villes par le système de canalisation souterraine, c'est que les matières y circulent d'une façon continue, ne stagnent, ni à aucun moment, ni sur aucun point. Cette stagnation qui était la règle dans la plupart des anciens égouts était la principale cause de leur insalubrité et de leur mauvaise réputation.

Pour que cette circulation continue puisse être réalisée, il est indispensable de disposer d'une assez grande quantité d'eau, et c'est justement la disette de ce précieux agent d'assainissement qui pourra dans bien des villes retarder l'établissement d'une canalisation rationnelle. On estime qu'une quantité de 150 à 300 litres par jour et par habitant est nécessaire pour obtenir une circulation satisfaisante des matières et un bon lavage.

On ne peut compter pour le nettoyage des égouts sur l'eau de pluie, seule chargée naguère de cette opération ; elle est beaucoup trop intermittente et fait défaut justement au moment où elle serait le plus nécessaire. Aussi la question des égouts est intimement liée, surtout si l'on veut appliquer le *tout à l'égout*, à l'approvisionnement d'eau.

Quelle que soit la continuité du courant, cela ne suffit pas en général à prévenir les envasements et les dépôts qui se produisent contre les parois. Il y a d'ailleurs intérêt à ménager l'eau. Aussi est-il nécessaire d'avoir recours à certains artifices permettant de déterminer avec une quantité relativement faible de liquide d'énergiques courants susceptibles d'entraîner les matières adhérentes.

A Paris où les dimensions des égouts ont été, de l'avis général des hygiénistes, un peu exagérées, on est obligé d'employer des procédés fort coûteux comme

main-d'œuvre, curage à la main pour les petits égouts, wagons et bateaux — vannes, barrages, pour les grands, etc., etc.

En Angleterre et en Allemagne c'est principalement aux chasses automatiques fondées sur le procédé du siphon qu'on a recours. Des réservoirs de 10^{mc}. de capacité sont placés en tête de chaque égout ; en se vidant instantanément dans ces égouts une à deux fois par 24 heures, ils donnent lieu à un véritable torrent d'eau. Mais comme l'énergie de ce courant s'épuise vite, on a disposé de distance en distance des portes de retenue, derrière lesquelles s'accumule l'eau et qui s'ouvrent de même automatiquement dès que le liquide a atteint un certain niveau. Ce système de chasse, le seul employé à Francfort, à Berlin, à Londres et qui suffit à nettoyer les canaux et à assurer la libre circulation des matières, représente une grande économie de main-d'œuvre, (2 égoutiers pour 155.000 hab.) à Francfort. Il tend du reste à se répandre en France. Il a été recommandé par la commission technique de l'assainissement de Paris, et il fonctionne déjà dans plusieurs villes de province.

Les égouts étant en Allemagne et en Angleterre de bien plus petite section qu'à Paris, on a dû se prémunir contre les averses torrentielles et soudaines qui se produisent quelquefois et que les conduites habituelles seraient incapables de recevoir. A cet effet on a disposé sur le trajet des égouts, de distance en distance, des ouvertures de trop plein par lesquelles l'eau se déverse dans des canaux de dérivation et de là dans les cours d'eau.

Ventilation des égouts. — Il ne suffit pas que les égouts soient souvent et abondamment lavés, il faut encore qu'ils soient largement ventilés, que l'air y cir-

de poteries de 0,15 à 0,19 de diamètre pour les rues ordinaires, de 0,22 pour les artères principales. Des chasses d'eau automatiques sont établies à la tête de chaque conduit principal, des grilles et des obturateurs hydrauliques sont placés à toutes les entrées d'eau pour arrêter les matières solides et les émanations. Il va sans dire que tous les conduits de la maison sont pourvus aussi à leur origine de siphons. La ventilation de cette canalisation se fait au moyen de prises d'air installées sur les regards de visite qui se trouvent au point d'intersection des conduits principaux.

Ce système n'est en somme qu'une modification du système Waring dans laquelle on admettrait les eaux pluviales, les liquides de la voie publique, ainsi que les matières excrémentitielles et qui serait en libre communication avec l'air extérieur.

III. — Utilisation des eaux d'égout.

Une fois évacuées hors de la ville, que doit-on faire de ces eaux vannes si éminemment fermentescibles, contenant non seulement une grande proportion de matières organiques, mais aussi nombre de germes dangereux qui y trouvent un terrain merveilleusement propice à leur prolifération ? C'est là un des plus graves et des plus difficiles problèmes de l'assainissement des villes, un de ceux qui a soulevé et qui soulève encore les plus vifs débats, témoins les récentes discussions auxquelles ces questions ont donné lieu dans nos assemblées délibérantes.

