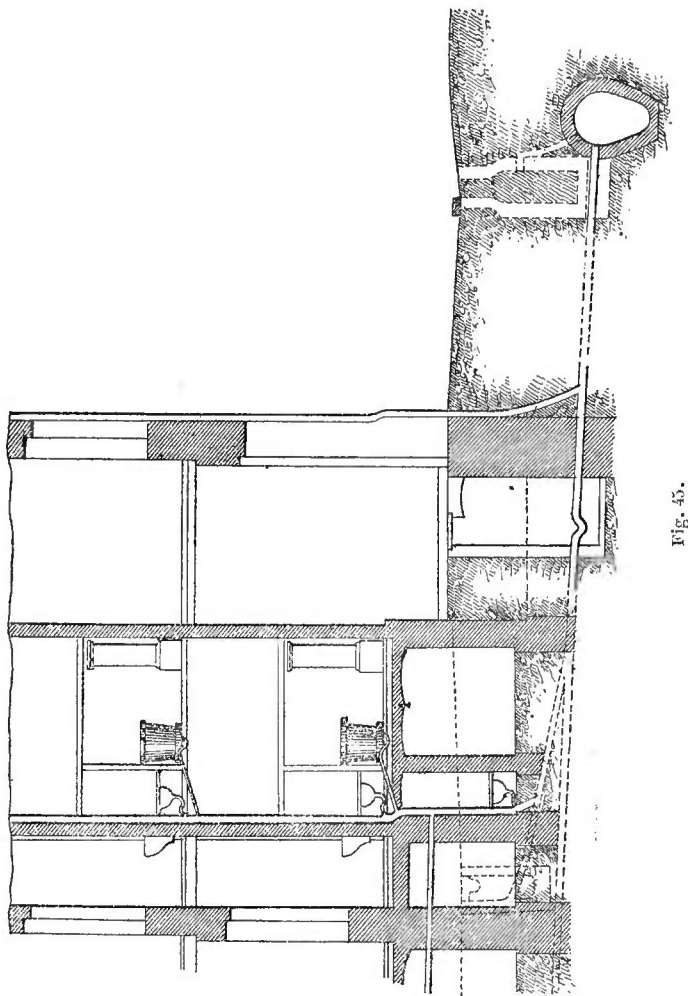
Le tuyau de chute cesse sous le siège du plus haut cabinet, il n'est point conduit jusqu'au-dessus du toit pour la ventilation ; il communique par des jonctions avec tous les autres closets de chaque étage, et aucun de ces appareils n'est fermé par un siphon hydraulique. Il en est seulement placé un au bas du drain dans le voisinage de l'égout public ; mais aucuns moyens quelconques ne sont indiqués pour ventiler ce drain, ou pour ventiler l'égout particulier dans lequel le drain descend.

La maison est ainsi complètement sans protection, et, dans certaines circonstances, la vieille fosse d'aisances, avec tous ses inconvénients, doit être de beaucoup préférable.

Il est donc étonnant que l'Administration municipale de Paris se soit permis d'envoyer ce dessin, plein de toutes les imperfections, pour être présenté comme un modèle officiel dans une telle occasion ! »

Si nous remarquons encore que ce jugement sévère émane d'une des plus hautes autorités sanitaires de Londres, car l'architecte Godwin a reçu en 1881 la grande médaille d'or de la Reine pour ses

remarquables études sanitaires (1), nous en concluons qu'on est enfin parfaitement autorisé à écarter les dangereux systèmes de canalisation des résidus domestiques construits sur les plans et modèles officiels exposés en 1882 par les ingénieurs de la Ville de Paris.



84 (b). Système Allemand. — Un certain nombre de grandes villes d'Allemagne : Breslau, Dantzik, Francfort, Hambourg, etc., ont été

(1) *Semaine des Constructeurs*, t. 5, p. 380. — P.-S. M. Godwin vient d'être nommé commissaire royal pour l'étude des logements des pauvres (le *Temps*, n° 8349, 7 mars 1884)

drainées par les ingénieurs anglais et allemands, et leur canalisation intérieure se rapproche tout naturellement du système anglais.

Mais la ville de Berlin ayant été drainée uniquement par des ingénieurs allemands, c'est particulièrement l'étude de son drainage intérieur qui peut nous faire connaître quels sont les principes officiellement suivis en Allemagne pour la canalisation du drainage intérieur des habitations (1).

Or, en étudiant les plans et profils (fig. 45) rapportés d'Allemagne et publiés par le professeur A. Durand-Claye (2), nous pouvons rapidement reconnaître que les instructions officielles sur le drainage intérieur sont absolument défectueuses. En effet, il est aisé de voir sur ces dessins, qu'aucune disposition n'a été prise pour ventiler les syphons d'appareils sanitaires intérieurs, qui sont ainsi exposés au syphonage et aux projections pulvérisées.

Et il en est de même pour le drain général de la cour, fermé par un profond syphon hydraulique et un clapet battant en fonte placés tous deux près de la porte cochère, sans qu'aucun tuyau de ventilation n'ait été ménagé en amont de ce profond syphon.

Ce qui a pour résultat de priver le drain de toute circulation d'air, et de faire refluer les gaz viciés vers les appareils sanitaires intérieurs !

Le docteur Renk avoue d'ailleurs franchement que ces travaux techniques d'installations intérieures sont très mal connus en Allemagne (3), puisque toute la bibliographie technique sanitaire allemande ne comporte qu'une *seule brochure* de Paul Gerhard sur le *drainage américain* conseillé pour Berlin (4), et qu'un seul journal allemand s'occupe de l'étude technique des canalisations intérieures (5).

85 (c). Système Anglais. — De même qu'en France et en Allemagne, ce ne sont point les règlements modèles officiels du drainage intérieur des habitations anglaises qu'il faut adopter de préférence,

(1) Janke : *Die Schwemmcanalisation*, Berlin, 1879.

(2) *Revue d'Hygiène*, 1881, et Atlas publié à part, pl. VIII.

(3) *Die Kanalgase*, 1882, p. 6-7.

(4) *Anlagen von Hausentwässerungen*, 1880. Berlin.

(5) *Gesundheits-Ingenieur*, 1878-1884. Berlin.

car nous allons prouver qu'ils sont profondément défectueux par eux-mêmes, et par l'insuffisante compétence technique des agents officiels spécialement chargés de leur application : Locals Surveyors et Inspectors of Nuisances :

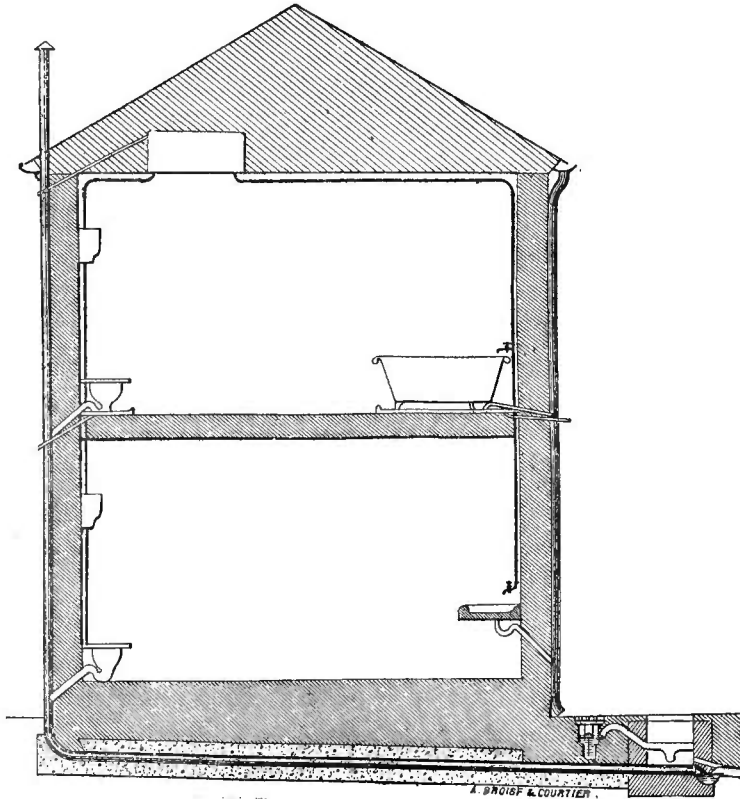


Fig. 46.

En effet, si nous étudions d'abord la dernière publication officielle du Local Government Board (1), dont les diagrammes modèles ont été dressés ou approuvés par l'ingénieur Rogers Field, nous y rencontrerons bien vite de nombreux et graves défauts techniques : Le diagramme XXIV, par exemple, indique à droite (fig. 46), un tuyau de descente d'eau de pluie servant également de tuyau de perte pour un évier et un bain au-dessus dont les syphons ne sont point

(1) Knight : *Annotated Model Bye Laws*, 1883, p. 102-103.

ventilés en couronne ; ces deux appareils sanitaires sont donc exposés au syphonage direct, ou communiqués pendant les pluies abondantes ou par la vidange du bain.

A gauche de ce même diagramme officiel récent (fig. 46), on a dessiné deux water-closets superposés et absolument dépourvus de toute ventilation à la couronne de leur syphon, ce qui est une cause certaine de syphonage et de projections pulvérisées introduisant les gaz infects et les dangereux virus dans l'habitation.

A la partie inférieure de ce même diagramme officiel, on a figuré (fig. 46) un drain général en poterie dissimulé sous le sol, ce qui expose presque toujours le sol aux infiltrations des résidus liquides, puisque K. Burton, ingénieur de l'Association de Protection sanitaire, a montré que les drains en poterie des caves de Londres donnent, 999 sur 1000, lieu à des fuites, et qu'on n'en compte ainsi que 1 sur mille véritablement étanche (1).

Les diagrammes XXV, XXVII, signés par Rogers Field, indiquant aussi des syphons de bain et d'évier non ventilés en couronne, nous en concluons que cet habile ingénieur ne paraît point avoir accordé une attention suffisante à ces importants détails en des dessins présentés comme modèles officiels et réglementaires.

C'est là une négligence d'autant plus grave qu'elle émane d'un des membres du Bureau d'examineurs du Sanitary Institute of Great Britain, bureau qui s'est arrogé le droit de décerner des diplômes sanitaires aux Surveyors et Inspectors of Nuisances, après examen passé devant : Le capitaine Douglas-Galton, président du Bureau ; les professeurs Corfield, de Chaumont, Henri Robinson ; les ingénieurs Rogers Field, Ogle Tarbotton, etc (2).

Or, si nous étudions les savantes publications de tous ces examinateurs spéciaux, nous constaterons qu'ils ont *tous* omis de signaler l'importance de la ventilation des syphons contre les effets dangereux du syphonage et des projections pulvérisées :

1° Dans les *Regulations* publiées par l'ingénieur Ogle Tarbot-

(1) *Sanitary Record*, 1883, p. 353.

(2) *Sanitary and Medical Records Diary for 1883*, p. 115

ton (1), celui-ci ne parle point des effets du syphonage et des moyens de l'empêcher ;

2° Dans la même publication, le rapport de l'ingénieur Rogers Field n'en fait point mention ;

3° Dans son récent manuel sur le sewage (2), le professeur Robinson donne d'assez nombreux détails sur le drainage intérieur de la maison, mais il ne souffle mot de la ventilation si importante de la couronne des syphons ;

4° Dans son intéressant petit manuel, (3) le professeur De Chaumont oublie absolument cette importante recommandation.

5° L'utile petit traité illustré du professeur Corfield (4) néglige entièrement de parler de cette indispensable disposition ;

6° Enfin, dans son savant travail sur les habitations (5), le capitaine Douglas Galton publie un dessin modèle de drainage domestique où l'évier et les deux water-closets sont absolument dépourvus de toute ventilation à la couronne de leur syphon.

Ce savant ingénieur a encore commis la même erreur dans sa consultation sur les travaux de Cannes (6), où il a tout simplement donné copie de son dessin modèle de drainage intérieur publié en 1880 !

On voit ainsi que nous avons d'excellentes raisons d'avancer que l'examen sanitaire des Surveyors et Inspectors anglais n'est pas assez rigoureux au point de vue technique, puisque les six examinateurs officiels ont eux-mêmes fourni les preuves de leur négligence technique sur un point capital du drainage intérieur des habitations, et que le capitaine Douglas Galton, président du Bureau des examinateurs, a publié, en France et en Angleterre, des modèles graphiques d'un drainage intérieur excessivement dangereux !

Ce n'est donc point en ces publications officielles et semi-officielles qu'il convient d'étudier les dispositions modèles du meilleur

(1) *The late Visitation of Typhoid Fever in Uppingham*, p. 28.

(2) *Sewage Disposal*, 1882, p. 4.

(3) *The Habitation in Relation to Health*, 1879.

(4) *Dwelling Houses*, 1880.

(5) *Healthy Dwellings*, 1880, p. 240, fig. 50.

(6) *Rapport sur le drainage de Cannes*, 1883, pl. 1, fig. 1.

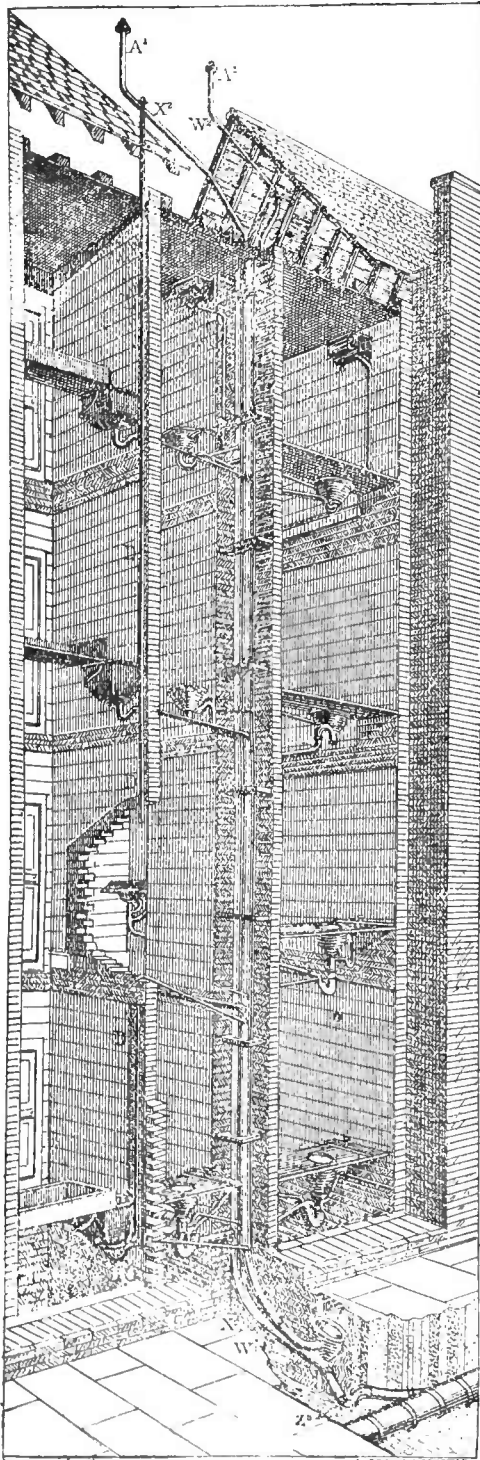


Fig. 47.

leur système de drainage de l'habitation anglaise, mais bien plutôt dans un excellent ouvrage récemment publié par un simple ingénieur civil anglais, S. Hellyer (1), ingénieur sanitaire à Londres.

Dans ce système modèle (Fig. 47), tous les appareils sanitaires sont séparés des tuyaux de chute par un syphon hydraulique soigneusement ventilé en couronne contre les effets du syphonage et des projections pulvérisées.

Tous les tuyaux de chute en plomb, W^1 , X^1 , sont de petit diamètre et parfaitement étanches aux gaz; ils sont prolongés avec ce même diamètre jusqu'au-dessus des toits, et sont séparés du drain général des caves par un profond syphon de disconnection Z^1 placé dans les cours ou courettes. Au-dessus de ce syphon de pied, on a percé une ouver-

(1) *The Plumber and Sanitary Houses*, 2^e édition, pages 252, 256, 273.

ture permanente d'introduction d'air pur, qui peut ainsi toujours circuler dans les tuyaux de chute et de ventilation D des couronnes de syphon en s'échappant enfin au-dessus des combles en A¹, A², X²

Le drain général des caves est construit en fonte de fer à joints au plomb mattés, et il est encore séparé de l'égout public par un profond syphon disconnecteur soigneusement ventilé en amont.

Le nettoyage automatique de ce drain général est facilement obtenu par des chasses d'eau pure en tête amont du tronc principal et des branchements latéraux. Enfin, la ventilation continue de ce drain est assurée par une prise d'air pur en amont du syphon d'égout, et un tuyau d'extraction d'air vicié, en tête amont du drain, s'élevant jusqu'au-dessus des toits.

Hellyer repousse donc absolument l'usage des fragiles et peu hermétiques drains en poterie sous et dans l'habitation, où il adopte exclusivement les drains en fonte de fer avec joints au plomb mattés.

L'ingénieur C. Robins est encore plus exigeant, puisqu'il pose ces tuyaux en fonte à joints étanches dans une galerie souterraine spéciale où ils sont suspendus sur consoles (1).

C'est aussi l'avis de l'ingénieur W Eassie, qui vient d'adopter cette dernière disposition de pose de tuyaux de fonte en galerie pour le drainage général d'une grande maison anglaise (2).

En s'inspirant ainsi des excellents principes suivis par l'ingénieur Hellyer pour le drainage intérieur des habitations anglaises, on constituera enfin un système réunissant un *maximum théorique* de garanties sanitaires, puisque chaque appareil, chaque tuyau de chute et chaque drain général sont protégés par un syphon hydraulique spécial.

86 (d). Système Américain. — Le climat rigoureux de l'Amérique du Nord impose des dispositions toutes spéciales de canalisation intérieure, afin d'éviter les obstructions et les ruptures par congélation.

Pendant, les instructions officielles du Bureau de Santé de New-York laissaient autrefois beaucoup à désirer, ainsi qu'on peut s'en

(1) *Sanitary Record*, 1883, p. 354.

(2) *Our Homes*, 1883, p. 622.

assurer par l'examen d'un dessin de ce drainage officiel (fig. 48) paru en 1877 (1); système officiel qui fut d'ailleurs vivement attaqué par l'éminent ingénieur sanitaire E. Philbrick (2), qui lui reprochait avec raison d'être dangereux par les trois causes suivantes :

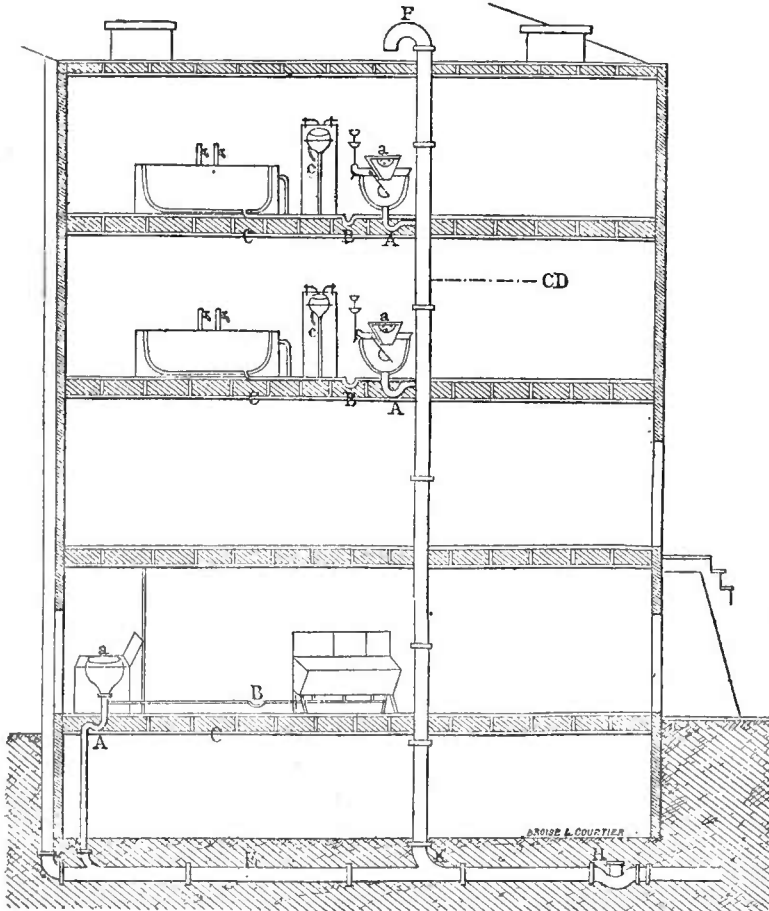


Fig. 48.

1° Le tuyau de descente de gauche de l'eau de pluie introduisait aussi de l'air comprimé par la trompe formée par l'eau de pluie dans sa chute, et cet air comprimé pouvait forcer les syphons intérieurs,

(1) *The Sanitary Engineer*. t. 1. p. 4.

(2) *The Sanitary Engineer*. t. 1, p. 22.

puisqu'il ne pouvait s'écouler vers l'égout séparé du drain par un syphon H très profond et non ventilé directement en amont, ni par le tuyau K F pendant l'écoulement des eaux impures en C D.

2° Les tuyaux de drainage B C des toilettes, baignoires et bacs n'avaient pas de pente suffisante, et ils débouchaient dans les syphons A des water-closets, au lieu d'être munis chacun d'un syphon spécial débouchant directement dans un tuyau de chute vertical.

3° Les appareils sanitaires munis de syphons n'avaient point de ventilation spéciale en couronne contre le syphonage et les projections pulvérisées de l'eau de ces syphons ; les gaz viciés et les germes pouvaient donc ainsi pénétrer fréquemment dans l'habitation américaine.

En 1879, l'ingénieur sanitaire américain J. C. Bayles fit paraître la seconde édition d'un livre remarquable, où il indique en détail toutes les dispositions d'un drainage domestique perfectionné(1) évitant tous les dangers signalés par Philbrick dans les instructions et dessins officiels :

1° Pour empêcher les fâcheux effets du passage de l'air comprimé au travers de l'eau des syphons intérieurs, Bayles supprime absolument tout syphon de pied sur le drain des caves ; l'air comprimé par la descente des eaux peut donc s'écouler librement vers l'égout sans refluer en pression sur l'eau des syphons intérieurs. La suppression du syphon de pied évite encore les graves obstructions et ruptures qui s'y produisaient par congélation, et laisse ainsi l'air circuler librement et constamment dans toute la canalisation intérieure, ce qui oxyde les matières organiques et atténue les virus (Pasteur).

Enfin, le nettoyage du drain inférieur n'est plus empêché ni ralenti par les dépôts qui se forment toujours dans les syphons horizontaux, et les chasses d'eau deviennent enfin tout à fait efficaces.

2° Pour éviter les inconvénients des longs tuyaux de vidange horizontaux débouchant tous dans l'unique tuyau de chute conseillé par le Bureau de Santé, Bayles multiplie les tuyaux de chute qu'il place ainsi le plus près possible de la verticale des différentes séries d'ap-

(1) *House Drainage*, 1879, planche III.

pareils sanitaires, et il munit chacun de ces appareils d'un syphon en S spécial.

3° Pour s'opposer au syphonage et aux projections de l'eau de ces syphons, Bayles les ventile soigneusement tous en couronne par un tuyau métallique spécial à chaque chute verticale et débouchant aussi au-dessus du toit.

En 1880, Julius Adams, ingénieur en chef de la Ville de Brooklyn, publie un beau travail sur le drainage, dans lequel il approuve hautement toutes les dispositions de Bayles sur le drainage intérieur (1); dispositions qu'il a d'ailleurs appliquées avec succès au drainage de l'importante cité de Brooklyn, où il se garda bien d'appliquer des syphons entre l'égout public et les drains particuliers.

Cette innovation hardie donna lieu à une longue discussion passionnée entre les partisans de la disconnexion et ceux de la libre circulation (2).

Les partisans des syphons de pied exprimaient la crainte de voir les gaz de l'égout public pénétrer dans l'habitation et l'infecter.

Mais Julius Adams fit voir que si cette crainte pouvait être fondée dans le cas d'un égout mal tenu, comme on en trouve parfois dans quelques villages, elle n'avait plus de base sérieuse pour tous les égouts des grandes cités, bien construits, soumis à une surveillance continue, à un nettoyage journalier, et abondamment et constamment ventilés.

Pour trancher cette importante question sanitaire, il fallait évidemment faire intervenir le concours de l'expérience publique, et Julius Adams a bien fait de l'instituer sur la plus grande échelle à Brooklyn; puisque le taux de la mortalité de cette grande cité est bien inférieur à celui de New York sa voisine (3), qui, également pourvue d'un vaste réseau d'égouts, a cependant imposé officiellement l'usage des syphons de pied, conformes à celui de la figure 49, sur tous les drains particuliers!

(1) *Sewers and Drains*, 1880, p. 150.

(2) *Sanitary Engineer*, t. 3, p. 173, 236, 293, 314, 358, 378, 412, 420, 430, 465, 469, 497.

(3) Voir les *Bulletins de statistique de Paris* depuis 1880, et ceux publiés par le *Sanitary Engineer* depuis 1882.

Cette innovation hardie de J. Adams a d'ailleurs reçu une seconde et large application à Francfort-sur-le-Mein, où toute la canalisation privée est en *communication directe* avec l'égout public, et où tout syphon de pied est absolument interdit par les ingénieurs de la Ville, malgré l'avis de l'ingénieur sanitaire anglais Gordon, primitivement chargé de la direction du drainage de Francfort (1), et remplacé par les ingénieurs Lindley.

Pendant, cette interdiction des syphons de pied à Francfort n'a point empêché les bons effets sanitaires de sa canalisation domestique, puisque l'éminent hygiéniste allemand G. Varrentrapp a pu communiquer au Congrès d'Hygiène de Genève les résultats suivants (2) :

« Vers 1850, avant l'établissement du drainage, la mortalité par fièvre typhoïde s'élevait par an à 85 pour 100,000 habitants.

Cette mortalité spéciale s'est abaissée graduellement en proportion directe du nombre de maisons drainées, et dans la période de 1878 à 1880, elle est arrivée au taux très réduit de 20 morts par 100,000 habitants, pour s'abaisser enfin à 11 morts en 1881. »

C'est là évidemment une éclatante réponse aux craintes exprimées par les partisans des syphons de pied.

Aussi, dans une lettre publiée le 30 septembre 1882 (3), Robert Rawlinson, l'éminent ingénieur sanitaire anglais, a cru devoir proclamer publiquement :

« Qu'en ce moment, il ne connaissait point de meilleurs travaux sanitaires que ceux des égouts et du drainage intérieur des maisons de Francfort, soit en Angleterre, soit en dehors. »

Le système de canalisation intérieure employé en Amérique comporte aussi l'usage des tuyaux en fonte de fer, qui y sont préférés aux tuyaux et drains en plomb en usage en Angleterre.

Bayles affirme même que depuis vingt ans, ces tuyaux en fonte sont exclusivement employés à New York et dans ses environs (4).

(1) *The Builder*, 1882, p. 474.

(2) *The Builder*, 1882, p. 422.

(3) *The Builder*, 1882, p. 444.

(4) *House Drainage*, 1879, p. 43.

Les avantages de la fonte sur le plomb sont très nombreux :

Le premier est le bon marché, ce qui est une importante considération ; mais la fonte est aussi plus légère, plus raide, plus solide et moins exposée aux fissures accidentelles. Le plomb en tuyaux de grand diamètre est nécessairement faible.

Il se déforme et se déchire sous son propre poids, car les grands tuyaux de plomb épais sont trop lourds et trop coûteux pour les usages ordinaires, et ils sont extrêmement difficiles à fixer à leurs supports, qui s'arrachent sous leur poids excessif.

Le fer est complètement libre de ces objections, puisqu'il est solide, raide, léger, et qu'il se corrode assez lentement pour durer longtemps.

Mais Bayles fait justement observer que si, toutes choses considérées, le fer et la fonte sont les meilleurs matériaux à employer, l'efficacité et la sûreté d'une ligne de tuyaux de chute en fonte dépendent surtout de la manière dont ils sont joints et assemblés. Bayles, Julius Adams (1) et Philbrick (2) repoussent donc absolument l'usage des joints au mastic, mortier, ciment, minium, tournure de fer, caoutchouc, etc., et ils exigent exclusivement l'emploi du plomb fondu et matté dans chaque joint, préalablement garni d'un anneau d'étaupe.

Bayles recommande même de ne verser d'abord que la moitié du plomb fondu, puis de le matter énergiquement, et de verser ensuite le complément du plomb fondu, en le faisant encore serrer par un nouveau mottage annulaire.

Quant aux joints des syphons en plomb avec les tuyaux de fonte, Bayles, J. Adams et Philbrick recommandent l'usage d'une virole en bronze étamé soudée à l'extérieur du tuyau en plomb et insérée dans le tuyau en fer ; car on sait que le plomb se soude mal au fer.

L'usage des tuyaux de chute et drains en fonte exige d'ailleurs des dispositions spéciales de pose facilitant la libre dilatation de ces tuyaux sur toute la longueur, afin de s'opposer à la fatigue et à l'arrachement des joints au plomb.

(1) *Sewers and Drains*, 1880, p. 153.

(2) *American Sanitary Engineering*, 1881, p. 104.

Il faut aussi employer des tuyaux en fonte suffisamment épais aux emboîtements pour supporter sans rupture les chocs violents d'un mâtage énergique sur tout leur contour qui, dans la pose du tuyau, doit être suffisamment dégagé pour le passage et l'action des outils de mâtage.

A l'aide de toutes ces précautions indispensables, on obtient enfin une canalisation en fonte absolument étanche, et qu'on peut alors

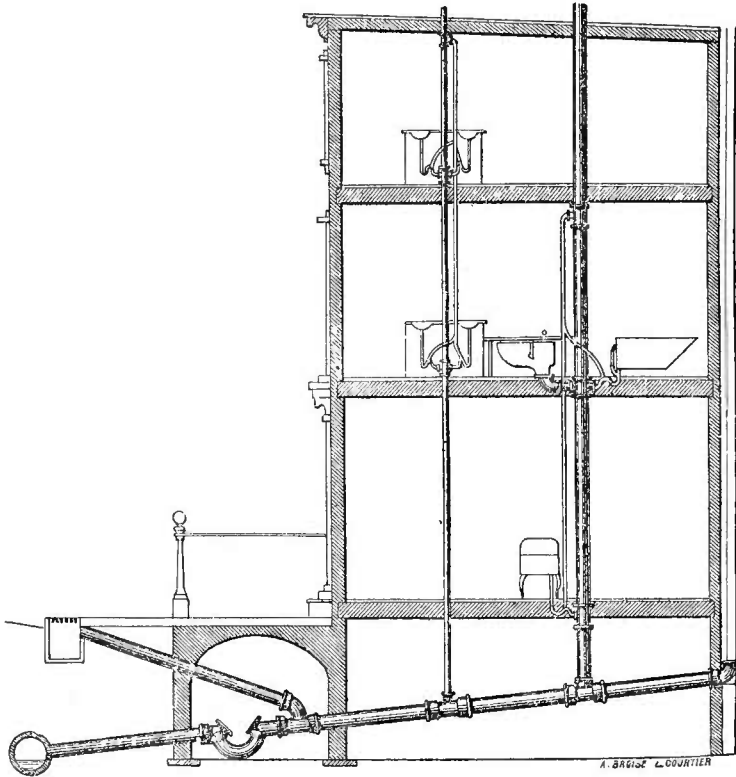


Fig. 49

soumettre aux épreuves officielles en charge d'eau usitées aux Etats-Unis pour le contrôle des canalisations d'eau pure (1); ce qui procure un excellent procédé de vérification de la bonne installation primitive, mais oblige néanmoins à démonter toutes les jonctions

(1) *Sanitary Engineer*, t. 8, p. 226.

avec les appareils sanitaires pour les futures épreuves en charge d'eau du drainage intérieur.

L'ingénieur américain Durham a récemment appliqué les canalisations en fer étiré au drainage intérieur des habitations de Chicago et de New York, où il emploie des conduites de 6 mètres de longueur, 5 à 10 centimètres de diamètre intérieur, avec joints solidement vissés, presque identiques aux tuyaux en fer étiré des chauffages à vapeur.

La nature de cette canalisation réalise un drainage intérieur bien constitué, puisqu'il est léger, solide, rigide et durable.

Posée à dilatation libre dans toute sa hauteur, cette canalisation sert de support aux principaux appareils sanitaires, ou tout au moins à leurs syphons de vidange, de manière à n'être point fixée elle-même aux murailles et planchers, qu'elle traverse librement en coulisse, figure 49.

Durham livre sa canalisation en fer étiré toute montée et garnie de tampons à vis nécessaires aux épreuves en charge d'eau de contrôle et de réception avant la pose des appareils sanitaires.

Ce qui offre une garantie excellente de bonne installation primitive, mais oblige cependant encore à démonter tous les appareils sanitaires pour les épreuves en charge d'eau futures.

87. Systèmes de drainage domestique applicables à Paris. —

De cette analyse hautement impartiale des systèmes de drainage intérieur en usage à Paris et à l'étranger, il est aisé de conclure que les systèmes anglais et américain convenablement modifiés sont seuls applicables à Paris ; et qu'il serait toujours facile de les combiner plus tard avec un système d'aspiration mécanique, si l'expérience en démontrait la nécessité absolue.

Pour y appliquer le système anglais, qui peut être considéré comme offrant un *maximum théorique* de garanties sanitaires, il faudrait cependant placer tous ses tuyaux de chute intérieurement, afin de les protéger contre la congélation ; puis les faire déboucher au-dessus d'un syphon disconnecteur, qui devrait être aussi couvert en temps de gelée, et qui pourrait même l'être toujours s'il était voisin des fenêtres du rez-de-chaussée, ce qui forcerait à

l'aérer par un conduit spécial débouchant à l'air libre et loin de toute fenêtre.

Le drain général pourrait être suspendu dans les caves le long des murs mitoyens, ou placé dans une galerie d'égout spécialement construite dans les cours drainées.

Des dispositions spéciales, consistant dans l'emploi d'un récipient inférieur mobile, devraient être prises contre l'introduction du sable et du gravier de la cour dans ce drain général.

Conformément aux principes du système anglais, ce drain général serait encore séparé de l'égout par un dernier et profond syphon disconnecteur, qui serait placé dans le branchement d'égout particulier et ventilé par une prise d'air pur spéciale et placée assez loin des fenêtres du rez-de-chaussée.

Tous les tuyaux de chute et du drainage seraient construits en fonte à joints au plomb mâtés, ou en fer à joints vissés ; en excluant ainsi absolument l'usage des tuyaux en plomb ou en poterie.

Les chutes des eaux de toilette seraient d'un diamètre proportionné au nombre d'étages et d'appareils desservis.

Hellyer estime que le diamètre de ces chutes est presque toujours trop grand, et qu'il suffit pour plusieurs bains et toilettes d'un diamètre de 7 à 8 centimètres.

Ces tuyaux devraient se terminer à 1 mètre au-dessus de la toiture, afin d'aspirer constamment un courant d'air pur par en bas, et de rejeter par en haut le courant d'air vicié par l'oxydation des pellicules de matière organique déposées sur les parois internes du tuyau.

Ces tuyaux ne devraient jamais être engagés latéralement dans un mur, et au passage des planchers ils devraient être entourés d'un manchon métallique leur permettant de se dilater et contracter en longueur sous l'action des forces thermiques.

Les syphons des appareils de toilette faisant corps avec ces tuyaux de chute, il faudrait suspendre les bassins de toilette aux tuyaux, afin de n'en point gêner les mouvements longitudinaux.

Pour les baignoires, dont le poids considérable s'oppose à cette suspension, il suffirait de ne point les faire porter au centre sur leur cuvette de garantie, qui pourrait ainsi faire corps avec le syphon

de décharge du tuyau de chute et en suivre tous les mouvements par l'arrière.

Les tuyaux de chute des eaux de cuisine devraient être posés à l'intérieur comme ceux des eaux de toilette, et les éviers légers pourraient y être suspendus pour en suivre tous les mouvements ; leur diamètre ne devrait pas non plus être trop grand, afin d'assurer un lavage complet par chasses d'eau. Hellyer estime qu'un diamètre de 7 à 8 centimètres est presque toujours suffisant pour un grand nombre d'éviers desservis.

Le diamètre des tuyaux de chute des water-closets, qui est maintenant fixé pour Paris à 49 centimètres, et que Liger conseille même de porter à 25 centimètres au moins (1), serait certainement beaucoup trop grand pour être bien lavé à chaque projection d'eau.

D'après Hellyer, un diamètre de 40 à 41 centimètres est amplement suffisant pour le service de 7 étages de cabinets comportant 14 water-closets (2).

Le diamètre de 40 centimètres est également considéré comme suffisant par les règlements des Bureaux de Santé des États-Unis (3), où l'on emploie cependant des tuyaux de chute en fer ou en fonte.

Nous pouvons donc en conclure que le diamètre de 40 centimètres peut aussi être considéré comme suffisant pour l'habitation collective parisienne, même avec l'usage des tuyaux en fer ou fonte.

Ces tuyaux devraient être absolument découverts et libres dans toute leur longueur, et non engagés dans les murs séparatifs des cabinets d'aisances.

Leurs joints seraient à vis pour le fer, et au plomb matté pour la fonte.

Ils se termineraient à 1 mètre au-dessus du toit, en s'ouvrant à l'air libre par le haut, et par le bas au-dessus du syphon disconnecteur dont le puits serait muni d'un ventilateur de prise d'air.

Les appareils et syphons de water-closets et d'urinoirs feraient corps avec ces tuyaux, sans être fixés au plancher, afin d'en per-

(1) *Fosses d'aisances*, 1875, p. 257.

(2) *Sanitary Plumbing*, 1882, p. 215.

(3) *Sanitary Engineer*, 1883, t. 7, p. 609.

mettre la libre dilatation et de s'opposer aux fuites par glissement des joints.

Les drains généraux, placés dans la cave ou dans un branchement d'égout privé, seraient construits en fonte à joints au plomb mattés; leur diamètre de 10 à 15 centimètres serait proportionné à l'importance du volume des résidus à écouler.

Un réservoir de chasse d'eau pure serait disposé à leur tête amont, pour y lancer un fort volume d'eau chaque jour, si la grande longueur du drain l'exigeait.

A l'aide de toutes ces dispositions et d'une surveillance attentive et continue en temps de gelée, il serait enfin possible d'appliquer le système anglais modifié au drainage domestique de l'habitation de location collective parisienne, et d'y réaliser ainsi un *maximum théorique* de précautions sanitaires contre l'entrée des gaz toxiques et des germes et ferments de maladies zymotiques.

L'application du système de drainage domestique américain de Bayles et Julius Adams, qui peut être considéré comme réalisant encore un *minimum pratique suffisant* de précautions sanitaires, simplifierait considérablement les installations parisiennes, leur surveillance et leur réparation, et serait enfin moins coûteux à construire, puisqu'il supprime tous les puits et syphons de disconnection anglais.

Toutefois, nous croyons qu'il y aurait lieu de repousser ici l'usage américain qui admet qu'un tuyau de chute peut desservir tous les genres d'appareils sanitaires; usage qui conduit ainsi à se servir du tuyau des water-closets comme chute des éviers et des eaux de toilette.

Il faudrait donc modifier le système américain en y multipliant les tuyaux de chute spéciaux à chaque genre d'appareils sanitaires, et continuer l'usage parisien qui comporte des tuyaux de chute spéciaux pour les eaux de toilette, de cuisine et pour les water-closets.

Tous les appareils sanitaires et leurs tuyaux de chute spéciaux seraient donc installés comme nous l'avons déjà longuement expliqué tout-à-l'heure pour le système anglais modifié. Mais, au lieu de se terminer et de s'ouvrir à leur pied dans un syphon disconnecteur de cour, tous ces tuyaux de chute seraient simplement réunis au

drain général des cours par un joint hermétique, et aucun syphon de pied n'y serait installé.

Le drain général des caves en serait également privé dans toute son étendue.

L'ensemble du drainage domestique serait ainsi dépourvu de tout syphon disconnecteur, et mis alors en communication directe et permanente avec l'égout public.

Toute bouche de décharge de cour devrait aussi contenir un récipient inférieur mobile, pour arrêter absolument tous les sables et graviers, qui ne doivent jamais être introduits dans le drain général, où ils pourraient former dépôts et arrêts de circulation normale.

Un réservoir de chasse d'eau pure serait également disposé en tête des drains de grande longueur, afin d'y produire journellement une chasse d'eau pure assez énergique pour enlever tout dépôt de matière organique.

Le système américain modifié pourrait donc ainsi simplifier considérablement les installations du drainage domestique de l'habitation de location collective de Paris, en y constituant encore un *minimum pratique suffisant* de garanties sanitaires parfaitement démontré par les résultats des grandes applications longuement expérimentées à Brooklyn et à Francfort-sur-le-Mein.

Enfin, si l'essai limité du système de vidange pneumatique Aristide Dumont à un quartier de Paris avait démontré sa supériorité technique ou sanitaire sur le système du Tout à l'égout, il serait alors toujours facile d'appliquer ce système A. Dumont à toute l'étendue de Paris en employant les dispositions suivantes :

Pour combiner le système de vidange pneumatique A. Dumont avec la caualisation intérieure du système anglais modifié, il suffirait de prolonger la conduite d'aspiration Dumont jusqu'au pied de chaque tuyau de chute des water-closets, de munir ensuite chaque syphon de pied disconnecteur d'un flotteur clapet ouvrant et fermant la conduite d'aspiration, et enfin de poser un tuyau de trop plein partant de chaque syphon disconnecteur et aboutissant au drain général des caves à l'égout public, afin d'obvier à tous les arrêts de la conduite d'aspiration ; arrêts qui pourraient d'ailleurs être facile

ment signalés par un flotteur à contact électrique actionnant une sonnerie posée dans la loge du concierge.

Pour combiner le système de vidange A. Dumont avec la canalisation intérieure du système américain modifié, il suffirait simplement de prolonger la conduite d'aspiration jusqu'au pied de chaque tuyau de chute de water-closet, et de munir chacun de ces pieds d'un flotteur clapet ouvrant et fermant la conduite d'aspiration, et d'un tuyau de trop plein vers le drain général des caves à l'égout public, afin d'opérer la vidange par l'égout en cas d'arrêt des appareils et conduits d'aspiration ; arrêts qui seraient signalés électriquement comme ci-dessus.

