

ces procédés n'a donné jusqu'ici des garanties suffisantes.

Nous avons dit qu'à Paris il existe un double système de canalisation des eaux : l'un destiné au service privé, domestique, l'autre affecté au service public municipal, industriel ; dans ce dernier rentrent spécialement les bornes-fontaines et les bouches sous trottoir, utilisées pour le nettoyage des ruisseaux et l'arrosage de la voie publique.

Quant au mode de distribution des eaux dans les maisons, à leur ascension et à leur aménagement dans les caisses de zinc disposées à chaque étage, nous ne pouvons entrer dans le détail de leurs dispositions ; nous nous contenterons de dire que ces eaux, après avoir traversé l'intérieur des habitations et servi aux usages domestiques, se déversent par des conduits particuliers dans les égouts souterrains, et constituent un petit système de drainage, comprenant un courant afférent d'eau pure, et un courant afférent d'eaux infectées par des immondices de toutes sortes.

H. Égouts. — On entend par égouts des canaux souterrains ou découverts, destinés à conduire dans des cours d'eau les eaux de pluie, les eaux ménagères, les résidus liquides de diverses industries et quelquefois les matières fécales (Michel Lévy). Ils jouent un rôle capital dans l'hygiène des villes, aussi insisterons-nous tout particulièrement sur l'ensemble des questions qu'ils comportent : disposition et distribution des égouts, matériaux de construction, forme, dimensions, communications avec l'extérieur, ventilation, assainissement, eaux d'égout, désinfection de ces eaux, en grais, etc.

1° **Disposition et distribution des égouts.** — Les anciens, les Romains surtout, avaient des égouts im-

menses, entre autres la *Cloaca maxima*, qui sont restés les types des constructions de ce genre. Londres possède également un système de drainage et d'égouts qui permet de rejeter dans la Tamise, assez loin de la ville, les matières en décomposition, les résidus de l'industrie humaine et même les matières fécales. Paris, quoique moins bien partagé sous le rapport de l'étendue, possède cependant un ensemble d'égouts spacieux et parfaitement construits, particulièrement le grand collecteur d'Asnières, qui, suivant Proust, dépasse en proportions la *Cloaca maxima* des Romains : cet égout présente, en effet, une longueur de 5 kil. 154, sur une hauteur de 4^m,40 et une largeur de 5^m,60 ; de chaque côté, se trouve un trottoir de 90 centimètres comprenant entre eux une cuvette de un mètre à 3^m,80.

En 1869, Paris comptait 600,000 mètres d'égout ; il en possède actuellement 771 kilomètres, débouchant dans la Seine par deux grands collecteurs, à 20 kilomètres de Paris : celui de la rive droite a une longueur de 9,162 mètres ; — celui de la rive gauche, long de 10,304 mètres, part de la Bièvre et traverse la Seine, au moyen d'un siphon composé de deux conduits échoués en contre-bas du lit du fleuve.

Il est de règle que toute rue de plus de 20 mètres, ait sous chaque trottoir un égout contenant les conduits d'eau et les fils des réseaux télégraphiques de Paris ; à ces égouts viennent aboutir des branchements particuliers, qui reçoivent les tuyaux des eaux ménagères et pluviales, ainsi que les tuyaux de chute des cabinets d'aisance. — Pour ces derniers, il est bon de faire remarquer qu'ils n'aboutissent pas directement à l'égout mais à l'appareil séparateur (système Paris ou système Richer) qui isole les liquides repris par l'égout, des matières solides destinées aux fabriques d'engrais.

Les branchements destinés à mettre les habitations en communication avec les égouts, s'avancent avec la plus grande pente possible jusqu'à l'aplomb du mur de façade, et se raccordent avec l'égout.

Belgrand pense qu'on arrivera, dans un avenir prochain, à imiter Londres, et à faire parvenir directement les matières fécales dans l'égout, ce qui supprimerait les fosses fixes ou mobiles, la voirie de Bondy et la vidange ordinaire. L'infection des égouts, qu'on craignait par suite de la présence des matières fécales, ne se produit nullement (Belgrand).

