

SIXIÈME PARTIE

DE L'EAU

BIBLIOGRAPHIE. — HIPPOCRATE. *Des airs, des eaux et des lieux*. — HALLÉ. *Procès-verbal de la visite faite le long des deux rives de la rivière de Seine, depuis le Pont-Neuf jusqu'à la Rapée et à la Gare*. 1790. — PARENT-DUCHATELET et PAVET DE COURTEILLE. *Recherches et considérations sur la rivière de Bièvre et des Gobelins, et sur les moyens d'améliorer son cours*. Paris, 1822. — MILLE. *Rapport sur le mode d'assainissement des villes en Angleterre et en Ecosse*. 1854. — *Rapport de la commission d'enquête sur la dérivation des eaux de la Dhuis*. 1861. — GRIMAUD DE CAUX. *Des rivières et de leurs rapports avec l'industrie et l'hygiène des populations*. 1864. — GÉRARDIN. *Travaux d'assainissement des rivières*. 1869. — A. PARKES. *A Manual of practical hygiene*, 1875. — GAUTIER. *Chimie appliquée à la physiologie*. 1874. — DURAND-CLAYE. *Rapport sur l'assainissement de la Seine*. 1874. — MILLE. *Note sur l'assainissement de Berlin*. 1876. — V. DUCHATAUX. *De l'épuration des eaux d'égout et de leur emploi au profit de l'agriculture*. Reims, 1875. — BOUDET. *Rapport sur l'aération des eaux de la Seine par les égouts collecteurs d'Asnières et du Nord et sur son assainissement*. 1874. — *Assainissement de la Seine. Enquête. Annexes. Documents administratifs*. 1876. *Les eaux d'Erfurth*. 1876. — *Plan über die gewinnung und Vertheilung des Wassers in der Stadt Dusseldorf*. — *Canalisation de Francfort-sur-le-Mein*. 1876. — *Aqueduc, canalisation et champs irrigués de Dantzig*. 1876. — *Das öffentliche Wasser. — Uersogungwesen im Konigreich Württemberg*. 1876. — LINDLEY. *Rapport sur le projet d'épuration et d'utilisation agricole des eaux d'égout de Francfort-sur-le-Mein*. 1877. — VARRENTRAPP. *Brochures diverses sur la question*. 1875-1878. — BALDWIN. *Les trois derniers rapports annuels du Board of Health de Boston*. — BALDWIN LATHAM. *Sanitary engineering*. London, 1875, in-8°. — BAILEY DENTON. *Sanitary engineering*. London, 1877. — BALDWIN LATHAM. *Severage*, 2^e édition 1878. *On the influence of sewage farms on public health. The sanitary Record*. 20 octobre 1879. — PENGRINE BERGLE. *Notice sur cinquante exemples de fermes à sewage profitables*. 1878-1879. — Le colonel JONES. *Si une ferme à eau d'égout peut être profitable*. 1878. — D^r ALLEN STURGE. *Compte rendu des irrigations de Gennevilliers et discussion à la société des Surveyors*. — VAN MIERLO, ingénieur de la ville. *Rapport sur les travaux d'assainissement et de couverture de la Senne, à Bruxelles*. 1878. — *Note du directeur des travaux de Paris sur les eaux et égouts au conseil municipal*, 1879. — A. DURAND CLAYE. *Situation de la question des eaux d'égout en France et à l'étranger*. 1877. — VILMORIN et ORSAT. *Rapports sur les cultures maraîchères aux eaux d'égout et sur la plus-value locative des terrains, faits au nom de la commission d'études nommée par M. le préfet de la Seine*. 1877-1878. — SCHLESING, A. DURAND CLAYE et A. PROUST. *De l'aération des cours d'eau*. Rapport au congrès d'hygiène de Paris. 1878.

De l'Eau en général.

L'eau est un liquide qui passe facilement à l'état de vapeur ; mêlée à l'air, sous cette nouvelle forme, elle nous pénètre de toutes parts. L'eau

est transparente et incolore lorsqu'elle est vue sous une faible épaisseur, mais, en masse considérable, elle est bleuâtre par réflexion, et rouge par transmission.