88. Nettoyement et chasses d'eau. — Pour les habitations peu profondes dont les drains généraux de caves sont de longueur moyenne, il suffit ordinairement d'employer l'eau largement dans chaque appareil sanitaire pour maintenir tout le drainage en bon état de propreté, surtout quand on a pris l'indispensable précaution d'écarter tout accès aux sables et graviers par l'emploi et l'entretien de récipients mobiles sous les bouches de décharge des cours. Si l'on était complètement libre de choisir l'emplacement de chaque sorte de tuyau de chute, il serait utile de les disposer dans l'ordre suivant en partant de l'amont du drain des caves : tuyaux d'eau de pluie, d'eaux de toilette, d'eaux de cuisine, d'urinoirs et water-closets.

Il est rare qu'on puisse suivre cet ordre méthodique avec rigueur, mais on doit toujours s'en rapprocher le plus possible, puisqu'on obtient ainsi un drainage à contamination minima, et où les chasses d'eaux peu ou point impures ont un parcours et un effet de nettoyage maxima.

Pour faciliter la surveillance et le nettoyage du drainage domestique, il est nécessaire de ménager des tampons d'accès à chaque syphon et à chaque angle de rencontre des tuyaux de descente et des drains généraux. Ces tampons métalliques devront être solidement vissés sur les tuyaux au moyen d'une clef spéciale, de manière à pouvoir résister aux charges d'eau.

Il est également utile de disposer d'un jeu de cannes à joints de

bayonnette pouvant recevoir toute une série d'outils spéciaux de nettoyage à leur extrémité, tels que : tire-bourre, lance, hameçon à charnière, griffes, pelle à charnière, disque coupant, godet, boule, brosse circulaire, etc. (1)

A l'aide de ces différents outils, il devient très facile de nettoyer à fond tout drain négligé et mal entretenu (2).

Une petite pompe foulante peut aussi rendre un grand service dans ces cas d'extrême négligence. La 1/2 sphère en caoutchouc renversée sur un syphon d'évier engorgé est également d'un grand secours pour appliquer la pression de l'eau contre les obstructions (3).

Une lumière placée à l'extrémité des drains en ligne droite facilite singulièrement l'opération du nettoyage, en permettant de voir si toute la section est libre d'une extrémité à l'autre.

Mais cet emploi d'outils spéciaux et ce nettoyage manuel constituent un procédé exceptionnel qui ne doit être appliqué qu'en cas de négligence prolongée.

Le meilleur procédé de nettoyage consiste évidemment dans l'usage répété d'abondantes chasses d'eau partant des appareils sanitaires, et, pour les longs drains à faible pente, dans l'application d'un grand réservoir de chasse à leur tête amont, assurant au moins une chasse énergique et volumineuse d'eau pure par jour.

En Amérique et en Angleterre, on emploie quelquefois un réservoir d'eau s'alimentant par le drainage des eaux de cuisine et de toilette ; mais cette disposition n'est point à recommander, puisqu'elle retarde le départ des résidus en les exposant à la fermentation putride.

Dans nos cours étroites et peu aérées, elle pourrait ainsi causer des émanations infectes et dangereuses pour la santé ; nous ne pouvons donc que repousser absolument ici l'usage des réservoirs de chasse alimentés par les eaux et résidus du drainage domestique.

Pour les habitations très étendues en profondeur, on a générale-

(1) B. Latham : *Sanitary Engineering*, 1873, pl. XXI.

(2) Vallin : *Revue d'Hygiène*, 1883, p. 372.

(3) W. Eassie : *Our Homes*, 1883, p. 623.

ment le soin de faire déboucher un tuyau de descente d'eau de pluie en tête du drain général des caves, afin d'y produire des chasses d'eau pure assez volumineuses pour enlever tout dépôt.

C'est là une sage précaution, mais elle est presque toujours insuffisante en temps de pluie ordinaire, vu le peu de volume du courant *continu* d'eau pure. Il est bien préférable de transformer ici l'écoulement continu en écoulement *intermittent* de faible durée, ce qui a pour effet d'augmenter nécessairement le volume d'eau écoulé en un temps donné. Pour cela, il suffira d'installer (fig. 50) un réservoir B en

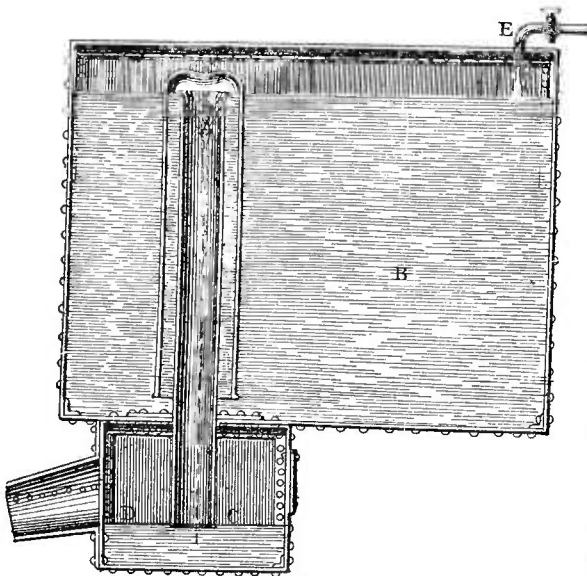


Fig. 50.

tête du drain général des caves, d'y faire déboucher un tuyau d'eau pluviale, et de le munir du syphon annulaire A de Rogers Field, qui s'amorce facilement avec un faible filet d'eau, malgré son gros diamètre de chasse, et grâce à l'ingénieuse disposition conique de son sommet formant trompe de chasse d'air à travers l'eau de la caisse CD.

Pendant les temps secs, il est toujours nécessaire d'alimenter ces réservoirs de chasse avec un filet d'eau pure de la Ville, comme nous l'avons déjà dit, un petit robinet de jauge E devra donc être disposé sur chaque réservoir pour assurer constamment ainsi ses utiles chasses d'eau journalières.

89. Ventilation générale du drainage domestique. — Les anciennes installations intérieures du drainage anglais ne comportaient point de ventilation générale; on cherchait, au contraire, à concentrer les gaz viciés dans l'intérieur de la canalisation, dans l'espoir

de s'opposer aux émanations des résidus en décomposition sur les parois internes.

Mais une longue expérience pratique a conduit les ingénieurs sanitaires anglais et américains à renoncer à cet usage dangereux, puisqu'il avait pour résultat la production de gaz très viciés, leur introduction brusque dans les habitations sous l'action des chasses d'eau comprimant ces gaz au point de leur faire franchir l'eau des siphons hydrauliques, et leur introduction lente par dissolution et diffusion.

Tous les hygiénistes américains et anglais sont donc aujourd'hui unanimes à réclamer la ventilation générale et continue du drainage domestique dans toute son étendue, afin d'y oxyder rapidement les matières organiques en décomposition, sans donner lieu à une production de gaz viciés très concentrés, et de s'opposer aussi à la compression de ces gaz en équilibrant la pression atmosphérique dans tous les drains, pour éviter le passage brusque des gaz au travers de l'eau des siphons hydrauliques intérieurs, et leur passage lent par diffusion à l'état concentré.

Nous ajouterons que depuis les belles expériences de Pasteur sur l'atténuation des virus par l'action de l'oxygène de l'air, il n'est plus possible de s'opposer à la ventilation des drains domestiques, puisque cette ventilation générale et continue a pour effet assuré de diminuer la vitalité des virus qui pourraient s'y rencontrer.

Pour produire la ventilation continue du système de drainage anglais modifié, il suffit ordinairement de ménager une large ouverture au-dessus du siphon de pied disconnecteur de chaque tuyau de chute, afin de permettre l'entrée de l'air pur extérieur au pied et à l'intérieur des tuyaux de chute et de ventilation des siphons en couronne ; puis de continuer ces tuyaux jusqu'au dessus du toit, afin d'y verser l'air vicié ayant traversé toute la hauteur des tuyaux de chute et de ventilation sous l'action du tirage produit par l'échauffement de ces tuyaux intérieurs, ou par le tirage résultant de la vitesse et de l'entraînement du vent.

Pendant les calmes et chaudes journées d'été, il pourrait parfois se produire des courants inverses et descendants vers le siphon de pied disconnecteur, et il est donc indispensable de ne point placer

ces syphons de pied au voisinage des fenêtres, ou d'éviter leurs émanations accidentelles en couvrant leur petit puits par un couvercle étanche, et en les alimentant d'air pur par un tuyau spécial placé loin des fenêtres et garni de soupapes en mica se fermant sous l'action d'un courant de retour des gaz viciés (1).

Quant au drain général des caves, sa prise d'air pur serait faite en amont du syphon de pied le séparant de l'égout public, et percée sur la bordure du trottoir (2) (3) pour éloigner le plus possible de la maison tout retour des gaz viciés.

Après avoir traversé le drain général dans toute sa longueur, l'air vicié monterait dans un tuyau de ventilation placé en amont et se verserait enfin au-dessus du toit, sous l'action du tirage thermique et de l'entraînement du vent activé par une bonne forme de ventilateur fixe, qu'il est inutile de garnir de charbon comme le conseille Baldwin Latham, car ce charbon retarde le passage des gaz et n'arrête point les germes et virus.

Le système de drainage américain modifié serait beaucoup plus facile à ventiler, puisqu'il suffit ici de prendre l'air dans l'égout public au point le plus haut, puis de lui faire parcourir toute la longueur du drain général des caves, toute la hauteur des tuyaux de chute et de ventilation des syphons en couronne, et de le déverser enfin au-dessus des toits par l'ouverture supérieure des tuyaux de chute, et sous l'action d'un tirage thermique *continu*, puisque pendant l'été l'habitation est *toujours* plus chaude que l'égout, et que pendant l'hiver elle est *toujours* plus chaude que l'air libre.

Les adversaires de ce système de ventilation, avec prise d'air à l'égout public, ont manifesté la crainte de voir les gaz de l'égout pénétrer dans l'habitation en l'infectant. Mais nous croyons, avec Bayles et Julius Adams, que cette crainte n'est point fondée quand il s'agit d'égouts bien construits, bien surveillés, bien nettoyés et bien ventilés, comme il est facile de les avoir partout à Paris. Les résultats sanitaires observés à Brooklyn et à Francfort prouvent d'ailleurs

(1) Hellyer : *The Plumber et Sanitary Houses*, p. 262.

(2) Knight : *Annotated Model Bye Laws*, 1883. Diagram. XXIII.

(3) *Sanitary Engineer*, t. VIII, p. 229.

clairement que, judicieusement appliqué, ce système de ventilation est excellent.

90. Inspection et épreuves du drainage domestique. — Pour s'assurer de l'étanchéité absolue du drainage intérieur, les ingénieurs sanitaires anglais et américains emploient deux genres d'épreuves s'adressant soit au sens de l'odorat, soit à celui de la vue (1).

Les substances odorantes employées sont :

L'éther, l'huile de menthe poivrée, le pétrole brut, etc. Pour appliquer l'huile de menthe poivrée à cette épreuve par l'odeur, on mélange un flacon d'huile de menthe dans un seau d'eau chaude, le mélange est ensuite versé doucement au sommet de chaque tuyau de chute, par un homme qui doit rester sur le toit de la maison pendant toute la durée des épreuves, afin qu'il n'introduise point dans l'habitation l'odeur forte dont ses habits sont imprégnés (2).

Cependant, malgré cette utile précaution, les inspecteurs sont eux-mêmes bien vite imprégnés de l'odeur forte de la menthe poivrée, si des fuites existent dans les premières pièces inspectées.

D'un autre côté, il est très difficile de préciser le siège exact d'une fuite avec ce genre d'épreuves odorantes ; et il nous paraît bien préférable d'employer le genre d'épreuves qui appellent la vue sur le siège exact et précis de toutes les fuites.

Pour les épreuves par la fumée, on peut employer la paille brûlée ; mais les vapeurs visibles de l'acide sulfureux sont plus commodes à produire, et elles ont encore l'avantage de désinfecter les drains inspectés.

Le petit ventilateur centrifuge construit par John Watts, de Bristol, est très commode pour cet usage ; il suffit de placer quelques charbons ardents au fond du seau, d'y projeter quelques poignées de fleur de soufre, et de faire tourner rapidement le volant, pour

(1) Pridgin Teale : *Dangers to Health*, 1881, p. 156.

(2) K. Burton : *Sanitary Record*, 1883, p. 352.

obtenir en quelques instants une suffisante quantité d'acide sulfureux à la pression nécessaire. L'inspection des joints est alors rapide et précise, car les deux sens de l'odorat et de la vue sont ici mis en jeu.

Douglas Galton conseille formellement l'emploi de ce procédé qu'il considère comme le meilleur (1).

K. Burton, ingénieur de l'Association de protection sanitaire de Londres, préconise les épreuves par la fumée comme très supérieures aux épreuves par l'odeur (2).

Et c'est aussi l'avis de l'ingénieur J. Stewart (3), qui emploie la fumée pour l'épreuve des tuyaux verticaux, et l'eau pour l'épreuve des drains souterrains.

Cependant, il faut bien reconnaître que la pression du mélange d'air et de fumée n'est pas toujours ainsi assez intense pour pénétrer dans les petites fissures et en faire reconnaître le siège précis.

Pour obtenir promptement ce résultat, il suffirait d'injecter la fumée avec une pompe à air identique à celle dont se servent les appareilleurs à gaz pour éprouver les canalisations par sifflement d'air aux fuites, et par l'observation d'un manomètre spécial posé sur la conduite.

On obtiendrait ainsi trois modes de vérification en observant : 1° la pression au manomètre ; 2° les sifflements d'air en fuite ; 3° les jets rapides de fumée aux points précis des fuites de la canalisation.

Il ne faudrait pas oublier, d'ailleurs, que ce genre d'épreuve sous pression d'air demande la fermeture absolue de toutes les ouvertures permanentes de la canalisation et de la ventilation du drainage domestique, qui, dans ce cas, doivent être toutes munies d'un tampon à vis et joint de caoutchouc (4).

Enfin, suivant nous, le meilleur mode d'épreuve par la vue con-

(1) *Healthy Dwellings*, 1880, p. 255.

(2) *Sanitary Record*, 1883, p. 352.

(3) *Sanitary Record*, 1883, n° 52, p. 185.

(4) P. S. Les épreuves par la fumée en pression sont maintenant couramment pratiquées à New York, par l'Anti-Sewer Gas Co. (*Sanitary Engineer*, t. IX, p. 23).

sisterait à mettre toute la canalisation en charge d'eau, non-seulement au moment de la construction et de la réception, mais encore au moins deux fois l'an, au printemps et à l'automne, époques qui coïncident avec la fin des gelées tardives, et la rentrée à Paris.

Pour effectuer facilement ces épreuves en charge d'eau, il suffirait alors de munir chaque syphon en S intérieur d'un tampon à vis serré par une clef spéciale, et de tamponner également chaque tuyau de chute à son pied.

Ce qui, avec le système de drainage anglais modifié, s'obtiendrait facilement en vissant un tampon dans chaque syphon de pied disconnecteur

Et, avec le système américain modifié, en dévissant les tampons de pied de nettoyage, et en introduisant par leur ouverture un tampon plus petit vissé intérieurement sur chaque pied de tuyau de chute.

La mise en charge d'eau du drain général des caves serait obtenue très simplement en vissant un tampon étanche sur l'ouverture aval de ce drain dans l'égout public.

P. S. — Tout récemment, le savant professeur E. Vallin a publié (1), un excellent article sur l'inspection sanitaire des habitations, où il insiste particulièrement sur la nécessité d'éprouver l'étanchéité absolue du drainage domestique.

91. Conclusions sur le drainage des résidus domestiques. — En résumé, un examen rapide de cette longue étude des procédés de drainage des résidus domestiques permet aisément de voir que :

1° Avec l'usage d'appareils et de tuyaux à parois lisses et polies et contours bien arrondis, et avec l'aide d'un abondant courant d'eau, tous les appareils sanitaires intérieurs et tous leurs tuyaux de décharge à l'égout seront immédiatement purgés de tout dépôt des résidus domestiques, qui ne pourront plus ainsi séjourner dans l'habitation avec le temps nécessaire à leur entrée en décomposition ;

(1) *Revue d'Hygiène*, 1883, p. 627.

2° Avec l'aide des syphons hydrauliques appliqués à toutes les permanentes ouvertures intérieures du drainage domestique, et avec l'usage d'une canalisation métallique étanche, aucun *courant gazeux* d'air vicié par les organes et tuyaux de décharge et aucun germe ou virus en suspension dans cet air vicié ne pourront faire retour dans l'air confiné des appartements ;

3° Avec les dispositions permanentes de ventilation conseillées et expérimentées, toute la canalisation du drainage domestique sera constamment parcourue par un courant d'air frais ascendant, oxydant les matières organiques et atténuant les virus qui pourraient encore se rencontrer sur les parois internes de la canalisation ;

4° Avec l'aide des tampons rodés placés du côté intérieur des syphons en cas d'*absence prolongée*, on évitera les fâcheux effets de l'évaporation et de la congélation de l'eau de ces syphons, en assurant ainsi, en toute circonstance et en toute saison, l'efficacité et la conservation intégrales du système pendant l'absence prolongée des habitants et la vacance absolue des appartements ;

5° Enfin, avec l'aide des tampons à vis placés du côté intérieur des syphons, au pied des tuyaux de chute, et au sommet des tuyaux de ventilation, il sera toujours facile de contrôler l'étanchéité absolue du drainage domestique, au moyen des épreuves en charge d'eau ou de fumée répétées aussi fréquemment qu'on le jugera nécessaire.

Nous pouvons enfin en conclure que toute la canalisation et tous les appareils proposés constitueront, pour l'habitation de location collective parisienne, un système de drainage des résidus domestiques absolument salubre, puisqu'il obéit entièrement à tous les principes généraux posés en tête de cette rigoureuse étude.

QUATRIEME ÉTUDE

VOIES PUBLIQUES

La boue triturée de la chaussée est la source première des innombrables légions de bactériens qui sillonnent l'air de Paris.

P. MIQUEL.

92. Infection du sol des chaussées perméables. — Les anciennes rues de Paris n'étaient point pavées, et c'est seulement sous Philippe-Auguste que fut commencé le pavage des principales rues.

Avant cette époque, la voie publique était couverte d'une épaisse couche de boue, dont on a retrouvé les traces en construisant les égouts.

Belgrand (1) avait dressé une carte de ces couches de boue, atteignant souvent plusieurs mètres d'épaisseur, où l'on distinguait facilement les anciennes voies des voies nouvelles, par la hauteur des lits de boue.

L'état de salubrité des rues pavées n'était guère meilleur autrefois. Le ruisseau étant au milieu de la chaussée, les voitures y tenaient toujours une de leurs roues en couvrant la chaussée d'une boue épaisse et d'une humidité constante ; les trous du pavage laissaient pénétrer cette épaisse couche de liquide infect qui s'infiltrait lentement dans le sol et sous les habitations.

(1) *Travaux souterrains de Paris*, 1877, t. III, p. 15.

Vers 1830, la substitution des chaussées bombées aux chaussées fendues amena une grande amélioration ; depuis cette époque, les ruisseaux furent lavés deux fois par jour par les eaux de l'Ourcq, les pavages furent bien entretenus, et la boue, enlevée chaque jour, pénétra moins facilement dans le sol.

Cependant, l'imperméabilité du pavage ordinaire n'étant jamais absolue, il en résulte que les pavés sont bientôt enveloppés latéralement d'une couche de matière noire composée en grande partie d'oxyde de fer (Chevreul), qui s'oppose énergiquement à l'oxydation du sous-sol, à cause de son affinité pour l'oxygène.

D'un autre côté, l'eau des pluies abondantes ne pénétrant que très difficilement ces joints vaseux entre pavés, il en résulte qu'elle n'apporte plus au sous-sol l'oxygène en dissolution, et qu'elle n'attire plus l'air comburant par drainage descendant.

Le pavage ordinaire présente donc les deux graves défauts d'infecter le sol par absorption des matières organiques entre les joints et d'empêcher la combustion de ces matières par défaut de pénétration d'oxygène.

Pour empêcher l'infection du sol d'une rue pavée, il faudrait donc jointoyer ces pavés avec une matière imperméable et imputrescible. Le système de pavage récemment appliqué rue du Havre, et dans la rue de Châteaudun qui présentait souvent une forte odeur de marécage pendant les temps humides, nous paraît donc présenter certains avantages théoriques, puisque les joints y sont faits en mortier de ciment ; mais la pratique prolongée de ce système peut seule trancher la question de salubrité de ce nouveau genre de pavage.

Les ingénieurs anglais ont reconnu l'excellence d'un autre système de pavage à joints bitumineux, qui présentent une grande solidité, une complète imperméabilité, et une grande diminution de sonorité (1), et qu'on devrait également essayer à Paris sur une étendue suffisante de chaussées pavées.

Les chaussées empierrées du système Mac Adam ont certaine-

(1) Percy Boulnois : *The Municipal and Sanitary Engineer's Handbook*, 1883, p. 79.

ment l'avantage de laisser pénétrer dans le sol une grande quantité d'eau et d'oxygène, et d'y constituer ainsi une sorte d'éponge à combustion des matières organiques qui y pénètrent aussi avec une trop grande facilité.

Cependant, nous pensons qu'il serait préférable de diriger toutes ces matières organiques vers l'égout public, afin de les recueillir et de les utiliser pour l'agriculture, au lieu de les perdre dans un sol qu'elles tendent à infecter jusque sous les habitations.

L'abondance des poussières en temps sec, la persistance de la boue en temps humide, et l'encombrement des égouts par les sables en temps d'orage, sont encore des raisons majeures tendant à faire écarter l'usage des chaussées empierrées.

Les conditions principales d'un bon pavage sont donc : l'insonorité, l'imperméabilité, la durée et le bon marché de construction et d'entretien.

Les anciens systèmes de pavage en bois avaient l'avantage d'être peu sonores, mais ils étaient à la fois coûteux de construction, perméables et insalubres, surtout dans les rues étroites et sombres où le bois pourrissait vite (1).

Ainsi, Douglas Galton cite l'exemple du pavage en bois de Regent Street, à Londres, qui a dû être supprimé à cause des émanations de l'ammoniaque dont il était saturé, et qui ternissaient l'argenterie des magasins d'orfèvrerie (2).

A Memphis, on a également jugé nécessaire d'enlever le pavage en bois, auquel on reprochait de renfermer des germes de la fièvre jaune (3).

Le docteur américain William Ford constate que le pavage en bois, autrefois très employé aux Etats-Unis, y est maintenant généralement abandonné, par la raison principale de sa rapide décomposition (4) (5).

(1) J. Waller Wilcocks : *Roads and Roadways*, 1879, p. 34.

(2) *Healthy Dwellings*, 1880, p. 43.

(3) *Sanitary Engineer*, t. III, p. 173.

(4) Buck : *Hygiene and Public Health*, 1879, t. I, p. 334.

(5) P. S. Le pavage en bois de Washington, qui a coûté 20 millions pour sa construction, vient d'être remplacé par un pavage en granit à joints d'asphalte. (*Sanitary Engineer*, t. IX, p. 192).

En se décomposant en produits volatiles, le pavage en bois donne non-seulement lieu à des émanations dangereuses, mais produit encore des ferments et virus capables d'engendrer des maladies des organes de la vue et de la respiration (1) (2).

Enfin, en cas d'incendie violent, il y a lieu de craindre la propagation rapide du feu par un sol combustible et parfois saturé de goudron, qui peut d'ailleurs gravement gêner les travailleurs par sa fumée intense et suffocante.

A ces considérations sanitaires, il y a lieu de joindre les objections économiques qu'on peut opposer à un système de pavage exigeant une immense quantité de bois, quand on sait d'ailleurs qu'il est déjà très rare et très cher en France.

Aussi, et malgré que le système de pavage en bois maintenant appliqué à Londres et essayé à Paris, boulevard Montmartre, nous paraisse très supérieur aux anciens modes de pavage en bois, nous pensons cependant qu'il y a lieu d'attendre une expérience plus prolongée avant de l'appliquer sur une plus large échelle.

Les pavages imperméables en béton de ciment et asphalte nous paraissent bien supérieurs au point de vue sanitaire.

Malheureusement, ils sont chers et exigent de trop fréquentes réparations.

Cependant, William Ford leur donne la préférence à cause de leur douceur, de leur insonorité et de leur complète imperméabilité, dernière qualité qui présente l'immense avantage de préserver le sol de toute souillure par infiltration, et qui s'oppose ainsi efficacement à la reproduction dans le sol des germes et virus de maladies zymotiques, en réalisant enfin les conditions d'hygiène ainsi posées par le D^r Miquel (3) :

« S'il était possible de supprimer les microbes du sol, l'atmosphère des villes se purifierait considérablement. Supprimer le sol des rues, c'est supprimer la boue des rues, et l'on supprime les bactéries des boues en les privant de toutes les substances organiques pouvant leur servir d'aliments.

(1) *Sanitary Engineer*, t. III, p. 173 ; t. VI, p. 285 ; t. VII, p. 611.

(2) *Revue d'Hygiène*, 1882, p. 1007.

(3) *Les Organismes Vivants de l'Atmosphère*, 1883, p. 238.

A l'exemple de ce qui existe dans les maisons construites dans de bonnes conditions hygiéniques, les eaux ménagères, les déjections de toute nature, doivent être conduites à couvert et directement à l'égout, sous l'impulsion d'une masse d'eau suffisante.

Paris possède malheureusement beaucoup de vieilles constructions où les choses ne se passent pas ainsi. Les eaux de vaisselle, amenées le long des rues, laissent après elles, dans l'interstice du pavé, une vase infecte que le balayage à grande eau, d'ailleurs momentané, n'enlève jamais complètement. Si les microbes des maladies infectieuses trouvent dans ce sol saturé de débris organiques, d'eaux grasses putrescibles, un milieu favorable à leur génération, il n'est pas besoin d'aller chercher ailleurs le terrain où ils peuvent naître, croître et prospérer indéfiniment.

Quand on veut débarrasser l'atmosphère des microbes qui peuvent s'y répandre, il faut brûler ou noyer les foyers d'où ils émanent. Si le premier moyen est le plus sûr, le second seul reste pratique ; aussi faudra-t-il, je crois, se contenter de mener encore longtemps aux égouts, par la voie la plus courte, les liquides et substances d'origine animale, les débris de toute sorte, vastes déchets de l'alimentation et de l'industrie des villes (P Miquel). »

93. Plantations. — L'illustre et vénérable Chevreul a fait ressortir (1) : « La grande influence des arbres sur la salubrité des terrains, puisqu'ils s'accroissent en y puisant les matières altérables, causes prochaines ou éloignées d'infection. » Chevreul a fait voir aussi la nécessité de faire ces plantations urbaines avec intelligence : « quant à leur nombre, à leur répartition sur l'étendue de la cité et aux dispositions à prendre pour que les racines puissent, tout en s'étendant assez, satisfaire au développement des espèces plantées, sans jamais être exposées à atteindre un sol infecté où l'oxygène de l'air libre ne pourrait pénétrer.

Il faut aussi que l'eau de la surface du sol puisse arriver jusqu'aux racines ramifiées à l'infini, qui, enlevant cette eau avec les matières organiques et les sels que ce liquide tient en solution, rompent l'é-

(1) *Mémoire sur l'hygiène des cités populeuses*, p. 35-44.

équilibre d'humidité des couches terrestres; dès lors, en vertu de la capillarité, l'eau se porte des parties terreuses les plus humides à celles qui le sont moins en raison de leur contact avec les racines, et ces organes deviennent ainsi la cause occasionnelle d'un mouvement incessant de l'eau souterraine, extrêmement favorable à la salubrité du sol. »

Les services que les arbres peuvent rendre à l'hygiène des cités ne se bornent pas d'ailleurs à l'assainissement du sol. En effet, depuis les belles expériences du professeur Scoutetten (1), on sait parfaitement que les plantes exhalent, pendant le jour, de grandes quantités d'ozone, gaz éminemment propre à la combustion des effluves organiques des corps en décomposition, et désinfectant au plus haut point.

On ne saurait donc trop multiplier les plantations dans les rues de Paris, si exposées à de nombreuses causes d'infection pendant la saison chaude, c'est-à-dire justement pendant la période de végétation des arbres.

Nous devons cependant constater avec regret que certaines zones de Paris sont presque complètement dépourvues de plantations municipales. On peut même s'étonner que certaines grandes voies luxueuses, baptisées du nom d'avenues, soient, comme l'avenue de l'Opéra, par exemple, absolument privées d'arbres.

Sur les grandes places, où la chaleur du soleil est parfois intolérable, les arbres font aussi trop souvent défaut. Les places de la Concorde et du Carrousel, notamment, gagneraient certainement à être plantées de quelques lignes d'arbres offrant un abri aux passants, et un repos pour l'œil ébloui par ces vastes champs de pavés et d'asphalte.

On paraît d'ailleurs disposé à entrer dans ces vues, puisque la place de la République va être enfin plantée.

Nous faisons des vœux sincères pour qu'il en soit ainsi de toutes les places et voies publiques de Paris, dont les dimensions sont suffisantes pour recevoir cette charmante et utile décoration sanitaire.

(1) *L'Ozone*, 1856, p. 177.

C'est là, d'ailleurs, une des conclusions du beau livre du docteur Miquel (1), l'éminent micrographe, qui conseille la création de vastes parcs et jardins dans l'intérieur des villes, comme un excellent moyen d'en améliorer la salubrité.

94. Drainage du sol des voies publiques. — Dès 1846 (2), le professeur Chevreul a fait observer qu'il y a dans la pratique du drainage perméable un fait digne d'attention, c'est le renouvellement de l'eau qui détermine toujours l'introduction d'une certaine quantité d'air dans le sol.

L'eau privée d'air qui séjourne dans le sol y causant toujours des effets nuisibles par suite du manque d'oxygène nécessaire à la combustion lente des matières organiques du sol. Par le drainage perméable, le sol est non seulement lavé et dégagé des eaux stagnantes, mais il est encore pourvu d'un afflux constant d'oxygène, et il devient le siège de combustions utiles à son assainissement.

On a d'ailleurs bien constaté les excellents effets du drainage perméable sur la santé publique : En Angleterre, le Dr Buchanan (3) a prouvé que les décès par phthisie avaient diminué près de moitié dans quelques villes anglaises depuis l'exécution des travaux de drainage public : 44 0/0 à Banbury ; 43 0/0 à Rugby ; 47 0/0 à Ely ; 49 0/0 à Salisbury.

Les mêmes causes ont amené une amélioration considérable dans certaines villes des Etats-Unis, notamment à Philadelphie.

Les D^{rs} Bowditch et Winsor (4) ont constaté la fâcheuse influence d'un sol humide sur les maladies inflammatoires des organes de la respiration, et les-heureux effets du drainage contre l'extension de ces maladies en Amérique.

Au Havre, la mortalité par phthisie est deux fois et demie plus forte dans les quartiers Notre-Dame et Saint-François, dont la

(1) *Les Organismes Vivants de l'Atmosphère*, 1883, p. 307.

(2) *Mémoire sur plusieurs réactions chimiques qui intéressent l'hygiène des cités populeuses*, p. 49.

(3) *Reports of the Medical Officer to the Privy Council*, 1866 ; et Latham : *Sanitary Engineering*, 1873. p. 10.

(4) Cités par W Ford : in *Hygiene and public Health*, t. 1, p. 378.

nappe d'eau est très voisine du sol, que dans les quartiers où la nappe d'eau est plus profonde (1).

Le D^r Nowak a observé des effets encore plus frappants sur les détenus militaires de la prison de Mollersdorf, près Vienne (2), qui fournissent l'effrayante mortalité de 50 décès par an sur 200 prisonniers ! décès dus presque uniquement à la phthisie, et causés par la grande humidité du sol argileux et des murailles de la prison.

Buhl et Pettenkofer, par leurs observations systématiques faites de 1856 à 1872, sont arrivés à reconnaître que l'extension de la fièvre typhoïde à Munich y est en rapport inverse avec les oscillations du niveau de la nappe d'eau souterraine, de sorte qu'un abaissement de cette nappe amène une augmentation des cas de fièvre typhoïde, tandis que l'élévation de ce niveau coïncide avec une diminution des cas de cette maladie.

Pour atténuer cette influence nocive du sol plus ou moins noyé, le docteur Soyka constate (3) l'heureuse influence du drainage méthodique, puisque dans les rues de Munich bien drainées, on a vu les cas de fièvre typhoïde diminuer de 55 0/0. Ces observations des oscillations de la nappe d'eau souterraine de Paris y seraient donc fort utiles à comparer avec les décès typhoïdes.

Malheureusement, et ainsi que l'a fait justement remarquer le savant professeur Vallin (4), la statistique de Paris ne distingue pas entre les divers quartiers d'un arrondissement, où la nappe peut être plus ou moins profonde, et aucun service municipal n'a encore relevé les oscillations de la nappe d'eau, quoique Paris compte 30,000 puits.

Il serait donc utile d'installer quelques stations spéciales d'observation de ces oscillations. Cela pourrait être créé à peu de frais dans les cours des bâtiments communaux : Mairies, Ecoles, etc., où l'on pourrait utiliser les puits creusés pour l'immersion des conducteurs de paratonnerre, ou simplement poser quelques tubes de puits *instantanés*.

(1) Rapport Jules Siegfried, maire du Havre, 1882.

(2) *Lehrbuch der Hygiene*, 1881, p. 263.

(3) *Congrès d'Hygiène de Genève*, 1882, t. I, p. 386.

(4) *Gazette hebdomadaire*, 1876, n° 50.

Un flotteur avec chaîne et contre-poids pourrait faire mouvoir un index glissant sur une échelle métrique placée au-dessus du sol et bien en vue, et fournirait ainsi des indications continues, facilement observées et enregistrées par les employés de la Ville, et qui pourraient être constamment consultées par les médecins de Paris, qui devraient d'ailleurs toujours pouvoir connaître la cote réelle du sol, au moyen de repères-bornes placés sur chaque maison, et n'indiquant qu'un nombre rond en mètres, puisque les centimètres peuvent être évités en posant le repère-borne plus ou moins haut sur la façade extérieure de l'habitation.

Le bulletin de statistique municipale devrait d'ailleurs être complété par l'exposition publique et permanente de plusieurs plans de Paris indiquant la morbidité et la mortalité épidémiques, au moyen d'épingles de couleur spéciale et piquées au point précis du cas indiqué.

Tous ces éléments d'enquête manquent encore à Paris, où tout le monde a même pu constater que, pendant l'épidémie typhoïde de 1882 et encore aujourd'hui, tous les chiffres des trop rares repères-bornes de nivellement ont été enlevés et n'ont point été remplacés depuis longtemps.

A Paris, où la nappe d'eau naturelle est parfois très voisine du sol en temps d'étiage, et où certains quartiers sont inondés par infiltration en temps de crue ou de pluie continue, il y aurait certainement de grands avantages à attendre d'un drainage perméable et méthodique des voies publiques de certains quartiers bas, telles que les rues Saint-Lazare, Provence, Châteaudun, de la Victoire, etc.

Pour remédier aux inondations par infiltration des caves, Belgrand a proposé (1) l'établissement d'un drainage plus bas que le sol des caves, sans communication avec la Seine et les égouts; des pompes centrifuges, actionnées par des turbines alimentées par les eaux de conduites forcées, maintiendraient la nappe d'eau souterraine à son niveau ordinaire, en rejetant cette eau dans les égouts.

Un modèle de cette utile disposition figurait, en 1878, dans la belle

(1) *Comptes-rendus, Académie des Sciences*, 29 mai 1876.

collection des spécimens des travaux souterrains, de Paris, exposés au Champ-de-Mars, et son fonctionnement nous a paru simple et pratique.

Mais, pour appliquer cet excellent système au drainage des voies publiques des quartiers bas, il faudrait nécessairement attendre que l'alimentation d'eau pure en charge soit abondante.

Le drainage perméable ne peut cependant pas être différé plus longtemps, car certaines rues basses deviennent, en temps de crue, de véritables puisards.

Nous pensons donc qu'il y a lieu, dès maintenant, d'essayer sur une grande échelle le drainage perméable proposé par l'ingénieur Belgrand, et d'actionner les petites pompes centrifuges, relevant les eaux au niveau des égouts, au moyen des moteurs à gaz ; car ce combustible ne coûte à la Ville que 0 fr. 15 centimes le mètre cube, et ces petits moteurs seraient facilement dirigés par les employés ordinaires de la voirie municipale.

Pour actionner les grandes pompes centrifuges, il faudrait cependant avoir recours aux moteurs à vapeur, qui sont plus économiques que ceux à gaz.

95. Infection du sol par le gaz-lumière. — Cette infection est facile à constater par la vue et l'odorat toutes les fois qu'on ouvre une tranchée dans le sol au voisinage des conduites de gaz ; on est déjà prévenu à distance par une forte odeur d'hydrogène sulfuré, qui devient insupportable quand on s'approche de la tranchée ou des terres du déblai dont la coloration en noir annonce une profonde altération.

On peut d'ailleurs se rendre compte de cette infection en considérant que les pertes de gaz étant d'environ 8 0/0 de la production, qui, atteignant 244 millions de mètres cubes en 1880 (1), a ainsi donné lieu à une perte d'environ 20 millions de mètres cubes de gaz pendant l'année 1880.

Henri Deville a cependant cherché à prouver que (2) : *grâce aux fuites de gaz* du sous-sol de Paris, celui-ci ne peut exhaler aucune

(1) *Annuaire statistique de Paris* pour 1880, page 548.

(2) *Comptes-rendus, Académie des Sciences*, 1880.

odeur dangereuse, parce que l'acide phénique arrête les fermentations et détruit les germes les plus redoutables.

L'Académie des Sciences n'a point accepté cette conclusion du sympathique et regretté chimiste ; le professeur Fremy ayant fait remarquer avec raison que les arbres ne pouvant vivre dans le voisinage des conduites, il est difficile qu'un gaz aussi contraire aux végétaux puisse être salulaire aux hommes.

Il ne faut pas oublier non plus que le professeur Henri Deville étant alors administrateur de la Compagnie Parisienne du gaz, a peut-être trop songé aux intérêts des actionnaires, et trop facilement négligé l'hygiène des Parisiens.

En effet, depuis les travaux et les publications du professeur Tourdes, de Devergie, d'Olivier (d'Angers), Ruggero Cobelli, Séverin Caussé, Pettenkofer, Rochelt, De Chaumont, Henri Napias, etc., il est parfaitement établi que le gaz-lumière peut se frayer facilement passage, surtout en temps de gelée, par les fuites de la canalisation ou les syphons de purge, circuler dans les crevasses et porosités du sous-sol, pénétrer dans les caves et autres étages des habitations, en y causant des asphyxies mortelles et des explosions épouvantables, dont on vient d'avoir un terrible exemple rue du Pont-Louis-Philippe, par les trois explosions qui ont tué 10 personnes et blessé un plus grand nombre.

Il est donc absolument nécessaire de se prémunir efficacement contre la pénétration du gaz-lumière dans le sous-sol, puisqu'il fait succomber non-seulement les végétaux, mais menace encore plus sérieusement la vie humaine.

Cependant, si quelques précautions ont été prises à Paris, c'est uniquement et exclusivement, au contraire, pour assurer la durée des plantations de la voie publique.

L'arrêté du 8 avril 1856 n'exige, en effet, de précautions spéciales que pour les conduites de gaz placées sous le sol des promenades et voies publiques *plantées* de Paris (1).

Ces conduites doivent être placées dans une pierrée, et les branchements dans un drain en terre cuite, mis en communication avec

(1) Tardieu : *Dictionnaire d'Hygiène Publique*, tome II, page 340.

l'air libre au moyen d'ouvertures percées dans le socle des candélabres.

En pratique, la pierrée n'est même plus exigée maintenant, et l'on se borne à placer les conduites dans une couche de sable, recouverte par un toit en papier bitumé recouvrant un drain en poterie destiné à porter l'odeur du gaz en quelques points spéciaux de surveillance.

C'est ainsi qu'on a posé, en mars 1882, une conduite de gaz de 0^m 07 de diamètre sous le trottoir nord du boulevard des Italiens, qui est cependant planté. Cette conduite, placée à quelques décimètres des murs de sous-sols, est certainement très dangereuse pour les habitations qu'elle contourne de trop près; une fuite pourrait avoir les plus graves conséquences en temps de gelée, surtout avec un trottoir bitumé et asphalté, et des murs de sous-sols non isolés du sol extérieur. Disposition vicieuse à d'autres points de vue, et qu'il faudrait toujours éviter au moyen d'un fossé d'isolement ou *area*.

On a bien proposé de renfermer les conduites de gaz dans les égouts (Chevreul, De Freycinet); mais nous pensons que, même avec la disposition des conduites noyées d'eau dans un canal spécial, comme l'a proposé l'ingénieur belge Versluys, il serait imprudent d'introduire ainsi dans les galeries d'égout une canalisation perdant 20 millions de mètres cubes de gaz par an, et constituant ainsi une constante et dangereuse source de grison.

La funeste explosion du 25 janvier 1865, qui causa la mort d'un ouvrier gazier et la destruction de la galerie amont du pont d'Austerlitz, a fait voir tous les périls qu'une pareille disposition pourrait créer

Essayée en Amérique, elle a aussi causé la destruction d'un des égouts de Philadelphie (1).

D'après l'ingénieur De Freycinet (2), le meilleur procédé consiste à renfermer les conduites dans un canal *étanche* en maçonnerie bitumée, de telle sorte que les fuites de gaz soient limitées entre les parois du canal et celles de la conduite, et qu'elles soient indiquées par l'odeur s'exhalant de tubes d'aération.

(1) W. Ford : in *Hygiene and public Health*, t. I, p. 549.

(2) *Principes de l'Assainissement des villes*, p. 350.

Cette disposition a été appliquée à Marseille, où elle a permis aux arbres de la promenade du Prado de prendre un développement magnifique.

A Anvers, Liège, La Haye, on a obtenu de cette même précaution les plus heureux résultats.

Nous pensons donc que ce dispositif devrait être appliqué à toutes les canalisations publiques et privées du sous-sol de Paris.

Quant aux syphons perdus à écoulement libre dans le sous-sol, nous pensons qu'ils doivent être assimilés aux puisards de l'industrie, qui sont maintenant interdits à Paris, même sous le sol privé. Un réservoir étanche métallique doit donc recevoir tous les produits de la condensation du gaz provenant de la canalisation sous terre ; facile à vider au moyen d'une pompe à main qui s'adapte à un conduit vertical bouché ordinairement par un tampon étanche, il ne peut ainsi donner lieu à aucune infection du sol par infiltration du gaz-lumière ou des résidus de sa condensation.