Outre les eaux et les résidus dont nous avons parlé, les égouts reçoivent l'ensemble des conduits d'eau, les fils télégraphiques et les tuyaux pour le service des dépêches par voie pneumatique. — Les conduits de gaz, dont la pose dans les égouts faciliterait la surveillance et diminuerait les frais d'installation, offrent des inconvénients sérieux, et à Paris on ne les admet pas dans les égouts, dans la crainte de fuites et d'explosions. A Londres, les tuyaux de gaz sont également exclus dans le réseau courant ; on les accepte dans quelques égouts particuliers, mais alors ils sont placés à part, dans un étage situé au-dessus de celui qui est destiné aux eaux. — On a proposé encore, pour remédier aux fuites, de plonger les conduits de gaz dans une rigole disposée le long de la partie inférieure de l'égout, et recouverte d'une couche de 10 à 12 centimètres.

2° **Construction.** — Les matériaux diffèrent suivant qu'on veut obtenir des égouts *perméables* ou *imperméables* : dans le premier cas, on emploie des *briques* plus ou moins poreuses, reliées entre elles par du ciment ; ce système permet de recevoir, outre les eaux domestiques et industrielles, les eaux du sol, sans laisser transsuder

les matières putrides que conduit l'égout. Il est peu employé. On préfère à Paris les égouts imperméables, construits en *pierres siliceuses* ou *pierres meulières*, reliées avec du mortier, du ciment, qui permettent de diminuer l'épaisseur des murs.

Pour prévenir le danger des émanations nuisibles, et les infiltrations à travers les parois des égouts, les Anglais recommandent de construire les égouts de manière à ce qu'il y ait un écoulement continu de liquide, et que le volume d'eau soit assez abondant, pour que les matières putrescibles se trouvent délayées et instantanément emportées, sans avoir jamais le temps de séjourner assez pour fermenter.

Toutes les parties de la canalisation sont couvertes d'un enduit en ciment qui forme des parois lisses, brillantes ; elles conduisent bien le son et ne s'opposent pas à l'écoulement des liquides.

Les égouts doivent être munis, de chaque côté, de banquettes ou trottoirs qui servent à la circulation, et de refuges destinés à assurer la sécurité des ouvriers, dans les cas de pluies torrentielles qui viennent inonder subitement les égouts.

A Londres, il y a trois collecteurs et un émissaire sur chaque rive de la Tamise, ayant un développement de 132 kilomètres.

Ces collecteurs ont des dimensions nécessaires pour entraîner une masse d'eau de pluie environ triple de celle des eaux d'égouts ; la quantité versée chaque jour est de 400,000 mètres cubes. Dans les cas où ils ne suffisent pas, on a réservé des débouchés exceptionnels qui ne fonctionnent que momentanément.

Le système d'égout anglais manque du reste d'uniformité, chaque partie ayant été construite à des époques différentes par des compagnies distinctes ; il n'y a pas

une administration qui centralise toutes les attributions municipales, au moins pour le réseau secondaire ; car pour les grands collecteurs de chaque rue, on a centralisé le service de la construction. — En dehors des grands branchements, les égouts ne sont pas accessibles à l'homme : les petits branchements sont des conduites tubulaires en métal, en grès émaillé ou bien encore en poterie vernissée. Les matières et les liquides n'avancent qu'à charge forcée et exigent souvent l'emploi d'un moteur ; on ne peut d'ailleurs y mettre ni tuyaux de gaz, ni conduits d'eau, ni fils télégraphiques ni tuyaux pneumatiques. Ce système ne doit donc pas être conseillé.

3° **Forme.** — La forme *ovoïde* est préférable aux égouts circulaires ou à surfaces planes et courbes raccordées ; elle exige moins de matériaux et facilite l'écoulement des liquides.

4° **Dimensions.** — Elles sont variables : la hauteur doit permettre à un adulte de s'y tenir debout ; les plus petits ne doivent pas avoir moins de 1^m,50 de haut sur un mètre de large. — Leurs proportions doivent toujours être suffisantes pour éviter l'encombrement en temps de pluie. — La règle est de leur donner une capacité telle, qu'un orage donnant 0^m,025 de pluie, s'écoule facilement. A ce point de vue, il doit y avoir un certain rapport entre le cubage de l'égout et sa *pente*, qui détermine un écoulement plus ou moins facile des eaux. A Paris, cette pente est trop faible (0,50 par kilomètre à peine, c'est-à-dire, un demi-millième), il faudrait au moins une pente dix fois plus forte.