Avec un bon réseau d'égouts lavé comme il doit l'être, la quantité d'eaux vannes que déversent les col-

lecteurs est très considérable. A Paris cette quantité est de 250.000 à 350,000 mètres cubes par 24 heures, à Londres, de 400.000 à 600.000, ce qui fait une moyenne de 100 à 150 litres par tête et par jour. Dans les villes industrielles où les usines envoient aux égouts des eaux résiduaires, cette quantité est encore plus grande. Ainsi à Birmingham elle est de 222 litres par tête, à Glascow, de 363 litres, à Reims, de 406 (Rochard).

La composition des eaux vannes est très variable et se modifie suivant la nature et l'abondance des résidus, suivant le volume d'eau dans lequel ceux-ci sont dilués.

Voici le chiffre moyen obtenu par l'analyse des eaux d'égout de Paris pendant 10 ans.

Azote.....	45	gr. par	mètre	cube.
Mat. organiques...	773	»	»	»
Acide phosphorique	18	»	»	»
Potasse.....	37	»	»	»
Mat. minérales....	1622	»	»	»

(A. Durand Claye).

La commission technique de l'assainissement de la Seine admet une moyenne de 51 grammes d'azote par mètre cube.

Lorsque ces eaux sont laissées quelque temps à l'abri du contact de l'air, il ne tarde pas à se former des sulfures et de l'hydrogène sulfuré par suite de la réduction des sulfates. C'est ce dégagement d'hydrogène sulfuré qui est la principale cause des odeurs et parfois des accidents d'intoxication qui se produisent dans les égouts dans le cas de stagnation de matières et de ventilation défectueuse. Si l'oxygène de l'air au contraire a

libre accès, cette réduction des sulfates n'a pas lieu et les eaux vannes ne développent aucune odeur bien sensible.

L'eau d'égout, comme on devait le supposer d'ailleurs, est aussi très riche en micro-organismes. Miquel y a compté 20,000 bactéries par centimètre cube, tandis que l'eau de pluie n'en contient que 35, et l'eau de la Seine, qui ne passe pas pour un type de pureté, 1,200. Il suffit d'un millionième de goutte pour féconder et peupler d'organismes une conserve de liqueur d'épreuve. La plupart de ces bactéries sont, il est vrai, des bactéries saprophytes dont la concurrence vitale doit être peu favorable au développement des microbes spécifiques qui se trouvent accidentellement mêlés aux premières.

Quoiqu'il en soit, il y a dans cette quantité énorme de liquides évacués par les égouts et dans la composition de ces liquides une source d'inconvénients et de dangers pour la salubrité des villes, si l'on ne parvient à s'en débarrasser par des procédés rationnels, économiques et inoffensifs.

Projection dans les cours d'eau et à la mer. — Le moyen le plus simple, le plus anciennement pratiqué, parce que c'est celui qui s'offre le plus naturellement à l'esprit, celui qui est encore en usage dans l'immense majorité des villes, est le déversement des eaux vannes dans la mer, lorsque la ville est sur le littoral, dans les cours d'eau sur les bords desquels les villes sont bâties, si celles-ci sont dans l'intérieur des terres.

Naguère encore à Paris, les égouts des divers quartiers suivaient le trajet le plus direct et débouchaient dans la Seine pendant son passage à travers la ville. Les

eaux vannes de la Cité et de l'Ile St-Louis s'y déversent encore.

L'établissement de collecteurs suivant le trajet du fleuve et allant déverser plus ou moins loin en aval le contenu des égouts, comme on l'a fait à Paris et à Londres, a déjà été un progrès considérable sur l'état antérieur et ne pouvait certainement que contribuer à l'assainissement des villes.

Cette solution ne fait malheureusement que tourner la difficulté, ou, si l'on aime mieux, l'éloigner ; elle ne la résout pas. La pollution des cours d'eau, au lieu de se faire dans la ville même, se fait un peu plus loin, au grand dommage des riverains.

La Seine contient 0,85 d'azote organique par mètre cube en amont du collecteur de Clichy, 1 gr. 50 en aval, après qu'elle a reçu le collecteur de ce nom et 7 gr. 27 à St-Denis quand elle s'est chargée des résidus du dépotoir de Bondy (Gérardin). Tous les promeneurs ont pu s'assurer *de visu* combien étaient vraies les descriptions données par Durand Claye et Daremberg des bords de la Seine, entre Asnières et St-Denis.