Enfin, pour compléter ces précautions contre les fuites de gaz dans le sol, il faudrait aussi placer des vannes d'arrêt sur les conduites, en les multipliant assez pour que toute fuite importante soit promptement privée de communication avec l'ensemble de la canalisation.

Si ces vannes avaient existé aux environs de la rue François-Miron, on n'aurait pas eu à déplorer la catastrophe du 12 juillet 1882, qui fit tant de victimes par ses trois explosions successives, qu'on aurait certainement évitées en fermant les valves voisines de grand matin, au lieu d'avoir à défoncer lentement et difficilement la chaussée de béton et d'asphalte pour couper les conduites en plusieurs points du carrefour. Opération d'ailleurs impossible en cas de congélation de la chaussée.

96. Urinoirs publics. — La nécessité de nombreux et commodes urinoirs publics n'a plus besoin d'être démontrée à Paris, où, depuis longtemps, tous les systèmes connus ont été expérimentés.

Les ingénieurs du service municipal ont heureusement renoncé à l'emploi de quelques types fort gênants, tels que ceux à portes en

fonte qui se refermaient lourdement et bruyamment sur les visiteurs de ces refuges.

Le type adopté maintenant par la Ville de Paris consiste principalement dans un groupement circulaire ou polygonal de tablettes verticales d'ardoise, avec irrigation d'eau continue glissant verticalement sur les parois des ardoises. Le tout est entouré d'un bouclier en tôle dissimulant les visiteurs.

Malgré l'amélioration apportée par cette irrigation continue, qui fonctionne d'ailleurs souvent en irrigant aussi les visiteurs, nous devons repousser l'emploi de ce modèle, qui a l'inconvénient grave de permettre le rejaillissement de l'urine sur le pantalon du visiteur, puisque l'urine est projetée sur des parois solides verticales, et parce qu'il offre une surface de contamination maxima.

Les urinoirs à trois places des boulevards ont aussi l'inconvénient de tenir beaucoup trop d'étendue en largeur ; avec les *blindages* crénelés qui les entourent, on est arrivé à en faire des *monuments* trop volumineux et attirant ainsi l'attention d'une façon malheureuse. A ce point de vue, nous avons peine à comprendre comment on a pu faire de deux *monuments* de ce genre, le plus *bel ornement* central de la place du Théâtre-Français, et cela à deux pas des charmantes fontaines dues à l'habile architecte Davidoud.

Sans partager l'avis de ceux qui voudraient cacher les urinoirs publics, nous pensons qu'il conviendrait de leur donner des dimensions restreintes, tout en augmentant leur nombre, en les écartant moins, et surtout en ayant soin de les répartir plus également qu'aujourd'hui, où l'on n'en peut trouver dans certains quartiers, tels que celui de l'Opéra, ce qui porte les passants à uriner tout autour de ce luxueux monument.

Avec une distribution plus large et plus équitable de ces refuges, nous désirons voir adopter, en principe, la cuvette urinoir de l'ingénieur Jennings, qui, présentant une surface de contamination minima, et constamment parcourue et lavée par un courant d'eau fraîche, ne peut donner lieu à aucune mauvaise odeur, et évite absolument le rejaillissement des urines sur les visiteurs, puisque l'urine est lancée, non plus sur un corps solide et vertical,

mais bien sur une surface liquide et horizontale placée assez haut pour éviter les chocs brusques et leurs fâcheux effets rejaillissants.

Un modèle de l'urinoir Jennings, placé dans la cour des Arts et Métiers, permet, du reste, à tout le monde de s'assurer de l'excellence de ce principe, qui pourrait être certainement adapté avec succès à d'autres modèles d'urinoirs publics. Mais il faudrait cependant soigneusement éviter de faire plonger le tuyau d'eau pure dans la cuvette, dont l'urine pourrait contaminer les conduites publiques ; précaution qui n'a point été prise au Conservatoire des Arts et Métiers !

97. Water-closets publics. — Aussi utiles que les urinoirs, les water-closets publics de Paris pourraient donner lieu aux mêmes critiques.

Le petit nombre des châlets de nécessité récemment établis ne comporte, en effet, que des types trop volumineux, avec lesquels on a eu l'injustifiable prétention d'orner certaines places très en vue cependant.

Nous aurions aussi préféré la gratuité absolue de ces refuges, avec un tronc pour les offrandes *facultatives* au profit des hôpitaux et hospices de Paris.

Nettoyés et surveillés par quelques pensionnaires de ces hospices, il eût été naturel de faire profiter directement les assistés de cet impôt volontaire.

La Ville de Paris, en rentrant ainsi indirectement dans ses frais, pourrait elle-même faire établir à son compte ces utiles refuges, qui devraient être nombreux et bien répartis sur toute l'étendue de la cité.

Constamment lavés par un courant d'eau fraîche, ces véritables water-closets éviteraient ainsi absolument l'infection qu'exhalent les lieux publics actuels, tels que ceux des sous-quais de la Seine, dont l'odeur insupportable arrive jusque sur les quais supérieurs ; et ils permettraient enfin aux Parisiens peu fortunés d'éviter un impôt inégal que rien ne justifie, et qu'ils évitent aujourd'hui en infectant au plus haut point quelques parties des voies publiques, ainsi que nous le constatons personnellement en été par les émana-

tions putrides exhalées dans le fossé gauche de la porte de Neuilly, au voisinage de la tête de ligne du petit tramway du Jardin d'Acclimatation.

98. Nettoyement des voies publiques. — Dans le centre de Paris, le nettoyage des voies est certainement sans rival comme perfection et rapidité.

Les machines balayeuses poussent la boue de la chaussée dans les ruisseaux, les balayeurs la dissolvant ensuite dans un fort courant d'eau, elle arrive ainsi très délayée et privée d'une partie notable du sable et tombe en s'écoulant rapidement dans les égouts.

Les trottoirs sont balayés et grattés par les balayeurs plusieurs fois par jour. On peut donc affirmer qu'aucune ville n'est plus soignée dans sa partie centrale.

Les quartiers excentriques sont naturellement moins soignés ; mais avec le perfectionnement des revêtements de ces voies, qui s'améliore journellement, il y a lieu d'espérer que Paris laissera bientôt peu à désirer de ce côté.

Il en est de même pour l'enlèvement des résidus secs des habitations, cendres et déchets de cuisine, qui se perfectionne constamment depuis 1870.

Avant le siège de 1870, Paris était placé sous le régime de l'ordonnance du 1^{er} septembre 1853, qui autorisait le dépôt des déchets de cuisine, cendres et autres résidus solides secs sur la voie publique à partir de 4 heures du matin. Mais, en fait, dès 9 heures du soir, les rues étaient déjà jonchées de ces débris infects, qu'une véritable armée de 40,000 chiffonniers secouait toute la nuit, et que les chevaux et voitures étalaient sur toute la chaussée.

Ce fâcheux et insalubre usage était principalement toléré pour faciliter le chiffonnage qui, en effet, offrait une certaine garantie de surveillance nocturne, puisqu'à cette époque les rues de Paris étaient infiniment plus sûres la nuit que maintenant.

Cependant, il faut bien reconnaître que l'ordonnance du 11 septembre 1870 constitue un grand progrès pour la propreté et la salubrité des rues de Paris.

Cette ordonnance proscriit tout dépôt de débris sur la voie publique, et elle prescrit l'apport de ces débris secs seulement de 5 à 7 heures du matin, en récipients spéciaux, qui sont vidés dans les tombereaux par les boueurs, et rentrés vides par les concierges (1).

En étudiant les procédés de départ des résidus domestiques secs, nous avons vu que cette méthode n'est pas encore parfaite, puisqu'elle ne répond pas suffisamment au cardinal principe du départ *immédiat* des résidus de chaque appartement (N° 44, p. 99).

Nous conseillons donc encore l'installation de tuyaux de chute spéciaux pour ces résidus, aboutissant chacun à un récipient général, enlevé, vidé et remis en place chaque matin par une équipe spéciale attachée à chaque tombereau. Dispositions permettant enfin le départ *immédiat* des résidus domestiques secs de chaque appartement, sans dérangement et sans fatigue pour ses habitants ; et évitant aussi l'encombrement des voies publiques par les résidus et les trop nombreux petits récipients actuellement en usage, et dont on a également constaté les inconvénients en Angleterre, où différentes méthodes sont préconisées pour éviter les défauts de cet insuffisant système (2).

Les résidus domestiques secs auxquels se joignent les balayures de la voie publique, forment un cube journalier de 2,000 mètres cubes, transportés par 600 tombereaux.

Ces matières sont fournies par plus de 80,000 habitations et 11,000,000 mètres carrés de voies publiques.

Une loi du 26 mars 1873 a taxé obligatoirement les immeubles bordant les voies publiques, pour frais de balayage et d'enlèvement, en sept catégories variant de 0 fr. 10 à 0 fr. 70 le mètre.

En 1880, le produit de la taxe a été de 2,600,000 francs. La dépense s'est élevée à 5,300,000 francs, dépassant ainsi la recette de 2,700,000 francs (3).

(1) P. S. Le préfet de la Seine vient d'exiger le dépôt des résidus secs en récipients généraux, tenus par le concierge à la disposition des locataires depuis 9 heures du soir jusqu'au matin ; délai qui nous paraît encore insuffisant, et que nous désirons voir étendre à toute la journée.

(2) Percy Boulnois : *The Municipal and Sanitary Engineer's*, p. 229, 1883.

(3) Durand-Claye : *Revue d'Hygiène*, 1882, p. 50.

Ce sont des entrepreneurs qui fournissent les tombereaux et transportent les résidus hors Paris, où ils servent, sous le nom de gadoue, à fertiliser les vastes terrains exploités par les maraîchers cultivant les légumes vendus aux halles de Paris.

Quant à l'enlèvement rapide des neiges et glaces, il faut bien reconnaître qu'il s'opère souvent avec une lenteur regrettable et très préjudiciable aux intérêts commerciaux des habitants.

Ainsi, tous les Parisiens ont encore le récent souvenir des lenteurs et des graves inconvénients causés par la longue stagnation des neiges pendant le rude hiver de 1879-80.

Les transports étaient devenus à peu près impossibles ; à tel point qu'on manquait de combustible dans certains quartiers pendant que les gares de chemins de fer en étaient encombrées ; le service des vidanges fut également suspendu, et les propriétaires furent autorisés à vidanger leurs fosses à l'égout.

Ce qui eut certainement la plus fâcheuse influence sur l'esprit des ouvriers vidangeurs, en leur donnant l'habitude de faire des allègements clandestins aux égouts, et donna lieu enfin, comme conséquence désastreuse, au funeste accident qui causa la mort de plusieurs égoutiers dans l'égout Rochechouart.

Pour activer l'enlèvement des neiges en 1880-81, les ingénieurs de la Ville en ont fait jeter une grande partie dans les égouts, en ouvrant des tampons spéciaux, qui auraient dû être entourés d'une grille, afin d'éviter les accidents funestes résultant des chutes dans un égout profond et énergiquement balayé par un violent courant d'eau.

Mais ce procédé rationnel et économique ne peut être employé par des froids intenses, car on s'exposerait à bloquer les égouts par des banquises de glace qui pourraient aussi amener la congélation des conduites d'eau placées en galeries. Pour les voies principales éloignées de la Seine, nous pensons qu'il y aurait lieu, dans les cas de fortes gelées persistantes, d'essayer sur une échelle suffisante le système de fusion des neiges par la vapeur, inventé et appliqué à Paris, en 1879, par feu l'ingénieur Bouvet, qui consiste dans l'envoi de la vapeur dans une canalisation mobile métallique percée de nombreux trous, sur laquelle on amoncelle la neige en

tas allongé et suffisamment épais pour éviter toute perte de vapeur.

99. Arrosement des voies publiques. — L'arrosement des rues et places publiques procure deux résultats utiles, puisqu'il rafraîchit le sol et l'air pendant les jours secs et chauds, et qu'il supprime les poussières en les faisant adhérer au sol.

Ce dernier résultat est surtout important au point de vue de la prophylaxie des maladies épidémiques ; car on sait, depuis les mémorables expériences de Pasteur, 1859 (1) :

« Qu'une petite bourre de coton exposée pendant 24 heures au courant d'air d'une voie publique, après une succession de beaux jours, rassemble plusieurs milliers de corpuscules organisés, pour une aspiration d'un litre d'air par minute au travers de la bourre ; et que ce résultat varie *infiniment* avec l'état de l'atmosphère, *avant ou après la pluie*, par temps calme ou agité, etc. »

Dans ce beau mémoire, Pasteur dit encore : « Je crois qu'il y aurait un grand intérêt à multiplier les études sur ce sujet, et à comparer dans un même lieu avec les saisons, dans des lieux différents à une même époque, les corpuscules organisés disséminés dans l'atmosphère. Il semble que les phénomènes de contagion morbide, surtout aux époques où sévissent des maladies épidémiques, gagneraient à des travaux poursuivis dans cette direction. »

Ce n'est cependant que longtemps après la publication des expériences de Pasteur, en 1878, qu'on s'est enfin occupé sérieusement, à Paris, de ces importantes recherches, que la Ville de Paris a confiées à Miquel, le savant micrographe de l'observatoire de Montsouris.

En 1879, Miquel établit d'abord (2) que : le nombre de germes contenus dans l'air libre est faible en hiver, s'accroît rapidement au printemps, reste élevé en été, et diminue en automne.

En 1880 (3), Miquel observe que le chiffre des bactéries est toujours considérable pendant la sécheresse.

(1) *Mémoire sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère*, 1862, pages 32-33.

(2) *Annuaire de Montsouris*, 1879, p. 476.

(3) — — — pour 1880, p. 432.

En 1881 (1), Miquel précise, par un diagramme très clair, que le chiffre des bactéries passe par un minimum en temps pluvieux, et passe par un maximum quand le sol est depuis longtemps soustrait à l'action de la pluie.

En 1882 (2), Miquel rend compte des recherches faites sur l'air du centre de Paris, rue de Rivoli, qui prouvent que l'air de Paris est porté au comble de l'infection quand, par suite de la pénurie de l'eau, les voies publiques *cessent d'être arrosées en été*.

Enfin, Miquel a publié quatre diagrammes qui établissent une curieuse coïncidence entre le nombre des microbes contenus dans l'air libre et la quantité des décès par maladies épidémiques en 1879-80, 1880-81, 1881-82, 1882-83 (3).

Bien que Miquel n'ait jamais eu la prétention de mesurer ainsi les quantités distinctes de ferments spéciaux des maladies zymotiques, il admet cependant provisoirement que ces germes spéciaux sont probablement d'autant plus nombreux dans l'atmosphère quand le nombre *total* de toutes les espèces de bactéries s'y trouve être aussi au maximum.

Pour Miquel, la source première des innombrables légions de bactériens qui sillonnent l'air de Paris est constituée par la poussière qui provient du sol trituré de la chaussée (4).

De ces admirables travaux de Pasteur, et de Miquel, nous devons non seulement reconnaître qu'il est de la plus haute importance de supprimer les boues des rues, par l'usage des chaussées imperméables et l'envoi direct de tous les résidus aux égouts, mais nous devons encore en conclure qu'en temps sec, il est absolument nécessaire d'arroser fréquemment et abondamment le sol de nos voies publiques, afin d'empêcher la production des poussières et la dissémination des ferments et virus dans l'atmosphère de Paris.

Pour faciliter ces fréquents arrosages de la voie publique, nous pensons qu'il y a surtout lieu de développer le procédé d'arrose-

(1) *Annuaire de Montsouris*, pour 1881, p. 397, 499.

(2) — — — pour 1882, p. 453, 521,

(3) — — — pour 1883, p. 412 ; pour 1884, p. 522.

(4) *Les Organismes Vivants de l'Atmosphère*, 1883, p. 238.

ment à la lance montée sur tuyaux mobiles vissés sur robinets spéciaux sous pression des conduites de la Ville.

Chaque propriété bâtie et habitée de quelque importance devrait donc être pourvue extérieurement d'une bouche d'arrosement à la lance, mise à la disposition des agents de la Ville et des concierges, puisque les règlements actuels imposent l'arrosement des voies publiques par les particuliers en temps de chaleur et de sécheresse.

Tous ces robinets extérieurs pourraient, d'ailleurs, rendre les plus grands services en cas d'incendie, et ils devraient pour cela pouvoir s'adapter aux écrous roulants des tuyaux des pompes de la Ville, et être soigneusement protégés contre toute congélation en temps de forte gelée.

100. Conclusions sur l'assainissement des voies publiques. — De cette étude rapide des conditions nécessaires à la salubrité des voies publiques, nous pouvons enfin conclure :

1° Qu'il serait désirable de renoncer à l'usage des chaussées perméables, et d'adopter un système de chaussée imperméable et non susceptible de se décomposer en donnant lieu à des émanations nuisibles ou à des productions de germes et ferments de maladies zymotiques, dont on évitera la reproduction en dirigeant tous les résidus immédiatement à l'égout public.

2° Qu'il y a lieu d'augmenter considérablement les plantations d'arbres, afin de purifier le sol par un appel d'oxygène et l'absorption des matières organiques par la végétation, et de produire en été une grande quantité d'ozone purifiant l'air des miasmes produits en temps chaud.

3° Que le drainage perméable du sol des voies publiques rendrait les plus grands services à l'hygiène générale de certains quartiers bas et humides.

4° Qu'il serait nécessaire de poser les conduites de gaz-lumière dans des conditions spéciales empêchant toute infiltration du gaz dans les habitations, afin d'y supprimer cette redoutable source d'asphyxie, d'explosion et d'incendie.

5° Qu'il serait utile d'augmenter le nombre des urinoirs publics, et de les construire en forme de cuvette hydraulique.

6° Qu'il est indispensable de construire de nombreux water-closets *publics*.

7° Que le nettoyage des voies publiques de Paris peut être cité comme un modèle de propreté urbaine.

8° Que l'arrosage fréquent et abondant des voies publiques au moyen de robinets spéciaux de prise d'eau en charge est absolument indispensable en temps sec, afin d'éviter la production des poussières et la dissémination des germes et virus contagieux dans les couches d'air respirées par les habitants de Paris.

CINQUIÈME ÉTUDE

ÉGOUTS

Les égouts doivent conduire les résidus liquides
sans en retenir aucun sédiment.

ROBERT RAWLINSON.

101. Historique sommaire du réseau. — La Seine, la Bièvre et le ruisseau de Ménilmontant ont été, dès l'origine, les grands exutoires de Paris (1).

C'est vers ces trois voies d'écoulement que les anciens habitants dirigeaient les eaux pluviales et ménagères, au moyen de rigoles creusées à travers les terrains en culture dont les groupes de maisons formant la ville étaient environnés.

Plus tard, une partie des fossés des enceintes de Philippe-Auguste et de Charles VI reçut aussi les eaux boueuses de Paris.

Tous ces égouts à ciel ouvert, mal nivelés pour la plupart, se remplirent promptement d'immondices, de flaques d'eau stagnante, et répandirent des miasmes pestilentiels.

On s'appliqua peu à peu à les curer, à les redresser ; on supprima les plus incommodes, on maçonna les parois et le fond des autres ; on songea enfin à les recouvrir de voûtes ou de dalles en pierre.

Vers 1374, Hugues Aubriot, prévôt des marchands, construisit le premier égout proprement dit, en faisant voûter la rigole découverte

(1) Haussmann : *Documents relatifs aux Eaux de Paris*, 1861, p. 56.

qui conduisait les eaux du quartier Montmartre vers le ruisseau de Ménilmontant, déjà tari par les changements survenus dans le régime des sources du nord, et réduit à n'être plus qu'un lit de torrent ou qu'un ravin fangeux.

Il serait inutile de raconter ici les efforts tentés pour rendre salubres les alentours du palais des Tournelles, que l'infection des égouts découverts fit enfin abandonner par les rois du xvi^e siècle, et de décrire les travaux exécutés d'âge en âge, à mesure que la surface de Paris se couvrait de maisons, pour ouvrir de nouvelles artères d'assainissement. En 1663, en plein règne de Louis XIV, la longueur totale des égouts voûtés n'était encore que de 1207 toises, tandis que celle des égouts découverts était de 4120 toises.

L'égout formé par l'ancien ruisseau de Ménilmontant, qui avait reçu le nom de *grand égout de ceinture*, ne fut revêtu de murs et n'eut un radier en pierre qu'au commencement du xviii^e siècle.

C'est vers 1740 que Turgot, prévôt des marchands, entreprit de le faire voûter, en chargeant les propriétaires riverains d'exécuter ce travail à leurs frais, moyennant la concession du terrain, large de 36 pieds, que devait rendre disponible la couverture de l'égout d'une berge à l'autre. L'opération s'accomplit peu à peu ; elle a eu pour résultat fâcheux de faire construire un grand nombre de propriétés particulières au-dessus de ce canal souterrain.

Sous le premier Empire, l'amélioration du système des égouts était considérée comme le corollaire obligé de l'arrivée des eaux de l'Ourcq dans Paris, que Girard destinait principalement au lavage des égouts, dont la longueur totale n'était que 23,530 mètres en 1806.

Mais avec l'extension de la distribution d'eau et des galeries d'égout, le grand égout de ceinture, qui n'avait que 3 mètres de large, devint bientôt insuffisant ; et, en 1830, lorsque les ingénieurs de la Ville voulurent donner un plus grand développement à la construction des égouts, on dirigea la pente de ces ouvrages, non plus vers le collecteur de Ménilmontant, mais vers la Seine.

On fit renaître ainsi les inconvénients qu'on avait voulu détruire dans les siècles précédents ; aussi, lorsque l'ingénieur Belgrand fut chargé du service des eaux, en 1856, il proposa et fit

adopter le rétablissement d'un système complet d'égouts ordinaires et collecteurs, qui est en partie terminé, et que nous allons décrire sommairement :

Rappelons d'abord qu'un Arrêt du Conseil d'Etat, du 22 janvier 1785, défendait rigoureusement de pratiquer aucune ouverture de communication entre les maisons et les égouts, vers lesquels on ne pouvait ainsi verser directement les eaux pluviales et ménagères, et qu'une Ordonnance du Roi, du 30 septembre 1814, confirmant cet arrêt, n'autorisait l'écoulement direct à l'égout que pour les propriétés trop basses pour pouvoir évacuer leurs eaux dans les ruisseaux.

Mais cette permission n'était du reste que temporaire, et devait être limitée à quelques anciennes maisons, dont la reconstruction ne pouvait s'opérer sans que toute ancienne communication directe à l'égout fut absolument supprimée.

Le Décret du 26 mars 1852 vint enfin faire tomber toutes ces défenses, qui avaient pour résultat l'infection des cours, allées et voies publiques par les émanations des eaux ménagères en décomposition putride.

En effet, l'article 6 de ce décret disait :

« Toute construction nouvelle dans une rue pourvue d'égouts, devra être disposée de manière à y conduire ses eaux pluviales et ménagères.

La même disposition sera prise pour toute maison ancienne en cas de grosses réparations, et en tout cas, avant dix ans. »

Toute maison devant maintenant déverser directement à l'égout toutes ses eaux pluviales et ménagères, il en résulte forcément que toute rue doit être pourvue d'un égout de section suffisante. En principe, il a donc été admis par la Ville que toute rue sera pourvue d'un égout si elle a moins de 20 mètres de largeur, et de deux égouts latéraux si elle a 20 mètres et plus de large.

Paris comptant aujourd'hui 870 kilomètres de rues, nécessitant en somme environ 1040 kilomètres d'égouts, dont plus de 700 kilomètres étaient exécutés au 1^{er} janvier 1882 (1), et 340 étaient à cons-

(1) *Annuaire statistique de Paris pour 1881*, p. 107

truire, qui comprennent des égouts ordinaires pour la plus grande partie, et des égouts collecteurs pour certaines longueurs ; car, ainsi que nous le verrons, le système des grands collecteurs est loin d'être complet.

Les égouts de Paris construits par Belgrand comprennent les 15 types dont les dimensions figurent au tableau suivant :

Numéro du type.	Hauteur des piedroits.	Diamètre de la voûte.	Section de l'égout.
1	1 ^m ,00	5 ^m ,60	17 ^{m²} ,76
2	1 ,05	5 ,20	17 ,94
3	0 ,90	4 ,00	11 ,68
3 surbaissé	0 ,60	4 ,00	9 ,22
4	1 ,05	3 ,70	9 ,89
5	1 ,50	3 ,00	8 ,42
6	1 ,50	2 ,50	7 ,04
7	1 ,45	2 ,40	6 ,29
8	1 ,25	2 ,30	4 ,81
9	1 ,35	2 ,00	4 ,05
10	1 ,15	1 ,75	3 ,00
11	1 ,40	1 ,50	2 ,38
12	1 ,65	1 ,30	2 ,15
13	1 ,45	1 ,30	1 ,96
14	1 ,55	0 ,90	1 ,63

Le système des collecteurs de Belgrand consiste dans l'établissement de trois collecteurs généraux A, B, N, et d'un réseau d'affluents directs formant les collecteurs secondaires (1) :

(A). Le premier collecteur général, établi sur la rive droite, dit *Collecteur d'Asnières*, suit la ligne des quais depuis le bassin de l'Arsenal jusqu'à la place de la Concorde, longe la rue Royale et le boulevard Malesherbes, passe en souterrain sous les contreforts de Monceau, suit la route d'Asnières et débouche dans la Seine, à Clichy, en aval du pont d'Asnières.

Ce collecteur général doit également drainer les eaux de Bercy par un prolongement amont dans toute la longueur de la rue de Bercy.

Les collecteurs secondaires de l'égout d'Asnières sont :

(1) Alphanand : *Note sur les eaux et égouts*, 1879, p. 44.

1° L'égout collecteur des Coteaux, qui reçoit toutes les eaux de la partie Nord de Paris inférieure au collecteur général du Nord.

Il part des fortifications, près l'avenue Daumesnil, suit la petite vallée de Fécamp jusqu'au fond de la Grande-Pinte, puis les rues de Charenton, Beccaria, Saint-Bernard, Folie-Méricourt, les boulevards Voltaire, Richard-Lenoir, passe sous le canal Saint-Martin et les rues de la Douane, Château-d'Eau, Petites-Ecuries, Richer, Faubourg-Montmartre, Saint-Lazare, Abattuci, et débouche enfin dans le collecteur général d'Asnières. Sa longueur est de 9,350 mètres.

Ce collecteur secondaire des Coteaux est beaucoup trop chargé et deviendra insuffisant dès que la distribution d'eau sera augmentée. Pour remédier à cette insuffisance, il faut le décharger par un égout s'en détachant à la place du Château-d'Eau et venant rejoindre par la rue Amelot l'égout du boulevard Henri IV, établi avec des dimensions suffisantes en vue de cette dérivation.

Cet excès de charge oblige également à doubler le collecteur des Coteaux entre la rue Richer et le collecteur général d'Asnières, en suivant les rues de Provence, Lafayette, Halévy, boulevard des Capucines, rues de Sèze et Chauveau-Lagarde.

2° Le deuxième collecteur secondaire de l'égout général d'Asnières est le collecteur Rivoli, partant de la rue de Sévigné et se terminant place de la Concorde. Sa longueur est de 3,150 mètres.

3° Le troisième collecteur secondaire est l'égout de Sébastopol, partant de l'égout des Coteaux et débouchant dans le collecteur général d'Asnières à la place du Châtelet. Sa longueur est de 1,811 mètres.

4° Enfin, l'égout des Petits-Champs, partant de la rue Vivienne et aboutissant place de la Madeleine, constitue le quatrième collecteur secondaire de l'égout général d'Asnières. Sa longueur est de 1,212 mètres.

Pour compléter le drainage de ce bassin, il faudrait encore faire déboucher les égouts de la Cité et de Saint-Louis dans le collecteur d'Asnières, au moyen de siphons.

(B) Le second collecteur général, dit *Collecteur de la Bièvre*, part du boulevard Saint-Michel, suit la rue Geoffroy-Saint-Hilaire,

où il reçoit les eaux de la Bièvre, la rue des Écoles, les boulevard Saint-Germain et Saint-Michel, la ligne des quais, passe en siphon sous la Seine au pont de l'Alma, en souterrain sous l'avenue Marceau place de l'Étoile, avenue de Wagram, rue de Courcelles, place Pereire, rues de Levallois-Perret, et se décharge enfin dans le collecteur général d'Asnières, un peu avant son embouchure.

Sur la rive gauche, il possède six collecteurs secondaires, savoir :

1° Le collecteur dit de la Bièvre qui fait suite à l'égout départemental latéral à la Bièvre. Il part des fortifications, boulevard Kellermann, en suivant la vallée de la Bièvre, passe en tunnel sous la Butte-aux-Cailles et vient se déverser dans le collecteur général de la Bièvre à son origine boulevard Saint-Marcel. Sa longueur est de 2,200 mètres. La construction de ce collecteur secondaire permettra enfin de couvrir la rivière de Bièvre qui ne sert plus de collecteur général et n'aura plus besoin que d'une section restreinte.

2° Le collecteur secondaire du XIII^e arrondissement, qui part des fortifications, boulevard Masséna, et vient se déverser à l'origine du collecteur général de la Bièvre, boulevard Saint-Marcel, après avoir traversé les rues du Dessous-des-Berges, Domrémy, Chevaleret, boulevard de la Gare, rue Jenner. Sa longueur est de 2,500 mètres.

3° Le collecteur Saint-Michel, partant du boulevard Montparnasse, suivant le boulevard Saint-Michel et débouchant dans le collecteur général à la place Saint-Michel. Sa longueur est de 1,205 mètres.

4° Le collecteur de la rue Vaneau, partant de la rue de Vaugirard et suivant les rues de Bagneux, Cherche-Midi, Saint-Romain, Vaneau, Bellechasse, pour aboutir au quai d'Orsay dans le collecteur général. Sa longueur est de 1,950 mètres.

5° Le collecteur de la chaussée du Maine, partant des fortifications à la porte de Châtillon et suivant la route de Châtillon, chaussée du Maine, boulevards Montparnasse et des Invalides, avenues Duquesne et Bosquet, pour aboutir au pont de l'Alma dans le collecteur général. Sa longueur est de 3,430 mètres.

6° Enfin, le collecteur de Grenelle, partant de la rue Leblanc,

suivant la ligne des quais et débouchant dans le collecteur général au pont de l'Alma. Sa longueur est de 3,430 mètres.

Ce collecteur secondaire devra être complété par une branche secondaire qui descendra de Vaugirard par les rues de Mademoiselle, Entrepreneurs, Saint-Charles, boulevard de Grenelle, et aboutira enfin dans le collecteur de Grenelle.

7° Pour assainir toute la partie de la rive gauche bordant la Seine en amont du pont Saint-Michel, il faut encore construire un égout secondaire sous les quais depuis les fortifications, sur une longueur de 4,250 mètres, et aboutissant enfin dans le collecteur général de la Bièvre au pont Saint-Michel.

8° Sur la rive droite, ce collecteur général de la Bièvre ne reçoit qu'un seul collecteur secondaire, celui de Passy, partant de l'avenue du Trocadéro, suivant les rues de la Pompe, Brunel, le boulevard Pereire, passant en syphon sous le chemin de fer de Ceinture et débouchant enfin dans le collecteur général de la Bièvre, place Pereire. Sa longueur est de 2,850 mètres.

9°, 10° Mais on se propose d'assainir les Champs-Élysées et les quartiers bas d'Auteuil et de Passy, par un double collecteur secondaire suivant les quais et aboutissant au pont de l'Alma dans le collecteur général de la Bièvre.

(N) Enfin, le troisième collecteur général, dit *Collecteur du Nord*, a pour but de donner un écoulement direct aux eaux des coteaux de la rive droite, qui descendaient avec une vitesse torrentielle et inondaient une partie des VIII°, IX°, X°, XI° arrondissements.

Ce collecteur part du cimetière Père-Lachaise, suit les boulevards extérieurs en contournant les buttes Chaumont et Montmartre, la route d'Allemagne, traverse la Villette, la Chapelle et se dirige sur Saint-Denis, où il débouche dans la Seine, et sur Gennevilliers par une rigole d'irrigation. Sa longueur totale est de 11,760 mètres.

1° Il n'existe actuellement qu'un seul collecteur secondaire du collecteur général du Nord, qui se partage en deux branches, l'une partant du collège Rollin, suivant le boulevard, la rue de la Chapelle et aboutissant au collecteur principal près des fortifications ; la seconde branche, versant ses eaux dans la première, suit la rue

Ordener depuis la rue Duhesme et débouche rue de la Chapellè. La longueur totale des deux branches est de 3,280 mètres.

L'ensemble des collecteurs généraux et secondaires comportera ainsi : (A) pour le collecteur général d'Asnières, 4 collecteurs secondaires et 2 siphons amenant les eaux des îles Saint-Louis et de la Cité dans le collecteur général. Soit en tout 6 collecteurs secondaires pour le collecteur général d'Asnières.

(B) Pour le collecteur général de la Bièvre, 7 collecteurs secondaires sur la rive gauche et 4 collecteurs sur la rive droite, soit en tout 11 collecteurs secondaires.

(N) Pour le collecteur général du Nord, on ne compte qu'un seul collecteur secondaire.

La somme des collecteurs secondaires sera donc :

Pour Asnières, A = 6

Pour Bièvre, B = 11

Pour Nord, N = 1

$\Sigma = 18$ collecteurs secondaires, qui, ajoutés

aux trois collecteurs généraux, donnent enfin un total de 21 collecteurs principaux.

La pente des collecteurs est au minimum de 0^m,30 à 0^m,40 par kilomètre, ou de 0^m,0003 à 0^m,0004 par mètre courant.

La section libre du collecteur général d'Asnières, type n° 1, est A = 17^{m²},76

L'égout de la Bièvre, type n° 3 surbaissé, a une section B = 9 22

L'égout du Nord, type n° 5, présente une section N = 8 42

La somme des sections d'embouchure $\Sigma = 35^{\text{m}^2},40$

Enfin, les collecteurs généraux d'Asnières et de Bièvre, qui se réunissent à Clichy, donnent ensemble un

débit moyen d'eau = 2^{m³},5 par seconde,

qui joint au débit de l'égout Nord = 0^{m³},5 —

Donnent en somme $\Sigma = 3^{\text{m}^3},0$ par seconde, produisant $86,400'' \times 3 = 259,200$ mètres cubes d'égout par 24 heures.

L'eau pure distribuée atteignant un volume moyen de 370,000 mètres cubes par jour, on voit que les égouts n'en recueillent ainsi que les 7/10, puisqu'on a : $\frac{259,200}{370,000} = 0,7$.

102. Principes généraux. — Principalement destinés à opérer le drainage de tous les résidus liquides, les égouts doivent aussi enlever tous les résidus solides organiques facilement charriés par les résidus liquides.

L'eau pluviale provenant des toitures étant presque toujours contaminée, doit donc être rejetée à l'égout public ; et il en est, à plus forte raison, de même pour l'eau de pluie ayant passé sur le sol des cours et de la voie publique.

Les eaux ménagères, qui comprennent les eaux de cuisine, de toilette et de nettoyage, étant fortement chargées de matières organiques, doivent arriver à l'égout par un drain direct assurant leur écoulement continu au-dessous de la voie publique, qu'ils ne doivent ainsi jamais parcourir en empruntant les ruisseaux destinés aux eaux pluviales.

En étudiant les procédés de vidange des habitations, nous avons aussi conclu qu'en attendant les résultats des essais de vidange pneumatique, il était possible d'appliquer heureusement le système du Tout à l'égout à la vidange continue des habitations de Paris.

Enfin, les résidus industriels convenablement modifiés et rendus inoffensifs doivent aussi être enlevés par les égouts.

Pour satisfaire à cette quadruple fonction sans contaminer le sol, les eaux et l'atmosphère, l'ensemble du réseau devra présenter l'application des conditions suivantes :

1° Toutes les murailles et parois des égouts devront être absolument imperméables, et aucune ouverture de drainage du sol ne devra être percée dans leur voûte, puisqu'en temps de pluie excessive les eaux d'égouts, débordant par ces ouvertures de drainage, pourraient contaminer le sol et les eaux souterraines (1).

Le drainage du sol devra donc être opéré par des conduites spéciales et à l'abri de tout débordement des eaux d'égout.

(1) De Freycinet : *Assainissement des villes*, 1870, p. 91.

2° Tous les drainages privés et toutes les bouches de décharge de la voie publique devront être disposés pour l'exclusion des résidus solides non susceptibles d'être entraînés par les liquides d'égout.

3° Toutes les parois intérieures du réseau devront être arrondies et recouvertes d'un enduit dur et poli, afin d'assurer l'écoulement méthodique et continu avec un minimum de pente longitudinale.

4° Des dispositions spéciales assureront le nettoyage automatique et complet de l'ensemble du réseau au moyen de puissantes chasses d'eau.

5° Enfin, l'ensemble du réseau de drainage des résidus devra être constamment parcouru par un courant d'air frais, afin d'oxyder les matières organiques, d'empêcher toute accumulation de gaz toxiques, et d'atténuer par oxydation les virus des maladies zymotiques.

103. Nature et forme des parois. — Les anciens égouts de Paris étaient construits en maçonneries de moellons et dalles de pierre calcaire poreuse, et présentaient naturellement ainsi la forme rectangulaire dans leur partie inférieure ; ce qui avait pour résultat fâcheux de trop étaler les faibles courants d'eau d'égout en favorisant ainsi les accumulations dans les angles inférieurs du rectangle. On créait ainsi ce que Baldwin Latham a justement nommé *des égouts de dépôts*, qui finissaient par se combler en entier quand on négligeait leur curage manuel.

Maintenant construits en excellente maçonnerie de meulière et de ciment, les égouts actuels de Paris ne laissent ainsi plus rien à désirer quant à la nature intime de leur murailles et à leur étanchéité absolue.

La forme de la section des anciens égouts de Paris, construits sous la direction de l'ingénieur Emmery, consistait en un radier presque horizontal surmonté de deux pieds droits verticaux à l'intérieur, le tout couvert par une voûte en plein cintre extradossée d'égale épaisseur.

Après Emmery, on a légèrement modifié ses profils, en donnant à l'égout courant une hauteur toujours suffisante pour le passage d'un homme debout.

L'ingénieur J. Dupuit, frappé de l'insuffisance de section des égouts en temps d'orage, de la difficulté d'y placer des conduites d'eau pure, fut ainsi conduit à en augmenter la largeur aux naissances sans en augmenter la dépense de construction.

Remarquant d'abord très judicieusement qu'on avait jusque là donné aux aqueducs et égouts souterrains un profil d'équilibre emprunté maladroitement aux types de voûtes élevées au-dessus du sol (1), qui doivent recevoir des formes et des épaisseurs nécessaires pour qu'elles ne tombent ni en dedans ni en dehors, et qu'on n'avait point ainsi tenu compte de l'économie que pouvait apporter la considération de la poussée des terres.

Remarquant ensuite que cette poussée s'opposait efficacement au renversement à l'extérieur, J. Dupuit en concluait : qu'en profitant de la réaction du terrain contre toute poussée extérieure, on pouvait réduire considérablement l'épaisseur des égouts, qui devaient être alors des espèces de tuyaux d'une épaisseur constante dans le périmètre de leur section de forme légèrement elliptique.

Le type d'égout courant construit par Dupuit en 1854 présentait la forme générale d'un œuf debout sur sa pointe déprimée, et, bien qu'on eut conservé une épaisseur de 30 à 45 centimètres aux parois, le volume de la maçonnerie n'était que de $2^{\text{m}^3}05$ par mètre courant pour une section libre intérieure de $1^{\text{m}^2}93$; quand le type Emmerly exigeait avant cela $2^{\text{m}^3}88$ de maçonnerie pour une section libre de $1^{\text{m}^2}67$ seulement, soit $\frac{1,67}{2,88} = 0^{\text{m}^2}58$ de section libre par m^3 de maçonnerie.

Mais Dupuit reconnaissait que son type primitif avait une trop forte épaisseur à la base, et il proposait finalement de donner une épaisseur constante de $0^{\text{m}}30$ centimètres dans tout le périmètre de la paroi elliptique de l'égout courant construit en moellons silicieux, à cause de la dimension ordinaire de ces matériaux, car l'épaisseur de $0^{\text{m}}30$ n'est pas même nécessaire pour la solidité d'aussi petites sections.

(1) *Distribution des eaux*, 1854, p. 139, 164.

C'est d'après ces données de J. Dupuit que Belgrand a construit la plus grande longueur des égouts courants de Paris, dont le type n° 12, qu'on rencontre le plus fréquemment, présente en effet une épaisseur constante de 0^m,30 pour une hauteur de 2^m,30, une largeur de 1^m,30 aux naissances, et une section libre de 2^m²,15 pour un volume de maçonnerie de 2^m³,15 par mètre courant, soit une section libre de 1^m² par mètre cube de maçonnerie.

L'adoption du type d'égout J. Dupuit en forme d'œuf à pointe déprimée a donc réalisé un grand progrès économique, en permettant d'agrandir la section libre tout en diminuant le volume de maçonnerie employé, dont *l'effet utile* a été doublé, et a aussi facilité l'installation des conduites d'eau pure au-dessus des naissances.

Mais il est cependant regrettable que Dupuit n'ait point adopté le type en œuf dans toute sa pureté de ligne, dont il a d'ailleurs reconnu la forme heureuse en décrivant ce profil adopté à Londres (1).

L'écrasement de la pointe inférieure des égouts courants de Paris a pour résultat de donner à la cunette une forme presque horizontale et de créer aussi deux angles favorisant les dépôts de matières minérales et organiques dans l'égout.

Or nous savons, d'après les expériences de Bazin (2), que la forme demi-circulaire présente l'avantage d'augmenter la vitesse moyenne de l'eau d'environ 1/10^e, et que cette forme s'oppose à la formation des dépôts, vu la suppression des angles où la vitesse est toujours réduite au *minima*; et aussi parce que la vitesse de l'eau dans une section demi-circulaire reste *constante* pour tous les points situés sur un même demi-cercle concentrique à la paroi.

À l'époque, 1854, où Dupuit publiait son savant Traité de la distribution des eaux, les expériences de Darcy, 1856, et de Bazin, 1855-60, sur l'écoulement de l'eau dans les canaux découverts n'étaient point encore exécutées; il ne faut donc point reprocher injustement à Dupuit d'en avoir ignoré les conséquences; d'autant plus que ce savant ingénieur avait exprimé des doutes au sujet des

(1) *Distribution des eaux*, 1854, p. 166, pl. 6, fig. 75.

(2) *Savants étrangers*, tome XIX, p. 17, 238, 239, 245.

formules de Prony en usage alors, et qui n'admettaient aucune différence de débit pour les canaux à parois lisses ou rugueuses.