L'expérience a démontré que la vitesse la plus convenable est de 2/3 de mètre par seconde, qu'on obtient avec une pente uniforme de 0^m,20 par kilomètre. — Michel Lévy pense qu'elle n'est jamais trop considérable ;

on donne en effet par cette disposition une plus grande puissance au courant qui nettoie les égouts ; cette pente empêche en outre le reflux des eaux dans les maisons.

5° **Communication avec l'extérieur.** — *Inconvénients.* — Les égouts aboutissent d'un côté avec un branchement plus ou moins considérable qui va se rendre dans l'égout collecteur, de l'autre ils communiquent avec la rue, par des *ouvertures* ou des *regards* qui doivent être distancés de 50 à 60 mètres au plus. — Cette communication directe avec l'air extérieur est sans doute utile pour la ventilation, mais présente des inconvénients sérieux, au point de vue hygiénique, en raison des odeurs méphitiques qui se dégagent des conduits d'égouts. Aussi a-t-on cherché à les combattre à l'aide d'appareils spéciaux malheureusement insuffisants : *disques de fonte*, qui empêchent la ventilation ; — *grilles à jour*, qui auraient besoin d'être trop souvent désobstruées ; — *systèmes à cuvette*, qui fonctionnent difficilement en temps d'orage ; — appareil Roger-Mothes, soupape appliquée à l'orifice à l'aide d'un levier et basculant quand les liquides s'accumulent ; — *trappe hydraulique* de John Philippe, etc.

L'ouverture de déversement ou *déversoir* doit aboutir à un cours d'eau situé *en aval* de la ville, à une distance convenable. — A Paris, le grand égout collecteur de Clichy et l'égout départemental de Saint-Denis versent en moyenne dans la Seine chaque jour 260,000 mètres cubes d'eaux impures, c'est-à-dire 95 millions de mètres cubes par an. Suivant Durand-Claye, ce chiffre atteindra probablement 100 millions après l'achèvement des eaux de la Vanne. — Lorsque la ville est assez voisine de la mer pour que la marée s'y fasse sentir (Londres, Marseille, Brest, Toulon), on est exposé à voir les eaux *refluer dans*

les égouts; pour obvier à cet inconvénient grave, on a eu recours à des écluses qui produisent malheureusement la stagnation des eaux infectes pendant quelques heures, — ou à des bassins destinés à recevoir les produits des égouts pendant la marée haute (Proust). — Deux autres inconvénients beaucoup plus graves résultent de la nature même des produits qu'emportent les égouts; ce sont : a. *L'infection, l'empoisonnement* des cours d'eau, rivières, fleuves où ils se déversent. Ainsi aux environs de Paris, le déversement des égouts collecteurs a pour effet de rendre l'eau de la Seine absolument impropre à un usage domestique quelconque, entre Clichy et l'extrémité de l'île Saint-Denis, en amont d'Argenteuil; elle est encore impure chimiquement entre Argenteuil et Marly, et ne reprend ses qualités d'eau potable qu'à Meulan (Durand-Claye).

b. La formation des *dépôts vaseux* qui encombrant le lit des fleuves au point d'en gêner la circulation et d'en modifier le lit. — Cet envasement est très-sensible pour la Seine hors Paris, et s'étend à des profondeurs plus ou moins grandes sur l'une ou l'autre rive, depuis Clichy jusqu'à Bougival.

6° **Ventilation.** — C'est dans le but d'obtenir un courant d'air suffisant pour chasser les miasmes qui se dégagent des matières emportées par les eaux d'égouts, qu'ont été construits les regards ou événements ouverts à l'air libre; — dans les cas où l'on adopte le principe de la clôture des bouches d'égouts, il faut désinfecter artificiellement à l'aide de moyens chimiques, ou renouveler l'air mécaniquement; — on doit avoir surtout grand soin de maintenir libre l'ouverture du déversoir. — Dans les villes qui possèdent un mauvais système d'égout, comme à Vienne, où les égouts sont divisés en un certain nombre de sections isolées, on a proposé des

systèmes de cheminées d'appel, munies de fourneaux destinés à aspirer l'air impur (Friedmann). Dans quelques villes d'Angleterre, on l'enlève à l'aide d'une vis d'Archimède qui répand cet air dans l'atmosphère au-dessus des maisons (Proust).