Les constatations faites en Angleterre sur l'eau des rivières après leur traversée dans les grands centres donnent des résultats analogues.

Cette pollution des rivières, n'atteint pas cependant partout le même degré d'intensité. Elle dépend du rapport de la masse de déchets fournie par la population riveraine avec le volume d'eau et la vitesse du courant. La Seine, quand les eaux sont basses, ne débite guère plus de 45 mètres cubes d'eau à la seconde, ce qui fait que les liquides d'égoûts ne sont dilués que dans treize fois leur volume d'eau. A Francfort ils sont dilués

dans 1000 fois leur volume d'eau du Mein, et à Cologne, dans 3663 fois leur volume d'eau du Rhin.

On comprend de quelle importance est ce facteur quand il s'agit d'apprécier le danger de la pollution des cours d'eau pour le déversement des eaux d'une ville.

Un autre élément qui doit aussi entrer en ligne de compte, c'est l'assainissement spontané qui s'accomplit peu à peu dans les cours d'eau souillés à la suite de leur passage dans les agglomérations urbaines. Les particules solides se précipitent et se déposent, les matières organiques s'oxydent et sont finalement transformées en acide carbonique, ammoniaque, hydrogène sulfuré et carboné, dont le dégagement est la principale cause, comme nous l'avons dit, des odeurs dont se plaignent les riverains. Cette oxydation est favorisée par le mouvement du fleuve et par les nombreux organismes animaux et végétaux qui vivent dans ses profondeurs. La Seine, si souillée près d'Asnières, a repris son apparence et sa limpidité normale à Mantes, à 109 kil. La souillure de l'Oder a tout à fait disparu à 32 kilomètres en aval de Breslau.

Cette épuration toutefois est limitée dans ses effets, et si l'apport des matières est trop considérable, elle ne se fait plus que d'une façon imparfaite. C'est ce qui tend à se produire pour la Seine et pour de nombreux cours d'eau dont le débit est relativement peu élevé.

Bien que les recherches entreprises de divers côtés pour déterminer l'influence nocive que peut exercer sur les localités riveraines la pollution des rivières, n'aient pas donné jusqu'ici de résultats bien positifs, abstraction faite, cela va sans dire, des cas où ces localités empruntent au cours d'eau leur eau de boisson, il n'en

est pas moins certain qu'elle est pour ces localités une source d'incommodités, et probablement d'insalubrité. Aussi l'hygiène doit-elle réclamer énergiquement la protection des cours d'eau. Le vœu formulé par Brouardel demandant l'interdiction absolue et immédiate de la projection des matières fécales dans les eaux de source ou de rivière a été votée à l'unanimité par l'Académie de médecine.

Des lois, des ordonnances ministérielles destinées à assurer la protection des cours d'eau ont essayé de donner satisfaction aux plaintes légitimes des riverains. (France, Lois des 22 déc. 1789, 16 août 1790, Ord. Roy. de 1773 et 1777 et Arrêté ministériel, 24 juillet 1875, rappelant ces lois ; — Angleterre, Rivers pollution act 1876). Mais ces prescriptions dont l'intention était excellente sont le plus souvent, par la force même des choses, restées lettre morte et il a fallu dans la pratique tempérer ce que le principe avait de trop absolu.

Tout en admettant qu'on doit en principe empêcher la pollution des cours d'eau, ce que nous venons de dire montre qu'il est bien difficile de poser dans la pratique des règles absolues quand il s'agit du déversement des eaux vannes dans une rivière. Tout dépend de la quantité de matières et de l'importance de la rivière.

Lorsque les villes sont situées sur des fleuves dont le débit est très considérable relativement à l'importance de la population, les dangers de la pollution du cours d'eau sont tellement atténués qu'il n'y a guère à en tenir compte. Cologne, Rome, Londres, Vienne continuent à projeter dans le fleuve voisin leurs matières et ne paraissent pas s'en mal trouver. Cette solution est encore très acceptable pour les petites agglomérations,

lorsque la rivière qui passe auprès a un courant rapide.

Quant aux villes maritimes, presque toutes envoient aujourd'hui leurs immondices à la mer. Bien que ce procédé soit loin d'être approuvé par tous les hygiénistes, il semble qu'on puisse y avoir recours sans sérieux dommages partout où la marée est assez forte pour entraîner au large les résidus (Rochard). Beaucoup de villes anglaises du littoral pratiquent ce déversement à la mer. Une condition indispensable toutefois, si l'on adopte cette solution, c'est qu'une conduite spéciale prolongée dans la mer, à une distance plus ou moins grande du rivage, emporte au large les eaux vannes et que les égouts ne viennent pas déboucher, comme c'est le cas à Marseille et à Toulon, dans le port, les darses, les baies étroites, dans ce que, en terme de marine, on nomme *les eaux mortes*.