Aussi n'y a-t-il pas lieu d'être surpris de savoir qu'un certain nombre d'anciens égouts de Paris soient encore dépourvus d'enduits durs et polis, et que l'ensemble du réseau des égouts courants présente une cunette non arrondie.

Pour faire saisir toute l'importance technique de ces deux défauts de construction des parois des égouts, nous allons comparer les pentes nécessaires aux égouts ordinaires du type 12 à cunette trapézoïdale construite en moellons réguliers et supposée dépourvue de tout enduit sur ses parois internes, et aux égouts du type 12 avec cunette demi-cylindrique recouverte d'un enduit en ciment pur et poli :

Remarquant d'abord, avec Baldwin Latham (1), que la vitesse de 2 pieds anglais par 1" doit toujours être considérée comme un minima pour les égouts au-dessus de 2 pieds de largeur aux naissances, nous admettrons ainsi qu'il nous faut ici une vitesse minima $= 0^m,305 \times 2 = 0^m,61$ par seconde.

Calculons maintenant la vitesse U de l'eau dans une cunette en moellons sans enduit, en forme de trapèze ayant $0^m,45$ de hauteur, $0^m,75$ largeur moyenne, $0,65 + 0,45 + 0,45 = 1^m,55$ de périmètre mouillé, pour une section d'eau de $0,45 \times 0,75 = 0^m^2,34$, donnant un rayon moyen $R = \frac{0,34}{1,55} = 0,22$; avec une pente de 1 mètre par kilomètre, ou de $0^m,001$ par mètre = I.

Pour des parois en moellons, les tables de Bazin (2) donnent $\frac{RI}{U^2} = 0,00051$ pour $R = 0,22$. Nous aurons donc :

$$0,00051 = \frac{0,22 \times 0,001}{U^2}, U^2 = \frac{0,00022}{0,00051} = 0,43, U = \sqrt{0,43} = 0^m,65$$

Avec une pente de 1 mètre par kilomètre, la vitesse de l'eau atteindra donc $0^m,65$ par seconde dans une cunette d'égout type n° 12 construite en forme de trapèze avec des moellons taillés et sans enduit.

(1) *Sanitary Engineering*, 1873, p. 50.

(2) *Savants étrangers*, tome XIX, p. 317.

Pour le même type d'égout n° 12, mais avec une cunette demi-cylindrique de 0^m,45 de rayon construite en moellons avec enduit en ciment pur et poli, nous aurons un périmètre mouillé = 1^m,4, pour une section d'eau égale à 0^m²,32, donnant un rayon moyen $R = \frac{0,32}{1,40} = 0,228$; nous aurons, avec une pente de 0^m,25 par kilomètre, ou de 0,00025 par mètre = I, et des parois en ciment lissé : $\frac{RI}{U^2} = 0,00017$ pour $R = 0,228$. Nous aurons donc :

$$0,00017 = \frac{0,228 \times 0,00025}{U^2}, \quad U^2 = \frac{0,000,057}{0,00017} = 0,335, \quad U = \sqrt{0,335},$$

$U = 0^m,58$ plus $1/10$ à cause de la forme demi-cylindrique, soit enfin, $U = 0^m,58 + 0^m,058 = 0^m,638$ par seconde.

Avec une pente de $1/4$ de mètre par kilomètre, la vitesse de l'eau dans une cunette demi-cylindrique d'égout type n° 12 construite en ciment pur et lissé atteindra donc 0^m,638 par seconde; vitesse très voisine de celle 0^m,65, produite par une pente de 1 mètre par kilomètre dans une cunette d'égout du même type n° 12, mais construite en forme de trapèze avec des moellons taillés et non recouverts d'enduit.

Nous pouvons donc en conclure que l'égout courant ordinaire type n° 12 nécessite une pente *quatre fois moins forte* quand on arrondit en forme de demi-cylindre le trapèze de sa cunette brute en la recouvrant d'un enduit en ciment pur et poli.

Pour assurer le nettoyage *automatique* des égouts courants de Paris, il est donc indispensable de donner une forme demi-cylindrique à leur cunette, afin d'éviter les dépôts qui se produisent dans les angles de base; et d'enduire cette cunette en ciment pur et poli, afin de réduire le frottement de la cunette à un coefficient minima.

Les collecteurs généraux et secondaires ayant généralement une grande cunette arrondie dans les angles et recouverte d'un enduit en ciment pur et poli, on voit que leur pente minima de 0^m,30 centimètres par kilomètre suffira pour assurer l'écoulement méthodique, puisque la pente de 0^m,25 centimètres est suffisante pour l'égout courant type n° 12 exempt de dépôts de sables et graviers.

104. Influence des dépôts de sables. — Mais il ne suffit pas de donner une forme demi-cylindrique et des parois en ciment pur et poli à la cunette des égouts pour assurer un écoulement continu sous une pente modérée ; car si l'on a permis aux sables de recouvrir cette cunette et d'y former une croûte rugueuse, toutes les conditions primitives de l'écoulement de l'eau seront alors profondément troublées.

En effet, en calculant la nouvelle espèce de résistance de cette cunette ensablée, et en supposant même que la croûte de sable soit d'épaisseur à peu près uniforme et qu'elle conserve ainsi la figure d'un demi-cylindre, nous aurons alors, en ne tenant pas compte de la diminution de section libre par le dépôt, et avec une pente de 3 mètres par kilomètre pour l'égout type 12 :

$$\frac{Rl}{U^2} = \frac{0,22 \times 0,003}{U^2} = 0,00187 \text{ pour } R = 0,22 \text{ et des parois en sable (1).}$$

Nous aurons donc :

$$0,00187 = \frac{0,000,66}{U^2}, \quad U^2 = \frac{0,000,66}{0,001,87} = 0,352, \quad U = \sqrt{0,352} = 0,59,$$

$U = 0,59$ plus $1/10$ pour la forme demi-cylindrique, soit, enfin, $U = 0,59 + 0,05 = 0^m,64 = U =$ vitesse de l'eau par seconde.

Avec une pente de 3 mètres par kilomètre, la vitesse de l'eau dans une cunette demi-cylindrique type 12 recouverte d'une croûte de sable atteindra donc une vitesse de $0^m,64$ par seconde ; vitesse très voisine de celle $0^m,638$, produite par une pente de $0^m,25$ centimètres seulement par kilomètre dans la même cunette type 12 demi-cylindrique en ciment pur et poli, mais non recouverte de sable.

La pente de 3 mètres par kilomètre divisée par la pente de $0^m,25$ centimètres, donnant : $\frac{3}{0,25} = 12$, nous en concluons donc rigoureusement qu'une cunette demi-cylindrique de l'égout courant de Paris, type 12, recouverte de sable, exige une pente *douze fois plus forte* que celle suffisante à la même cunette en ciment poli exempte de dépôts de sables !

Cette pente de 3 mètres par kilomètre fournie par les formules de Bazin coïncide d'ailleurs précisément avec celle reconnue pra-

(1) Bazin : *Savants Etrangers*, t. XIX, p. 317.

tiquement nécessaire pour l'égout courant de Paris recevant des sables.

Car on peut lire dans une note officielle sur l'Exposition des eaux et égouts, 1878 (1), que : « Les égouts courants de Paris sont dans de mauvaises conditions au-dessous de 2 mètres et demi à 3 mètres par kilomètre ; on est quelquefois obligé de leur donner moins, mais alors leur curage est laborieux et cher. »

En effet, à la suite du ralentissement de la vitesse de l'eau, il arrive nécessairement que la faible quantité qu'il en passe laisse ainsi déposer la plupart des matières lourdes principalement constituées par le sable, et que ces dépôts forment ainsi rapidement de véritables barrages dans la cunette des égouts à faible pente, dont il existe environ 12,000 mètres dans le réseau de Paris (2).

Effet unanimement reconnu par les trois commissions scientifiques récemment chargées de l'inspection des égouts de Paris :

1° Par la commission des ingénieurs : Buffet, Marié-Davy, Mille, Huet rapporteur, dont le rapport s'exprime ainsi (3) :

« Mais, si la commission n'a rencontré dans les égouts ni infection ni fermentation, elle a été frappée presque partout de l'insuffisance de leur curage.

Elle a trouvé sur le radier d'une grande partie de ceux qu'elle a parcourus des dépôts, souvent fort épais, de sable plus ou moins vaseux ; sur un grand nombre de points, elle a été arrêtée par de véritables barrages formés par des projections de toute nature venant des bouches et faisant refluer, souvent à de grandes distances vers l'amont, une eau relativement stagnante.

..... Or, cette insuffisance de curage, en arrêtant l'écoulement naturel des eaux et en facilitant, par suite, le développement de la fermentation, peut avoir, par les chaleurs, les plus graves inconvénients. Elle contribue puissamment, en tout cas, à l'infection que la commission a constatée dans un grand nombre de branchements. »

2° Par la sous-commission de l'assainissement de Paris, composée

(1) *Revue Scientifique*, tome XV, p. 324.

(2) Alphand : *Note sur les eaux et égouts*, 1879, p. 54.

(3) *La Ville de Paris*, 1881, 8 mai, p. 2089.

du D^r Dubrisay et des professeurs Wurtz et Brouardel rapporteur, dont le rapport contient ceci (1) :

« Lorsque l'égout a une pente insuffisante, l'eau qu'il contient laisse déposer sur le fond de la cunette tous les matériaux qu'elle tient en suspension, il se forme alors une couche de dépôts dans laquelle la botte enfonce parfois sur une épaisseur de 15 à 20 centimètres. La matière qui forme cette vase varie suivant les égouts ; boulevard de la Madeleine, bien que la toilette de l'égout eût été faite douze ou quinze heures avant notre visite, une couche de 20 centimètres, principalement constituée par du crottin de cheval, s'était déjà déposée. Mais *presque partout*, et notamment dans les égouts qui reçoivent les sables des voies macadamisées, il se fait un dépôt de sable parfois assez considérable, et celui-ci, en s'accumulant, crée un obstacle sérieux au nettoyage, et prépare un nid pour le dépôt des matières organiques en putréfaction. »

(2) « On objecte que ce sont de mauvais égouts, l'eau qui les parcourt est en quantité insuffisante ; lorsque les ingénieurs auront obtenu ce qu'ils demandent instamment, et avec juste raison, une augmentation dans la quantité d'eau afférente à Paris, ces inconvénients disparaîtront.

Voyons donc ce qui se passe dans les égouts parcourus par une masse d'eau énorme, et qui ont une pente assez grande : Nous sommes descendus dans l'égout collecteur de la rue de la Pépinière, c'est le collecteur général d'Asnières, et l'eau qui le parcourt a un volume et une vitesse tels que, disent les ouvriers, « elle roule un homme. » On ferait passer la Seine tout entière dans les égouts que l'on n'aurait pas dans chacun d'eux un pareil courant.

Nous avons fait marcher un bateau-vanne. En dix minutes, une dune de sable dépassait, à quelques mètres à l'avant du bateau, le niveau de l'eau.

Il sortait du fond de la cunette des matières organiques de toute espèce, des chiens morts, à moitié dépouillés. Aucun des membres de la sous-commission n'a eu l'idée que ce fussent des matières qui n'avaient séjourné que quelques heures dans l'égout.

(1) *Rapports de la commission*, 1881, p. 46.

(2) Brouardel : *Revue d'Hygiène*, 1882, p. 324.

Que l'on ne nous parle donc plus des matières vertes, des rapidités de l'écoulement; le service de la voie publique par les égouts a pour effet de les encombrer par des sables qui retiennent les matières organiques.

Celles-ci se décomposent dans un véritable lit approprié, elles y séjournent longtemps, et, quelle que soit la rapidité de l'écoulement des eaux, elles y reposent jusqu'au moment où un curage nettoiera à fond la cunette de l'égout. »

3° Enfin, par la Commission technique du drainage des résidus de Paris, dont un membre éminent s'exprime ainsi (1) :

« Ces jours derniers, nous visitons les égouts, et nous y constatons l'énorme quantité de sable et de gravier, dont les bancs, accumulés au fond des cunettes, retardent l'entraînement des immondices organiques. »

Cet accord parfait de toutes les commissions officielles d'inspection des égouts de Paris indique évidemment qu'il est indispensable de prendre immédiatement toutes les mesures nécessaires pour empêcher absolument toute introduction et tout dépôt de sables dans les égouts de Paris.

Et cela dans toute l'étendue du réseau, puisque si l'on permet l'introduction du sable dans les égouts à pente rapide et où aucun dépôt n'est possible, il n'en résulte pas moins que cette introduction de sable a pour effet d'encombrer les égouts ordinaires ou collecteurs à faible pente faisant suite à l'égout à forte pente, et d'y former alors des dépôts par voie de ralentissement de la vitesse de l'eau; dépôts se produisant ainsi indirectement dans des égouts à faible pente où le sable ne serait point cependant introduit directement par les bouches de décharge.

Les branchements de drains privés et les bouches de décharge des voies publiques devront donc être spécialement disposés pour s'opposer efficacement à toute introduction de sables et graviers dans toute l'étendue du drainage domestique et dans tout le réseau des égouts courants et collecteurs de Paris.

(1) Vallin : *Revue d'Hygiène*, 1882, p. 1006.

105. Bouches de décharge des voies publiques. — Actuellement, les bouches de décharge sont construites en forme de cheminée verticale à section rectangulaire s'appuyant sur un plan incliné raccordé avec le radier de l'égout; l'ouverture libre supérieure de décharge est creusée dans une pierre en granit formant bordure de trottoir.

Aucune grille n'étant disposée en avant de cette ouverture libre, il en résulte qu'on y peut souvent introduire des détritux organiques trop volumineux, malgré la défense formelle inscrite dans les règlements de police.

Ainsi le rapport de l'ingénieur Huet, du 30 mars 1881, signalait l'existence de véritables barrages formés par des projections de toute nature, non seulement dans le quartier des Halles, où on les trouvait presque à chaque bouche, mais encore sur d'autres points où leur présence ne peut s'expliquer que par suite de projections directes de détritux solides de la chaussée et des maisons voisines.

Le professeur Brouardel a également signalé la projection directe d'au moins 20 fœtus par an; et, dans l'égout de la Pépinière, il a pu constater la présence de cadavres de chiens morts ayant séjourné longtemps dans les dépôts de sable de la cuvette (1).

Pour empêcher absolument toutes ces dangereuses projections directes, il y a donc lieu de griller l'ouverture supérieure des bouches de décharge des voies publiques de Paris, en la garnissant d'une grille horizontale à barreaux droits dirigés d'équerre avec l'axe des voies, afin qu'aucune petite roue ne s'y puisse engager (2). Ainsi qu'on l'a, d'ailleurs, jugé indispensable pour la plupart des bouches d'égout établies à l'étranger: Berlin (3); Bruxelles, Carlsruhe, Dantzik, Londres (2); et pour les égouts modèles de Francfort (4).

Pour s'opposer efficacement à la formation des dépôts de sables et graviers dans les égouts de Paris, nous avons vu qu'il était abso-

(1) *Revue d'Hygiène*, 1884, p. 324.

(2) Baldwin Latham: *Sanitary Engineering*, 1873, p. 284, et pl. XIII.

(3) Durand-Claye: *Assainissement de Berlin*, 1882, planche VI.

(4) *The Builder*, 1882, n° 2068, p. 388.

lument nécessaire d'arrêter ces sables et graviers à l'entrée des bouches de décharge de la voie publique.

Les grilles que nous venons de proposer pour arrêter les corps volumineux, ne s'opposant point à l'entrée des sables, il y a lieu d'emprunter encore aux égouts étrangers les récipients à sables et graviers pratiquement reconnus efficaces par une longue série d'expériences publiques officielles.

Deux systèmes principaux de récipients à sables paraissent avoir donné de bons résultats : Le premier système consiste simplement en une fosse fixe latérale assez profonde pour retenir les sables et graviers qui s'y déposent sous l'action de la pesanteur, et assez large pour que le courant d'eau de décharge soit assez ralenti pour ne pas les entraîner dans l'égout, où il ne pénètre que par un tuyau ascendant à l'origine.

Un tampon de trottoir ou une grille de ruisseau permettent d'en retirer fréquemment les sables et graviers au moyen d'outils spéciaux manœuvrés à la main du dessus de la chaussée (1) (2) (3) (4).

Le deuxième système, appliqué par l'ingénieur Gordon aux égouts modèles de Francfort (5), consiste essentiellement dans l'emploi de grands récipients mobiles en tôle recevant les sables et graviers comme les récipients fixes, mais se vidant d'un seul coup dans un tombereau spécial en tôle muni d'une grue légère à l'arrière.

106. Branchements de bouches d'égout. — Les bouches de décharge des voies publiques sont mises en communication avec l'égout au moyen de larges cheminées verticales s'appuyant sur le sommet d'un large radier de branchement, qui, bien que très incliné vers l'égout, est trop souvent couvert de matières organiques en décomposition ; ainsi que le constate le rapport de l'ingénieur Huet :

(1) Baldwin Latham : *Sanitary Engineering*, 1873, p. 284, et pl. XIII.

(2) Durand-Claye : *Assainissement de Berlin*, 1882, pl. VI.

(3) Julius Adams : *Sewers and Drains*, 1880, p. 124.

(4) Waring : *Sanitary Drainage*, 1881, p. 174.

(5) *The Builder*, 1882, n° 2068, p. 388.

« Dans les branchements de bouches d'égout, les odeurs proviennent des matières organiques qui sont projetées par les bouches et ne sont lavées que par une quantité d'eau insignifiante par rapport à leur volume et absolument insuffisante pour les entraîner. Dans l'égout de l'Avenue de l'Opéra, la Commission s'est demandé comment il était possible de curer les branchements de bouches d'égout qui y aboutissent, et dont la conduite d'eau de la Vanne, de 1 mètre de diamètre, obstrue les entrées ; en fait, elle a trouvé la plupart d'entre eux *absolument encombrés* ; les hommes ne pouvant y pénétrer que dans les conditions les plus pénibles, et après les avoir dégagés à l'aide de rabots à longs manches, qu'ils manœuvrent en se mettant à plat ventre sur la conduite d'eau. On comprend la difficulté et le prix de revient d'un pareil travail. »

Pour s'opposer efficacement à la formation de ces dépôts sur les radiers de branchements de bouches, nous avons déjà vu qu'il était utile de munir la bouche de décharge d'une grille empêchant toute projection directe, et d'un récipient arrêtant les sables et graviers projetés par l'eau à travers la grille.

Mais il est encore indispensable de réduire à des dimensions suffisantes l'énorme section des branchements de bouches actuels, qui mesure 0^m,8 de largeur sur 0^m,80 de hauteur en haut, et 0^m,85 de largeur sur 1^m,85 de hauteur en bas (1) ; dimensions excessives qui n'ont été adoptées que dans le but de permettre aux égoutiers d'y pénétrer pour les curer manuellement, ce qui est, comme on vient de le voir, très difficile à opérer malgré ces larges et excessives dimensions du branchement.

Nous pensons qu'il vaut mieux renoncer franchement à cette introduction des égoutiers dans les branchements de bouche, et se borner à opérer leur curage au moyen d'outils à long manche (2), ainsi qu'on y est d'ailleurs déjà forcé dans les galeries d'égout encombrées par les grosses conduites d'eau pure.

Ce curage manuel sera d'ailleurs souvent inutile si l'on adopte l'usage anglais et américain qui consiste à former ces branche-

(1) Dupuit : *Distribution des eaux*, 1854, planche 7.

(2) A. Dumont : *Eaux de Lyon et de Paris*, 1862, planche 10, figure 1.

ments de bouches à l'aide de simples conduites circulaires de 15 à 30 centimètres de diamètre (1), où les dépôts ne peuvent se former comme ils le font sur nos larges radiers, où le volume d'eau est insuffisant pour les entraîner entièrement (2).

107. Branchements et Tampons de regards. — Les anciens regards de descente aux égouts étaient généralement construits sur les verticales de l'axe principal, et distants d'environ 50 mètres.

Mais on a reconnu que (3). « La position de ces trappes au milieu des rues gênait fortement la circulation des voitures quand elles étaient ouvertes.

De plus, les tampons, à force d'être manœuvrés prennent du jeu, s'enfoncent dans les châssis, et s'ébranlent avec bruit au passage des voitures. A Londres, la cheminée sur l'axe de l'égout se termine par une grille fixe, et l'on entre dans l'égout au moyen d'escaliers débouchant sur les trottoirs. »

C'est en s'appuyant sur ces conseils de J. Dupuit que l'on a modifié la disposition des regards d'égout récemment construits à Paris (4), qui sont maintenant munis d'un branchement latéral débouchant sous le trottoir par un profond puits vertical couvert d'un tampon en fonte.

Avec des trappes construites sous les trottoirs, on évite certainement d'une façon absolue les deux inconvénients signalés par J. Dupuit, mais, d'un autre côté, on rend ainsi les chutes de piétons plus fréquentes, et presque aussi dangereuses qu'avec l'usage des trappes de chaussée construites sur l'axe principal de l'égout, puisque les trappes de trottoir sont placées sur le parcours direct des piétons, et que leur profondeur verticale est presque aussi haute que celles des trappes de chaussée, car on n'a pas ici suivi le profil en long du branchement adopté à Londres, qui consiste (5) en une galerie inclinée recouvrant son escalier en pierre, dont la plus haute

(1) Julius Adams : *Sewers and Drains*, 1880, p. 124, 125.

(2) Vallin : *Revue d'Hygiène*, 1883, p. 372.

(3) Dupuit : *Distribution des eaux*, 1834, p. 168, pl. 7.

(4) De Freycinet : *Assainissement des villes*, 1870, pl. 4, fig. 1.

(5) B. Latham : *Sanitary Engineering*, 1873, p. 275, fig. 94, 95.

marche est à environ deux mètres au-dessus du tampon de trottoir, ce qui réduit considérablement la hauteur de chute en cas d'accident ; tandis qu'à Paris ce profil en long consiste souvent en un branchement presque de niveau dans toute sa longueur avec le dessus de la cunette de l'égout public, disposition vicieuse, puisqu'elle conduit à la suppression de l'escalier en pierre anglais si avantageux pour diminuer les hauteurs de chutes accidentelles.

L'adoption de ce profil en long pour les branchements de regards de trottoir a en outre le grave défaut de permettre à l'eau d'égout d'envahir le radier du branchement dans toute sa longueur pendant les temps de grande pluie, et d'y favoriser ainsi la formation des dépôts infects de matières organiques, puisqu'aucun *courant* d'eau ne parcourt ces branchements de regards.

Le rapport de l'ingénieur Huet le constate franchement ainsi :

« Dans les branchements de regards, les odeurs résultent la plupart du temps des dépôts vaseux que laissent sur le radier, après chaque crue, les eaux d'égout qui ont envahi le branchement. »

Les anciens regards de chaussée ne présentaient point ce grave défaut, puisqu'ils étaient absolument dépourvus de toute espèce de branchement et de radier latéral.

Aussi B. Latham, tout en reconnaissant que les entrées de côté ont beaucoup amélioré le système de nettoyage des *vieux égouts* de Londres, est cependant opposé à l'adoption des branchements de regards latéraux pour les *égouts nouveaux*, dont le nettoyage doit s'opérer surtout *automatiquement*. Dans tous les cas ordinaires, il leur préfère un trou d'homme construit vers le centre de la rue, et il fait remarquer qu'une ouverture de 2 pieds de diamètre, bien protégée par un garde-fou spécial, ne peut empêcher les voitures de circuler (1).

Il a donc naturellement construit ainsi tous les regards du drainage modèle de Dantzik, ville cependant très commerçante et à rues assez étroites, sans qu'aucun auteur en ait signalé d'inconvénients pour la circulation publique.

L'ingénieur Bailey-Denton a également conseillé cette simple

(1) *Sanitary Engineering*, 1873 p. 276.

cheminée verticale au-dessus de l'axe de l'égout, comme le meilleur des moyens d'accès pour les égoutiers, en y joignant cependant un petit récipient mobile placé sous la trappe pour recevoir les sables et graviers de la chaussée.

En Amérique, William Ford, de Philadelphie, a chaudement recommandé ces dispositions de trou d'homme dues à Bailey-Denton (1).

Julius Adams, ingénieur en chef de la Ville de Brooklyn, conseille aussi les regards verticaux formés d'un simple puits s'élevant au-dessus de la verticale de l'axe de l'égout jusqu'au niveau de la chaussée, couronné par un cadre en granit ou en fonte de fer, et couvert par un lourd tampon en fer (2) ; ainsi qu'ils sont construits à Brooklyn, sans aucun inconvénient pour la circulation publique de cette grande cité commerçante.

L'ingénieur Philbrick, de Boston, n'indique point non plus d'autres formes de regards que celle du simple puits directement construit sur l'axe de l'égout, qu'il conseille de placer à toutes les rencontres, jonctions et changements d'alignement, en les couvrant d'un simple disque en fonte (3).

C'est également ce type de regard purement vertical qu'ont adopté les ingénieurs allemands chargés de la construction des égouts de Breslau et Berlin (4), qui consistent en simples cheminées verticales, avec échelons, ayant à la partie supérieure une ouverture de 0^m,51 de diamètre, fermée par un tampon entouré d'une grille circulaire, et qui, bien que placés sur les chaussées d'une grande ville capitale, n'ont point cependant donné lieu à aucun empêchement d'une active circulation des chevaux et voitures.

Pour assurer le complet nettoyage automatique des égouts de Paris, il nous paraît donc utile de reprendre l'ancien usage des regards verticaux construits dans l'axe de l'égout, ou le plus à pic possible si les tuyaux d'eau pure barrent l'entrée verticale, de les munir

(1) Buck : *Hygiène*, 1879, t. I, p. 479, fig. 27 et 33.

(2) *Sewers and Drains*, 1890, p. 118, 119, fig. 44, 45, 46, 47.

(3) *American Sanitary Engineering*, 1881, p. 86, fig. 3.

(4) Durand-Claye : *Revue d'Hygiène*, 1881, p. 98, et planche VI, figures 2a, b, c, d, de l'Atlas du tirage à part.

de tampons bien étudiés, et surtout d'un bon système de garde-fou évitant les chutes accidentelles quand ils sont ouverts.

108. Branchements particuliers. — L'article 6 du décret du 26 mars 1852 prescrivant que :

« Toute construction nouvelle, dans une rue pourvue d'égout, devra être disposée de manière à y conduire les eaux pluviales et ménagères.

La même disposition sera prise avant dix ans pour toute maison ancienne. »

Il en résulte que toutes les maisons de Paris sont aujourd'hui forcément mises en communication directe avec l'égout de la rue par un branchement d'égout particulier, destiné souvent aussi à l'enlèvement occulte des tinettes filtrantes.

Les dimensions et la forme de ce branchement privé ont été primitivement fixées, par l'arrêté du 19 décembre 1854, aux mêmes formes et dimensions que celle de l'égout courant n° 12, qui présente la forme d'un œuf debout sur sa pointe écrasée, et mesure 2^m,30 de hauteur, 0^m,65 de largeur de radier à la base, et 0^m,90 de diamètre aux naissances de sa voûte supérieure.

Ce branchement particulier peut être continué sous le sol des habitations et cours privées, de façon à servir d'accès direct aux caueux contenant les tinettes filtrantes.

Pour les branchements particuliers ne servant point de passage forcé aux tinettes filtrantes, l'arrêté du 25 février 1870 a réduit leurs dimensions à 1^m,80 de hauteur, 0^m,60 largeur de radier, et 0^m,90 de largeur aux naissances.

En 1879, on avait même cru possible d'opérer un bon curage avec les dimensions suivantes :

Hauteur sous clef = 1^m,00 ; Largeur au radier = 0^m,40 ; Largeur aux naissances = 0^m,60 ; mais les difficultés de nettoyage et de réparation, signalées dans le rapport de l'ingénieur Huet, ont forcément ramené le type des branchements particuliers aux dimensions minima actuelles, qui sont : Hauteur = 2 mètres, et largeur = 1^m,30.

Dans les voies de petite circulation, les immeubles d'un revenu inférieur à 3000 fr. peuvent toujours cependant constituer leurs

branchements particuliers au moyen de simples tuyaux de grès ou de fonte, de 0^m,16 à 0^m,20 de diamètre, posés en pente de 0^m,03 par mètre courant.

Cette dernière disposition est d'ailleurs la seule qui soit pratiquée en Allemagne, en Amérique et en Angleterre, où les branchements d'égouts à grande section sont inconnus et interdits par les règlements municipaux.

On peut se demander, du reste, si ces branchements à grande section sont encore maintenant indispensables à Paris, où l'on se dispose à appliquer le système du Tout à l'égout supprimant les tinettes filtrantes, dont l'enlèvement souterrain motivait principalement l'énorme section imposée à ces branchements particuliers ?

Au point de vue sanitaire, l'exemple des grandes villes étrangères répond suffisamment à cette question, en démontrant, par une longue expérience publique, qu'il existe d'excellents et nombreux égouts où les branchements particuliers sont en excellent état de propreté à cause du *petit calibre* de leurs tuyaux cylindriques.

Tandis qu'à Paris, on y constate fréquemment une malpropreté révoltante causée précisément par l'excès des dimensions du radier du branchement particulier, joint à l'insuffisance ordinaire du volume d'eau de chasse et de nettoyage; ainsi qu'on en trouve la preuve officielle dans le rapport de l'ingénieur Huet : (1)

« Rien qu'en pénétrant dans certains branchements particuliers, et avant même d'avoir agité les liquides ou la vase qui en couvraient le radier, la commission y a ressenti les *odeurs les plus désagréables* et, dans plusieurs d'entre eux, elle a constaté des dégagements sensibles d'acide sulfhydrique.

« Dans ces branchements, le radier, lavé d'une manière insuffisante, était plus ou moins couvert de matières organiques que les eaux ménagères y avaient déposées, et qui étaient entrées en décomposition, ou bien les liquides n'avaient pas d'écoulement; par suite d'un curage insuffisant de l'égout, les sables déposés sur le radier formaient barrage en tête du branchement.... La commission a vivement regretté la réduction autorisée dans la section des branchements particuliers.

(1) *La Ville de Paris*, 8 mai 1881, p. 2089, 2090.

« Elle a pu constater, en effet, les inconvénients que présentera cette réduction au point de vue de la facilité de leur curage et de la surveillance des conduites qu'ils renferment.

« Il importe de pouvoir y pénétrer facilement ; or, presque partout l'entrée en est barrée par les conduites d'eau qui circulent dans l'égout ; il faut, pour y accéder, passer, soit par-dessus, soit par-dessous ces conduites, dans une section réduite de plus de moitié.

« Dans ces conditions, dont on ne saisit bien tous les inconvénients que sur place, on comprend combien l'économie d'établissement de ces types réduits est de peu d'importance en comparaison des difficultés qui en résultent pour le curage et pour le bon entretien de ces branchements... qui n'auront d'ailleurs *jamais assez d'eau* pour en assurer le lavage régulier et, si on laisse écouler sur leur radier les eaux ménagères et les eaux plus ou moins chargées provenant des tinettes séparateurs, ils seront toujours rapidement encrassés par le dépôt de matières organiques qui s'y déposeront, s'attacheront à leurs parois et s'y décomposeront en répandant l'infection, ainsi que la commission l'a constaté nombre de fois dans son inspection.

« Il faut ramener les branchements particuliers à l'objet principal en vue duquel ils ont été prescrits : ils ne doivent avoir pour but que *d'envelopper* les diverses canalisations qui desservent la maison et de permettre l'entretien et la réparation facile de ces canalisations dans la traversée de la voie publique. Il faut par conséquent conduire les liquides de toute nature provenant de la maison, eaux ménagères, eaux vannes et eaux pluviales par un seul et même tuyau jusqu'à l'égout : Les eaux pluviales y produiront de temps en temps d'utiles chasses, et il suffira, pour y prévenir toute obstruction, d'assurer le curage de l'égout dans lequel ce tuyau aboutira, en évitant de laisser les sables s'accumuler sur son radier de manière à en fermer le débouché. »

Le rapport de l'ingénieur Huet établit donc à la fois la nécessité absolue de l'emploi des petites conduites de drainage domestique, et l'utilité incontestable du branchement à grande section comme *enveloppe* des diverses canalisations desservant l'habitation parisienne : Canalisation d'eau pure, du drainage domestique, d'eau

motrice comprimée, d'air comprimé, d'horloges pneumatiques, d'électricité motrice et éclairante, de télégraphie électrique, téléphones, etc, toutes canalisations qui nécessiteraient fréquemment des fouilles, remblais et réparations de la chaussée et des trottoirs publics, si elles n'étaient plus simplement posées promptement et sans frais accessoires dans le branchement particulier d'égout.

Nous pensons donc, avec l'ingénieur Huet, qu'il est indispensable de conserver l'usage du branchement particulier à grande section pour toutes les voies de grande circulation, en continuant de tolérer l'application de simples tuyaux de fonte, de 0,16 à 0,20 diamètre et à joints de plomb mâtés, pour les immeubles d'un revenu inférieur à 3000 francs, situés dans les voies de petite circulation.

Mais dans le but d'empêcher *tout dépôt* de matière organique en décomposition dans les branchements particuliers à grande section, nous pensons qu'il est indispensable d'empêcher non seulement la contamination des parois de ce branchement par les résidus descendant de l'habitation, mais qu'il est encore nécessaire de s'opposer efficacement à toute contamination des parois du branchement particulier par les matières organiques provenant du débordement de la cunette de l'égout public.

Car en temps de pluie abondante, l'eau s'élevant au-dessus de la cunette pénètre nécessairement dans les branchements particuliers, (comme elle pénètre dans les branchements de regards actuels), et les matières qu'elle tient en suspension s'y déposent par décantation lente, puisqu'aucun courant d'eau suffisant ne nettoie spontanément les parois du branchement. Et que le nettoyage manuel de ces branchements est rarement suffisant, par suite des difficultés d'accès et de manœuvre signalées dans le rapport Huet.

Pour supprimer tous les inconvénients d'insalubrité des branchements particuliers à grande section, tout en conservant leur précieuse fonction d'indispensable *enveloppe* des canalisations diverses, il suffira évidemment de supprimer leur communication avec l'égout public, en continuant ainsi les parois de l'égout sans solution de continuité au droit des branchements particuliers qui, séparés de l'égout par une paroi solide et étanche, pourront alors être considérés comme de simples *galeries d'enveloppe* de toutes les canali-

sations, qui traverseront d'ailleurs la paroi étanche en des tubes spéciaux parfaitement scellés sur tout leur contour externe.

L'accès de ce branchement-galerie aurait lieu au moyen d'un regard de trottoir construit contre le mur de façade et recouvert d'un tampon carré à charnière et oreilles latérales, maintenu ouvert par deux longs crochets horizontaux formant garde-fou.

L'installation, dans le branchement particulier, de l'extrémité aval de la canalisation générale du drainage des résidus domestiques par système anglais modifié s'opérerait en suivant le dispositif suivant :

Le drain général des caves, construit en tuyaux de fonte à joints de plomb mâtés, serait prolongé sur de petits dés en maçonnerie s'élevant au dessus du radier du branchement, et traverserait le mur de façade de l'habitation et le mur étanche séparant l'égout du branchement particulier. Ce drain général serait muni, dans la partie en branchement, d'un profond syphon disconnecteur, ventilé lui-même en aval par un petit conduit vertical débouchant dans le ventilateur de l'égout public, et ventilé en amont par un tuyau de prise d'air pur percé sous la bordure du trottoir, et introduisant ainsi l'air dans toute la longueur du drain général des caves, tout en ventilant latéralement la couronne du syphon de pied du tuyau de chute de l'eau pluviale des toitures extérieures, qui doit ainsi tomber dans le drain général au droit du mur de façade, afin de produire un utile nettoyage automatique du syphon séparant le drain général de l'égout public.

Pour installer l'extrémité aval du système de drainage domestique américain modifié, il suffirait simplement de continuer le drain général des caves dans le branchement particulier en l'y maintenant à la plus *grande hauteur possible*, au moyen de consoles métalliques à scellement, puisqu'il doit être ventilé par une prise d'air placée dans l'égout public et à l'abri des crues ordinaires. Le tuyau de descente des eaux pluviales des toitures extérieures y serait simplement branché de côté à l'aide d'un profond syphon de pied ventilé en couronne par un tuyau aboutissant au sommet de l'intrados de l'égout public, ou dans le ventilateur de cet égout.

Toutes les autres canalisations secondaires desservant l'habitation

pourraient être facilement suspendues aux parois du branchement particulier, au moyen de crochets ou de rateliers spéciaux en permettant la pose, l'inspection et la réparation dans les meilleures conditions.

Enfin, la ventilation spéciale de ces branchements particuliers, ainsi transformés en simples galeries d'enveloppe exemptes de toute contamination, s'obtiendrait spontanément par la pose de quelques tubes verticaux débouchant sur le trottoir à une hauteur suffisante pour éviter toute introduction d'eau pluviale.

109. Branchements industriels. — Nous pensons que les branchements industriels doivent être aussi simplement considérés comme galeries *d'enveloppe* de toutes les canalisations desservant l'usine, et qu'ils doivent ainsi être séparés de l'égout public par un mur plein et étanche aux gaz et aux liquides.

Mais les résidus industriels ne doivent être admis dans les égouts publics que dans un état physique et chimique absolument inoffensif pour les égouts, les canalisations d'eau pure et le personnel des galeries souterraines.

En 1881, un arrêté du préfet de la Seine a formellement interdit l'écoulement des liquides plus chauds que 30 degrés, qui doivent être ainsi ramenés à cette température avant d'être versés à l'égout.

Les liquides acides doivent être neutralisés par les calcaires ou étendus d'un volume d'eau suffisant, car ils attaqueraient les parois de l'égout, ou pourraient causer de brusques formations d'acide sulfhydrique en réagissant sur les matières organiques.

Il y a donc à prendre à l'égard des branchements industriels toute une série de précautions spéciales que nous ne pouvons décrire ici en détail, car nous serions ainsi conduit sur le domaine spécial de l'Assainissement Industriel.

110. Nettoiement et chasses d'eau. — Actuellement, et à cause de la fâcheuse admission des sables de la voie publique, le curage des petits égouts au dessus de 3 mètres de pente par kilomètre est laborieux et cher (1), puisque l'ingénieur Huet constate que :

(1) *Revue Scientifique*, 2^e série, t. XV, 1878, p. 324.

« Dès qu'on a laissé le sable s'accumuler sur les radiers, dès qu'il y a dans les égouts l'encombrement que la commission y a constaté, ce transport ne consiste presque toujours qu'à remonter ces sables et ces matières sur la chaussée, à l'aide de seaux, au regard le plus voisin, et, dans ces conditions, il devient excessivement onéreux (1). »

Ainsi que l'éminent ingénieur J. Bazalgette l'a d'ailleurs observé à Londres où, en 1878, on comptait, sur une longueur totale de 1700 milles de rues, une longueur spéciale de 1300 milles de voies macadamisées; et un cube de 600,000 yards cubes de détritüs à enlever par an de la *surface* des rues, au prix de 1 shelling par yard cube; plus 100,000 yards cubes à retirer des *puits à sable* placés sous les bouches de décharge, au prix de 2 shellings 6 deniers par yard cube; quand les 20,000 yards cubes extraits des *égouts* donnaient lieu à une dépense excessive de 25 shellings par yard cube (2).

Pour faciliter ce curage manuel des petits égouts de Paris à faible pente, on y a posé des rails permettant la circulation de wagonnets jusqu'à l'égout à grande section le plus voisin. Mais il n'en résulte pas moins que ces wagonnets doivent encore être chargés à la main par les égoutiers, et que leur déchargement encombre la cunette des égouts à grande section, et retarde ainsi considérablement l'écoulement rapide et méthodique des résidus organiques.

Pour chasser tous ces dépôts des égouts à cunette de 1^m,20 de largeur, on y a posé aussi deux lignes de rails, sur lesquels circulent des wagons portant une vanne qui s'abaisse dans la cunette, de manière à la barrer presque entièrement.

L'eau s'élève alors en amont, passe violemment sous la vanne et, par deux ouvertures qui y sont ménagées, chasse les matières qu'elle rencontre sur le radier et fait elle-même, par sa pression sur la face amont de la vanne, avancer le wagon vers l'aval.

Peu à peu, il se forme un banc de grande étendue, qui ne se transporte pas de toutes pièces, mais qui voyage à la manière des

(1) *La Ville de Paris*, 1881, 3 mai, p. 2089.

(2) *Sanitary Engineer*, 1882, t. 6, p. 166.

dunes de sable, les matières affouillées en amont s'élèvent en tourbillons, franchissent le faite et vont former vers l'aval un long plan incliné, sur lequel les tranches atteintes après elles glissent à leur tour.

Les bancs parcourent en moyenne 1 kilomètre en vingt-quatre heures, et finissent par tomber dans l'un des grands collecteurs.

Ceux-ci sont curés par un bateau portant une vanne qui fonctionne comme celle des wagons-vannes ; ce curage a lieu deux fois par semaine, et les bateaux-vannes ont alors à pousser devant eux des bancs de 200 à 300 mètres de longueur qui sont conduits : sur la rive gauche, jusqu'à la fosse de décantation de l'Alma ; sur la rive droite, jusqu'à l'usine de décantation de Levallois-Clichy.

Mais dans les égouts de moindre section qui se nettoient au rabot et au balai, le curage est encore moins fréquent. Dans l'égout de la rue Montmartre, par exemple, on l'opère tous les huit jours.

Pour le curage des deux syphons de l'Alma, où les fumiers et les sables ne sont point admis, on emploie une sphère-vanne roulant contre la génératrice supérieure des tubes où elle s'appuie naturellement sous la poussée de l'eau dont la densité est plus forte que celle de la sphère.

S'il y a des dépôts, ils sont chassés par l'eau qui passe violemment sous la sphère, et forment un banc qui se transporte jusqu'à la sortie du syphon. La sphère-vanne reproduit donc, en petit, les chasses produites en grand par les bateaux-vannes.

Malgré tout cet ensemble d'appareils et de procédés ingénieux mis parfois en jeu par une véritable armée de *douze cents* égoutiers (1), les trois grandes commissions officielles des études de l'assainissement de Paris ont unanimement constaté que le réseau d'égouts était encombré de dépôts de sables et matières organiques (ainsi que nous en avons déjà cité les preuves en étudiant l'influence des dépôts de sables.)

Il y a donc lieu d'étudier sérieusement les perfectionnements qui pourraient être apportés à ce nettoyage des égouts de Paris, afin d'y assurer une circulation méthodique et continue de tous les rési-

(1) Alphand : Conseil Municipal, 25 octobre 1882.

pus admis, tout en abaissant au minimum le trop nombreux personnel condamné aujourd'hui à séjourner dans ces insalubres galeries souterraines.