7° **Assainissement des égouts.** — La meilleure condition de salubrité est que l'égout soit bien construit, et présente une pente qui permette aux eaux de pluie de faire un *lavage naturel*. Lorsque celui-ci est insuffisant, on le complète à l'aide de moyens artificiels : lavages à l'aide d'eau puisée dans les fleuves ou de réservoirs spéciaux; — barrages arrêtant momentanément le cours de l'eau, et produisant un courant plus fort qui balaye ensuite toute l'étendue de l'égout. — A Paris, le curage des égouts collecteurs se fait mécaniquement, à l'aide de bateaux-vannes, dont la vanne est adaptée à l'avant du bateau (Belgrand), — dans les petits égouts, par des chasses d'eau ou à bras d'homme; — le curage du siphon s'opère à l'aide d'une boule de sapin léger, bien sphérique, qui ne laisse à la partie inférieure que 0,05 pour le passage de l'eau et des résidus; quand ceux-ci viennent à obstruer ce passage, l'eau s'accumule rapidement derrière la boule, la repousse vers l'extrémité, et le siphon se vide.

8° **Eaux d'égouts.** — Quant aux eaux d'égouts, elles ont une origine multiple, et sont constituées par les *eaux pluviales*, les *eaux ménagères* provenant des habitations privées, les *eaux vannes*, les *tinettes-filtres* et les *urinoirs publics*, les *balayures des rues*, les *résidus* des opérations industrielles, enfin les *excréments solides et liquides* de la population, au moins pour Londres, car à Paris, jusqu'ici ces derniers produits sont enlevés à part. Les Anglais admettent, en effet, comme axiome que les égouts doivent servir à évacuer tout ce qui est suscep-

tible d'être entraîné par les eaux. Il résulte des analyses comparatives faites sur les eaux des égouts de Londres et de Paris (grand collecteur d'Asnières) qu'elles contiennent : 1° une énorme quantité de matières utilisables au point de vue de l'agriculture et de l'industrie ; — 2° des éléments puissants d'infection pour les cours d'eau (fleuves, rivières, Proust). — Cadiat y a constaté, en outre, l'absence complète d'organismes inférieurs (animaux ou végétaux), par suite de la quantité considérable d'ammoniaque et d'hydrogène sulfuré qu'elles renferment. Elles sont donc impropres à entretenir la vie ; aussi voit-on disparaître les animaux inférieurs et les végétaux, partout où elles passent ou séjournent.

Ces eaux conservent une température qui échappe aux variations de l'atmosphère ; en hiver, elles ne gèlent jamais et ne descendent pas au-dessous de 4 degrés ; en été, elles n'atteignent jamais 20 degrés. Leur composition moyenne correspond aux chiffres suivants pour 1 mètre cube.

Azote.....	0,145	Report.....	0,712
Acide phosphorique... ..	0,019	les acides, silice.....	0,728
Potasse.....	0,037	Matières diverses vola-	
Chaux.....	0,404	tilés ou combustibles	
Soude.....	0,085	(organiques).....	0,678
Magnésie.....	0,022	Matières diverses miné-	
Résidus insolubles dans		rales.....	0,779
A reporter	0,712	TOTAL	2,897

Les deux tiers sont solides, le tiers est en dissolution.

9° **Épuration et utilisation des eaux d'égouts.** — En présence des dangers que fait courir aux populations riveraines l'infection de la Seine, on a cherché à assai-

nir la rivière ou au moins à diminuer l'infection. Les procédés proposés pour épurer les eaux d'égouts sont *mécaniques*, *chimiques* ou *agricoles*.

a. *Procédés mécaniques.* — Ce sont : le barrage ou l'établissement de *grands réservoirs* qui permettent, à l'aide de la stagnation momentanée des eaux d'égouts, de faire précipiter les matières en suspension dans l'eau, et de laisser écouler le liquide clarifié. Ce système ne remédierait à rien, car d'un côté la stagnation de grandes masses de liquides peut devenir, par les fortes chaleurs, un véritable foyer d'infection ; tandis que le liquide clarifié contient encore en dissolution énormément de matières organiques fermentescibles ; — la *filtration*, elle n'est applicable, comme le barrage, que pour des volumes d'eau peu considérables.