Epuration chimique. — Les agents chimiques qui ont été proposés pour épurer les eaux vannes sont fort nombreux. Malheureusement aucun des procédés essayés jusqu'ici ne semble remplir complètement le but qu'on se propose ; *précipiter les matières en suspension, détruire les matières dissoutes, rendre inoffensifs les germes infectieux que les liquides peuvent contenir, et enfin être d'un emploi économique.*

La plupart de ces procédés ne parviennent guère qu'à précipiter les matières en suspension, à rendre à l'eau une partie de sa limpidité et à lui enlever sa mauvaise odeur, en arrêtant, le plus souvent momentanément, la putréfaction, ce qui est bien déjà quelque chose, il est vrai.

L'agent chimique le plus généralement employé est la chaux à l'état de lait de chaux que l'on mélange avec

les matières au fur et à mesure de leur arrivée dans les bassins d'épuration. La chaux est, selon R. Koch, un excellent désinfectant, et lorsqu'elle est employée à doses suffisamment concentrées, elle tue les germes infectieux. A Francfort, elle réduit considérablement le nombre de bactéries contenues dans les eaux d'égout. De plus elle a l'avantage de coûter très bon marché. Elle agit moins bien sur les matières organiques dissoutes et a l'inconvénient de perdre rapidement son action en absorbant l'acide carbonique de l'air et en se transformant en carbonate, ce qui permet aux bactéries de la putréfaction de pulluler de nouveau dans les eaux.

A Francfort, on y ajoute du sulfate d'alumine qui précipite mieux les matières dissoutes et qui a de plus la propriété de neutraliser l'excès de chaux.

Il serait trop long d'énumérer toutes les substances qui ont été conseillées. Nous nous bornerons à citer l'alun, les sels de fer, particulièrement le sulfate, le phosphate de chaux et d'alumine, le charbon etc. etc. qui, mélangés en proportions diverses avec la chaux, forment la base de la plupart des produits désinfectants prônés par leurs inventeurs. Tous sont passibles des mêmes reproches adressés à l'épuration chimique en général.

Epuration mécanique. — L'épuration mécanique comprend deux ordres de moyens, la filtration et la décantation.

La filtration consiste à faire passer l'eau à travers une couche plus ou moins épaisse de sable, d'argile ou de charbon. Le procédé qui donne de très bons résultats pour les eaux d'alimentation réussit moins bien pour

cule abondamment de façon à activer l'oxydation des matières organiques qu'ils charrient et à permettre aux ouvriers d'y travailler. C'est d'ailleurs le meilleur moyen d'empêcher les émanations incommodes ou dangereuses qu'on leur a reprochées, non sans raison.

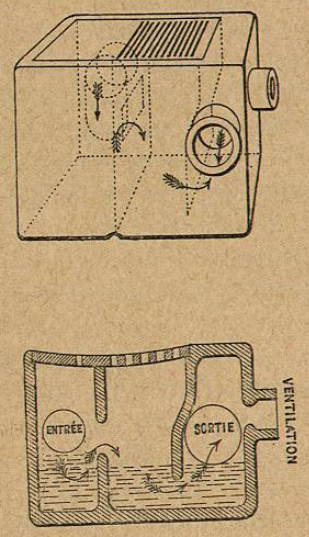

Fig. 28. — Intercepteur de Hellyer (d'après Friot).

Une bonne ventilation, malheureusement, est dans la pratique assez difficile à réaliser. Toutes les tentatives qu'on a faites pour la centraliser, pour déterminer par des cheminées d'appel placées en tête des égouts comme à Francfort et à Londres des courants dans tout le réseau, n'ont donné que des résultats médiocres.

A Paris, la ventilation se fait par les bouches d'égout, mais, ainsi que l'a constaté Marié Davy, le courant est essentiellement variable, ascendant dans les unes, c'est-à-dire dirigé de l'égout vers la rue, descendant dans les autres. C'est à cette cause qu'on attribue généralement les odeurs si incommodes qui se répandent dans certaines saisons dans la capitale et qui ont donné

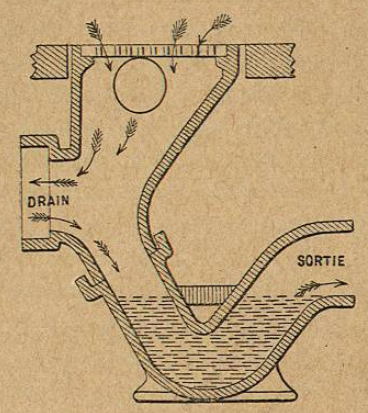

Fig. 29. — Siphon intercepteur Mansergh (d'après Friot).

lieu à plusieurs reprises à de si vives plaintes de la part des habitants.