Pour nous éclairer pratiquement sur cette question, nous allons d'abord examiner quels sont les procédés de nettoyage des égouts étrangers auxquels la préférence est donnée par les auteurs spéciaux les plus autorisés :

L'ingénieur Baldwin Latham, après avoir justement fait remarquer que les anciens égouts n'étaient guère que des galeries de dépôt se curant à main d'homme et s'encombrant quand ils étaient abandonnés à eux-mêmes (1), démontre ainsi la nécessité de construire des égouts à nettoyage automatique (Self-Cleaning Sewers), opéré simplement par l'écoulement méthodique des résidus.

Mais quand le volume normal de liquide est trop faible, on doit encore opérer de fréquentes chasses d'eau, obtenues par l'emploi des portes de retenue formant barrage momentané dans l'égout, en transformant ainsi l'écoulement continu à petit volume en écoulement intermittent à grand volume.

Les portes de retenue indiquées par B. Latham peuvent fonctionner automatiquement ou manuellement; la plus simple consiste dans une porte verticale basculant horizontalement quand la pression de l'eau d'amont sur le haut est plus forte que celle subie par le pied de la porte (2).

Ces barrages rendent de grands services quand l'eau est rare, mais l'arrêt de la circulation de l'eau d'égout en amont de la porte a l'inconvénient grave de favoriser les dépôts quand le temps d'arrêt est trop prolongé.

Pour les chasses d'eau en tête des égouts, B. Latham conseille l'usage de réservoirs d'eau pure se vidant automatiquement, puisqu'il n'est point possible d'y amener l'eau d'égout pour y produire des chasses.

L'ingénieur Robert Rawlinson conseille aussi la construction d'égouts capables de conduire tous les résidus à la décharge commune, sans retenir aucun sédiment sur leurs parois (3).

(1) *Sanitary Engineering*, 1873, p. 43.

(2) *Sanitary Engineering*, 1873, figures 51, 52, 53.

(3) *Suggestions for main sewerage*, 1875-78, p. 11, 16.

Ce savant ingénieur sanitaire propose de construire chaque puits de regard de façon à ce qu'il puisse servir de réservoir de chasse pour le nettoyage intermittent des égouts ; car il remarque avec raison que l'écoulement continu des robinets d'eau pure n'est point suffisant pour les chasses d'égout, et qu'il faut un grand volume délivré subitement.

L'ingénieur américain Julius Adams est également partisan des égouts à nettoyage automatique, obtenu simplement par une bonne étude des pentes, sections et volumes d'eau à écouler.

Dispositions qui doivent être aidées par des chasses d'eau obtenues par portes de retenue (1).

Le savant comité de rédaction du journal *The Sanitary Engineer*, de New York, se prononce formellement pour le nettoyage automatique aidé par chasses d'eau intermittentes (2).

L'éminent ingénieur américain E. Philbrick conseille exclusivement l'usage des égouts à nettoyage automatique, complété par chasses d'eau intermittentes dans les égouts à faible pente (3).

Le capitaine Douglas-Galton, après avoir fait justement observer qu'un bon réseau d'égouts doit se nettoyer automatiquement, conseille cependant les chasses d'eau intermittentes obtenues par l'utilisation de chaque puits de regard comme chambre de chasse, et la construction d'un réservoir spécial de chasse en tête de chaque drain et égout (4).

Les ingénieurs Gordon et Lindley ont appliqué méthodiquement ces principes au nettoyage automatique des égouts modèles de Francfort, munis en tête de grands réservoirs de chasse d'eau pure, et de 520 portes de retenue qui permettent de diriger ces chasses dans les directions voulues (5).

Le nettoyage obtenu à Francfort est si complet, que depuis 15 ans il n'a point été nécessaire qu'aucun égoutier y descende avec une brosse ou un balai, et que le professeur Overbeek, bien qu'en-

(1) *Sewers and Drains*, 1880, p. 66, 121.

(2) *Sanitary Engineer*, t. III, p. 355.

(3) *American Sanitary Engineering*, 1881, p. 85, 87.

(4) *Healthy Dwellings*, 1880, p. 269, 270, et : *Rapport sur le drainage de Cannes*, 1883, p. 31.

(5) *The Builder*, n° 2068, p. 388, 389.

nemi déclaré du système anglais, a été obligé de confesser, au Congrès d'hygiène de Genève, 1882, qu'il n'a rencontré aucun dépôt en visitant les égouts de Francfort, dont la propreté est bien maintenue par cinq égoutiers seulement pour 125.000 habitants.

Ces beaux résultats de nettoyage automatique obtenus à Francfort, avec un personnel de *cinq égoutiers*, ont été enfin hautement appréciés par Robert Rawlinson, l'éminent ingénieur en chef du Local government Board, qui proclame l'excellence de ce réseau en reconnaissant qu'il n'en existe pas de meilleur, soit en Angleterre, soit ailleurs (1) (2).

Si nous comparons maintenant l'état actuel d'encombrement du réseau de Paris, nettoyé parfois par *douze cents égoutiers*, à la propreté absolue, obtenue et maintenue depuis quinze ans à Francfort par une simple équipe de *cinq égoutiers seulement* pour une ville de 125.000 habitants, proportion donnant 100 égoutiers pour 2.500.000 parisiens, nous en concluons bien vite à la haute supériorité du système de nettoyage automatique, obtenu par réservoirs de chasse d'eau pure et portes de retenue, et unanimement conseillé comme le meilleur par les ingénieurs sanitaires anglais et américains qui font autorité en ces travaux techniques.

Pour assurer le nettoyage automatique du réseau d'égouts de Paris avec un personnel réduit au minimum, nous proposons donc :

1° De transformer la cunette trapézoïdale des égouts courants de Paris en cunette demi-cylindrique recouverte, comme toutes les parois internes, en ciment pur et poli ;

2° D'empêcher les sables, graviers et gros débris de tomber dans les égouts, et de les retenir par des grilles et des récipients mobiles spéciaux placés en amont des bouches de décharge des drains privés et publics ; afin de multiplier ainsi par *douze* l'effet utile des pentes actuelles de l'égout courant n° 12 recevant maintenant des sables et graviers ;

(1) *The Builder*, n° 2069, p. 422, 423, 444.

(2) Au cours d'une visite que le très compétent ingénieur américain Henry. C. Meyer, éditeur du *Sanitary Engineer*, nous fit en juin 1882, après une tournée d'étude en Europe, cet habile ingénieur nous affirma que le drainage de Francfort était celui qui lui paraissait le meilleur de tous.

3° De réduire la section des branchements de bouche d'égout, en la constituant à l'aide de simples conduites cylindriques de 15 à 30 centimètres de diamètre ;

4° De supprimer les branchements de regards comme voie d'accès aux égouts ; et de les transformer en réservoirs de chasse d'eau pure, par leur muraillement à l'aval à la rencontre de l'égout, et l'adjonction d'un robinet d'alimentation d'eau pure et d'une vanne de décharge à l'égout.

La descente en égout étant d'ailleurs disposée sur ou près de la verticale de son axe, ainsi que nous l'avons déjà expliqué, il en résulte que les branchements actuels devenus inutiles comme voie d'accès, seraient ainsi soustraits à l'action des dépôts laissés par les crues, et heureusement utilisés comme réservoirs de chasse, en fournissant ensemble une réserve d'eau considérable, puisque leur longueur totale atteignant déjà (1) 23,000 mètres en 1879, pouvait ainsi, avec une section de $1^{\text{m}^2}.63$ type 14 minima, donner un vide égal à : $1^{\text{m}^2}.63 \times 23,000 = 37,490$ mètres cubes, permettant, après muraillement de l'égout, d'emmagasiner environ 35,000 mètres cubes d'eau pour les chasses intermittentes méthodiquement réparties sur toute la longueur du réseau d'égouts ;

5° De supprimer la grande section libre mettant aujourd'hui les branchements particuliers en communication permanente avec l'égout public ; et d'empêcher la contamination des branchements particuliers par l'eau d'égout en les transformant en simples galeries d'enveloppe des canalisations privées, par le muraillement de l'égout public.

Et d'utiliser comme réservoirs de chasse d'eau pure les branchements particuliers ainsi transformés en galeries indépendantes ; ce qui s'obtiendrait par l'adjonction d'un robinet d'alimentation d'eau pure et d'une vanne de décharge à l'égout.

La longueur de ces branchements particuliers atteignant déjà 140,000 mètres en 1879 (2), leur section étant généralement de $2^{\text{m}^2}.15$ du type 12, on avait ainsi un vide égal à : $140,000 \times 2,15 = 301,000$ mètres cubes, permettant, après muraillement de l'égout,

(1) Alphand : *Note sur les eaux et égouts*, 1879, p. 59.

(2) Id. id. id.

d'emmagasiner environ 300,000 mètres cubes d'eau pure pour les chasses d'eau intermittentes, ainsi méthodiquement et uniformément réparties sur toute la longueur des égouts de rues à grande circulation ;

6° D'établir des réservoirs de chasse et des portes de retenue d'eau partout où il sera nécessaire, afin de diriger les chasses d'eau dans toutes les directions propres à réaliser un écoulement et un nettoyage méthodiques ;

7° Enfin, d'augmenter suffisamment le volume d'eau pure destiné au nettoyage direct du réseau, afin d'alimenter méthodiquement tous les réservoirs de chasse que nous venons de proposer.

111. Ventilation des égouts. — Nous n'avons point à insister sur la nécessité de la ventilation méthodique et continue des égouts, car tous les ingénieurs sanitaires sont unanimes à en proclamer la nécessité absolue.

L'ancien réseau de Paris était autrefois ventilé par les bouches de décharge et par les grilles tampons de regards placés sur les chaussées. Mais ces regards ayant été reportés sur les trottoirs, conformément aux conseils de l'ingénieur J. Dupuit (1), il en résulte que leurs tampons sont dépourvus d'ouvertures, et que la ventilation du réseau actuel est principalement effectuée par l'ouverture libre des bouches de décharge des voies publiques.

Quand les trottoirs sont larges et les bouches assez éloignées des habitations, les odeurs d'égout qui remontent souvent à la surface du sol ne sont pas très gênantes ; mais quand le trottoir est étroit et la bouche rapprochée d'une porte ou fenêtre d'habitation, il en résulte souvent de graves inconvénients d'infection qui forcent à fermer ces baies pour s'en défendre.

On s'explique facilement l'ascension de ces odeurs infectes, en se rappelant que le rapport de l'ingénieur Huet a franchement reconnu qu'un grand nombre de branchements de bouches étaient encombrés de matières organiques en décomposition exhalant une odeur infecte (2) ; et que Marié-Davy, membre de la même commission, a pu constater que :

(1) *Distribution des eaux*, 1854, p. 167, planche 7.

(2) *La Ville de Paris*, 1881, 8 mai, p. 2089.

« Sur 1,000 bouches visitées l'anémomètre en main dans les divers quartiers de la rive droite et de la rive gauche, on en a trouvé 500 dans lesquelles l'air était ascendant, allant de l'égout vers la rue, et 500 dans lesquelles l'air était descendant, allant de la rue dans l'égout. Les bouches odorantes étaient disséminées dans toutes les rues, au milieu de bouches non odorantes, bien que l'air y fût également ascendant.

Une étude plus complète a démontré que presque toujours l'odeur vient non de l'égout, mais du branchement de la bouche encombré par les immondices de la rue » (1).

Ainsi la moitié du nombre de bouches laisse pénétrer l'air libre dans l'égout, et la seconde moitié permet à cet air de ressortir plus ou moins infecté au niveau de la voie publique qu'il infecte à son tour en proportion de sa propre infection.

Pour supprimer ces odeurs infectes au niveau de la voie publique, il faudrait donc non-seulement que les égouts soient exempts de tout dépôt, mais encore introduire toujours l'air pur par les ouvertures d'égout percées au niveau de la voie publique, et extraire l'air vicié à la plus grande hauteur possible au-dessus des voies publiques et des habitations, afin de disperser et d'oxyder les effluves d'égout dans un torrent d'air pur.

C'est dans ce but qu'un arrêté préfectoral, du 19 décembre 1854, a prescrit de ventiler tous les branchements particuliers au moyen d'un tuyau de ventilation de 3 décimètres carrés au moins.

Ce tuyau devait être ménagé dans l'épaisseur de la tête d'un mur séparatif montant jusqu'au sommet de l'habitation ; construit dans l'épaisseur d'une jambe étrière, dont il diminuait considérablement la résistance, il constituait ainsi un vice de construction qui suffisait à lui seul pour le faire repousser (2) :

De plus, cette cheminée de ventilation ainsi construite dans ce gros mur en suivait nécessairement tous les changements de température, et son tirage en subissait aussi forcément toutes les influences, positives ou négatives, parfaitement constatées par l'ingénieur De Freycinet dans les lignes suivantes (3) :

(1) *Revue d'Hygiène*, 1882, p. 434.

(2) Liger : *Les égouts de Paris*, 1883, p. 244.

(3) *Assainissement des villes*, 1870, p. 103.

« Les cheminées d'appel débouchant au-dessus des édifices ont reçu de nombreuses applications.

À Paris, notamment, elles sont rendues obligatoires, et tout propriétaire qui élève une maison neuve est tenu de ménager une de ces cheminées dans l'épaisseur de la maçonnerie. Leurs dimensions, variables suivant les localités, sont ordinairement comprises entre 0^m,30 et 0^m,40 de longueur et 0^m,20 à 0^m,30 de largeur. Elles dépassent le faîtage des bâtiments d'environ 0^m,80.

Le service municipal n'a qu'une médiocre confiance dans cette ressource. La plupart du temps, en effet, ces cheminées sont *indifférentes*, c'est-à-dire qu'elles n'aspirent ni ne refoulent ; parfois même, le courant naturel se renverse, et l'air du dehors entre par les cheminées, tandis que l'air du dedans s'échappe par les bouches des rues.

Pour qu'elles agissent efficacement, nous disait Belgrand, il faudrait y entretenir un bec de gaz allumé. »

Il y avait d'ailleurs un grave danger d'introduire ainsi les gaz infects de l'égout dans une cheminée en maçonnerie poreuse et parfois crevassée, pouvant alors introduire par ses fissures, et sous l'action du tirage des foyers, des *courants* de gaz toxiques ou tenant en suspension des germes et virus de maladies zymotiques.

Ces cheminées de ventilation des égouts de Paris présentaient donc le triple défaut d'être *indifférentes*, de compromettre la solidité des murs principaux, et d'exposer les habitants à l'empoisonnement par les gaz et à la contagion par les germes des maladies épidémiques.

Défauts graves, dont on peut saisir tous les dangers en étudiant le bel ouvrage de l'architecte César Daly (1), qui donne les plans d'une habitation du boulevard Sébastopol, n° 1, dont l'angle nord-est est muni d'une cheminée de ventilation réduisant l'épaisseur de la jambe étrière à un minimum dangereux pour la solidité, et devant être cause de ruptures et crevasses laissant passer les gaz et virus dangereux pour la santé des occupants.

(1) *Nouvelles maisons de Paris*, vol. 1. Exemple H², pl. 2, 3.

Aussi l'architecte Liger reconnaît qu'on a dû forcément supprimer ces cheminées de ventilation qui compromettaient la solidité des constructions (1).

Il en a été de même pour la ventilation par les tuyaux de pluie ; on a trouvé à Paris que ce moyen faisait double emploi avec les cheminées d'appel, et l'on a préféré empêcher tout dégagement par ces tuyaux qu'on a, dès lors, pourvus des fermetures hydrauliques dont il été fait mention (2) (n° 45, p. 101).

En présence de l'insuffisance des procédés de ventilation essayés ou employés à Paris, nous allons maintenant examiner quels sont les systèmes essayés et préférés par les ingénieurs sanitaires étrangers, afin de nous éclairer sur le choix des principes à suivre dans la ventilation méthodique du réseau d'égouts de Paris :

Relativement à la ventilation par les bouches de décharge des voies publiques, on peut constater que les ingénieurs anglais et américains sont unanimes pour l'écarter, surtout dans les voies étroites. Le rapport de l'ingénieur anglais Turnbull, qui résume les conditions de ventilation de trente-trois villes anglaises (3), constate que presque partout les bouches sont constamment fermées au passage de l'air, qui ne s'opère que par les grilles ménagées dans les tampons de regards placés au centre des rues ; mais le rapport constate aussi que dans les deux seules villes où des expériences de ventilation ont été faites dans ces regards, Carlisle et Oxford, le courant s'y est montré très variable en intensité et en direction, puisqu'il a parfois fait complètement défaut, ou qu'il s'y est dirigé vers le bas ou vers le haut.

Le rapport de l'ingénieur G. B. Nichols, sur la ventilation des égouts de trente-une autres villes anglaises (4), constate aussi que tous ces réseaux d'égouts sont ventilés par des grilles ménagées dans les tampons de regards placés au centre des rues ; dans quelques-uns on a essayé d'intercepter les odeurs par l'emploi de paniers de charbon en poudre suspendus sous ces tampons, mais on y a généralement renoncé à cause de leur inefficacité.

(1) *Les égouts de Paris*, 1883, p. 244.

(2) De Freycinet : *Assainissement des Villes*, 1870, p. 104.

(3) *Sanitary Engineer*, 1881, t. V, décembre.

(4) *Sanitary Engineer*, 1881, t. IV, p. 426.

L'ingénieur Baldwin Latham est cependant très partisan de ces filtres au charbon, pour lesquels il a trouvé d'ingénieuses dispositions (1), qu'il a d'ailleurs fait breveter.

Malgré tous ses efforts, la majorité des ingénieurs sanitaires est opposée à l'emploi de ces filtres au charbon pour la ventilation des égouts publics et du drainage domestique :

Dans un rapport récent sur les égouts de Brighton (2), sir Joseph Bazalgette cite des résultats d'expériences faites sur des filtres au charbon dans les égouts de Londres, d'où il conclut que ces filtres désinfectent assez bien les gaz d'égout quand le charbon est sec et récent, mais l'humidité altère considérablement cette propriété désinfectante ; de plus, ces filtres obstruent les tuyaux et diminuent ainsi le volume d'air ventilant l'égout, en accroissant en même temps la température et l'acide carbonique de l'atmosphère confinée dans l'égout.

L'ingénieur Bailey-Denton et W Ford repoussent aussi l'emploi des filtres au charbon qu'ils trouvent plus nuisibles qu'utiles à la ventilation des égouts, puisqu'ils s'opposent à la libre circulation de l'air dans ces galeries (3).

Les ingénieurs américains Julius Adams (4) et Philbrick (5), sont également opposés à l'usage de ces filtres.

Les égouts américains sont, du reste, généralement ventilés, comme les égouts anglais, par la grille de leurs tampons de regards placés au centre des rues, où elles présentent souvent de graves inconvénients d'infection, qu'on ne combat que par des filtres au charbon au détriment de l'atmosphère confinée dans l'égout (6).

En effet, ces ouvertures d'une seule espèce doivent nécessairement donner passage à l'air libre extérieur et à l'air confiné intérieur, puisqu'elles sont percées toutes au même point de la couronne de l'égout et qu'elles débouchent toutes extérieurement au niveau de la voie publique.

(1) *Sanitary Engineering*, 1873, p. 259, fig. 82, 83.

(2) *Sanitary Engineer*, 1882, t. VI, p. 166.

(3) Buck : *Hygiene and Public Health*, 1879, t. I, p. 481.

(4) *Sewers and Drains*, 1880, p. 146.

(5) *American Sanitary Engineering*, 1881, p. 83.

(6) Philbrick : *Sanitary Engineer*, 1878, t. I, p. 140.

Elles doivent donc donner naissance à des courants entrants et sortants, comme on l'a officiellement constaté pour les bouches des égouts de Paris.

Le rapport officiel du docteur anglais G. Paddock Bate le prouve du reste rigoureusement pour les grilles centrales de ventilation des égouts de Londres (1), qui présentent un minimum d'ouvertures d'introduction et un maximum d'ouvertures d'extraction.

Sur 162 grilles centrales expérimentées à l'anémomètre et au manomètre de précision, 135, ou 82 pour cent, avaient un courant d'air ascensionnel; 24, ou 13 pour cent, avaient un courant descendant, et en 41 le courant était variable; la température extérieure étant en moyenne de 18°C., et celle de l'égout 21°C.

Avec cette haute température de l'égout, causée par l'admission des eaux chaudes et vapeurs des moteurs à vapeur, il ne faut point s'étonner que ces ventilateurs d'égout aient laissé échapper des gaz infects. En effet, sur 135 ayant un courant ascendant, le docteur Paddock Bate en a observé : 6 donnant des effluves légèrement offensives, 47 où l'odeur était plus marquée, et 23 où la puanteur était prononcée jusqu'au point d'être *horrible* dans quelques-uns.

Pour améliorer ces procédés de ventilation des égouts de Londres, le docteur P Bate conclut qu'il y aurait lieu, pour les rues étroites surtout, de construire des tuyaux d'aspiration montant le long des maisons et débouchant au-dessus des toits, afin de transformer ces grilles du centre des chaussées en ouvertures d'introduction d'air pur dans l'égout, dont toutes les émanations sortiraient ainsi uniquement par les tuyaux de toiture pour être dispersées dans les couches supérieures de l'atmosphère.

Ces dispositions spéciales ont été appliquées avec succès à Bornemouth, par l'ingénieur R. Andrews (2), ville où les odeurs des ventilateurs d'égout percés au centre des rues étaient devenus infectes et intolérables, et où R. Andrews a installé un grand nombre de cheminées d'appel en tôle, de 0^m,15 de diamètre et de 20^m de hauteur, en les appuyant sur les façades des maisons ou le long des grands arbres. Ce qui a eu pour effet constant de transformer tous

(1) *Sanitary Record*, 1883, n° 43, p. 299.

(2) *Sanitary Engineer*, t. VIII, p. 256.

les ventilateurs anciens du centre du sol des rues en ouvertures d'introduction d'air pur dans l'égout, et de produire une constante évacuation d'air vicié par le haut des cheminées d'extraction appuyées sur des arbres ou des maisons, en assurant ainsi un constant courant d'air frais dans toute l'étendue des égouts, qui sont alors devenus inodores.

Depuis cette utile installation, aucune plainte n'a été formulée au sujet des odeurs s'élevant des ventilateurs du centre, qui, autrefois, empestaient la localité et donnaient lieu à des plaintes fréquentes.

L'ingénieur anglais Richard Read récemment chargé du difficile problème de l'assainissement des vieux et nouveaux égouts de la ville de Gloucester, après essais infructueux des procédés ordinaires (1), s'est enfin décidé à appliquer méthodiquement les procédés rationnels de ventilation, obtenue facilement et constamment par la transformation des grilles centrales du sol en ouvertures d'introduction continue d'air pur, et par l'établissement de hauts tuyaux d'aspiration soutenus par les gâbles ou pignons d'habitation ; ou plus simplement obtenue par l'aspiration continue des tuyaux de chute du drainage domestique continués au-dessus des toitures et dépourvus de tout syphon de pied à leur extrémité inférieure.

Ce qui procure un constant courant d'air pur dans l'égout et le drainage domestique, dont toutes les effluves odorantes sont enfin versées dans les couches supérieures et agitées de l'atmosphère extérieure.

C'est aussi la conclusion formulée par l'ingénieur américain Philbrick qui (2), après avoir constaté les graves défauts des grilles-tampons du centre des rues, conseille d'y ajouter des cheminées débouchant au-dessus des toits ; il conseille aussi l'essai des colonnes ventilatrices en tôle éclairées et chauffées au gaz, dont le dessin a été tracé par les frères Parfitt, architectes à Brooklyn.

Les tuyaux de ventilation partant de la couronne de l'égout et débouchant au-dessus des mansardes ont été essayés à Londres, en 1866, par l'ingénieur Bazalgette, et dans aucune circonstance on

(1) *Sanitary Record*, 1883, n° 51, p. 114.

(2) *Sanitary Engineer*, t. I, p. 49, 140.

n'a eu de plaintes sur l'odeur ou l'incommodité qui était redoutée des habitants. Le courant d'air dans les tuyaux paraissait constant, avec le même effet appréciable dans l'égout que produit une cheminée d'appel ordinaire (1).

Aussi, en 1882, dans son Rapport sur l'assainissement des égouts de Brighton (2), sir Bazalgette a principalement insisté sur l'excellence de ce procédé de ventilation par tuyaux d'aspiration débouchant au-dessus des toits et loin de toutes les ouvertures des habitations ; ou placés sur les refuges de croisement et chauffés par des lampes à gaz.

Dans ce remarquable rapport, sir Bazalgette a rappelé une grande partie des procédés essayés depuis longtemps à Londres, tels que :

« 1° Ventilation par larges et hautes cheminées continuellement chauffées par de grands feux de houille, comme celles autrefois employées à la ventilation des mines, mais qui, appliquées spécialement à la ventilation des égouts, ont bien amélioré les portions de galeries voisines de la cheminée d'aspiration, mais n'ont eu cependant qu'une action très limitée, à cause des nombreuses communications de l'égout avec l'air libre ; résultats fâcheux qui ont fait ainsi renoncer à ce procédé coûteux pour les égouts ordinaires, et qui ne saurait être utile que pour un égout collecteur de grande dimension dépourvu d'ouvertures sur une grande longueur.

« 2° L'emploi des vapeurs acides produites dans les puits de ventilation pour désinfecter les gaz d'égout, procédé qui peut être utilisé en quelques cas exceptionnels, mais qui ne saurait constituer un moyen général de ventilation, etc. »

Nous croyons d'ailleurs inutile de décrire tous les procédés qu'on a dû écarter à Londres après des expériences coûteuses et multipliées, et nous constaterons seulement qu'on est à peu près d'accord sur l'utilité des hauts tuyaux d'extraction d'air vicié des égouts, qui sont appliqués en Angleterre dans un grand nombre de réseaux, et particulièrement à celui de Scaborough, où ils sont considérés comme hautement satisfaisants (3).

(1) De Freycinet : *Assainissement des Villes*, 1870, p. 105, 106.

(2) *Sanitary Engineer*, 1882, t. 6, p. 166, 167.

(3) *Sanitary Record*, 1883, n° 47, p. 516.

L'éminent ingénieur en chef du Local Government Board, Robert Rawlinson, en admet d'ailleurs officiellement l'efficacité, puisqu'il conseille de leur donner un diamètre de 15 centimètres minima et une hauteur suffisante pour dépasser les pignons des habitations (1).

Les ingénieurs sanitaires anglais et américains partisans du système de drainage anglais rigoureux, qui repoussent toute communication des gaz de l'égout avec les tuyaux du drainage domestique, et exigent un syphon de disconnexion entre l'égout et l'habitation, sont donc presque unanimement partisans de l'emploi des hautes cheminées de ventilation pour l'extraction de l'air des égouts.

C'est d'ailleurs aussi l'opinion unanime des ingénieurs sanitaires partisans du système américain de Bayles et Julius Adams, qui admet constamment l'air de l'égout public dans le drainage domestique, et supprime tout syphon disconnecteur entre ce drainage et l'égout public.

L'ingénieur Bayles s'exprime ainsi sur ce point dans son remarquable ouvrage (2) :

« Il doit être rappelé que la plus importante des fins de la ventilation est l'établissement d'une libre communication entre l'égout et l'air libre... »

Quand la pression sur l'air comprimé dans l'égout est accrue par quelque cause, il doit y avoir un filet d'air sortant à travers chaque drain de maison.

Quand quelque cause produit un vide dans l'égout, chaque drain de maison doit y introduire l'air. En autres mots, nous voulons permettre aux égouts de *respirer* à travers le principal tuyau de chute de chaque maison : »

Plus récemment, en 1883, dans une lecture prononcée devant l'association des maîtres plombiers de New York, Bayles a particulièrement insisté sur ce point en décrivant son modèle d'habitation salubre : il y a recommandé formellement la suppression de tout

(1) *Suggestions for main sewerage*, 1875-78, p. 14.

(2) *House Drainage*, 1879, p. 72.

syphon disconnecteur de l'égout et du drainage, parce que chaque habitation doit contribuer à la ventilation de l'égout public comme elle contribue à sa contamination (1).

L'ingénieur américain Julius Adams, le savant constructeur des égouts de Brooklyn, est également partisan de la ventilation des égouts opérée par grilles centrales sur regards comme ouvertures d'introduction d'air pur, et par l'emploi des tuyaux de chute du drainage domestique pour l'extraction de l'air vicié des égouts publics et du drainage domestique (2) ; il admet d'ailleurs que les égouts doivent *respirer* par les tuyaux de chute, et toutes les dispositions conseillées par Bayles, qu'il a fait appliquer sur la plus large échelle au drainage de la ville de Brooklyn, dont la mortalité par maladies épidémiques est inférieure à la même mortalité observée dans la ville de New York, sa voisine, où l'on a pourtant exigé officiellement depuis longtemps l'usage des syphons disconnecteurs entre l'habitation et l'égout public.

Pour la ventilation des égouts modèles de Francfort, les ingénieurs Gordon et Lindley ayant pensé que les gaz d'égout ont une tendance prononcée à s'élever, ont construit deux hautes tours aux points culminants du réseau.

Mais Rozsahegyi ayant fait voir depuis que les gaz d'égout ont plutôt une tendance à suivre la surface du courant descendant d'eau d'égout (3), nous ne pensons pas que les larges et hautes tours construites par Gordon et Lindley soient précisément nécessaires aux hauts points du réseau.

(Par la même raison, nous croyons que les valves à bascule, conseillées par Baldwin Latham pour empêcher les gaz d'égout de s'accumuler aux points culminants du réseau (4), sont inutiles).

Ces deux énormes cheminées ne sont d'ailleurs qu'un accessoire pour la ventilation du réseau de Francfort, dont la salubrité est obtenue par une circulation continue d'air pur entrant par les grilles des tampons de regards placés au centre des rues, et par l'extrac-

(1) *Sanitary Engineer*, 1883, t. VII, p. 242.

(2) *Sewers and Drains*, 1880, p. 147, 151.

(3) Zuber : *Revue d'Hygiène*, 1881, p. 657.

(4) *Sanitary Engineering*, 1873, p. 245, fig. 64.

tion continue de l'air vicié opérée sous l'action du tirage naturel des tuyaux métalliques extérieurs de façade, et des tuyaux de chute de drainage domestique, qui sont dépourvus de tout syphon de pied disconnecteur et débouchent, comme les tuyaux aspirateurs de façade, loin de toute ouverture de l'habitation.

Dans la crainte des reflux d'émanations ascendantes au milieu des rues par les grilles de regards, on avait disposé en dessous des récipients pouvant contenir des désinfectants, mais une constante inspection a démontré que ces ouvertures étaient toujours traversées par un courant continu d'air pur s'introduisant dans l'égout sous l'action du tirage actif et continu des tuyaux débouchant au-dessus des toitures, et que ces grilles ne donnaient jamais passage à l'air vicié de l'égout ou à quelque odeur désagréable (1).

L'éminent ingénieur Robert Rawlinson a d'ailleurs reconnu l'excellence du système de ventilation appliqué à Francfort, en écrivant publiquement (2) :

« Qu'en ce moment, il ne connaissait point de meilleurs travaux d'égouts publics et de drainage domestique que ceux de Francfort, soit en Angleterre, soit au dehors ».

L'abaissement considérable du taux de la mortalité typhoïde à Francfort, que l'éminent hygiéniste Varrentrapp a vu passer de 89 à 11 pour 100.000 habitants depuis l'adoption du Tout à l'égout (3), prouve du reste rigoureusement que le système de ventilation des égouts publics par les tuyaux d'aspiration placés contre ou dans l'habitation est, comme celui de Brooklyn, exempt des dangers qu'on lui attribuait, et qu'il est parfaitement salubre. Opinion partagée par le docteur Renk qui en conseille formellement l'usage (4).

Nous en concluons donc, enfin, que les ingénieurs sanitaires partisans du système américain de Bayles et J. Adams, comme les ingénieurs partisans du système anglais à disconnecteurs, sont d'accord sur l'utilité des grilles tampons de regards comme ouvertures d'introduction d'air pur dans l'égout, et sur la nécessité d'y joindre

(1) *The Builder*, n° 2068, 1882, p. 388.

(2) *The Builder*, n° 2069, 1882, p. 444.

(3) 4^{me} Congrès d'Hygiène, Genève 1882, t. II, p. 302.

(4) *Die Kanalgase*, 1882, p. 110 et suivantes.

des tuyaux placés contre ou dans l'habitation pour aspirer l'air vicié dans l'égout et le verser au-dessus des toits loin de toute ouverture, afin de le disperser dans un courant d'air pur, conformément aux principes suivis par ces ingénieurs sanitaires pour la ventilation méthodique du drainage domestique.

C'est en nous appuyant sur ces principes de ventilation suivis par les ingénieurs sanitaires anglais et américains, que nous proposons les dispositions suivantes pour la ventilation méthodique du réseau d'égouts de Paris :

(A) Pour les rues de largeur moyenne ne comportant qu'un seul égout placé dans l'axe de la chaussée et ne possédant que des trottoirs de largeur moyenne, nous proposons de fermer toutes les bouches de décharge à l'égout par un syphon hydraulique empêchant toute effluve de l'égout vers les habitations voisines de ces bouches ; puis d'ouvrir et d'ajourer largement tous les tampons de regards établis au milieu de la chaussée sur l'axe de l'égout, afin d'y laisser entrer librement l'air pur pris au milieu de la chaussée et appelé par le tirage de hauts tuyaux spéciaux d'aspiration que nous proposons de disposer ainsi :

1° Dans le cas spécial d'une habitation drainée par le système anglais modifié et muni de syphons de pied disconnecteurs de l'égout public ;

Toute habitation en bordure de la voie publique serait munie d'un tuyau vertical d'aspiration spécialement réservé à la ventilation de l'égout public et débouchant au sommet, assez loin de toute ouverture des habitations ; ce tuyau spécial prendrait naissance à la couronne de l'égout public, traverserait le branchement particulier à son sommet, monterait verticalement contre la façade et serait terminé par un ventilateur fixe spécial utilisant la force des vents pour l'aspiration des gaz d'égout.

Pour activer le tirage de ces tuyaux spéciaux d'aspiration, on pourrait les construire en matériaux peu conducteurs de la chaleur, et y placer un bec de gaz contribuant aussi à l'éclairage des voies publiques si on avait soin de le disposer dans un manchon de cristal placé à quelques mètres du sol.

Mais il faudrait se garder d'activer ce tirage par des appareils

mécaniques lançant ainsi parfois de l'air froid et vicié sur les toitures, d'où il pourrait retomber dans les zones de respiration des habitants des différents étages des maisons.

2° Dans le cas spécial d'une habitation drainée par le système américain de Bayles et Julius Adams, qui ne comporte aucune disconnexion entre l'égout public et le drainage de l'habitation, nous conseillons encore l'aspiration par tuyaux de façades spéciaux conformes à ceux décrits ci-dessus. Mais nous devons rappeler que ce système utilise aussi pour l'aspiration tous les tuyaux de chute des résidus humides domestiques, tous dépourvus de syphon de pied disconnecteur et tous terminés au-dessus des toits par un aspirateur fixe, afin que l'égout puisse, comme à Brooklyn et Francfort, *respirer* à travers les tuyaux de chute de chaque habitation ; ce qui exige, d'ailleurs, que le drain général débouche assez haut dans l'égout public, afin que son orifice de décharge soit habituellement ouvert à l'air de l'égout et rarement plongé dans son courant d'eau.

En étudiant la ventilation du système de drainage américain modifié, nous avons déjà donné tous les détails nécessaires à l'intelligence du fonctionnement de cette ventilation méthodique, dont le principe est encore très discuté malgré les beaux résultats obtenus à Brooklyn et Francfort, et qui suffisent cependant, pour nous, à établir la *salubrité suffisante* de ce système de drainage simple et peu coûteux d'établissement et d'entretien.

(B) Toutes les dispositions des hauts tuyaux spéciaux *d'aspiration* ci-dessus décrites pour la ventilation des égouts uniques des voies publiques de moyenne largeur sont encore applicables à la ventilation des égouts multiples des voies de grande largeur, mais il n'en est plus de même pour les dispositions conseillées pour l'*introduction* de l'air pur dans l'égout sous l'action du tirage des hauts tuyaux d'aspiration.

Car ces égouts latéraux des grandes voies sont presque toujours très voisins des trottoirs, quelques-uns même sont construits directement au-dessous : il serait donc inutile et même souvent nuisible de percer et d'ajourer les tampons de regards placés sur l'axe de l'égout dans l'épaisseur du trottoir ou proche des ruisseaux, car

ces ouvertures seraient ainsi trop rapprochées des habitations, ou exposées à engloutir beaucoup de sables et graviers entraînés par l'eau de pluie vers les ruisseaux latéraux.

Si nous remarquons encore que toutes les grandes voies pourvues de deux égouts latéraux ont aussi de larges trottoirs dont la bordure en granit est assez éloignée des habitations, nous sommes ainsi amené à conseiller de prendre l'air pur le long du haut de la bordure du trottoir, au moyen d'une longue fente, puis de l'introduire dans un tuyau en pente le conduisant en couronne de l'égout, et sous chaque tampon de regard dont la position exige que ce tampon soit plein et sans ouvertures, afin d'éviter ainsi, pour les larges voies munies de deux égouts latéraux, l'admission des sables par tampons de regards voisins des ruisseaux, ou les effluves accidentelles de gaz d'égout par tampons de regards placés sur le trottoir au voisinage immédiat des habitations.

(C) Enfin, pour les grandes places dépourvues de hautes constructions, on pourrait encore utiliser les grilles tampons de regards, ou les puits de regards alimentés par prise d'air sur fente de trottoir, comme ouvertures d'introduction d'air pur dans l'égout. Mais, pour assurer l'aspiration continue et suffisante des gaz d'égout et leur dispersion dans les couches supérieures de l'atmosphère, il deviendrait nécessaire de construire des hautes cheminées d'aspiration, qui pourraient d'ailleurs contribuer à l'ornementation de ces vastes places.

Le modèle de cheminée métallique proposé en 1878, par les frères Parfitt, architectes à Brooklyn (1), et qui présente quelques analogies avec les mâts décoratifs de la place de la République, pourrait être alors appliqué, ainsi que le conseille l'ingénieur Philbrick.

A l'aide de toutes les dispositions ci-dessus proposées, nous avons la sincère conviction qu'on parviendrait enfin à introduire dans l'égout un courant continu d'air pur oxydant les matières organiques et atténuant les virus contenus dans l'égout public, et à verser tous les gaz produits dans le réseau à une hauteur suffisante

(1) *Sanitary Engineer*, 1878, t. I, p. 49, 140.

pour assurer leur dispersion rapide dans un torrent continu d'air pur, afin d'éviter tout retour de ces gaz et virus dans les différentes couches d'air alimentant la respiration des habitants de Paris.

112. Conclusions sur les égouts. — En somme, de cette étude concise sur l'assainissement des égouts de Paris, on peut enfin conclure :

1° Qu'avec l'emploi de la maçonnerie de meulière au mortier de ciment, les parois des égouts sont parfaitement étanches et polies ;

2° Qu'il est utile de transformer la cunette trapézoïdale actuelle des égouts courants en cunette demi-cylindrique, et de la recouvrir d'un enduit en ciment pur et poli, afin d'éviter les dépôts dans les angles latéraux inférieurs et d'augmenter la vitesse du courant d'eau, puisque cette dernière disposition permet l'usage de pentes *quatre fois moins fortes* que celles nécessaires à la cunette trapézoïdale sans enduit du type courant n° 12, et pour des vitesses égales ;

3° Qu'il est nécessaire d'empêcher les sables et graviers de pénétrer dans le réseau d'égouts, puisque l'écoulement de l'eau dans une cunette demi-cylindrique couverte d'une mince couche de sable exige une pente *douze fois plus forte* que celle suffisante pour l'écoulement à même vitesse dans une cunette demi-cylindrique en ciment pur et poli exempte de dépôts de sables, pour le type courant d'égout n° 12 le plus employé à Paris ;

4° Qu'il en résulte la transformation forcée des bouches d'égouts, afin d'arrêter les gros détritiques, sables et graviers ;

5° Que les branchements de bouches doivent être transformés en simples conduites circulaires de petite section, afin d'en assurer le nettoyage automatique par l'eau des voies publiques ;

6° Que les regards d'égouts doivent être reportés sur ou près de leur axe longitudinal, afin d'éviter les dépôts laissés par les crues dans les branchements latéraux des regards actuels ;

7° Que les branchements particuliers doivent être transformés en galeries d'enveloppe de toutes les canalisations desservant l'habitation, et être séparés de l'égout public par un mur plein et étanche, afin d'éviter la contamination et l'infection de ces branchements particuliers par les résidus domestiques et les dépôts laissés par les crues de l'égout public ;

8° Que les mêmes dispositions doivent être appliquées aux branchements industriels, et qu'une inspection sévère doit être établie pour empêcher les industriels de verser à l'égout des liquides chauds et nuisibles ;

9° Qu'à l'aide des dispositions ci-dessus, de l'utilisation des branchements de regards actuels et des branchements particuliers comme réservoirs d'eau pure, de l'établissement de réservoirs de chasse et de portes de barrage dans les égouts, et d'une alimentation directe d'eau pure suffisante, on parviendra facilement à produire de fréquentes chasses d'eau pure, assurant le nettoyage automatique, méthodique et continu de l'ensemble du réseau avec un personnel réduit au minimum ;

10° Enfin, qu'avec l'emploi des grilles-tampons de regards ou des fentes sur bordures de trottoirs comme ouvertures d'introduction d'air pur, et l'usage de tuyaux spéciaux débouchant très haut et loin de toutes les ouvertures des habitations, on parviendra enfin à introduire dans l'égout un continuel courant d'air pur oxydant, et à verser tout l'air vicié du réseau à la grande hauteur nécessaire pour le disperser rapidement dans une couche d'air pur en mouvement, et qu'on évitera enfin la pénétration des virus et gaz d'égout dans les différentes couches d'air directement respirées par les Parisiens.

Les deux conditions nécessaires et suffisantes d'un écoulement méthodique et continu des résidus et de l'atmosphère des égouts étant alors obtenues, on peut enfin en conclure qu'on aura ainsi résolu le difficile problème de l'assainissement complet du réseau d'égouts de la Ville de Paris.

SIXIÈME ÉTUDE

UTILISATION AGRICOLE DES EAUX D'ÉGOUT

Tout l'engrais humain et animal que le monde perd,
rendu à la terre au lieu d'être jeté à l'eau,
suffirait à nourrir le monde.

VICTOR HUGO.