b. *Procédés chimiques.* — Ils ont pour but de précipiter les matières organiques qu'on recueille dans des bassins, et qui sont ensuite employées comme engrais. Les réactifs chimiques successivement proposés sont très-nombreux ; ceux dont on se sert aujourd'hui sont : le *sulfate d'alumine*, la *chaux vive*, l'*hypochlorite de chaux*, les sels de *magnésie*, le *charbon* (charbon de bois, tourbe, lignite, fragments de coke, etc.) ; enfin un *mélange* d'alun, de sang, de charbon et d'argile, très-employé en Angleterre. — Le *meilleur* de tous ces réactifs paraît être jusqu'ici le *sulfate d'alumine*. Il est bon de faire remarquer du reste que ces divers moyens ne donnent qu'une épuration incomplète.

c. *Procédés agricoles* (Belgrand-Mille, Durand-Claye). — Ils consistent à distribuer les eaux impures à la surface d'un terrain perméable : la couche superficielle joue le rôle de filtre, et sépare les matières solides en suspension dans le liquide ; — l'eau qui pénètre plus profondément rencontre les racines des plantes qui absorbent

les parties fertilisantes qu'elles tiennent en dissolution ; — enfin les éléments nuisibles qui ne sont pas absorbés par la végétation, sont retenus et oxydés par le sol lui-même : ainsi les couches superficielles retiennent le carbonate d'ammoniaque, le carbonate de potasse et la plupart des composés nitrogénés ; — dans les couches plus profondes, les matières organiques se transforment en azotates et en azotites, et ne présentent plus aucun danger.

Le dépôt de ces matières organiques dans les couches superficielles du sol, loin d'encrasser le terrain et d'épuiser son pouvoir épurateur, constitue au contraire, suivant les expériences de Schløesing et de Boussingault, une meilleure condition d'épuration ; un sol riche en humus épurant infiniment mieux qu'un sol sablonneux ou caillouteux.

Suivant Proust, les eaux qui s'écoulent, après avoir traversé des terrains cultivés, présentent un état de pureté comparable à celui des bonnes eaux potables.

Pour que l'épuration par le sol soit convenable, il faut trouver les conditions suivantes : porosité convenable du terrain ; — régularité dans la succession des arrosages et la quantité consommée par chacun d'eux ; — enfin drainage suffisant pour évacuer la totalité des eaux épurées. — D'après Schløesing, la terre de la plaine de Gennevilliers, sous une épaisseur de sol actif de 2 mètres, peut épurer 50,000 mètres cubes, par hectare et par an.

Quant aux proportions à donner à l'irrigation, à la quantité d'eaux d'égouts nécessaire pour fertiliser un hectare de terrain, et pour obtenir un bon rendement en même temps qu'une excellente épuration, elles ont été diversement appréciées. — Suivant Durand-Claye, il faudrait 15,000 mètres cubes ; — d'après Ville, ce

chiffre est trop fort, 10,000 mètres cubes en moyenne sont suffisants. On ne doit pas dépasser 10,000 mètres cubes pour les prairies, 5 à 6,000 (10,000 au plus) pour la culture maraîchère.

Ce système d'utilisation des eaux des égouts a donné d'excellents résultats en Belgique, en Prusse et surtout en Angleterre, où des prairies, établies sur des terrains sablonneux, et ne rapportant que 50 francs par an, ont atteint, grâce à ce système d'irrigation, une valeur de 1,500 francs. Ces expériences ont été répétées avec succès dans l'établissement du *Lodge Farm* en Angleterre, et chez nous dans la plaine de Gennevilliers qui, en 1874, a absorbé plus de 8 millions de mètres cubes d'eaux d'égouts.

La surface soumise aux irrigations depuis 1872 a suivi une marche croissante de 130 hectares, elle est arrivée à 300. Les essais agricoles ont donné d'excellents résultats ; les irrigations opèrent une transformation radicale dans les usages de la culture, les céréales sont remplacées par les légumes, les prairies artificielles, et les plantes industrielles (Durand-Claye).