Suivant Erismann, la seule ventilation vraiment efficace est celle qui est localisée à chaque portion de réseau, celle qui se fait surtout par la canalisation des maisons, par les tuyaux de chute, qui, ainsi que nous allons le voir, a bien aussi ses inconvénients.

Communication des égouts avec l'habitation. — Dis-

connection. — Les gaz et les émanations des égouts peuvent, si on ne prend pas des mesures en conséquence, refluer par les tuyaux de chute dans le cabinet et de là dans l'appartement. Il y a là une source de graves incommodités et même de dangers pour les habitants. On sait le rôle que les hygiénistes anglais font jouer à ces émanations dans l'étiologie de plusieurs maladies infectieuses, en particulier de la fièvre typhoïde. Peut-être ont-ils un peu exagéré la fréquence de cette cause. Il a été, au delà du détroit, un peu d'habitude banale, de la part des médecins et du public de rapporter à cette origine, sans preuves suffisantes, la plupart des épidémies de maison. Il n'en est pas moins vrai que la communication de l'égout avec la maison est une cause grave d'insalubrité et qu'il faut à tout prix l'empêcher, assurer, comme disent les anglais, la *disconnection.*

Nous avons déjà indiqué le moyen dans le chapitre de l'habitation d'intercepter cette communication en plaçant un siphon hydraulique à la base de la cuvette des cabinets, des conduites d'évier, des tuyaux d'échappement des baignoires et des lavabos, à l'origine en un mot de toutes les branches de la canalisation. En outre pour mieux assurer la protection de la maison, la plupart des hygiénistes conseillent de placer, conformément à ce qui se pratique dans les maisons anglaises, un second siphon au débouché du branchement de la maison dans l'égoût, siphon auquel ils donnent le nom de *siphon de pied.* L'utilité de cette pratique a toutefois été contestée dans ces derniers temps par certains ingénieurs sanitaires américains qui font observer qu'elle empêche la ventilation des égouts par les tuyaux de chute, ventilation dont nous venons de voir l'importance et l'efficacité. Arnould et Watzon qui insistent l'un et l'autre tout particulièrement sur la nécessité de cette ventilation sembleraient se ranger à cette manière de voir.

Système de canalisation Masson. — Le système d'égouts tel que nous venons de le décrire et tel qu'il est établi dans les capitales est fort coûteux d'installation

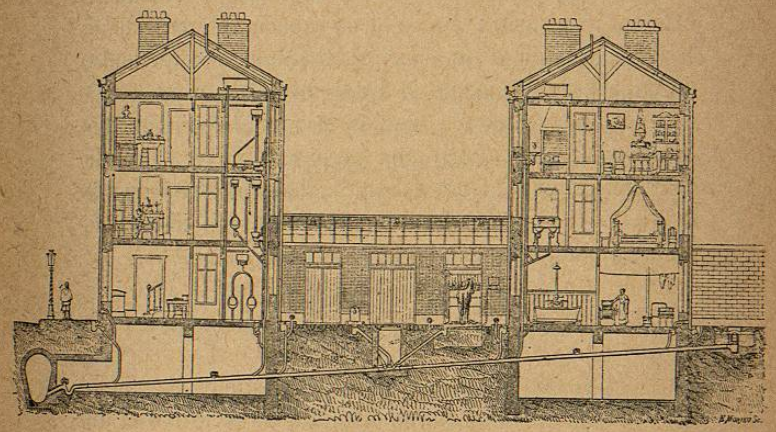

Fig. 30. Canalisation d'une maison pratiquant le *tout à l'égout* (d'après Friot).

et d'entretien. Il n'est guère à la portée des villes dont le budget est limité et les ressources modestes. Leur assainissement cependant n'intéresse pas moins l'hygiène publique que celui des centres plus considérables.

S'inspirant de ces idées, l'ingénieur Masson a conseillé un système de canalisation beaucoup plus économique (80 0/0 d'économie environ) dans lequel les égouts en maçonnerie sont remplacés par des tuyaux