113. Conséquences fâcheuses du déversement des eaux d'égout à Clichy et à Saint-Denis. — En reportant le débouché des collecteurs à Clichy et à Saint-Denis, l'éminent ingénieur Belgrand a complètement résolu le problème principal qu'il s'était posé, et qui consistait à prévenir toute pollution de la Seine par les eaux d'égout dans la traversée de Paris.

Quand on compare, en effet, l'état actuel de transparence et de limpidité de la Seine en étiage à l'état d'infection repoussante qu'elle présentait autrefois en basses eaux dans Paris, on est saisi d'un réel sentiment de reconnaissance envers les éminents administrateurs et ingénieurs qui ont eu l'énergie et le talent de supprimer dans Paris cette cause de pollution et d'insalubrité de notre beau fleuve.

Et cet éclatant succès doit nous servir d'encouragement pour étudier les moyens de supprimer les inconvénients qui résultent encore du déversement continu des eaux d'égout à Clichy et Saint-Denis, et dont les principaux sont :

1° L'inondation des égouts pendant les hautes crues de la Seine ;

2° La perte des engrais en Seine ;

3° L'infection de la Seine et de ses bords en aval de Paris.

114. Inondation des égouts par hautes crues de la Seine. — Pendant les hautes crues de la Seine, l'écoulement méthodique des eaux d'égout est profondément troublé par l'invasion des eaux du fleuve dans quelques quartiers bas : Bercy, rue Watt, Grenelle, Auteuil, et surtout par l'immersion du débouché aval de l'égout collecteur d'Asnières, dont la clef de voûte a été profondément noyée pendant la crue de mars 1876.

En décembre 1882, les égouts ont encore été envahis par de hautes crues de la Seine et de la Bièvre qui ont causé des débordements par bouches d'égout dans quelques quartiers de Paris : Au quartier de Javel, par exemple, les eaux de la Bièvre ont envahi les collecteurs aboutissant au pont de l'Alma et afflué vers la rue Leblanc en débordant sur la voie publique, le débit du syphon de l'Alma étant trop faible pour en permettre l'écoulement total.

Aussi, en juin 1883 l'égout de Javel et celui de la rue Leblanc étaient encore absolument encombrés d'immondices, au point qu'un égoutier a failli y être asphyxié (1).

Les égouts et collecteurs de la rive droite ont été également longtemps envahis par suite du ralentissement de l'écoulement au débouché principal de Clichy, et une grande partie de ces égouts n'a pu être ainsi régulièrement curée pendant un certain temps.

Pour étudier cette question du *libre* écoulement continu des collecteurs de Paris, nous avons visité personnellement les bords de la Seine pendant et après la grande crue de décembre 1882 :

Le 4 décembre 1882, à midi, le niveau de la Seine était à environ 0^m,32 au-dessous de la clef de voûte du collecteur débouchant à Clichy, qui cote environ 28, ce qui établissait le niveau du fleuve à la cote 28 — 0,32 = 27,68 environ.

Le débouché du collecteur était alors dépourvu d'échelle de hauteur et même de tout repère chiffré ; mais, par une heureuse coïncidence, deux anciens habitants de Clichy mesuraient précisément la hauteur de crue au moment de notre visite : à l'aide d'un mètre pliant en bois, et en se basant sur un point de repère placé sur un petit toit conique situé en amont du collecteur, ces deux obligeants

(1) *Bulletin Municipal*, 1883, p. 1002.

observateurs ont reconnu et nous ont affirmé que la Seine était encore en ce moment, 4 décembre 1882, à midi, de plus de 1 mètre au-dessous de la grande crue de mars 1876, qui aurait alors coté $27,68 + 1 = 28^m,68$ à Clichy, en 1876, en noyant ainsi la clef de voûte du collecteur d'environ $28,68 - 28 = 0^m,68$ au moins. Le plan d'eau normal du collecteur cotant environ 25, il en résulte qu'en 1876, ce plan d'eau subissait une contre pression de $28,68 - 25 = 3^m,68$ à Clichy.

Une si haute dénivellation explique suffisamment par sa grandeur toute la résistance opposée par les hautes crues de la Seine au libre écoulement continu des eaux du réseau de Paris, et la nécessité absolue de supprimer la contre pression causée par ces hautes crues de la Seine.

115. Perte d'engrais en Seine. — Bien que le système du Tout à l'égout ne soit point encore appliqué à Paris, on peut cependant affirmer que la majeure partie des engrais y sont depuis longtemps perdus en Seine, puisque les eaux d'égout s'y jettent à Asnières et Saint-Denis, que les vidanges refoulées à Bondy continuent à être ensuite déversées en Seine (1), et que le nombre des usines de transformation des engrais diminue constamment.

Nous avons d'ailleurs précédemment démontré que même avec l'adoption générale de la vidange par aspiration mécanique, la quantité d'eau nécessaire aux water-closets s'opposerait toujours à la fabrication économique des engrais secs. Si l'on en excepte la faible portion utilisée aujourd'hui par les maraîchers sous le nom de gadoue, on voit donc que la plus grande partie de l'engrais parisien est destinée à passer en égout et à se perdre en Seine.

Pour estimer la valeur théorique de cette masse d'engrais perdu, nous pouvons nous baser sur sa teneur en azote et sur la valeur commerciale de l'azote des engrais.

D'après la table construite par Letheby (2) et basée sur les travaux de Fleitmann, Lawes, Lehmann, Liebig, Playfair, Simon, Way,

(1) Alphand, *Note sur les eaux et égouts*, p. 61.

(2) *The Sewage Question*, 1872, p. 132.

Wolf, etc., le poids moyen des urines émises, par tête de tout âge et par 24 heures, est d'environ 31 onces 85, et le poids des fèces est de 2 onces 78, donnant ensemble un poids de 34 onces 63, qui, divisés par 16, donnent 2 livres 16, ou $2,16 \times 0^k,453 = 1^k,1$ par tête, contenant 0,321 once d'azote, ou $0,321 \times 0^k,028 = 0^k,0091$ d'azote, par tête.

Pour les 2,300,000 habitants de Paris, on aurait ainsi une production *personnelle* de 20,930 kilog. d'azote par jour. Les chevaux logés dans Paris sont au nombre d'environ 65,000, et ceux y circulant pendant 12 heures et logés dans la banlieue sont environ 22,000, donnant en tout environ $0^k,1 \times 76,000 = 7.600$ kilog. d'azote dans Paris; mais une certaine partie est enlevée avec les fumiers d'écurie, et il est difficile de l'estimer.

Enfin, les eaux ménagères contiennent encore une assez grande quantité d'azote qu'il est difficile d'estimer avec précision.

Cependant, Letheby et Henry Robinson (1) estiment que 1,000 habitants d'une cité contribuent en totalité à fournir 33,3 livres d'azote à l'eau d'égout, ou $33,3 \times 0^k,453 = 15$ kilog., donnant environ 15 grammes d'azote par tête, et de toute provenance, à l'eau des égouts. Ce qui produirait par jour $2,300,000 \times 0^k,015 = 34,500$ kil. et $365 \times 34,500 = 12,592,500$ kilog. d'azote par an pour Paris.

Le kilogramme d'azote des engrais valant 2 francs, on voit enfin qu'on perd ainsi en Seine une valeur de 25 millions de francs d'engrais par an.

Cette pratique déplorable continuée pendant deux siècles, donnerait alors lieu à une perte brute de cinq milliards de francs!

Mais, et ainsi que l'a depuis longtemps signalé le grand chimiste Justus Liebig: « Aucun pays n'est assez riche pour pouvoir, au bout d'un certain temps, racheter les principes de son existence qu'il a gaspillés, et fût il assez riche pour les racheter, il n'y a au monde aucun marché qui pourrait les fournir. Aucun peuple, aucune nation sur la terre ne se sont maintenus s'ils n'ont su conserver les principes de leur existence et de leur multiplication. Toutes les contrées de la terre où la main de l'homme n'a pas rendu aux champs les éléments nécessaires à la production des récoltes, après avoir eu

(1) *Sewage disposal*, 1882, p. 7.

la plus nombreuse population, sont arrivées à la stérilité et à la ruine. L'agriculture de rapine, c'est-à-dire celle qui ne rend pas à la terre ce qu'elle lui prend, change les pays en déserts et les rend inhabitables. »

D'ailleurs, il est maintenant prouvé que la matière carbonée possède également une grande valeur agricole, soit parce qu'elle est *directement* assimilable par les végétaux, soit parce qu'elle forme un des éléments de la matière ulmique, ainsi que l'a du reste établi le professeur Dehérain, auquel nous empruntons les conclusions suivantes (1) :

« Il n'est nullement certain que tous les végétaux puisent *exclusivement* leur carbone dans l'acide carbonique de l'air, et la théorie contraire, qui suppose qu'un certain nombre de plantes à Chlorophylle trouvent une partie de leur carbone dans les matières organiques du sol, s'appuie déjà sur des faits bien constatés.... »

« L'enrichissement du sol en azote est corrélatif de son enrichissement en matières carbonées ; ce n'est pas seulement par les 5/1000 d'azote qu'il renferme, que le fumier de ferme est utile, c'est encore par l'azote atmosphérique dont il détermine la fixation.... »

« Des faits exposés dans les leçons précédentes, il découle une conséquence capitale qui s'appuie sur les manières de voir discutées précédemment. En effet, que la matière carbonée serve directement d'aliment aux végétaux, ou qu'elle soit simplement le véhicule des matières minérales ; que ce soit l'ammoniaque atmosphérique qui se fixe sur la terre arable, ou l'azote gazeux ; dans tous les cas, l'intermédiaire nécessaire est la matière ulmique, dont l'importance s'accroît à mesure que son étude devient plus soignée et plus précise. »

« Au commencement de ce cours, nous nous demandions si notre régime de culture devait nous conduire à la ruine en rendant nos terres stériles, ou à la prospérité en augmentant constamment leur fertilité ; il semble que maintenant nous puissions répondre et dire que cette fertilité est liée à l'abondance de la matière ulmique. »

En effet, la potasse fait rarement défaut dans nos terres cultivées,

(1) Origine du carbone et de l'azote des végétaux, in *Revue scientifique*, 1880, p. 318, 1881, p. 175.

l'acide phosphorique, moins largement distribué, s'offre à nous dans d'immenses gisements à peine exploités ; nous n'avons donc aucune inquiétude à concevoir pour l'alimentation minérale de la plante ; quant à son alimentation organique, elle est assurée, si, par l'apport de matières organiques abondantes, par de copieuses fumures de fumier de ferme, nous balançons la combustion des matières ulmiques que provoquent nos labours profonds et souvent répétés. Si, au contraire, comme on l'a fait jadis, on y fait arriver l'oxygène, sans lui rien restituer, la matière organique disparaît très vite dans les pays chauds, plus lentement dans les pays humides ; mais, dans l'un et l'autre cas, sa disparition conduit fatalement à la stérilité. »

Or, les eaux d'égout ayant l'avantage d'être très riches en matières ulmiques, on conçoit enfin l'importance capitale de l'utilisation agricole de cette abondante et continuelle source de matière ulmique.

A ces preuves techniques et rigoureuses émanant des savants spéciaux, nous nous permettrons d'ajouter en conclusion le beau passage suivant, emprunté à notre grand poète national :

« Paris jette par an 25 millions à l'eau, et ceci sans métaphore. Comment et de quelle façon ? Jour et nuit. Dans quel but ? Sans aucun but. Avec quelle pensée ? Sans y penser. Pourquoi faire ? Pour rien. Au moyen de quel organe ? Au moyen de son intestin. Quel est son intestin ? C'est son égout.

25 millions, c'est le plus modéré des chiffres approximatifs que donnent les évaluations de la science spéciale.

La science, après avoir longtemps tâtonné, sait aujourd'hui que le plus fécondant et efficace des engrais, c'est l'engrais humain.

Les Chinois, disons-le à notre honte, le savaient avant nous. Pas un paysan chinois, c'est Eckberg qui le dit, ne va à la ville sans rapporter, aux deux extrémités de son bambou, deux seaux pleins de ce que nous nommons immondices.

Grâce à l'engrais humain, la terre, en Chine, est encore aussi jeune qu'au temps d'Abraham.

Le froment chinois rend jusqu'à 120 fois la semence. Il n'est aucun guano comparable en fertilité aux détritits d'une capitale. Une

grande ville est le plus puissant des stercoraires. Employer la ville à fumer la plaine, ce serait une réussite certaine. Si notre or est fumier, en revanche notre fumier est or.

Que fait-on de cet or fumier ? On le balaye à l'abîme.

On expédie à grand frais des convois de navires afin de récolter au pôle Austral la fiente des pétrels et des pingouins, et l'incalculable élément d'opulence qu'on a sous la main, on l'envoie à la mer. Tout l'engrais humain et animal que le monde perd, rendu à la terre au lieu d'être jeté à l'eau, suffirait à nourrir le monde.

Ces tas d'ordures du coin des bornes, ces tombereaux de boue cahotés la nuit dans les rues, ces affreux tonneaux de la voirie, ces fétides écoulements de fange souterraine que le pavé nous cache, savez-vous ce que c'est ? C'est de la prairie en fleur, c'est de l'herbe verte, c'est du serpolet, du thym et de la sauge ; c'est du gibier, c'est du bétail, c'est le mugissement satisfait des bœufs le soir, c'est du foin parfumé, c'est du blé doré, c'est du pain sur votre table, c'est du sang chaud dans vos veines, c'est de la santé, c'est de la joie, c'est de la vie.

Ainsi le veut cette création mystérieuse qui est la transformation sur la terre et la transfiguration dans le ciel.

Rendez cela au grand creuset ; votre abondance en sortira.

La nutrition des plaines est la nourriture des hommes.

Vous êtes maîtres de perdre cette richesse et de me trouver ridicule par dessus le marché. Ce serait le chef-d'œuvre de votre ignorance.

La statistique a calculé que la France, à elle seule, fait tous les ans à l'Atlantique, par la bouche de ses rivières, un versement d'un demi-milliard.

C'est la substance même du peuple qu'emportent, ici goutte à goutte, là à flots, le misérable vomissement de nos égouts dans les fleuves, et le gigantesque ramassement de nos fleuves dans l'Océan. Chaque hoquet de nos cloaques nous coûte mille francs.

A cela deux résultats : la terre appauvrie et l'eau empestée ; la faim sortant du sillon, et la maladie sortant du fleuve.

Un double appareil tubulaire, pourvu de soupapes et d'écluses de chasse, aspirant et refoulant ; un système de drainage élémentaire,

simple comme le poumon de l'homme, et qui est déjà en pleine fonction dans plusieurs communes d'Angleterre, suffirait pour amener dans nos villes l'eau pure des champs et pour renvoyer dans nos champs l'eau riche des villes, et ce facile va-et-vient, le plus simple du monde, retiendrait chez nous les cinq cents millions jetés dehors... »

116. Infection de la Seine. — Par décret en date du 22 août 1874, le ministre des travaux publics a institué une Commission spéciale « chargée de préparer les mesures à prendre pour remédier à l'infection des eaux de la Seine aux abords de Paris. »

Et c'est du rapport de cette Commission officielle que nous allons extraire la preuve rigoureuse de l'infection de la Seine par les eaux d'égout de Paris (1).

« En amont de Paris, dans la traversée de la capitale ainsi qu'entre les fortifications et Asnières, la Seine présente un aspect satisfaisant, au moins à la simple inspection superficielle. Le progrès accompli par la grande œuvre de la canalisation de Paris et des collecteurs se manifeste d'une manière évidente. En un certain nombre de points, des filets d'eaux impures sortent de divers établissements industriels ou des égouts non réunis aux collecteurs, mais ces filets sont rapidement noyés dans la masse du fleuve. Les poissons vivent dans toute la largeur de la rivière, des végétaux d'ordre élevé poussent sur les berges ; le fond de la Seine est formé de sables blancs. Pendant les chaleurs et les sécheresses, tout le monde a pu constater l'état relativement satisfaisant de la Seine dans tout ce parcours.

En aval du pont d'Asnières, la situation change brusquement. Sur la rive droite de la Seine se trouve le débouché du grand collecteur de Clichy. Un courant considérable d'eau noirâtre sort de ce collecteur et s'épanouit en Seine en formant une courbe parabolique.

Cette courbe occupe une étendue variable dans le courant : en temps ordinaire, elle tient environ la moitié de la largeur du fleuve ; en temps de pluie d'orage, elle se rapproche de la rive gauche.

(1) *Assainissement de la Seine*, 1876, p. 95, planche IV.

Cette eau est d'un aspect répugnant ; elle est chargée de débris organiques de toute sorte : légumes, bouchons, poils, cheveux, cadavres d'animaux, etc.

Elle est ordinairement recouverte d'une couche de matière grasseuse qui, suivant la direction du vent, vient s'accumuler sur une rive ou sur l'autre. Une vase grise, mélangée de débris organiques, s'accumule le long de la rive droite et forme des banc d'atterrissement qui, à certaines périodes de l'année, présentent des saillies considérables hors de l'eau et ne disparaissent que grâce à de coûteux draguages.

Cette vase descend jusqu'au Thalweg du fleuve ; elle est le siège d'une fermentation active qui se traduit par des bulles innombrables de gaz venant crever à la surface de l'eau ; pendant une grande partie de l'année, et spécialement au moment des fortes chaleurs, ces bulles atteignent 1 mètre à 1^m,50 de diamètre.

Elles entraînent la vase en s'en dégageant et amènent à la surface des matières noires et infectes qui cheminent ensuite à découvert avec le courant. Le passage d'un bateau soulève des flots d'écume et crée une véritable ébullition qui dure quelques minutes dans le sillage.

Tous ces phénomènes se produisaient en 1870 sur la rive droite du fleuve, et l'infection ne se manifestait d'une manière évidente que sur le premier des trois bras que la Seine forme à Clichy entre les rives des îles Vaillard et Robinson.

Aujourd'hui, le second bras est complètement envahi et l'altération se montre sur la rive droite du dernier bras. Aucun être vivant, aucun poisson, aucune herbe verte ne se rencontre dans le bras droit ; dans le bras central, le poisson commence à apparaître et se retrouve dans le bras gauche. Les jours de grande pluie d'orage, lorsque le courant des eaux d'égout envahit la totalité de la largeur de la Seine, les poissons peuvent être accidentellement détruits, même dans les parages qu'ils fréquentent habituellement, par suite de l'infection générale et temporaire du fleuve. Le bras central présente une végétation moyenne ; les herbes sont extrêmement fortes et vivaces sur le bras gauche. Au-delà des îles de Clichy et jusqu'à l'île Saint-Denis, l'altération continue en s'accusant un peu moins

fortement à la surface ; l'eau conserve une couleur noirâtre ; la rive droite est toujours bordée d'écumes et de graisses ; l'altération semble s'étendre sur la largeur complète de la rivière ; la rive gauche est garnie de débris de végétaux, de bouchons, etc., et d'une couche mince de vase grisâtre.

A Saint-Ouen commence l'île Saint-Denis, qui s'étend jusqu'à deux kilomètres d'Argenteuil et sépare le fleuve en deux bras distincts : le bras gauche, alimenté par la partie la moins altérée du fleuve et ne recevant du reste aucun nouvel affluent d'eau infecte, présente des eaux qui semblent d'une pureté très suffisante. Le bras droit, au contraire, alimenté par le courant même du collecteur de Clichy, qui a suivi spécialement la rive droite du fleuve, conserve devant Saint-Ouen et au-delà les caractères d'infection constatés à Clichy ; ceux-ci vont cependant en diminuant d'intensité jusqu'au pont suspendu de Saint-Denis ; c'est ainsi que la vase, dont la répartition sur le fond du fleuve a été faite, à la demande de la Commission, atteint à Clichy des épaisseurs de 2 à 3 mètres et n'a plus que 0^m,35 à Saint-Ouen. Aux premières maisons de Saint-Denis, des usines commencent par amener une recrudescence d'infection par un assez grand nombre de déjections industrielles. Mais leur action est peu de chose à côté de celle du collecteur départemental qui débouche à quelques mètres en aval du pont suspendu.

Cet égout vomit une eau absolument noire et fétide, dont l'odeur ammoniacale est des plus prononcées. Cette eau envahit bientôt la largeur complète du bras. Des écumes flottent sur toute la surface ; des bulles de gaz se dégagent de tous côtés.

Cet état se continue, avec une intensité à peu près constante, jusqu'en face du village d'Épinay.

Le fond du fleuve est, dans tout ce parcours, garni d'une vase noire, fétide, gluante, peuplée de vers rougeâtres qui ne se trouvent que dans les eaux de vidange les plus infectes. Périodiquement, cette vase émerge au voisinage de la bouche du collecteur et doit être extraite par draguages.

La rivière du Croult, qui débouche en Seine entre Saint-Denis et Épinay, vient ajouter un assez notable contingent d'eaux industrielles à l'afflux infect du collecteur.

D'Épinay à Argenteuil, une amélioration apparente se manifeste, spécialement après la réunion des deux bras, à l'extrémité de l'île Saint-Denis.

L'eau, encore foncée de couleur, n'offre plus que de rares débris flottants ; la vase a presque disparu ; le poisson réapparaît en temps normal. D'Argenteuil au barrage de Bezons, la Seine présente un aspect acceptable. Mais, au niveau du barrage, dans le bras gauche formé par l'île du Chiard et ses annexes, une odeur très marquée se fait de nouveau sentir ; les eaux impures semblent rejetées par le barrage sur la rive gauche. La vase noirâtre réapparaît sur toute la largeur du bras avec une épaisseur de 0^m,70. Bientôt l'odeur disparaît ; une végétation des plus abondantes garnit les deux rives et encombre même en partie le cours du fleuve par de larges plaques de lentilles d'eau. A Marly, les bajoyers de l'écluse sont couverts d'un dépôt noir et fétide ; des écumes se voient le long du barrage. L'eau conserve toujours une teinte foncée, qu'elle manifeste également dans le bras droit qui passe également devant Chatou. Au-delà de Marly, les deux bras se réunissent de nouveau. L'intensité de coloration du fleuve diminue graduellement. L'eau est encore trouble et d'un goût peu agréable à Saint-Germain et à Maisons. Au-delà, vers La Frette et Conflans, et spécialement après le confluent de l'Oise, la Seine a repris en apparence un état sensiblement analogue à celui qu'elle offrait en amont des collecteurs. A Meulan, toute trace extérieure d'infection a disparu.....

Au point de vue chimique, les eaux impures qui se déversent en Seine produisent deux effets distincts : les matières *minérales* toutes formées qu'elles contiennent à l'état de suspension ou de dissolution encombrant le lit du fleuve et altèrent sa composition par simple mélange ; l'enlèvement mécanique des dépôts et la seule dilution par le courant suffiraient, à la rigueur, pour faire disparaître cette altération.

Mais lorsque les eaux affluantes contiennent des matières *organiques*, animales ou végétales, le fleuve devient lui-même le siège de décompositions multiples qui altèrent profondément ses eaux et leur donnent sur un long parcours un caractère d'infection spéciale qui ne saurait être négligé au point de vue de la salubrité publique.

Les matières organiques se transforment en effet dans le fleuve même, en acide carbonique, eau, carbures d'hydrogène, ammoniaque, acide sulfhydrique et substances minérales diverses. Cette transformation implique toujours une absorption d'oxygène emprunté aux gaz dissous dans l'eau, et une production de corps minéraux azotés.

Tant que les matières organiques azotées sont abondantes, l'eau est absolument viciée. Lorsque la fermentation est achevée, lorsque les matières organiques sont toutes passées à l'état de matières minérales, inoffensives en elles-mêmes, les eaux présentent à la fois une diminution dans l'oxygène dissous, et une disparition des matières organiques azotées, remplacées par des matières minérales azotées, par l'ammoniaque.

Pour apprécier l'état d'infection du fleuve, la Commission a donc cherché la quantité de matières azotées organiques non encore transformées en ammoniaque que les eaux pouvaient renfermer en divers points.

Les dosages d'oxygène formaient le complément de ces recherches; ils mesuraient ainsi le résultat final des réactions accomplies.

Le tableau suivant résume les dosages effectués :

Lieux	Azote organique	Azote	Oxygène dissous
	par M ³	Total par M ³	par litre.
	GRAMMES	GRAMMES	en centimètres cubes
Pont d'Asnières	0,85	1,5	5,34
Collecteur Clichy.....	»	29,5	»
Clichy, bras droit.....	1,51	4,0	4,60
Clichy, centre.....	1,28	»	4,60
Clichy, bras gauche.....	1,25	»	4,60
Saint-Ouen, bras droit.....	1,16	2,0	4,07
Saint-Denis, bras droit.....	»	2,0	2,65
Collecteur départemental.....	»	98,0	»
Aval du Croutl.	7,27	11,29	1,02
Epinay, bras droit	1,26	3,0	1,05
Bezons	0,87	1,9	1,54
Marly, gauche, amont barrage.....	0,78	3,5	1,91
Marly, aval barrage.....	0,81	»	»
Saint-Germain..	0,76	2,2	»
Maisons	0,79	2,5	3,74
Conflans..	0,46	»	»

	GR.	GR.	CM ³
Poissy.....	0,45	2,2	6,12
Triel.....	0,50	»	7,07
Meulan.....	0,40	»	8,17
Mantes.....	»	1,4	8,96
Vernon.....	»	»	10,40
Rouen.....	»	»	10,42

De ces chiffres résulte donc que l'eau est profondément altérée par des matières organiques fermentescibles dans sa largeur de Clichy à Saint-Ouen, tout le long de l'île Saint-Denis sur le bras droit entier, et retrouve, à ce point de vue, le même état qu'à Asnières, entre Bezons et Marly; qu'en outre cette eau dépouillée progressivement de son oxygène jusqu'à l'extrémité de l'île Saint-Denis, conserve une aération absolument insuffisante jusqu'à Marly et au-delà, reprend le titre d'Asnières seulement au-dessous de Maisons, et n'arrive à une certaine qualité que vers Meulan.

L'étude ci-dessus de l'état du fleuve montre clairement quelles sont les causes de son infection: ces causes sont évidemment l'afflux des eaux d'égout de Paris.

Les deux bouches de Clichy et Saint-Denis versent en Seine un cube journalier d'environ 260,000 M³ ou 3 mètres cubes par seconde; c'est, par an, un cube total de 96 millions de mètres cubes d'eaux impures versées en Seine. Cet afflux de matières étrangères se traduit encore par des atterrissements solides. En effet, chaque mètre cube déversé à Clichy contient, en moyenne, 1^k,28 de matières solides; à Saint-Denis, 1^k,54. Chaque année, le collecteur de Clichy encombre ainsi le lit du fleuve de 100,000 tonnes de matières solides, et le collecteur Saint-Denis de 25,000 tonnes, soit 125,000 tonnes en tout.

Sans s'arrêter à une discussion de stricte légalité, la Commission de 1874 a insisté sur l'infection qui existe en fait en Seine dans une partie populeuse de la banlieue, au voisinage des prises d'eau de Saint-Ouen, Saint-Denis, Epinay, Marly, Vésinet, Saint-Germain, Maisons, et, se rangeant à l'avis émis par le Conseil des Ponts-et-Chaussées en 1870, elle a pensé que « l'écoulement en Seine des eaux des collecteurs de Clichy et Saint-Denis a, au point de vue de la salubrité, des inconvénients auxquels la Ville de Paris est tenue de remédier ».

Malheureusement, cette commission de 1874 ne se livra à aucune recherche des preuves rigoureuses de l'insalubrité des eaux d'alimentation pompées dans la Seine ou vers ses bords dans la partie aval des collecteurs.

Et, bien que cette insalubrité paraisse évidente par le seul aspect répugnant de ce liquide noirâtre et infect, on a cependant continué l'usage de cette eau, notamment au quartier des Epinettes alimenté par l'eau pompée à Saint-Ouen.

Il est pourtant aisé de s'assurer que l'épidémie de choléra de 1865 a particulièrement frappé ce même quartier des Epinettes, qui a tenu le premier rang dans l'ordre de mortalité de tout Paris, avec un taux de 13, 83 sur 1000 habitants (1).

Cette terrible épidémie a d'ailleurs coïncidé avec un long et considérable abaissement du niveau et du volume de la Seine, puisque, ainsi que l'a fait justement remarquer le D' Vacher : (2)

« Depuis le commencement d'août, le niveau de la Seine oscillait autour du zéro au Pont-Royal : à partir du 18 septembre il descendit au-dessous de ce point et n'y remonta qu'au 19 octobre, si bien que le 29 septembre, le niveau de la Seine marquait 0^m,70 au-dessous du zéro de l'échelle, ce qu'on n'avait vu à aucune autre époque. »

Or, si nous nous reportons au graphique de la marche du choléra (3), nous constaterons que les décès cholériques n'ont point encore dépassé le nombre 11 jusqu'au 29 septembre, qu'ils passent à 25 le 1^{er} octobre, sautent brusquement à 83 le 4 octobre, et s'élevèrent à 225 le 14 octobre ; puis redescendant à 183 le 23 octobre après une légère crue de Seine, et s'abaissent enfin lentement jusqu'au 17 novembre au chiffre de 25 qu'ils atteignaient le 1^{er} octobre, à mesure de la hausse des eaux. De cette coïncidence fatale, nous pouvons tout au moins présumer que le faible volume des eaux du fleuve a pu être infecté par le volume relativement considérable des eaux d'égout, et a particulièrement manifesté son influence virulente dans les quartiers alimentés par des prises d'eau situées en aval du débouché des collecteurs, puisque leur morta-

(1) *Rapport du Conseil d'Hygiène*, 1870, p. 86, planche 4.

(2) *Etude statistique sur la mortalité à Paris en 1865, 1866*, p. 404.

(3) *Rapport du Conseil d'Hygiène*, 1870, planche 4.

lité est très supérieure à celle des quartiers alimentés par prises en amont de ces débouchés d'eaux infectes.

De même, l'île Saint-Denis eut une mortalité épouvantable de 29 sur 1000 habitants, due probablement à l'usage de cette insalubre et infecte eau de Seine, dont elle est complètement entourée dans toute sa longueur.

Il est vrai que la Ville de Paris pourrait et devrait supprimer la prise d'eau de Saint-Ouen, puisqu'elle peut se procurer de l'eau de Seine en amont des collecteurs. Mais il n'en est point de même pour les villes situées en aval, et particulièrement pour toutes celles alimentées par les machines hydrauliques de Marly : Versailles, Vaucresson, Ville-d'Avray, Marnes, Garches, La Celle Saint Cloud, Saint Cloud, Sèvres. Et on comprend enfin la nécessité absolue d'empêcher rigoureusement la pollution de toutes ces eaux d'alimentation par les résidus liquides de la Ville de Paris.

117. Examen sommaire des remèdes proposés. — Nous venons de fournir les preuves rigoureuses des graves inconvénients actuels du déversement des eaux d'égout à Clichy et Saint-Denis, qui se résument ainsi :

- 1° Inondation des égouts par hautes crues de Seine ;
- 2° Perte de 25 millions d'engrais en Seine par an ;
- 3° Infection et pollution des eaux de Seine servant à l'alimentation des villes en aval de Paris.

Pour supprimer ces trois principaux inconvénients, il est donc nécessaire de choisir un procédé ou une combinaison de procédés suffisants pour résoudre *l'ensemble* des trois perfectionnements désirés, sans en négliger aucun d'eux.

Il faudra donc que les procédés choisis et préférés produisent les trois résultats suivants, qui sont à la fois nécessaires et suffisants.

- 1° Libre écoulement des collecteurs en temps de crue.
- 2° Utilisation agricole des 25 millions d'engrais contenus dans les résidus liquides de Paris,
- 3° Purification de ces résidus liquides avant leur retour en Seine.

Nous allons donc examiner maintenant quels sont les procédés et projets qui pourraient produire les trois résultats exigés pour résoudre l'ensemble de ce difficile problème d'hygiène publique.

Procédés d'Épuration artificielle.

118. Procédés mécaniques. — D'après le Rapport discuté devant le Congrès d'Hygiène de Paris, 1878 : (1)

Les procédés mécaniques d'épuration comprennent le simple dépôt des matières solides dans des bassins et la filtration continue et grossière à travers des matières diverses.

Le *repos* dans des bassins sépare simplement les matières les plus lourdes, mais laisse subsister toutes les matières dissoutes et même les matières solides ténues et légères, même l'argile qui reste presque indéfiniment en suspension dans l'eau, même maintenue au repos absolu.

La *filtration continue*, soit à travers des substances inertes, sables, coke, soit à travers des toiles métalliques fixes ou mobiles, laisse encore dans l'eau d'égout toute la matière organique soluble, qui n'est point utilisée par l'agriculture, et offre de graves dangers d'insalubrité. Aussi, toutes les commissions d'enquête françaises ou anglaises ont-elles énergiquement condamné ces procédés. Les applications faites à Reims, Birmingham, Blackburn, Newcastle, ont toutes démontré l'imperfection, la cherté et l'insalubrité de ces procédés mécaniques.

119. Procédés chimiques. — Nous n'avons point à décrire ici les nombreux procédés chimiques proposés depuis un siècle pour l'épuration des eaux d'égouts, de savants traités spéciaux ayant d'ailleurs été publiés à ce sujet ; nous allons donc nous borner à enregistrer les conclusions principales des auteurs qui font autorité sur ce sujet spécial.

L'ingénieur De Freycinet résume ainsi ses études sur ces procédés (2) :

(1) Durand-Claye et Schloesing : tome 1, p. 319.

(2) *Principes d'assainissement des villes*, 1870, p. 295.

« En résumé, les procédés chimiques appliqués à l'épuration des eaux d'égout souillées par les déjections, ont constamment présenté jusqu'ici les inconvénients ci-après :

1° Ils nécessitent des manipulations qui affectent plus ou moins la salubrité du voisinage.

Le curage des bassins de dépôt et la dessiccation des boues, notamment, sont accompagnés d'odeurs qu'il paraît à peu près impossible d'éviter quand on opère en grand ;

2° La séparation des matières n'est jamais complète : il subsiste toujours en grande quantité dans les eaux vannes, soit à l'état de suspension, soit à l'état de dissolution, des principes fertilisants qui sont une cause de corruption pour les cours d'eau en même temps qu'une perte pour l'agriculture ;

3° La valeur commerciale de l'engrais obtenu est inférieure à son prix de revient, sinon au lieu même de production, du moins à quelque distance ; or, quand on traite les eaux d'une grande ville, la totalité de l'engrais ne peut être consommée qu'à la condition d'être exportée dans un rayon étendu.....

En Angleterre, toutes les entreprises fondées en vue d'appliquer un traitement chimique, ont successivement discontinué leurs opérations, après avoir subi des pertes considérables.....

En Belgique, on est arrivé aux mêmes conclusions qu'en Angleterre. En France, les expériences de Clichy et de Gennevilliers n'infirmement point ces résultats. Quant aux essais de Rheims, ils sont encore moins favorables.

L'insuffisance des procédés chimiques est donc manifeste. »

Après de longues et savantes recherches en France et à l'étranger, l'ingénieur Ronna conclut de même dans son beau travail (1) :

« Si le filtrage, la décantation et la précipitation permettent d'atténuer les inconvénients de l'écoulement dans les rivières, au point de vue de la salubrité, c'est surtout à cause de la séparation plus ou moins complète des matières tenues en *suspension* dans le sewage ; mais ces procédés, même combinés, abandonnent sans exception

(1) *Egouts et irrigations*, 1874, p. 166.

dans le liquide de décharge une proportion très importante des matières putrescibles en *dissolution*. Ils laissent perdre dans ce liquide la presque totalité de l'ammoniaque dissoute....

Quelques réduits que soient les frais, ils ne sont pas en rapport avec la valeur minima de l'engrais solide. »

Aussi, toutes les commissions françaises et anglaises concluent-elles au rejet des procédés chimiques comme solution définitive et complète de l'assainissement des rivières. La commission de 1874, à l'unanimité de ses membres, a repoussé l'application des procédés chimiques à l'épuration des eaux d'égout de Paris (1). Et la commission de 1876 est arrivée aux mêmes conclusions (2).

Enfin, au Congrès d'Hygiène de Paris, 1878, les procédés d'épuration chimique ont encore été l'objet d'un savant rapport technique dont nous extrayons les points principaux (3) :

« Les procédés chimiques reviennent tous à introduire dans les eaux d'égout des substances ayant la propriété d'accélérer la précipitation des matières en suspension et d'englober les matières en dissolution.

Les eaux d'égout, renfermant des matières minérales et organiques très diverses qui leur donnent généralement une réaction alcaline, se prêtent à des réactions chimiques dont elles deviennent un des éléments ; si l'on arrive à produire dans leur sein un précipité gélatineux ou floconneux, ce précipité peut tomber au fond de bassins spéciaux, entraînant avec lui les matières solides contenues dans le liquide impur et laissant échapper par un déversoir une eau suffisamment claire.

Le nombre des systèmes de clarification chimique est considérable ; en Angleterre seulement, de 1856 à 1876, 421 procédés ont été brevetés.

Tous ces réactifs, plus ou moins complexes, peuvent être d'assez bons clarificateurs, mais ils n'exercent sur les matières *solubles* qu'une action très limitée : celles-ci demeurent dissoutes ; les eaux traitées restent riches en matières putrescibles et ne peuvent être admises dans les rivières.

(1) *Assainissement de la Seine*, 1876, p. 113. D. A.

(2) *Assainissement de la Seine*. Rapport, p. 24.

(3) *Durand-Claye et Schlœsing*, t. 1, p. 319.

Le D^r Frankland a conclu à l'inefficacité de tous les procédés chimiques essayés en Angleterre.

À Paris, il a été procédé à des essais prolongés et multipliés sur les effets du sulfate d'alumine, proposé par l'ingénieur Le Châtelier ; 700.000 mètres cubes d'eau d'égout ont subi ce traitement, et sont sortis clarifiés des bassins. Le sulfate d'alumine, après s'être décomposé en présence de l'alcalinité des eaux d'égout et avoir donné de l'alumine à l'état de gélatine grenue, effectue simplement une opération mécanique de *collage* ; les matières solides sont entraînées au fond des bassins ; les matières dissoutes, y compris les matières organiques fermentescibles, restent dans l'eau claire.

C'est ce que l'analyse chimique démontre absolument, puisqu'elle retrouve encore dans l'eau clarifiée les deux tiers de l'azote et le tiers des matières organiques de l'eau d'égout.

Le déversement en Seine de cette eau clarifiée au sulfate d'alumine offrait donc les graves inconvénients d'une énorme perte d'engrais et d'une dangereuse contamination des eaux par matières putrescibles.

D'ailleurs, appliqué en grand, ce procédé exigerait l'installation d'immenses bassins incommodes et insalubres.

La valeur vénale des dépôts ne dépasse guère 6 à 8 francs la tonne au lieu d'emploi. Or, en réactifs seuls, cette tonne de dépôts aurait déjà causé une dépense de 8 à 10 francs !

La longue expérience des ingénieurs de la Ville ne leur permet point d'espérer une dépense de clarification chimique inférieure à 1 centime par mètre cube.

Une pareille dépense est donc absolument hors de proportion avec le résultat imparfait obtenu. »

Procédés naturels

120. Irrigations agricoles. — L'utilisation agricole des eaux d'égout par irrigations directes, à l'état naturel, remonte à la plus haute antiquité, puisque, vers l'an 340, Jérusalem irriguait déjà ses jardins par les eaux impures sortant de la cité.

Un système complet de galeries d'égout desservait spécialement

le Temple de Jérusalem, une large quantité d'eau pure y était souvent versée pour diluer le sang des victimes sacrifiées et empêcher sa putréfaction dans l'enceinte sacrée.

Après une décantation grossière en des réservoirs spéciaux, ces eaux d'égout étaient enfin dirigées dans la vallée du Cédron, où elles étaient utilisées pour fertiliser les jardins (1).

En Italie, depuis cinq siècles, les eaux d'égout de la ville de Milan, chargées de tous les résidus d'une population de 150,000 habitants, servent à l'arrosage d'un millier d'hectares de prairies en aval de la ville, sur un parcours de 16 kilomètres.

L'ensemble des liquides est recueilli par un collecteur général, la Vettabia, qui sert d'émissaire à la ville. La circulation souterraine de ces eaux et leur mélange avec le tribut des maisons ont pour résultat de les tiédir d'une manière sensible. Cette circonstance, très favorable à l'arrosage en toute saison, permet de cultiver à Milan ces prairies désignées sous le nom de *Marcites*, qui reçoivent l'eau au cœur même de l'hiver, alors que la neige recouvre les terres environnantes.

L'eau, toujours ruisselante à la surface, abrite le gazon du froid et des vents ; de sorte qu'il s'épaissit de décembre à février et devient assez abondant pour permettre une première coupe en février. On suspend l'arrosage huit jours avant de faucher. L'herbe, mélangée de ray-grass et de trèfle, se coupe six fois l'an.

Les produits de l'année sont proportionnels à la dépense d'eau, ils dépassent ordinairement 50 tonnes de fourrage humide par hectare. Ils atteignent même parfois 80 à 100 tonnes, soit plus de 25.000 kilogrammes de foin sec.

On évalue le *revenu net* moyen à 600 francs par hectare, en comprenant la vente des limons riches déposés graduellement sur les prairies et qu'on est obligé d'enlever tous les cinq ou six ans ; bien que les résidus fournis par la ville de Milan soient fortement dilués, puisque le volume des liquides impurs atteint 100.000 mètres cubes par jour, soit près de 700 litres par tête (2). Ce qui représente une dose annuelle de 36.500 M³ d'eau par hectare.

(1) *Sanitary Engineering*, by B. Latham, 1873, p. 8.

(2) De Freycinet : *Assainissement des Villes*, 1870, p. 273.

La surface des prairies confine aux portes mêmes de la ville, et toute la région est soumise à un arrosage très actif. Malgré cette pratique, on n'a constaté à aucune époque de tendance marquée aux épidémies ni aux fièvres endémiques.

Une commission anglaise, chargée en 1857 de visiter ces contrées et de faire une enquête sur la salubrité des irrigations, a rendu à leur égard un témoignage très favorable, confirmé d'ailleurs par les études faites sur place par l'ingénieur Mille.

Enfin, le sénateur Torelli, de Milan, en a, du reste, ainsi publiquement proclamé l'excellence :

« Il y a cinq siècles que la Ville de Milan a des terrains dans la même situation que ceux de Paris en ce qui concerne les irrigations.

Cinq siècles de réussite me semblent devoir être une garantie de nature à satisfaire notre honorable adversaire. » (*Rivres*) (1).

En Angleterre, à Edimbourg, les eaux d'égout, chargées des déjections de 90,000 habitants, arrosent 160 hectares de prés. L'irrigation y est faite à la dose moyenne de 34.500 mètres cubes à l'hectare et par an, et malgré l'ancienneté de cette pratique, deux siècles, et un assez médiocre système de rigoles, ces irrigations d'Edimbourg n'ont jamais produit de maladies épidémiques (2) (3).