Cavendish fut le premier à l'étudier au point de vue chimique, et Lavoisier, en 1785, en fit l'analyse et la synthèse. Carlisle et Nicholson la décomposèrent avec la pile : elle est composée de 11,111 d'hydrogène et de 88,889 d'oxygène.

Jamais on ne la rencontre à l'état de pureté absolue ; elle contient en dissolution des gaz, des sels et des matières organiques ; parfois il y existe des corps organisés. On constate facilement la présence des gaz en la chauffant dans un ballon et celle des sels en l'évaporant. Enfin, en la calcinant, les matières organiques laisseront, après évaporation, un résidu qui devient noirâtre.

L'eau passe à l'état de vapeur lorsqu'on élève la température au-dessus de 100 degrés. La densité de la vapeur est de 0,622. L'atmosphère en contient presque toujours une quantité plus ou moins grande. La proportion que l'air peut en renfermer dépend de la température. Il existe un maximum hygrométrique pour chaque degré de chaleur. Lorsque ce maximum est atteint, on dit que l'air est saturé. L'état hygrométrique de l'air est l'un des éléments les plus importants d'un climat. C'est ainsi qu'au bord de la mer l'air est toujours saturé ; il est au contraire très sec dans les pays chauds et arides, et ces conditions, qui peuvent varier à l'infini, ont une grande influence sur la vie et la santé des plantes, des animaux et de l'homme.

L'eau est l'intermédiaire obligé entre la cellule ou l'être vivant et la plupart des éléments qui doivent être fixés dans l'organisme. Un grand nombre de corps simples sont en effet solubles dans l'eau, il en est de même de la majorité des sels et des corps organiques. Dissous dans l'eau, ces corps se présentent sous un état qui semble le plus propre à l'absorption.

Il est de la plus haute importance, au point de vue hygiénique, d'assurer le service des eaux partout où les hommes sont réunis en grand nombre. Les camps, les cités, les habitations particulières, doivent toujours avoir à leur portée une quantité d'eau suffisante pour les besoins journaliers, et dont la composition chimique ne s'écarte pas d'un type déterminé. Au reste, depuis quelques années, l'importance hygiénique de cette question a pris un développement inattendu. Nous savons, à n'en pas douter, ce que nos prédécesseurs ne soupçonnaient guère, c'est que les germes d'un grand nombre de maladies épidémiques ou contagieuses sont transportés par l'eau et viennent infecter directement des populations entières.

Nous nous proposons d'examiner ici les points suivants :

1^o Composition des eaux potables ;

2^o Quantité d'eau nécessaire pour l'usage journalier dans les diverses conditions de la vie ;

3^o Moyens pratiques de recueillir, de conserver et de distribuer les eaux ;

4^o Étude des eaux impures ou malsaines (eaux d'égout, eaux industrielles, eaux de marais, etc.) ;

5^o Effets pathologiques déterminés par l'usage des eaux malsaines.

CHAPITRE PREMIER

COMPOSITION DES EAUX POTABLES.

CLASSIFICATION DES EAUX. — Toutes les eaux peuvent être classées dans l'une des divisions suivantes :

- | | |
|--------------------|-----------------------------|
| 1° Eaux douces | } courantes.
stagnantes. |
| 2° Eau de mer. | |
| 3° Eaux minérales. | |

EAUX DOUCES. — La pluie tombant sur le sol est l'origine de différentes espèces d'eaux dont l'ensemble peut être réuni sous la désignation d'*eaux douces* ou d'*eaux potables*. Ce sont les seules dont nous aurons à nous occuper. L'*eau de mer* n'est pas une eau potable. Quant aux *eaux minérales*, leur étude n'est pas de notre ressort ; elle appartient de plein droit à la thérapeutique, dont les sources thermales constituent l'un des agents les plus précieux. Nous allons étudier les eaux potables en commençant par les *eaux courantes*.

EAUX COURANTES

Les eaux potables naturelles des sources et des rivières paraissent préférables en raison des substances minérales et gazeuses qu'elles contiennent, cependant en très faible proportion ; elles sont alors plus agréables au goût, plus légères et plus salubres.

Les substances gazeuses qui contribuent aux bonnes qualités des eaux potables sont l'air (oxygène et azote) et l'acide carbonique.