Les résultats obtenus sont tels qu'aujourd'hui, d'après une loi du 25 août 1876, il est interdit dans toute l'Angleterre, de jeter directement aux rivières les eaux et les résidus solides sortant des villes, des usines et des exploitations de mine (*Journ. d'Hyg.*).

La culture maraîchère se trouve particulièrement bien de ce système d'irrigation : les asperges, les artichauts, les légumes de toutes sortes, les fleurs les plus délicates, les arbres fruitiers donnent les produits les plus beaux et les plus abondants.

Les résultats obtenus par les essais dans la filtration de Gennevilliers, sont tels qu'il est actuellement question d'étendre ce système d'irrigation à la forêt de

Saint-Germain (Bouley). Schlœsing, dans un rapport publié à cette occasion, fait remarquer que, jusqu'ici, on s'est contenté d'épurer les eaux d'égoût, mais qu'on n'a pas cherché à les utiliser directement. Cependant ces eaux contiennent en solution des produits (gazeux ou solides) dont l'exploitation pourrait devenir une source de revenus considérables. Il rappelle à l'appui de son opinion, ce fait que les égouts collecteurs de Paris versent par an, 5 millions et demi de kilogrammes d'azote, d'une valeur de 13 à 14 millions de francs et équivalent à 1,200 millions de kilogrammes d'excellent fumier, capable de fumer 40 à 60,000 hectares de terrain.

A côté de ces eaux d'égouts, au point de vue de l'hygiène des villes, doivent être placées les *eaux industrielles* qui infectent également les eaux des rivières. — Elles présentent avec les premières cette *différence capitale*, qu'elles ne peuvent servir à l'amendement des terrains cultivés; très-souvent, au contraire, elles *empêchent toute végétation*. Les principales industries dont les eaux compromettent plus particulièrement la salubrité des cours d'eau sont: les *féculeries*, les *cartonneries*, les *blanchisseries*, les *fabriques de soude artificielle*, *d'engrais artificiel*, ou les industries qui se chargent de *laver et de dégraisser la laine*, le *suint* et les *peaux de mouton*, le *rouissage du chanvre*, etc.

I. Boues, nettoyages. — A la question d'entretien de la voie publique se rattache celle de l'enlèvement des boues. — Suivant Chevalier, la propreté d'une grande ville dépend des conditions suivantes: 1° *point de dépôt d'immondices* sur la voie publique, jusqu'au passage des voitures destinées à les enlever, et circulant à des heures fixes. Le grand obstacle à l'exécution de cette mesure est actuellement l'existence de la corporation des chiffonniers, qui vivent des rebuts de la popu-

lation; cette difficulté disparaîtra avec le temps, car on n'accorde plus de nouvelles permissions de chiffonner; — 2° *l'enlèvement régulier des boues* qui, à Paris, avant l'annexion, fournissait 80 à 100,000 tombereaux par an. Ces boues enlevées, soit par voies de navigation, soit par les chemins de fer, sont vendues comme engrais; — 3° *placement d'urinoirs* en grand nombre sur la voie publique; — 4° *établissement de latrines publiques* et gratuites, en quantité suffisante, et surveillées avec soin.

Cette dernière question est importante au point de vue hygiénique; nous avons déjà vu, à propos des fosses d'aisances dans les habitations, les précautions à prendre pour empêcher les émanations des fosses d'empêcher l'atmosphère, et les divers procédés proposés successivement pour la désinfection des matières fécales. — Quant à l'habitude dégoûtante d'uriner ou de déposer des ordures le long des murs, il n'y a d'autres remèdes que l'établissement d'urinoirs et de latrines publiques et gratuites. A ce point de vue, depuis 1805, époque à laquelle Decœur proposait le premier un appareil pour recueillir les urines, des progrès sérieux ont été opérés dans les systèmes mis successivement à la disposition du public (*baquets à soupape* de Dufour, *urinoirs à grille* de Lenoir, *urinoirs à cuvette* communiquant avec les égouts, de Chevallier, etc.). Actuellement, les systèmes de latrines et d'urinoirs publics remplissent toutes les conditions hygiéniques désirables, et présentent principalement une inodorité à peu près complète. On ne peut leur reprocher qu'une chose, c'est d'être uniquement destinés aux hommes; il semble qu'on ait complètement oublié les femmes dans cette question d'hygiène publique.

J. Éclairage public. — La première tentative d'éclair-