A Croydon, depuis 1859, la Ville emploie l'irrigation pour épurer et utiliser ses eaux d'égout. La ferme de Beddington, d'une superficie d'environ 200 hectares, reçoit les résidus liquides d'une population de 40.000 personnes, donnant un volume de 16 à 15 mille mètres cubes par jour.

Le poids de l'eau impure est d'abord utilisé pour mettre en jeu plusieurs extracteurs de gros résidus.

Le sewage est ensuite conduit sur les terres de la ferme, et renvoyé, après épuration par le sol, dans la rivière de Wandle. Toutes les cultures de la ferme sont arrosées. Les mangolds rendent 100 tonnes à l'hectare et se vendent 25 francs la tonne ; les choux ont

(1) *Congrès d'Hygiène de Bruxelles*, 1876, T. I, 396.

(2) Chadwich : *Congrès d'Hygiène de Bruxelles*, 1876, t. I, p. 396.

(3) De Freycinet : *Assainissement des Villes*, 1870, p. 238 ; et Ronna, *Egouts et Irrigations*, 1874, p. 191.

rapporté 1,200 francs à l'hectare. Le ray-grass se vend sur la ferme, 5 francs les 100 mètres carrés, et la demande est constante.

Relativement aux conséquences sanitaires des irrigations de Croydon, le docteur A. Carpenter a communiqué au 7^me Congrès de Médecine, Londres 1881, les résultats suivants (1) :

« Les végétaux produits par le sol irrigué depuis vingt ans de la ferme de Beddington constituent une très bonne alimentation pour les hommes et les animaux. En effet, pendant 10 ans, la mortalité de Croydon n'a été en moyenne que de 17,9 pour 1.000.

Pendant les cinq dernières années, elle est restée au-dessous de 17, l'année dernière elle n'était que de 16.

La mortalité zymotique n'a été que de 2, 3 ; et les décès étaient d'ordinaire causés par la diarrhée estivale des enfants.

A Beddington même, où est située la ferme, la moyenne de mortalité pour dix ans n'a été que de 14 pour 1.000, avec un maximum de 15,7, tandis que la mortalité zymotique n'était que de 2 pour 1.000.

Quoique les excréta de plus de 2.000 cas de fièvre typhoïde aient été répandus sur les champs, pas un seul cas de cette maladie ne s'est montré, ni parmi les 70 employés de la ferme, ni parmi les personnes qui y venaient chaque jour. L'irrigation par le drainage constitue donc un succès pour l'hygiène publique. » Cette rigoureuse conclusion du D^r Carpenter n'a point été combattue au sein du Congrès, dont une délégation a pu s'assurer de l'excellence des produits de cette ferme irriguée de Beddington.

L'éminent professeur anglais Parkes a d'ailleurs établi l'innocuité des irrigations sur la santé publique. Dans son monumental traité d'hygiène, il passe en revue les trois objections faites aux irrigations (2) :

1° La production de la fièvre typhoïde, dysenterie, etc., par les effluves des champs irrigués ;

2° L'extension des maladies vermineuses ;

3° Le sol rendu marécageux et les puits empoisonnés par l'eau d'égout.

(1) *Revue d'Hygiène*, 1881, p. 698.

(2) *Practical Hygiene*, 1878, p. 385.

Sur le premier point, Parkes répond que l'expérience d'Edimbourg, Croydon, Aldershot, Rugby, Worthing, Romford, Sussex, Lunatic Asylum, établit avec évidence l'absence de toute influence de ces irrigations sur la production de la fièvre typhoïde. Dans le cas d'Eton, où quelques cas de fièvre typhoïde furent attribués aux effluves, le Dr Buchanan découvrit que l'eau d'égout avait été bue.

Quant aux maladies vermineuses, que Cobbold craignait de voir s'étendre par les cultures à l'eau d'égout, Parkes pense que ce danger n'est point établi et que cette influence est négative ; opinion d'ailleurs maintenant acceptée par Cobbold qui a depuis retiré ses objections spéciales contre les irrigations.

Quant au troisième point, sol et eau des puits rendus dangereux, Parkes en admet la possibilité en certains cas. Mais il en accuse la mauvaise direction donnée aux irrigations, et il conclut enfin en établissant que quand les cultures sont bien disposées, le sol n'est pas trop humide et l'eau des puits n'est point altérée.

En nous appuyant sur les résultats de la pratique séculaire des irrigations, nous pouvons donc en conclure :

1° Qu'il est possible d'utiliser les eaux d'égout, même très diluées, en irrigations agricoles continuées même en temps de neige et de gelées persistantes ;

2° Que ces irrigations peuvent donner lieu à des bénéfices suffisants ;

3° Que ces irrigations *bien conduites* n'ont jamais présenté d'inconvénients pour la santé publique (1).

121. Filtration intermittente descendante. — Le seul inconvénient de l'irrigation agricole est qu'il est parfois difficile d'obtenir assez de terrain convenablement constitué et situé pour appliquer le procédé.

Cela conduisit naturellement à expérimenter les moyens de faire travailler au maximum une surface filtrante donnée. Cependant, après une filtration longtemps continuée, les pores du terrain se chargent et l'eau qui les traverse ensuite n'est plus purifiée. Les

(1) Proust : *Congrès d'Hygiène de Paris*, 1878, t. I, p. 372-385.

savants anglais Frankland et Morton se sont donc servis d'une propriété bien connue de la matière poreuse, son attraction pour les gaz, spécialement pour l'oxygène atmosphérique, et de la grande affinité de l'oxygène pour la matière organique. Le platine spongieux possède cette propriété à un très haut degré, et on espérait avec confiance que la terre poreuse la posséderait suffisamment pour compléter la lente mais complète combustion des matières impures du drainage.

Cette attente ne fut pas déçue ; des expériences furent faites sur l'eau d'égout dans les laboratoires, puis sur une large échelle à Merthyr Tydvil, et montrèrent qu'en mettant alternativement l'air libre et l'eau des égouts en contact avec le sol, on obtenait une purification rapide, continue et satisfaisante. De fait, l'eau épurée s'écoulant des drainages de Merthyr Tydvil est plus pure que l'eau fournie par la plupart des compagnies de Londres (1).

Les expériences de Müntz et Schloesing ont d'ailleurs fait voir que les sables purs possèdent aussi la propriété remarquable de brûler les matières organiques des eaux d'égout et d'en nitrifier l'azote : en effet, quand on arrose régulièrement avec de l'eau d'égout du sable quartzeux calciné au rouge, on peut obtenir la combustion totale des impuretés et la nitrification de l'azote, si la dose journalière versée sur le sable est telle que le liquide mette huit jours à en parcourir l'épaisseur.

Mais la nitrification opérée dans ces conditions est arrêtée absolument lorsqu'on introduit dans le sable de la vapeur de chloroforme, ce qui indique la présence de ferments spéciaux de nitrification paralysés par le chloroforme (2).

Quant à la valeur comparative de ce procédé d'épuration et de celui des irrigations ordinaires, nous pensons, comme le savant ingénieur Ronna : (3)

Qu'il importe de ne point préconiser outre mesure un système qui doit être réservé pour des circonstances tout à fait exceptionnelles,

(1) Frankland : *Revue Scientifique*, 23 mars 1876, p. 292.

(2) *Congrès d'Hygiène de Paris*, 1878, t. I. p. 324.

(3) *Égouts et Irrigations*, 1874 p. 296.

déterminées par l'impossibilité de trouver des surfaces assez étendues pour l'irrigation ordinaire.

Tout en admettant que le filtrage intermittent puisse purifier, il est essentiellement contraire à la loi de circulation fondée sur le principe invariable de la décomposition et de la reproduction.

Nous ne saurions, du reste, mieux conclure à propos des divers procédés d'épuration, qu'en empruntant au docteur Frankland, qui a proposé le filtrage intermittent, ses propres conclusions sur ses longues recherches chimiques résumées sommairement dans le tableau suivant :

Procédés d'épuration	Arrêt des Matières dissoutes		Arrêt des Matières suspendues
	Carbone organique.	Azote organique.	
Chimiques..	28.4	36.6	39.8
Filtrage ascendant.....	26.3	43.7	100.0
Filtration intermittente..	72.5	87.6	100.0
Irrigation.....	68.6	84.7	97.7

« L'examen de ce tableau prouve que tous les procédés réussissent en grande mesure dans l'enlèvement des matières insalubres en *suspension*. Comme on pouvait s'y attendre, les procédés de filtrage sont les meilleurs sous ce rapport ; l'irrigation vient ensuite ; les procédés chimiques sont les moins efficaces. Mais l'enlèvement des matières en suspension est un problème simple, relativement à celui des matières organiques en *dissolution*. C'est ici que les procédés sont soumis à la plus sérieuse expérience, et c'est sur ce point spécial que la supériorité du filtrage intermittent descendant et de l'irrigation, sur le filtrage ascendant et les modes de traitement chimique, est manifeste. Ainsi, en nombres ronds, on peut dire qu'en moyenne, les systèmes de filtrage intermittent et l'irrigation enlèvent aux éléments solubles du sewage deux fois autant de matière insoluble que les modes de filtrage de bas en haut et de traitement chimique.

Sil'on n'a égard qu'à la pureté du liquide après emploi, on éprouve de la difficulté à choisir entre le filtrage intermittent et l'irrigation ; mais il y a des motifs évidents pour *préférer l'irrigation au point de vue économique*, sauf en des circonstances très rares et exceptionnelles.

Le filtrage intermittent constitue un mode coûteux, *sans possibi-*

lité de rendement; tandis que l'irrigation, bien qu'elle exige tout d'abord une plus forte dépense de capital, offre une perspective de rendement pour l'avenir (1). »

Rendement net qui s'élève à 1500 francs par hectare chez le duc de Portland, qui irrigue, sans autre engrais, 120 hectares de prairies avec l'eau de la rivière Mann, après son mélange avec les eaux d'égout de la ville de Mansfield, qui ne compte pourtant que 12,000 habitants (2).

122. Choix d'un procédé d'épuration pour les eaux d'égout de Paris. — Après ce rapide examen des principaux procédés d'épuration artificielle et naturelle, il est aisé de voir :

1° Que les procédés d'épuration mécanique par décantation et grossière filtration continue doivent être ici radicalement repoussés, à cause de la perte énorme des matières en dissolution, et des dangers d'insalubrité causés par leur décomposition.

2° Que les procédés d'épuration chimique sont extrêmement coûteux et insuffisants, puisqu'ils nécessitent l'achat des réactifs nécessaires à la précipitation des matières en suspension, qui coûte au moins un centime par mètre cube, et qu'ils donnent lieu à une grande perte des matières dissoutes et à un grand danger d'insalubrité.

3° Que la filtration naturelle intermittente à travers le sol offre la merveilleuse propriété d'épurer complètement les eaux d'égout.

Mais que, d'après son inventeur même, Frankland, le filtrage intermittent constitue un mode coûteux, *sans possibilité de rendement*.

4° Que l'irrigation naturelle des terres cultivées possède aussi le précieux avantage d'épurer ces eaux aussi bien que la filtration intermittente, tout en offrant sur ce procédé l'avantage unique d'un rendement économique assuré par l'utilisation agricole de la *totalité* des engrais contenus dans l'eau d'égout.

De ce résumé sommaire des qualités et des défauts des systèmes d'épuration, il est maintenant facile de conclure en conseillant l'usage des irrigations agricoles pour l'épuration complète et l'utilisation totale des eaux d'égout de la Ville de Paris.

(1) *Rivers Pollution Commission*, 1868, First Report. London, 1870, p. 93.

(2) J. Babut : *Le Sewage*, p. 22, Paris, J. Baudry, 1883.

Essais et Projets d'irrigation à Paris.

123. Irrigations de Gennevilliers. — Les irrigations de Gennevilliers ayant été et étant encore sous la direction du professeur A. Durand-Claye, nous croyons utile de lui emprunter l'historique sommaire de ces premiers essais d'utilisation rationnelle des eaux d'égout de Paris (1) :

« A Paris, les premières recherches sur l'assainissement de la Seine et l'utilisation des eaux d'égout datent d'une quinzaine d'années. Elles sont dues à l'ingénieur Mille, qui, dès 1862, esquissait un projet de distribution des eaux d'égout de Paris dans la plaine de Gennevilliers et la vallée de Montmorency. En 1867, un service spécial fut créé et confié aux ingénieurs Mille et A. Durand-Claye. Depuis 1871, l'ingénieur Belgrand avait pris la haute direction des études et travaux. Les années 1867-68 furent consacrées à des études de laboratoire et à des essais sur un petit champ d'expériences de 1 hectare 1/2, loué à Clichy. Les procédés de clarification chimique furent expérimentés. Les terrains non occupés par les bassins furent consacrés à des cultures diverses, dont les premiers spécimens figurèrent à l'Exposition universelle de 1867

« L'ingénieur Mille, qui avait visité les irrigations d'Angleterre, les marcites du Milanais et la huerta de Valence, pensa avec raison que la culture à l'eau d'égout ne devait pas être exclusive et pouvait s'appliquer aux légumes aussi bien qu'aux prairies. Les premiers essais de Clichy fixèrent des chiffres que la pratique en grand a pleinement confirmés : production d'une valeur vénale brute de 4,400 francs à l'hectare, absorption par un sol perméable, tenu en état de culture pendant la saison, de 40,000 mètres cubes environ, dose qui, avec les colmatages d'hiver, pouvait être portée à 50,000 mètres cubes.

En 1868, les ingénieurs obtinrent que les essais fussent développés et portés dans la plaine de Gennevilliers, de l'autre côté de la Seine. En juin 1869, deux machines à vapeur, de 20 chevaux chacune, actionnant des pompes centrifuges doubles Perrigault, commencèrent à refouler 6,000 mètres cubes par jour dans un terrain de 7 hecta

(1) *Congrès d'Hygiène de Paris*, 1878, t. 1, p. 334.

res, acquis par la Ville de Paris, à l'origine de la plaine de Gennevilliers.

Les préjugés étaient tels, l'horreur instinctive pour les eaux d'égout était si prononcée, que personne ne voulait prêter son concours aux nouveaux essais ; la Ville offrit le terrain et l'eau gratuitement ; 30 à 40 cultivateurs de bonne volonté s'offrirent enfin et prirent chacun une petite parcelle ; la Société centrale d'horticulture soutint ces premiers pionniers de ses conseils et de ses encouragements. En juillet 1870, les résultats avaient été tels qu'un certain nombre de cultivateurs soumettaient, en dehors du domaine de la Ville, leurs propres champs aux irrigations ; 22 hectares étaient ainsi cultivés lorsqu'éclata la guerre. Le Gouvernement, de son côté, avait porté la question d'assainissement de la Seine devant le Conseil général des ponts-et-chaussées ; une décision ministérielle du 30 juillet 1870 portait que « l'écoulement en Seine des collecteurs avait, au point de vue de la salubrité, des inconvénients auxquels la Ville de Paris était tenue de remédier » et que, d'autre part, il fallait continuer et développer les essais de Gennevilliers, et ouvrir une enquête sur un avant-projet sommaire d'irrigation de la plaine dressé par les ingénieurs.

La guerre vint tout bouleverser ; les ponts sur lesquels se trouvaient les conduites de refoulement furent rompus ; la petite usine élévatoire reçut 22 obus ; les champs furent laissés en friche. A la paix, on se hâta de rétablir le service et, en mai 1872, l'irrigation reprit sur les 22 hectares qui avaient accepté l'eau d'égout en 1870.

Mais, la Ville de Paris se décida bientôt à développer considérablement ses essais.

A l'aide d'un crédit de 1 million, il fut établi deux grandes dérivations : l'une de grand type, construite à Clichy, sur une longueur de 800 mètres, put amener une fraction ou même la totalité des eaux du grand collecteur à une usine élévatoire, où fut installée une première machine à vapeur Farcot de 150 chevaux, actionnant une pompe centrifuge double Perrigault de 1^m,10 diamètre, refoulant en deux conduites de 1^m,10 diamètre qui passent la Seine au pont de Clichy. L'autre dérivation prend les eaux du collecteur nord

de Paris et les amène, par la seule action d'une pente naturelle, à St-Ouen, où elles franchissent la Seine par des conduites de 0^m,60 de diamètre.

En 1875, un autre million fut attribué à l'acquisition d'une nouvelle machine Farcot de 250 chevaux, avec pompes centrifuges multiples Perrigault de 2 mètres diamètre, et à la pose d'un réseau général de distribution atteignant 27 kilomètres de développement.

Un traité passé en 1873 avec la commune de Gennevilliers permettait d'établir ce réseau sous tous les chemins communaux. C'est donc tout un pays aujourd'hui librement soumis aux irrigations à l'eau d'égout.

La surface irriguée et le cube distribué ont suivi la progression ci-contre :

Surface irriguée.	Année.	Cube distribué. Total.
7 hectares.	1869	635.000 M ³ .
29 «	1870	646.000 «
29 «	1872	1.766.000 «
88 «	1873	7.212.000 «
115 «	1874	7.078.000 «
127 «	1875	5.395.000 «
275 «	1876	10.661.000 «
295 «	1877	11.757.000 «
379 «	1878	11.736.000 «
422 «	1880	15.000.000 «
500 «	1881	19.000.000 M ³ .

Le prix locatif de l'hectare irrigué est de 450 francs, même sur la cinquième classe des terres.

Le prix locatif de ces mêmes terres était de 90 à 100 francs avant l'irrigation, il s'est donc élevé d'au moins $450 - 100 = 350$ francs l'hectare.»

A ces magnifiques résultats financiers, on avait cru devoir opposer de prétendus fâcheux résultats de morbidité et de mortalité, dont on attribuait l'accroissement à la pratique des irrigations : mais le savant professeur A. Proust ayant longuement étudié cette question, a pu conclure ainsi, avec le savant professeur Bouley (1).

(1) *Congrès d'Hygiène de Paris*, 1878, t. I, p. 383.

« Je conclus donc, en me basant sur l'expérience de tous les pays, et des temps les plus anciens, que les fièvres intermittentes de la plaine de Gennevilliers doivent être attribuées à ses eaux stagnantes et croupissantes, et non pas à ses eaux d'irrigation, qui sont incessamment en mouvement.

D'où cette conclusion dernière, qu'il faut prévenir la stagnation à la surface et dans des profondeurs par un drainage en rapport avec les nécessités des écoulements.

Une fois ce travail exécuté, les irrigations à l'eau d'égout ne pourront plus donner lieu à aucune plainte, puisqu'il est démontré, par une expérience déjà très étendue, que partout où on les a employées, elles se sont toujours montrées inoffensives pour la santé publique. »

En suivant les conseils de ces deux éminents hygiénistes, la Ville de Paris a fait pratiquer de profondes saignées dans la plaine de Gennevilliers, sur une longueur de plusieurs kilomètres, à 4 mètres de profondeur, elle a fait poser dans ces saignées des conduites de drainage de 0^m,45 diamètre destinées à assainir à cette forte profondeur, quelle que soit la saison, en temps de crue de la Seine comme en l'absence de drainage naturel par les plantes, les caves et carrières de la plaine. Le succès de ce drainage a dépassé toutes les espérances, puisque toutes les caves ont été assainies et qu'on a même élevé des réclamations au sujet de l'assèchement de certains puits.

Les drains ayant ainsi assuré le niveau constant de la nappe d'eau souterraine, toute crainte de maladies spéciales a maintenant disparu, et la population s'est accrue de 34 0/0 de 1876 à 1881, par l'afflux des cultivateurs étrangers venant profiter de la plus-value acquise par les cultures irriguées.

Dans la crainte d'être privés de cette importante source de richesse ayant déjà triplé la valeur de leurs terres, les habitants de Gennevilliers ont demandé et obtenu que la Ville de Paris s'engage à maintenir les eaux d'égout sur le territoire de Gennevilliers, dont la municipalité a définitivement conclu un traité de paix avec la Ville de Paris, en retirant toutes les instances autrefois introduites. Il y a trois ans, la concorde a été publiquement proclamée et scellée par

l'érection d'une fontaine sur la place principale de la commune de Gennevilliers. On y voit deux mains qui s'entre-croisent et cette inscription significative :

Paris — Gennevilliers — 1881.

Au point de vue spécial de l'épuration des eaux d'irrigation, les résultats ont été également admirables, puisque l'analyse chimique de l'eau d'égout et de l'eau épurée a donné les nombres suivants par litre (1).

	Eau d'égout.	Eau du drain.
Azote organique	1 mgr 86	0 mgr 08
Azote ammoniacal.	61 11	0 16

Et que l'analyse de l'eau épurée prise au drain d'Asnières, qui débitait alors 8000 M³ par jour, n'a même point accusé la présence d'azote organique le 21 juillet 1879.

Enfin, les analyses micrographiques de Miquel sur l'eau épurée du drain d'Asnières ont encore établi la puissance extraordinaire de filtration des microbes que possède le sol.

Puisqu'un gramme d'eau d'égout qui dose environ 80,000 microbes, n'en renferme plus que 48 après filtration par le sol ; quand l'eau de Seine en contient 4800 au-dessus de Paris, 42800 à Clichy ; et que l'eau de la Vanne, réputée si pure, en compte encore 248 (2).

De tous ces excellents résultats financiers et sanitaires, nous pouvons donc enfin conclure que les irrigations de Gennevilliers offrent un exemple convaincant des excellents effets qu'on peut atteindre en appliquant le procédé des irrigations à l'utilisation et à l'épuration de la totalité des eaux d'égout de Paris.

124. Projet Mille. 1862. — Dans un rapport au préfet de la Seine, sur les irrigations et les marçites de Milan, l'ingénieur Mille proposait ainsi l'utilisation agricole des eaux d'égout de Paris :

« Les environs de Paris peuvent-ils, comme la banlieue de Milan, avoir des prairies d'hiver à végétation constante ? Oui, pourvu qu'il y ait ici même volonté, même persévérance.

(1) *Annuaire de Montsouris*, 1880, p. 295, 298.

(2) P. Miquel : *Organismes Vivants de l'Atmosphère*, 1883, p. 274.

Mais, dira-t-on, le soleil d'Italie nous manque et sans lui on ne réussira pas. Il est curieux de remarquer que la seconde application en grand des eaux d'égout ait eu lieu à Edimbourg ; elle y a produit des prairies qu'on coupe quatre et cinq fois l'an, et où l'herbe, abondante et précoce, est payée cher par les nourrisseurs. Notre climat de France vaut bien celui d'Ecosse ; ainsi nous pouvons poursuivre.

A Paris, la Vettabia, c'est l'égout d'Asnières. Les liquides, déjà clarifiés par la récolte des fumiers et le draguage des sables, sont plus troubles que ceux de Milan ; il faudrait ajouter deux ou trois volumes d'eau pure pour les ramener à la teinte du modèle.

La limite agricole de la dilution n'est donc pas atteinte, et la difficulté toute mécanique consiste encore à soulever de grandes masses d'eau à bas prix.

Entre les confluent de la Marne et de l'Oise, la Seine se promène en longs serpents dans une érosion de calcaire grossier. L'ancien lit d'inondation, large d'environ 10 kilomètres, a été rempli en cailloux et graviers, alluvions si maigres et si peu fertiles qu'elle ne portent guère qu'une végétation forestière. Les bois de Boulogne, du Vésinet, la forêt de Saint-Germain couvrent successivement ces langues d'atterrissement.

Au-dessus des grèves de la Seine, au nord, et sur le calcaire grossier, s'étend la plaine de l'Ile de France. Elle a été, entre Montmorency, Saint-Denis, Noisy-le-Sec, entièrement prise par la culture maraîchère, qui fait ici de gros légumes pour la halle, grâce aux engrais de Paris. Plus loin, sur les mêmes terrains, on ne rencontre que des céréales. Au sud-est de Meaux, à Corbeil, commence la Brie, plateau argileux qui, comme la Flandre, se livre à la culture industrielle ; tandis qu'au sud-ouest, au-delà de Versailles, la Beauce continue le plateau Trappes et montre encore un grenier à céréales.

Or, que faut-il à la Brie et à la Beauce, sinon de l'engrais flamand, des liquides concentrés susceptibles d'enrichir les fumiers de ferme ? Aux champs maraîchers de l'Ile de France, ce qui convient, au contraire, c'est un arrosage avec des eaux tièdes d'égout permettant d'échauffer le sol de bonne heure ou de lutter contre les sécheresses d'été.

Quant aux grèves de la Seine, elles vont, si l'on y fait passer un courant d'eau trouble, se colmater et devenir un vrai fond de marçites.

Mais, à première vue, l'exécution paraît impossible. L'égout d'Asnières débouche à la cote 25 mètres, les grèves sont à la cote 35, dix mètres plus haut ; la plaine de Montmorency, Saint-Denis, Noisy, doit exiger un refoulement à la cote de 75 mètres ; tandis que la Brie à la cote de 100 mètres, et la Beauce de 175 mètres, donnent à franchir des hauteurs de 75 à 150 mètres ; comment vaincre ici les obstacles ?

A la rigueur on en viendrait à bout avec la machine à vapeur ; mais quand il s'agit de remuer 200,000 mètres cubes par jour, on entre dans la création d'un matériel gigantesque et dans une consommation de charbon presque illimitée. Heureusement une solution meilleure est à portée.

La Seine, malgré ses longues inflexions, garde une pente forte de 0^m,40 par kilomètre ; il en résulte une vitesse qui gêne la navigation à la remonte et rend les barrages indispensables.

Il y en aura prochainement trois entre Paris et Poissy ; à Suresnes, Marly, Andresy. Retenant un fleuve qui roule 75 mètres cubes par seconde sur les deux premiers points et 120 mètres cubes après le confluent de l'Oise à Andresy, les barrages créent des forces motrices de 2300 chevaux à Suresnes, 3200 à Marly, et 5000 chevaux à Andresy : Un ou deux mètres cubes d'eau par seconde ne peuvent être difficiles à soulever par de pareilles puissances.

En effet, les ingénieurs de Louis XIV Deville et Rennequin, ont résolu le problème que nous rencontrons devant nous. Le vieil attirail de cette machine primitive vient d'être remplacé par un système plus simple et plus énergique dû à l'ingénieur Dufrayer.

Six roues de 12 mètres de diamètre mènent chacune 4 pompes horizontales puisent l'eau de Seine et la refoulent d'un seul jet au sommet du coteau de Marly. Chaque roue prenant 200 chevaux de force travaillant sous une charge manométrique de 180 mètres chasse 2000 mètres cubes par jour à 150 mètres de hauteur !

Donc, chaque roue peut envoyer au plateau de la Beauce, et à plus forte raison en Brie, 2000 mètres cubes par jour.

Si l'on considère les eaux d'égout et qu'il suffise de les refouler, non à 150 mètres de hauteur, mais à 50 mètres, pour les envoyer dans l'île de France, il faut tripler le résultat et compter sur 6000 mètres cubes en 24 heures.

Si l'on descend encore plus bas et qu'on veuille répandre les eaux sur les grèves de la Seine où il n'y a que 10 mètres à franchir, chaque roue refoulera alors 30,000 mètres cubes à la surface des alluvions de gravier pour les transformer bientôt en prairies et herbages. Avec six roues absorbant 1200 chevaux, on aurait raison des 200,000 mètres cubes versés par l'émissaire.

Si donc le barrage projeté à Suresnes était descendu à Asnières, on peut affirmer que la solution économique serait complète...

Conclusions. — Amener une force motrice de 2,300 chevaux à la bouche de l'égout d'Asnières, ou conduire l'émissaire jusqu'à l'une de ces puissances créées par les barrages en Seine. Construire dans la campagne un système de réservoirs, canaux, fossés d'assainissement; transformer, élever la production maraîchère par l'emploi habilement pratiqué des eaux riches et tièdes que l'on ne sait encore que perdre en Seine.»

L'idée principale du projet Mille consistait donc dans l'utilisation des chutes de la Seine pour le refoulement économique des eaux d'égout utilisées et épurées par les irrigations agricoles.

On doit reconnaître que le principe fondamental du projet avait une haute valeur économique et sanitaire, et qu'il méritait l'examen sérieux dû aux savantes idées de l'éminent auteur du beau *Mémoire sur l'assainissement des Villes en Angleterre* (1).

Cependant aucune suite ne fut donnée à ces belles propositions; et il nous reste à examiner dans quelle mesure on pourrait maintenant appliquer les principes économiques posés en 1862 par le savant ingénieur Mille :

Pour amener une force de 2,300 chevaux à la bouche du collecteur d'Asnières, il eût fallu y construire l'écluse maintenant placée à Suresnes, ou il faudrait pouvoir amener à Clichy la totalité des

(1) *Annales des Ponts*, 1855.

eaux de Seine passant sur le déversoir à Suresnes et au barrage aval de l'île de la Grande-Jatte, surtout en temps d'étiage.

Or, ainsi que l'a fait justement remarquer l'ingénieur Tallendeau (1), il arrive parfois qu'en étiage ces déversoirs ne fournissent point d'eau !

La cause en est vraisemblablement due à la perméabilité des terrains des îles enfermant en charge le bras droit du fleuve de Suresnes à l'extrémité aval de la Grande-Jatte sur une longueur de 5 kilomètres !

Pour empêcher ces fuites, il suffirait d'ailleurs de reporter le barrage de la Grande-Jatte au voisinage de l'écluse de Suresnes ; mais il est impossible de songer à rendre le bras droit actuel étanche. La chute de Suresnes ne peut donc être utilisée qu'au voisinage de l'écluse de Suresnes, et comme il ne faut pas d'ailleurs songer à y conduire le débouché des collecteurs, il n'y a donc point possibilité d'utiliser les 2,300 chevaux de la chute de Suresnes pour le refoulement des eaux d'égout de Paris.

Il serait peut-être possible de conduire le débouché des collecteurs au barrage de Marly, dont la chute de 3^m,20, avec un débit de 75 mètres cubes, donne une force de 3,200 chevaux à l'étiage.

Mais une grande partie de cette force naturelle est déjà utilisée par les six roues actuelles de la machine de Marly, qui ne fournissent d'ailleurs que 24,000 mètres cubes d'eau en 24 heures à la vitesse maxima de 4 tours par minute (2), à cause de la grande hauteur de refoulement imposée.

Après l'exécution des projets d'assainissement de la Seine, il est certain que cette chute de Marly pourrait être totalement utilisée pour le refoulement des eaux assainies de la Seine vers les communes occupant les hauteurs ouest de la banlieue de Paris, qui se développent constamment, et exigent une grande quantité d'eau pure pour l'assainissement et l'arrosage de leurs habitations et jardins.

Nous pensons donc que les 3.200 chevaux de la chute de Marly

(1) *La Seine de Paris à Rouen*, 1880, p. 44.

(2) Armengaud aîné : *Service des eaux de Versailles*, 1880, p. 10.

ne peuvent être encore utilisés pour le refoulement des eaux d'égout de Paris.

Pour appliquer le principe de l'utilisation des chutes de la Seine présenté par l'éminent et vénérable ingénieur Mille, il faudrait donc se décider à conduire le débouché des collecteurs de la Seine jusqu'au barrage d'Andresy, situé au-dessous du confluent de l'Oise, où une chute de 3^m,13, avec un débit de 120 mètres cubes par seconde, donne une force colossale de $\frac{120,000\text{kg.} \times 3,13}{75} = 5,004$ chevaux à l'étiage de la Seine à l'écluse de Denouval-Andresy.

L'existence à Andresy d'une force disponible de cinq mille chevaux et le voisinage d'une certaine étendue de terres irrigables, nous ont décidé, en 1883, à examiner de plus près cette belle proposition de l'éminent ingénieur-conseil de la Ville de Paris.

Mais, depuis la date de cette utile suggestion, 1862, les conditions et les données primitives se sont modifiées. Au lieu d'avoir à enlever un volume d'eau d'égout cubant 1 à 2 mètres cubes par seconde, on en était arrivé depuis quelques années à un cube de 3^m par seconde, donnant ainsi un volume de 260,000 mètres cubes d'eau impure à élever par jour.

L'eau pure distribuée donnant alors un volume de 370,000 M³ par jour, on voit que le volume d'eau impure égale les $\left(\frac{260,000}{370,000} = 0,7\right)$ sept dixièmes de l'eau pure distribuée.

D'après les projets officiels, l'eau pure pourrait atteindre dans quelques années le volume total suivant, par jour :

Ancien volume en 1883	370,000 M ³
Nouvelles pompes d'Ivry.	80,000
Pompes projetées en Seine (1)	300,000
Canal de navigation de la Loire	500,000
	<hr/>
Volume total.	1,250,000 M ³

Soit un million deux cent cinquante mille mètres cubes d'eau pure par jour, et 500 litres par tête pour une population qui atteindra bientôt 2,500,000 habitants.

(1) Alphanand : *Bulletin officiel de Paris*, 1883, n° 150. p. 823.

En admettant que les 7/10 de l'eau distribuée arrivent au débouché des collecteurs, on aurait ainsi par jour : $1,250,000 \times 0,7 = 875,000 \text{ M}^3$ d'eau d'égout, soit environ $\frac{875,000 \text{ M}^3}{86,400} = 10 \text{ m}^3$ par 1"

D'un autre côté, si la chute de Denouval-Andresy était utilisée par des turbines et pompes Girard donnant 64 0/0 d'utilisation totale, et 50 0/0 d'utilisation pratique avec pertes d'eau déduites, on aurait ainsi : $120,000 \text{ kg} \times 3 \text{ m},13 \times 0,5 = 187,800$ kilogrammètres utilisés par seconde, permettant de refouler les 10 mètres cubes d'eau d'égout par seconde à la cote *manométrique* de $\frac{187,800}{10,000} = 18 \text{ m},78$.

En supposant encore que cette eau d'égout arrive naturellement par un aqueduc libre à la cote 20,53, étiage d'Andresy, on aurait $20,53 + 18,78 = 39 \text{ m},31$ comme cote théorique pour le refoulement, permettant d'atteindre la cote pratique 35 mètres exigée pour les irrigations de la basse-forêt de Saint-Germain.

Cependant, il faut bien vite remarquer que la surface disponible ici n'étant que de 1,500 hectares, on serait ainsi amené à répandre $\frac{319,375,000}{1,500} = 210,000$ mètres cubes d'eau d'égout par hectare, nombre absolument hors de proportion avec ceux admis à Edimbourg et Milan, dont la moyenne donne 35,500 mètres cubes l'an. Proportion qui exigerait ici $\frac{319,375,000}{35,000} = 9,000$ hectares pour l'absorption des eaux d'égout de Paris.

Tout en admettant que les principes économiques de l'éminent ingénieur Mille puissent être appliqués dans une certaine mesure en utilisant une partie des chutes de la Seine en aval de Paris, nous voyons donc, enfin, que la chute de Suresnes et celle de Marly n'y peuvent contribuer, et que celle d'Andresy-Denouval n'y saurait suffire, par suite de manque de surface irrigable à son voisinage.

125. Projet Passedoit, 1874. — En octobre 1874, l'ingénieur B. Passedoit présentait le projet suivant au ministère des travaux publics (1) :

(1) *Assainissement de la Seine*, 1876, t. II, p. 140, pl. IV, t. I, p. 127.

« Un grand égout collecteur partant de Clichy, se dirigeant vers Quillebœuf en passant près de Saint-Denis, Argenteuil, Conflans, Triel, Meulan, Mantes, Vernon, Pont-de-l'Arche, Rouen, Saint-Martin, Caudebec, constamment sur la rive droite de la Seine, ne s'éloignant de ses bords que pour abrégier le parcours en tunnel, remblai, déblai ou syphon.

Ce canal, de 11 mètres de largeur et 6 mètres de profondeur, possédait une pente moyenne de 14 centimètres par kilomètre, réduite à un minimum de 8 centimètres au-dessous de Rouen. Il recevait à Clichy toutes les eaux d'égout de Paris et de sa banlieue, et les jetait à la mer à Quillebœuf, où aucun bassin de réserve n'était construit pour éviter le reflux de ces eaux en Seine pendant la marée montante.

Un chemin de fer partant de Paris suivait toujours la berge de ce canal d'eau d'égout et aboutissait au Havre. »

Destiné principalement à faire concurrence au chemin de fer actuel de Paris au Havre, ce projet de canal n'était au fond qu'un projet de chemin de fer déguisé et combiné spécialement pour attirer le trafic de la rive droite de la Seine, mal desservie par le chemin de fer actuel.

Mais, en se tenant forcément sur la rive droite comme chemin de fer, ce projet négligeait ainsi le voisinage des vastes prairies irrigables de la rive gauche, ce qui avait pour fâcheux résultat la perte presque totale des engrais à la mer.

Enfin, le manque d'un bassin de marée à Quillebœuf aurait eu les plus sérieux inconvénients pendant le flux, en renvoyant en Seine toutes les impuretés versées par le canal.

Dans ce projet hybride de canal-égout-chemin-de-fer, nous ne voyons donc absolument rien à emprunter pour l'étude de l'utilisation et de l'épuration des eaux d'égout de Paris.

126. Projet Brunfaut, 1875. — Le 5 mai 1875, F. Ducuing, membre de l'Assemblée nationale, publiait le projet suivant rédigé par l'ingénieur Brunfaut pour une société d'études :

« Le canal projeté recueille à Clichy les eaux des collecteurs de Paris, et traverse la Seine en syphon. De là, empruntant le fossé de

L'*Aumône*, sur une partie de son parcours, il traverse la plaine de Gennevilliers et va pour la seconde fois traverser la Seine en syphon en aval du pont de Bezons.

Le canal longe ensuite le chemin de fer de Rouen, puis franchit de nouveau la Seine en syphon à Sartrouville. Il traverse alors la forêt de St-Germain, puis franchit une quatrième fois la Seine en syphon vers Achères et cotoie le fleuve de Triel à Juzier.

A partir de ce point le canal s'écarte à 6 kilomètres du fleuve, qu'il rejoint à Limay et suit jusqu'à Rolleboise. Il passe alors en souterrain les coteaux de Méricourt et franchit une cinquième fois la Seine à Bonnières.

Ce canal suit le fleuve jusqu'à Châteauneuf, traverse l'Epte en syphon, et passe encore deux fois la Seine après avoir traversé en souterrain la presqu'île des Andelys. Le tracé rejoint ensuite le fleuve et cotoie la rive droite jusqu'en aval de Rouen, ne l'abandonnant que sur une longueur de trois kilomètres vers Tourville.

Le canal passe à couvert sous les quais de Rouen en recueillant les eaux vannes de cette ville.

En sortant de Rouen, le canal suit de nouveau la rive droite du fleuve, traverse la Clarette en syphon, et vient enfin déboucher en Seine à Canteleu, où un bassin *terminus* de 500,000 mètres cubes est disposé pour recevoir les eaux d'égout pendant le flux, et les laisser écouler pendant la durée du reflux.

La section du canal en tranchée forme un trapèze de 4 mètres de largeur au plafond avec talus à 45°. En souterrain, elle comporte une cunette rectangulaire en maçonnerie, de 4 mètres de large sur 2 mètres de hauteur, recouverte par une voûte en berceau de 5^m,5 diamètre. Chaque passage en syphon comporte 26 tuyaux de 1^m. diamètre.

La pente moyenne est de 12 centimètres par kilomètre, et de 60 centimètres pour chaque syphon.

Enfin, les eaux d'irrigation sont élevées sur place à l'aide de pompes actionnées aux frais des agriculteurs. »

Présenté à la Commission de 1876, ce projet Brunfaut y fut vivement discuté.

On prétendit, avec raison, que les eaux recueillies à Canteleu in-

fecteraient la basse Seine au moment du reflux, et qu'une partie des impuretés pourrait même remonter avec le flux suivant.

Ayant habité au bord de la basse Seine pendant l'année 1871, nous avons pu observer, entre Jumièges et Rouen, le va-et-vient continu des glaçons qui a suivi, pendant plusieurs jours, l'extraordinaire *coup de froid* du 21 décembre 1871, où l'on vit le thermomètre s'abaisser brusquement au-dessous de — 20°, et remonter aussi brusquement au dessus de zéro, et nous pouvons ainsi affirmer que le même va-et-vient causé par les marées balotterait constamment les résidus apportés à Canteleu dans les eaux d'égout de Paris.

A ces graves inconvénients d'infection d'un beau fleuve, nous devons encore ajouter que le projet Brunfaut côtoyant presque constamment la rive droite de la Seine au-dessus de Rouen, laisse ainsi hors de sa portée toutes les vastes prairies de la rive gauche du fleuve, et qu'en s'arrêtant un peu au-dessous de Rouen, il prive entièrement les immenses terres d'alluvion de la basse Seine de toute irrigation fécondante.

Par tous ces puissants motifs, nous croyons que le projet Brunfaut n'était point suffisamment étudié, et que si un canal d'irrigation est reconnu utile pour les cultures de la vallée de Seine, il y aurait alors lieu de procéder à des études plus rigoureuses et plus précises.

127. Projet Durand-Claye, 1875. — Le 15 juin 1875, l'ingénieur A. Durand-Claye présentait le rapport suivant :

« Le présent avant-projet a pour objet l'établissement d'un canal principal et de branches secondaires d'irrigation à l'aide des eaux d'égout de la Ville de Paris. Il comprend :

- 1° Une *branche principale* de Clichy à la forêt de St-Germain ;
- 2° Six *branches secondaires* vers Gennevilliers, Nanterre, Carrières-St-Denis, Argenteuil, Le Pecq, Achères ;
- 3° Un réseau de *branches tertiaires* arrosant une surface totale de 6,654 hectares (1).

(1) *Assainissement de la Seine*, 1876, D. A. p. 137, pl. VI

A. *En plan*, la branche principale se développe sur une longueur de 16 kilomètres de Clichy à l'angle nord du parc de Maisons. Le tracé traverse la Seine avec les ponts de Clichy, suit la route n° 14, passe entre Asnières et Colombes, et atteint la redoute du moulin de Colombes. De là il se dirige normalement à la Seine qu'il traverse de nouveau, passe au-dessus de Bezons, gagne directement Sartrouville, suit les falaises vers la Frette, traverse une dernière fois la Seine, longe le parc et se termine près l'Étoile d'Herblay.

B. *Le profil en long* part de l'usine élévatoire à la cote 25 mètres pour le plan d'eau, cote 32, 73 au pont de Clichy, 37, 15 à Colombes sommet du profil, 36, 68 à Bezons, franchit le faite de Houilles par un souterrain de 2,257 mètres, cote 35, 65 à la Frette et 35 au point *terminus* en forêt.

C. Les *sections* projetées sont un type circulaire de 2 mètres diamètre en maçonnerie, 2 tuyaux de 1^m,40 en fonte au pont de Clichy, et 2 tuyaux de 1^m, en tôle pour les syphons.

L'usine comprendra 3 nouvelles machines de 250 chevaux jointes aux 2 machines existantes qui représentent une force de 400 chevaux.

Les pompes seront du système centrifuge double de Perrigault. »

Soumis à l'enquête publique, cet avant-projet Durand-Claye a rencontré les plus vives résistances. Les conseils municipaux des communes intéressées se sont prononcés en très grand nombre contre les irrigations projetées.

La commission d'enquête nommée par le préfet de Seine-et-Oise a conclu dans le même sens.

En présence du mouvement d'opinion produit, le préfet de la Seine a pensé qu'il fallait alors modifier les projets de 1875, en supprimant les conduites secondaires vers Nanterre, Bezons, Argenteuil, Le Pecq et Achères, tout en conservant la conduite principale destinée à l'irrigation des parties basses de la forêt de St-Germain, et le nouveau programme a été suivi dans un plus récent projet que nous analysons plus loin (1).

(1) Alphand : *Service des eaux et égouts*, 1879, p. 129.

128. Projet Belgrand, 1876 — Après la haute crue de mars 1876, l'ingénieur Belgrand fit à ce sujet la communication suivante à l'*Académie des Sciences*, dans la séance du 29 mai 1876 (1) :

« Il serait facile de mettre Paris à l'abri des grandes crues de la Seine, en utilisant les égouts collecteurs et en rendant les quais insubmersibles ; en outre, il faudrait intercepter toute communication entre le fleuve et les égouts dans l'intérieur de la ville :

Actuellement, (1876), entre les ponts d'Austerlitz et d'Iéna, les quais sont insubmersibles à une crue telle que celle de 1802, la plus haute du siècle.

Il faudrait donc relever les quais en amont du pont d'Austerlitz jusqu'aux fortifications, et ceux qui vont du pont d'Iéna à Grenelle et au Point-du-Jour,

Les égouts collecteurs devraient aussi être prolongés jusqu'aux fortifications. Il resterait à relever le plan d'eau de plusieurs égouts situés sous des établissements de l'État ou sous des propriétés particulières. Ces égouts versent encore leurs eaux directement dans la Seine en passant sous les collecteurs : tel est l'égout du Palais du Corps législatif. Par suite de cette disposition, lors de la crue de mars 1876, l'eau de la Seine entrainait par l'égout dans les caves du palais Bourbon et reflueait en large nappe par la grande porte de la rue de Bourgogne (2).

Comme les collecteurs ne peuvent débiter l'eau des grandes averses d'été, on a ménagé quelques déversoirs le long des quais : ces déversoirs sont fermés par des portes de flot en temps de crue.

Il serait nécessaire d'établir aussi des portes de flot à Clichy, au débouché des égouts collecteurs.

Les machines à vapeur de Clichy servant en temps ordinaire à relever les eaux d'irrigation, seraient employées, pendant les grandes crues, à jeter ces eaux d'égout dans le fleuve, afin de maintenir le fonctionnement des collecteurs.

Enfin, pour remédier aux inondations des caves par infiltration,

(1) *Le Temps*, 5 juin, 1876.

(2) En décembre 1882, les sous-sols du Palais Bourbon ont encore été envahis, ainsi que les chambres des calorifères. L'eau a même submergé les fosses d'aisances et débordé par les water-closets (*Le Temps*, 9 décembre, 1882).

il faudrait établir un drainage perméable au-dessous du niveau du sol des caves et sans communication directe avec le fleuve ou les égouts : des pompes centrifuges, actionnées par des turbines alimentées d'eau en pression de la Ville, maintiendraient la nappe souterraine à son niveau ordinaire. »

Depuis 1876, quelques parties de ce projet ont été suivies d'exécution : quelques murs de quai ont été construits, et on a essayé avec succès l'épuisement de quelques drains par turbines pompes centrifuges Dumont, dont un petit modèle figurait à l'exposition de 1878 (1). Enfin, on transforme en ce moment les appareils d'épuisement de Clichy, afin d'y permettre l'établissement de portes de flot, et l'épuisement et le rejet en Seine des eaux d'égout en temps de crue. Ce qui peut certainement produire la circulation *artificielle* dans les égouts, mais aurait encore le double défaut de perdre l'engrais et d'infecter la Seine.

Cette solution est donc insuffisante, puisqu'elle n'assure ni le *libre* écoulement dans les égouts, ni l'utilisation et l'épuration des eaux d'égout.

129. Projet Marchant. — Le 24 juillet 1876, l'ingénieur G. Marchant, directeur de la Compagnie générale des Eaux, proposait le système suivant : (2)

« Toutes les eaux d'égout seraient refoulées dans une conduite principale partant d'Asnières, suivant la rive gauche du fleuve, et débouchant en Seine vers le confluent de l'Oise. Le long de son parcours seraient installées des conduites de distribution pour irrigations.

« Outre ces conduites d'arrosage, on installerait des robinets de décharge en Seine.

« De la sorte, on pourrait ne donner à l'arrosage que la quantité d'eau nécessaire, et on rejetterait en Seine par petits et nombreux émissaires le surplus d'eau d'égout non employée. »

Ce projet Marchant présente les défauts suivants :

1° Il n'utilise qu'une faible portion du volume des eaux d'égout,

(1) A. Wazon : *Rapport sur les ventilateurs et pompes centrifuges*, 1878, p. 10, fig. 10.

(2) *Assainissement de la Seine*, 1876, t. II, p. 155.

puisque la rive gauche de la Seine est escarpée de Bougival à Maisons, et qu'elle est garnie ailleurs d'habitations de plaisance.

2° Par suite, la plus grande partie des eaux d'égout retournerait ainsi en Seine sans avoir été purifiée, et continuerait toujours à infecter ce fleuve.

C'est donc avec raison que la commission de 1876 a repoussé cet insuffisant projet de l'ingénieur Marchant,

130. Projet vers Herblay, Saint-Ouen-l'Aumône, Méry, 1876.

— On avait pensé que la majeure partie des eaux d'égout pouvait être refoulée vers les plaines d'Herblay, Saint-Ouen-l'Aumône, où la Ville de Paris possède un vaste terrain acquis en vue de l'établissement du cimetière de Méry, et où les municipalités avaient manifesté le désir de recevoir ces eaux pour fertiliser un territoire stérile.

Par suite, le préfet de la Seine prescrivit, en juillet 1876, de dresser un avant-projet de conduites d'irrigation pour les plaines d'Herblay, Saint-Ouen, Méry (1).

Mais l'étude de ce projet a démontré que ces plateaux étaient à une cote relativement trop élevée, puisqu'il serait nécessaire de compter sur un refoulement manométrique supérieur de 30 mètres à celui calculé pour Achères, ce qui exigerait par mètre cube une dépense de deux centimes de plus que pour Achères (2) et forcerait ainsi à dépenser annuellement une somme considérable sans nécessité absolue.

131. Projet d'épurateur en forêt de Saint-Germain, 1878. —

Le projet Durand-Claye, 1875, ayant rencontré une vive opposition des communes intéressées, on a dû en retrancher les branches secondaires de Nanterre, Carrières-Saint-Denis, Argenteuil, Le Pecq, Achères, et on s'est borné à présenter, en 1878, un projet modifié ne comprenant plus qu'un épurateur de 1500 hectares en forêt de Saint-Germain.

Ce projet d'épurateur comporte la construction d'un aqueduc

(1) Alphand : *Service des eaux et égouts*, 1879, p. 129.

(2) Durand-Claye : *Société des Ingénieurs civils*, 18 mars 1881.

pouvant conduire la *totalité* des eaux des collecteurs de Clichy dans la partie nord de la presqu'île Saint-Germain.

Cet aqueduc serait absolument fermé et souterrain dans tout son parcours ; il serait formé d'un cylindre en maçonnerie de 2^m,10 de diamètre pour la conduite libre, et pour les parties forcées ou les syphons, de deux tuyaux de 1^m.60 de diamètre en béton et en tôle.

Aucun branchement secondaire ne viendrait se souder sur le tronc principal.

La dépense du projet s'éleverait à la somme de 5,000,000 de francs, y compris les machines de refoulement. Une fois la Ville de Paris mise en possession de ces terrains domaniaux, d'une surface de 1500 hectares seulement, les ingénieurs de la Ville espèrent qu'ils pourront suffire à l'épuration de la *totalité* des eaux d'égout de Paris pour un *temps indéfini*, en toute saison, et de la manière la plus complète (1).

Nous allons donc examiner rapidement si cet espoir est bien fondé :

En 1879, les égouts de Paris versaient environ 3 mètres par 1", 260,000 mètres par jour, et 95,100,000^{m³} d'eau impure par an ; à la dose moyenne annuelle de 35,500^{m³} d'eau à l'hectare, pratiquée depuis plusieurs siècles à Milan, la surface nécessaire pour absorber ce *volume d'eau* annuel serait $\frac{95,100,000}{35,500} = 2700$ hectares.

D'ailleurs, en supposant même que la surface de cette partie de la forêt de Saint-Germain puisse suffire à absorber le volume total *actuel* de l'eau d'égout, il n'en résulterait pas moins que tous les résidus humides de Paris incessamment versés sur une aussi faible surface, y constitueraient bientôt un véritable dépotoir infect et insalubre, à cause de la concentration de l'engrais, qui à Milan est dilué à 700 litres par tête ; de plus, la *totalité* des résidus humides de Paris serait absolument perdue pour l'agriculture.

Les conséquences futures de l'exécution de ce projet d'épurateur seraient encore plus fâcheuses, car il est aisé de prévoir que le volume d'eau d'égout croîtra en proportion directe du volume d'eau

(1) Alphand : *Service des eaux et égouts*, 1879, p. 133.

pure distribué. Or, les projets *officiels* comportant déjà, ainsi que nous l'avons détaillé plus haut, une distribution journalière de 1,250,000 m³ d'eau pure, fournissant $1,250,000 \times 0,7 = 875,000$ mètres cubes d'eau d'égout, soit 319,375,000 m³ d'eau impure par an, il en résulterait que les 1500 hectares de la forêt de Saint-Germain devraient recevoir $\frac{319,375,000\text{m}^3}{1500} = 210,000\text{m}^3$ d'eau d'égout par hectare et par an ! Soit près de six fois la dose reconnue utile par la pratique cinq fois séculaire des irrigations de Milan, sous un climat au moins aussi chaud et aussi sec que celui de Paris.

L'exemple récent de l'insuccès des épurateurs de l'eau d'égout de Berlin, établis sur un sol de sable fin très absorbant, n'est d'ailleurs point fait pour encourager l'essai d'épurateur en forêt de Saint-Germain, sur un sol médiocrement absorbant, et qui laissait encore submergées les prairies basses d'Achères longtemps après la grande crue de décembre 1882; puisque le vendredi 23 février 1883 à midi, nous avons personnellement constaté que l'eau recouvrait encore ces prairies à droite et à gauche du chemin de fer de Dieppe, ainsi que les fossés *d'emprunt* qui bordent la voie près la station d'Achères, les berges de la Seine étant d'ailleurs parfaitement découvertes et sèches (1).

En effet le professeur A. Durand-Claye écrivait en 1881 que (2) :

« Les résultats obtenus avec les épurateurs de Berlin étaient remarquables au point de vue de l'assainissement, qu'on n'y constatait aucune odeur sensible, et que si les résultats agricoles laissaient encore à désirer, cela tenait à l'*insuffisance* de l'eau disponible sur un terrain *aussi perméable*. »

Cependant, la superficie totale des champs épurateurs, qui atteignait alors 1560 hectares, a dû être portée à près de 3000 hectares en 1882; et les bassins d'évaporation d'Osdorf qui ne couvraient qu'une surface de 68 hectares en 1880, occupaient déjà plus de 90

(1) Excursion à Conflans-Sainte-Honorine pour y constater la hauteur des plus hautes crues de Seine et d'Oise, qui ont atteint la cote 24^m,35, le 18 mars 1876, la cote 24^m,23 en décembre 1882 et la cote 24^m,10 en décembre 1872, au pont suspendu de Conflans.

A. W. Z.

(2) *Revue d'Hygiène*, 1881, p. 109-110.

hectares en 1882 (1). « D'un côté, les exhalaisons de ces bassins empestaient l'air ; de l'autre, le sol, surchargé de produits organiques, avait perdu sa puissance d'épuration ; aussi les eaux s'écoulaient des champs d'irrigation dans un tel état d'impureté, que les eaux des cours publics où ces liquides se déversaient allaient incessamment être infectées.

Aussi les habitants du voisinage adressèrent-ils des plaintes au ministre, qui nomma une commission d'enquête, dont les conclusions ont été imposées à la Ville de Berlin par le Gouvernement, et ont ainsi forcé la Ville à acheter de nouveaux terrains pour ses champs d'irrigation, et à interrompre la construction du drainage privé (2). »

Si l'on considère que le sol des environs de Berlin est constitué par une couche superficielle et profonde de sable fin, que le professeur A. Durand-Claye trouvait en 1881 beaucoup trop perméable pour le volume d'eau d'égout disponible, on conviendra facilement que le sol médiocrement perméable de la forêt de Saint-Germain est absolument impropre à l'épuration complète et continue de toutes les eaux d'égout de Paris.

Aux points de vue technique, économique et hygiénique, nous pensons donc qu'il y a lieu d'écarter radicalement le projet d'épurateur en forêt de Saint-Germain.

132. Esquisse d'un émissaire d'irrigation de la vallée de Seine.

— En étudiant l'histoire des irrigations à l'eau d'égout, nous avons vu que la ville de Milan utilisait et épurait ainsi ses eaux d'égout depuis *cinq siècles*, en irrigant environ mille hectares de prairies naturelles, qui donnent un revenu *net* de 600 francs par hectare, malgré la haute dilution de l'eau d'égout portée à 700 litres par tête (3).

Or, ce volume de 700 litres d'eau d'égout produit par habitant est précisément celui qui serait atteint à Paris avec une distribution

(1) Docteur Villaret : *Revue d'Hygiène*, 1883, p. 641.

(2) Docteur Villaret : *Revue d'Hygiène*, 1882, p. 1025.

(3) De Freycinet : *Assainissement des villes*, 1870, p. 273.

d'eau pure de 1000 litres par tête, puisque le volume d'eau d'égout est estimé aux 7/10 du volume d'eau pure distribué.

Le volume de 1000 litres d'eau pure par tête que nous avons conseillé, en tête de ces études, pour l'alimentation générale de Paris ne produirait donc point une trop grande dilution des engrais contenus dans l'eau d'égout, puisqu'on peut espérer pour les étés chauds une irrigation assez riche pour produire, comme à Milan, un revenu *net* de 600 francs l'hectare.

Pour utiliser et épurer cet énorme volume de $2,500,00 \times 0,7 = 1,750,000$ mètres cubes par jour, et de $1,750,000 \times 365 = 638,750,000$ mètres cubes d'eau d'égout par an, il faudrait, à la dose annuelle de 35,500 mètres cubes par hectare, une surface irrigable de $\frac{638.750,000}{35,500} = 18,000$ hectares. Surface que nous porterons à 20 ou 25 mille hectares, afin de disposer de 1 hectare de prairie pour 100 ou 125 habitants; ainsi que le conseillent les auteurs les plus autorisés, Hope, Ronna (1), J. Babut (2).

En consultant les cartes de l'Etat-Major, au $\frac{1}{80,000}$, n° 48, 47, 31, 19, 30, qui contiennent le cours de la Seine de Paris à la Mer, il est aisé de s'assurer de l'existence d'une immense étendue de prairies naturelles bordant le fleuve à une assez faible altitude au-dessus de ses eaux.

Pendant les étés secs et chauds, tout le monde peut constater que ces prairies manquent d'eau et ne donnent ainsi qu'un très faible rendement en foin.

Pour transformer ces prairies pauvres en gras pâturages, il suffirait d'y conduire et d'y verser l'immense quantité d'eau d'égout de Paris, en réalisant ici ce que cinq siècles d'expérience ont consacré à Milan, puisque la chaleur ne fait point défaut dans la vallée de Seine, et qu'il est possible d'y disposer d'un énorme volume d'eau d'égout aussi riche en engrais que celui de Milan.

La surface totale de ces prairies basses de la vallée de Seine comporte la somme des superficies irrigables suivantes :

(1) *Égouts et irrigations*, 1874, p. 311.

(2) *Le Sewage*, 1883, p. 21.

Achères à Poissy	1000 hectares
Poissy aux Mureaux	750 »
La Haye à Mézières	750 »
Gassicourt	750 »
Vernon	500 »
Gaillon	1000 »
La Mare	250 »
Portejoie à Poses	2500 »
Vaudreuil	1000 »
Le Manoir	1000 »
Oissel à Sotteville	1000 »
Grand Couronne à la Mailleraye	3500 »
La Mailleraye à Villequier	1000 »
Villequier à Petiville	2000 »
Radicatel	3000 »

$\Sigma = 20000$ hectares

A cette superficie de vingt mille hectares, on pourrait encore ajouter la surface de cinq mille hectares fournie par le Marais Vernier, après drainage méthodique de cet immense marais situé en aval de Quillebœuf à l'embouchure de la Seine. Ce qui donnerait enfin 1 hectare de terre par 100 ou 125 habitants de Paris.

La surface totale des terres irrigables de la vallée de la Seine étant reconnue suffisante pour l'utilisation et l'épuration des eaux d'égout de Paris, il faut maintenant chercher si la pente totale de la vallée de Seine permet de conduire l'eau d'égout jusqu'à l'embouchure par la seule action de la gravité :

Pour étudier cette importante question, nous avons tracé l'esquisse d'un émissaire d'irrigation sur les cartes n° 48, 47, 31, 49, 30, de l'Etat-Major, qui décrivent le cours de la Seine de Paris à la Mer.

La section droite de cet émissaire d'irrigation a été prise pareille à celle de l'aqueduc cylindrique de dérivation de la Loire, qui mesure 6^m,20 de diamètre interne, et serait construit en maçonnerie recouverte d'un enduit en ciment pur et poli. (Fig. 4, p. 34).

Avec cette section libre d'environ 30,^{m2} nous avons précédemment fait voir (p. 37) que la pente très faible de 4 centimètres par kilomètre suffirait à imprimer à l'eau trouble une vitesse de 0^m,695 par se-

conde, vitesse plus que suffisante pour éviter les dépôts dans un grand égout, puisque Baldwin Latham estime que la vitesse de $0^m,61 = 2$ pieds anglais par seconde est suffisante pour empêcher tout dépôt dans les grands égouts ne recevant point de sables (1).

Avec cette vitesse de $0^m,695$ par seconde, une section libre de 30 mètres carrés débiterait $0^m,695 \times 30 = 20^m^3,850$ par 1", et $20^m^3,85 \times 86400'' = 1,801,440$ mètres cubes d'eau trouble par jour.

Cette pente de 4 centimètres par kilomètre et cette section de 30 mètres carrés suffiraient donc à l'écoulement de nos 1,750,000^m d'eau d'égout de Paris.

De Clichy à la Mer, la longueur développée de cette esquisse d'émissaire d'irrigation et d'environ 230 kilomètres, donnant lieu à une première cause de perte de charge de $0^m,04 \times 230 = 9^m,20$ pour l'aqueduc en conduite libre.

D'autre part, les conduites forcées en syphon pour les passages sous Seine sont supposées construites en tuyaux en tôle de $2^m,10$ de diamètre, avec charge d'eau de 1 millimètre par mètre courant, ce qui donne pour rayon moyen $R = \frac{3,45}{6,59} = 0,52$.

Pour $R = 0,52$ et des parois polies, les tables de Bazin donnent $A = 0,000,159 = \frac{R^3}{U^2}$, (2), d'où l'on tire : $\frac{0,52 \times 0,001}{U^2} = 0,000,159$,

$U^2 = \frac{0,000,52}{0,000,159} = 3,25$, $U = \sqrt{3,25} = 1,8$, $U = 1^m,8$, mais à cause de la forme cylindrique, il faut encore ajouter $1/10$ pour la vitesse U réelle qui devient enfin : $U = 1^m,8 + 0^m,18 = 1^m,98 = U$ par 1"

Chaque tuyau débiterait ainsi :

$3^m^2,45 \times 1^m,98 = 6^m^3,831$ par 1", et $86,400'' \times 6^m^3,831 = 590,000$ mètres cubes par jour; trois tuyaux débitant ensemble 1,770,000 M³ suffiraient donc à l'écoulement des 1,750,000 mètres cubes d'eau d'égout.

La longueur développée des 11 passages sous Seine en syphon étant d'environ 2600 mètres courants, on voit que cette seconde cause de perte de charge absorberait une charge de $2,600^m \times 0^m,001 = 2^m,60$ pour la longueur des syphons.

(1) *Sanitary Engineering*, 1873, p. 50.

(2) *Savants Etrangers*, t. XIX, p. 318.

La somme totale des pertes de charge de l'émissaire d'irrigation de la vallée de Seine égalerait donc :

$$\begin{array}{r} \text{Pente de l'aqueduc} = 9^{\text{m}},20 \\ \text{Charge des syphons} = 2\ 60 \\ \hline \text{Charge totale} = 11^{\text{m}},80 \end{array}$$

Le plan d'eau de l'égout collecteur de Clichy cotant + 25 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer, on voit enfin que la cote du plan d'eau de l'émissaire d'irrigation à son extrémité aval à Port Jérôme serait : $25^{\text{m}} - 11^{\text{m}},80 = 13^{\text{m}},20$, et encore ainsi supérieure de $13^{\text{m}},20$ au niveau moyen de la mer.

La pente totale de la vallée de Seine est donc plus que suffisante pour assurer le fonctionnement régulier d'un émissaire d'irrigation amenant les eaux d'égout de Paris jusqu'à la mer sous la simple action de la pesanteur.

Nous pouvons donc maintenant décrire le tracé général de l'esquisse de cet émissaire d'irrigation dont le fonctionnement est reconnu possible :

Partant de Clichy, l'émissaire y traverse la Seine en syphon au pont d'Asnières, passe au nord de Colombes et du Petit-Nanterre, traverse la Seine en syphon au pont de Bezons, passe au nord de Houilles, traverse la Seine en syphon au pont de Maisons, la forêt de St-Germain au nord du chemin de fer de Rouen qu'il rejoint à Poissy et suit de près sur la même rive que lui jusqu'à Rouen, en évitant cependant les tunnels de Rolleboise-Bonnières et de Grand-Villers-Venables, contournant pour cela la forêt de Moissons et la presqu'île des Andelys.

L'émissaire abandonne à Sotteville le voisinage du chemin de fer de Rouen, passe au nord du château des Bruyères, du rond Ste-Lucie, suit la route du Grand-Quevilly jusqu'à Petit-Couronne où il entre dans les prairies, traverse la Seine en syphon au nord de l'île du Val de la Haye, suit la tête des prairies de Hautot, Sahurs, St-Pierre de Manneville, etc., traverse la Seine en syphon au Val des Leux, passe à Bardouville, Berville, Anneville, traverse la Seine en syphon au Sablon-Golfes, prend la tête des prairies du Mesnil, traverse la Seine en syphon à Jumièges, suit la tête des prairies jusqu'à la Mailleraye, passe à Notre-Dame et St-Nicolas de Bliquetuit,

à Frévaux, l'Angle, traverse la Seine au phare de Villequier, passe à Cantepy, St-Maurice d'Etelan, Petiville, et vient enfin se terminer à Port-Jérôme, où un réservoir pourrait être établi pour éviter le déversement de l'excédant d'eau d'égout pendant le flux.

Les 11 passages sous la Seine en syphon sont ainsi placés :

1. Asnières, pont route,	longueur	200 mètres.
2. Bezons, pont route,	»	200 »
3. Maisons, pont route,	»	200 »
4. Le Manoir, pont rail,	»	200 »
5. 6. Ile-aux-Bœufs, 2 ponts rail,	»	400 »
7. Val de la Haye,	»	300 »
8. Val des Leux,	»	300 »
9. Sablon-Golfes,	»	300 »
10. Jumièges,	»	200 »
11. Phare de Villequier,	»	300 »

$$\Sigma = 2.600 \text{ mètres.}$$

Si l'on se décidait à drainer et irriguer le Marais Vernier, il suffirait de poser un douzième syphon spécial partant du mur du quai de Port-Jérôme et aboutissant au quai de Quillebœuf, ce qui lui donnerait une longueur d'environ 400 mètres, et porterait ainsi à 3000 mètres la totalité des longueurs de la conduite forcée.

Afin que l'on puisse s'assurer que le plan d'eau de l'esquisse du collecteur d'irrigation de la vallée de Seine est presque partout très supérieur à la cote des prairies qu'il s'agit d'irriguer, nous allons donner les cotes de ce plan d'eau de 10 en 10 kilomètres ; en les comparant aux cotes du terrain indiquées sur les cartes de l'État-Major, chacun pourra se faire une juste idée de la valeur de cette esquisse.

Cotes du plan d'eau de l'émissaire d'irrigation de la vallée de Seine :

	cote	mètres.
Clichy, 0 kilomètre,		25.00
Houilles, 10 km.	»	24.20
Achères, 20 km.	»	23.60
Médan, 30 km.	»	23.20
Mureaux, 40 km.	»	22.80

Mézières, 50 km.	»	22.40
Butte Verte, 60 km.	»	22.00
Mousseaux, 70 km.	»	21.60
Freneuse, 80 km.	»	21.20
Petit Val, 90 km.	»	20.80
Mestreville, 100 km.	»	20.40
Grand Villers, 110 km.	»	20.00
Bernières, 120 km.	»	19.60
Vironvay, 130 km.	»	19.20
Ruelle-Pollet, 140 km.	»	18.80
Tourville, 150 km.	»	18.20
Sotteville, 160 km.	»	17.40
Val de la Haye, 170 km.	»	16.70
Val des Leux, 180 km.	»	16.00
Berville, 190 km.	»	15.60
Jumièges, 200 km.	»	14.90
N.-D. Bliquetuit 210 km.	»	14.30
Cantepy, 220 km.	»	13.60
Port-Jérôme, 230 km.	»	13.20

La comparaison de ces cotes avec celles des cartes de l'Etat-Major donnant, surtout pour la basse Seine où sont situées les plus vastes prairies, une charge positive très accentuée au plan d'eau d'égout, on peut enfin en conclure que les prairies de la vallée de Seine pourraient être irriguées avec les eaux d'égout de Paris amenées par un émissaire sous la seule action de la pesanteur.

A ce résultat capital, on pourrait encore joindre la possibilité, parfaitement démontrée par l'éminent ingénieur Mille, d'irriguer une partie des terres d'une altitude moyenne en utilisant les chutes des barrages de la Seine, et l'on parviendrait ainsi à utiliser et épurer toutes les eaux d'égout de la Ville de Paris.

D'ailleurs, il est également certain que la Seine ne pourrait plus pénétrer en temps de haute crue dans les égouts de Paris, puisque le débouché actuel des collecteurs à Clichy serait supprimé, et que le plan d'eau des collecteurs pourrait être toujours maintenu à la

cote normale par l'écoulement naturel et continu de l'émissaire d'irrigation.

En remarquant, du reste, que la vitesse d'écoulement dans cet émissaire serait exactement égale dans les deux cas d'une distribution d'eau de 500 litres par tête, admise dans les projets officiels, ou d'une distribution de 1000 litres d'eau pure par habitant, que nous conseillons ; puisque ce dernier volume conduit à faire travailler l'émissaire à pleine section, quand le volume de 500 litres amène à le faire travailler à 1/2 section, et sachant d'ailleurs que la vitesse est la même pour ces deux cas, on peut encore en conclure que notre esquisse d'émissaire permettrait aussi la conduite jusqu'à la Mer de la quantité totale des eaux d'égout fournies par une distribution d'eau pure de 500 litres par tête, ainsi que l'admettent les projets officiels.

Mais, en étudiant les projets d'alimentation générale d'eau pure pour Paris, nous croyons avoir établi qu'il y avait lieu d'écarter radicalement le projet de dérivation de la Loire au moyen d'un canal découvert et navigable, n'amenant qu'un volume insuffisant de 500,000 mètres cubes d'eau *impure* par jour.

Et que le moyen le plus simple de fournir la plus grosse part de l'énorme volume de 2,500,000 M³ d'eau pure nécessaire au Parisiens consistait :

A filtrer 1,800,000 M³ d'eau de la Loire par le procédé des puits filtrants, puis à construire un aqueduc cylindrique couvert amenant ainsi l'eau fraîche et filtrée dans Paris.

Cette solution grandiose de l'alimentation d'eau pure de Paris étant reconnue possible, il restait cependant à démontrer qu'on pouvait aussi utiliser la totalité du grand volume d'eau impure fourni par cette abondante et libérale distribution d'eau pure, et c'est ce dernier point capital que nous pensons encore avoir établi en décrivant notre esquisse d'émissaire d'irrigation de la vallée de Seine, permettant enfin le libre écoulement dans les égouts en temps de haute crue, ainsi que l'épuration et l'utilisation agricole de toutes les eaux d'égout du réseau de Paris. Qui pourraient d'ailleurs, en temps d'épidémie, être directement versées dans la Mer, où tous les virus seraient noyés et détruits pour toujours.

133. Conclusions sur l'Utilisation agricole des eaux d'égout.

— De cette étude hautement impartiale des inconvénients actuels du déversement des eaux d'égout à Clichy et St-Denis, et de l'examen sommaire des différents procédés et projets d'épuration de ces eaux, nous pouvons enfin tirer les conclusions suivantes :

1° Qu'il est nécessaire d'empêcher l'inondation des égouts de Paris par les hautes crues de Seine formant contre pression à la bouche du collecteur général d'Asnières ;

2° Qu'il est urgent d'utiliser l'immense quantité d'engrais versé en Seine par les égouts collecteurs, engrais dont la valeur atteint au moins 25 millions de francs par an, et dont la perte pourrait ainsi s'élever à *cinq milliards* en deux siècles ;

3° Qu'il est indispensable de supprimer l'infection produite sur l'eau du fleuve par le déversement actuel des eaux d'égout non épurées ;

4° Que les procédés d'épuration artificielle, mécanique et chimique ne sont pas suffisants pour réaliser les trois conditions ci-dessus ;

5° Que le procédé des irrigations agricoles peut seul être appliqué à l'épuration et à l'utilisation des eaux d'égout de Paris, et qu'il est exempt de dangers pour la santé publique, ainsi que le prouve la pratique séculaire des irrigations de Milan et d'Edimbourg, et celle plus récente de Croydon ;

6° Qu'il y aurait lieu de donner suite à la proposition de l'ingénieur Mille, en utilisant la force des chutes de la Seine, en aval de celle de Marly, pour le refoulement des eaux d'égout sur des terres en culture d'une altitude moyenne ;

6° Que les différents projets d'irrigation dressés par les ingénieurs Passedoit, Brunfaut, Durand-Claye, Belgrand, Marchant, et celui sur Méry, sont incomplets et doivent être écartés

8° Qu'il y a lieu de repousser absolument le projet d'*épurateur* en forêt de St-Germain, conduisant à la formation d'un dépotoir infect et dangereux, et à la perte totale des engrais de l'eau d'égout.

9° Que l'esquisse d'émissaire d'irrigation de la vallée de Seine établit la preuve technique de la possibilité de conduire la totalité des eaux d'égout de Paris jusqu'à l'embouchure de la Seine sous

l'action de la simple gravité, en permettant ainsi le libre écoulement dans les égouts en temps de hautes crues de Seine, et l'utilisation agricole ainsi que l'épuration complète de toutes les eaux d'égout de Paris, puisque l'exemple cinq fois séculaire des irrigations de Milan prouve, qu'avec une dilution de 700 litres d'eau par tête, ces irrigations sont encore capables de produire un revenu *net* de 600 francs l'hectare, et qu'elles n'ont jamais nui à la santé publique.

Le projet d'aqueduc cylindrique de dérivation de la Loire que nous avons présenté en tête de ces études, permettant, avec les autres dérivations, une distribution d'eau pure de 1000 litres d'eau par tête, qui fournirait environ 700 litres d'égout par habitant, on voit enfin que notre esquisse d'émissaire d'irrigation établit la preuve technique de la possibilité absolue de l'épuration et de l'utilisation agricole de toutes les eaux d'égout fournies par une grandiose distribution de 2.500.000 mètres cubes d'eau pure dans Paris.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES

Numéros	Pages
Préface	
PREMIÈRE ÉTUDE : ALIMENTATION GÉNÉRALE D'EAU PURE	
1 Volume d'eau nécessaire	1-3
2 Citernes.....	3
3 Puits	4-7
4 Sources du Midi : Arcueil Rungis	7-8
5 Sources du Nord, Prés-Saint-Gervais, Belleville.....	8-9
6 Canal de l'Ourcq.....	9-12
7 Puits artésiens, Grenelle, Passy, Butte-aux-Cailles.....	12-13
8 Aqueduc de la Dhuis.....	13-14
9 Aqueduc de la Vanne.....	14-15
10 <i>Eau de Marne</i> . — (a) Usine des Meldeuses.....	15-16
11 Usine de Trilbardou (b).....	16
12 Usine de Saint-Maur (c).....	16-18
13 <i>Eau de Seine</i> . — Usines à vapeur.....	18-20
14 Usines et réservoirs du Haut-Serice	20-21
15 Nouvelles usines à vapeur sur Seine.....	21
16 Total des volumes disponibles.....	21-22
17 Utilisation des chutes de la Seine.....	22-23
18 Utilisation de la chute de Port-à-l'Anglais.....	23-25
19 Utilisation de la chute de Suresnes.....	25-26
20 Projet d'Aqueduc de la Loire.....	26-29
21 Projet de canal de la Loire.....	29
22 Comparaison des projets d'aqueduc et canal de la Loire.....	29-32
23 Esquisse d'une dérivation de la Loire.....	33-41
24 Comparaison des prix de revient du mètre cube d'eau.....	41-42
25 Comparaison des prix de revient et de vente du mètre cube d'eau...	43-44
26 Volume d'eau disponible en temps de siège.....	44-45
27 Volume total d'eau pure disponible après exécution des projets.....	45-46
28 Conclusions sur l'alimentation générale d'eau pure.....	46-48

DEUXIÈME ÉTUDE : DISTRIBUTION D'EAU DOMESTIQUE

29 Principes généraux.....	49-50
30 Conditions actuelles.....	50-52
31 Nature de la canalisation d'eau pure.....	52-58
32 Dispositions principales de la canalisation intérieure d'eau pure....	58-60
33 Réservoirs domestiques.....	60-64
34 Filtration domestique.....	64-76
35 Service d'eau chaude.....	76-83
36 Service d'eau spécial aux water-closets et urinoirs.....	83-88
37 Alimentation des postes d'eau.....	88-90
38 Alimentation des réservoirs de chasse.....	90
39 Abonnements d'eau domestique.....	90-92
40 Contrôle officiel des appareils de distribution.....	93
41 Inspection officielle des pertes d'eau domestique.....	93-94
42 Conclusions sur la distribution d'eau domestique.....	95-96

TROISIÈME ÉTUDE : DRAINAGE DES RÉSIDUS DOMESTIQUES

43 Principes généraux.....	97-99
44 Départ des résidus domestiques secs.....	99-101
45 Drainage des eaux pluviales.....	101-103
46 <i>Drainage domestique intérieur</i> : Danger des ouvertures libres....	103-106
47 Insalubrité des fermetures à valve.....	106-107
48 Salubrité des fermetures à syphon hydraulique.....	107-115
49 Nature et forme des syphons.....	115-117
50 Syphons à valve.....	117-118
51 Syphons à mercure.....	118
52 Syphon de Renk.....	118-120
53 Syphon de Pattenkofer.....	120
54 Syphons en S.....	120-121
55 Tampons de nettoyage des syphons.....	121-122
56 Tampons d'absence et d'épreuve.....	122-124
57 Ventilation des syphons.....	124-130
58 Etat actuel du drainage des eaux de toilette.....	130-131
59 Bassins de toilette.....	131-133
60 Baignoires.....	133-135
61 Drainage des postes d'eau.....	135-136
62 Etat actuel du drainage des eaux de cuisine.....	136
63 Disposition des éviers.....	136-138
64 Etat actuel du drainage des water-closets.....	138-145
65 Water-closets.....	145-146
66 Urinoirs.....	146-157
67 Fosses fixes ordinaires.....	157-161
68 Fosses fixes métalliques : Brouardel, Schleh.....	161-163
69 Fosses fixes à séparateur.....	163-164

TABLE DES MATIÈRES

361

Numéros	Pages
70 Fosses fixes à syphon : Deplanque, Goldner, Mouras.....	164-167
71 Fosses mobiles.....	167-168
72 Fosses mobiles filtrantes.....	168-171
73 <i>Systèmes de vidange par canalisation</i>	171
74 <i>Systèmes pneumatiques</i> : Système Aristide Dumont.....	171-173
75 Système Berlier	173-176
76 Système Liernur	176-179
77 Système Shone.....	179-180
78 <i>Système à simple gravitation</i> : Système Amoudruz.....	180-182
79 Système de Memphis.....	182-183
80 Système Miotat	183-184
81 Système du Tout à l'égout	184-196
82 Systèmes de vidange par canalisation applicables à Paris.....	196-197
83 <i>Canalisation générale intérieure du drainage des résidus domestiques</i> : Système officiel de la Ville de Paris	197-202
84 Système Allemand.....	202-203
85 Système Anglais.....	203-208
86 Système Américain.....	208-215
87 Systèmes de drainage domestique applicables à Paris.....	215-220
88 Nettoiement et chasses d'eau	220-222
89 Ventilation générale du drainage domestique.....	222-225
90 Inspection et épreuves du drainage domestique.....	225-227
91 Conclusions sur le drainage des résidus domestiques.....	227-229

QUATRIÈME ÉTUDE : VOIES PUBLIQUES

92 Infection du sol des chaussées perméables.....	229-233
93 Plantations.....	233-235
94 Drainage du sol des voies publiques.....	235-238
95 Infection du sol par le gaz-lumière.....	238-241
96 Urinoirs publics.....	241-243
97 Water-closets publics.....	243-244
98 Nettoiement des voies publiques.....	244-247
99 Arrosage des voies publiques.....	247-249
100 Conclusions sur l'assainissement des voies publiques.....	249-250

CINQUIÈME ÉTUDE : ÉGOUTS

101 Historique sommaire du réseau.....	251-259
102 Principes généraux.....	259-260
103 Nature et forme des parois.....	260-264
104 Influence des dépôts de sables.....	265-268
105 Bouches de décharge des voies publiques.....	269-270
106 Branchements de bouches d'égout.....	270-272
107 Branchements et tampons de regards.....	272-275
108 Branchements particuliers.....	275-280

Numéros	Pages
109 Branchements industriels.....	280
110 Nettoiement et chasses d'eau.....	280-287
111 Ventilation des égouts.....	287-301
112 Conclusions sur l'assainissement des égouts.....	301-302
•	
SIXIÈME ÉTUDE : UTILISATION AGRICOLE DES EAUX D'ÉGOUT	
113 <i>Conséquences fâcheuses du déversement des eaux d'égout à Clichy et à Saint-Denis</i>	303
114 Inondation des égouts par hautes crues de la Seine.....	304-305
115 Pertes d'engrais en Seine.....	305-310
116 Infection de la Seine.....	310-317
117 <i>Examen sommaire des remèdes proposés</i>	317-318
118 <i>Procédés artificiels</i> : Procédés mécaniques.....	318
119 <i>Procédés chimiques</i>	318-321
120 <i>Procédés naturels</i> : Irrigations agricoles.....	321-325
121 Filtration intermittente descendante.....	325-328
122 Choix d'un procédé d'épuration pour les eaux d'égout de Paris.....	328
123 <i>Essais et projets d'irrigation à Paris</i> : Irrigations de Gennevilliers.....	329-333
124 Projet Mille, 1862.....	333-339
125 Projet Passedoit, 1874.....	339-340
126 Projet Brunfaut, 1875.....	340-342
127 Projet Durand-Claye, 1875.....	342-343
128 Projet Belgrand, 1876.....	344-345
129 Projet Marchant, 1876.....	345-346
130 Projet vers Méry, 1876.....	346
131 Projet d'épurateur en forêt de Saint-Germain, 1878.....	346-349
132 Esquisse d'un émissaire d'irrigation de la vallée de Seine.....	349-356
133 Conclusions sur l'utilisation agricole des eaux d'égout.....	356-358

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES

ERRATA

Page 240, ligne 9, au lieu de 0^m,07, lire 0^m,70.

TABLE DES FIGURES

Figures	Pages
1 Roue-turbine Girard, coupe.....	17
2 Roue-turbine Girard, plan.....	18
3 Profil De Passy, aqueduc de la Loire, 1859.....	26
4 Profil Wazon, aqueduc de la Loire, 1884.....	34
5 Réservoirs J. Carré.....	63
6 Robinet-filtre Houghton.....	71
7 Filtre Bischoff.....	72
8 Filtre Crease.....	73
9 Filtre Bailey-Denton.....	74
10 Filtre Chanoit.....	74
11 Réservoirs d'eau chaude.....	79
12 Water-closet dangereux.....	83
13 Water-closet Bostel.....	87
14 Poste d'eau dangereux.....	89
15 Poste d'eau Tylor.....	90
16 Trémie Abendroth.....	100
17 Dangereux syphon d'égout.....	102
18 Syphon en \cup dangereux.....	115
19 Syphon Bower.....	117
20 Syphon Waring.....	118
21 Syphon Jennings.....	118
22 Syphon Renk.....	119
23 Bonde hydraulique.....	119
24 Syphon Pettenkofer.....	120
25 Syphons en S.....	121
26 Ventilation des syphons, Philbrick.....	128
27 Lavabo dangereux.....	132
28 Lavabo Tylor.....	133
29 Baignoire dangereuse.....	134
30 Poste d'eau dangereux.....	135
31 Evier Mott.....	136
32 Trappe à graisse Tucker.....	137
33 Siège à évent.....	146
34 Water-closet Jennings.....	148
35 Water-closet Rhoad.....	151

Figures	Pages
36 Artisan-closet.....	152
37 Urinoir Tylor.....	156
38 Fosse Mouras.....	165
39 Purgeur Tredgold.....	174
40 Système Berlier.....	174
41 Système Liernur.....	177
42 Système Shone.....	180
43 Système Amoudruz.....	181
44 Système officiel de la Ville de Paris.....	198
45 Système officiel Allemand.....	202
46 Système officiel Anglais.....	204
47 Système Hellyer.....	207
48 Ancien système officiel Américain.....	209
49 Système Durham.....	214
50 Réservoir et syphon de chasse de R. Field.....	222









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).