Parmi les substances minérales, le carbonate de chaux paraît jouer le rôle le plus utile : c'est lui qui domine dans les eaux de rivière et dans les meilleures eaux de source ; il y est tenu en dissolution, ainsi que le carbonate de magnésie, à l'aide de l'acide carbonique en excès. La silice se trouve dans toutes les eaux potables et le sulfate de chaux dans la plupart d'entre elles ; toutes les autres substances, assez nombreuses dans les eaux potables naturelles, y sont à faible dose.

EAUX DE SOURCES. — Les eaux de pluie peuvent couler à la surface du sol ou pénétrer profondément à l'endroit même où elles sont tombées. Si le sol est perméable, elles s'y infiltrent peu à peu jusqu'à une profondeur plus ou moins grande. Mais, à un niveau variable, elles rencontrent une couche infranchissable sur laquelle elles s'étendent, obéissant ainsi aux

lois d'équilibre des liquides. Si cette couche imperméable existe sur un vaste espace, il se forme une espèce de lac souterrain.

Pendant son trajet, l'eau se charge de principes minéraux divers. Aussi les eaux de sources sont-elles de composition variable. Les eaux qui traversent les terrains secondaires sont les meilleures.

Les sources proviennent souvent d'une eau qui a traversé des terrains calcaires et siliceux. Elles contiennent alors une certaine quantité de carbonate de chaux en solution, grâce à de l'acide carbonique libre, un peu de silice et des chlorures de sodium et de magnésium, ainsi qu'une petite quantité de sulfates. Ces eaux peuvent être bonnes. Cependant, avant de pénétrer dans le sol, l'eau se charge quelquefois d'une grande quantité de matières organiques et d'acide carbonique ; l'eau de la source contient alors trop de bicarbonate de chaux ; les matières organiques, en présence des sulfates, donnent naissance, par réduction, à des sulfures qui à leur tour peuvent dégager de l'hydrogène sulfuré. Ces eaux sont évidemment mauvaises.

Les eaux de source ont ordinairement l'avantage d'être toujours limpides et d'offrir une température constante. Certaines d'entre elles présentent même une température fort élevée. C'est ce qui a lieu surtout pour les puits artésiens. On pourrait évidemment les utiliser dans l'industrie.

Si l'excès d'acide carbonique qui maintient le carbonate de chaux en solution se dégage, le sel se précipite. Cependant, lorsque les eaux sont captées à la source même, les dépôts se produisent moins facilement qu'à l'air libre. Ce n'est d'ailleurs qu'un simple retard, car, l'incrustation se faisant peu à peu, les conduits finiront par être obstrués, comme on l'a vu, en moins de vingt ans, à Grenoble et à Lyon. D'ailleurs, en s'éloignant de son lieu d'origine, l'eau acquiert des propriétés physiques et chimiques de plus en plus différentes. Voilà pourquoi, sans doute, des rivières qui, près de leur source, paraissent impropres aux usages alimentaires, peuvent fournir, au contraire, à la population des villes qu'elles traversent, après un long parcours, une boisson aussi saine qu'abondante. C'est ainsi que l'Isère, à Grenoble, le Rhône, à Lyon, donnent aux habitants une eau parfaitement salubre, tandis que ces mêmes rivières, à leur origine, traversent des vallées où règne le goître endémique, dont la provenance est attribuée à la composition chimique de leurs eaux.

Il ne faudrait pourtant point supposer que les eaux de source ont toujours des propriétés nuisibles à la santé. En donnant la préférence aux sources dont la composition chimique ne laisse rien à désirer, on obtient une boisson qui, est préférable aux eaux de rivières, presque toujours empoisonnées par des matières organiques dans un état de décomposition plus ou moins avancé.

Il est généralement admis que les villes, les établissements publics et les simples particuliers, peuvent user sans scrupule des eaux de sources qui se trouvent à leur portée, à la condition que celles-ci ne présentent pas une richesse trop grande en matières minérales. Une bonne eau de source ne doit pas marquer plus de 20° à l'hydrotimètre ; elle ne doit pas renfermer une proportion trop forte de sels calcaires et magnésiens, ni surtout de sulfate de chaux. Lorsque la température est trop élevée, il suffira de la laisser refroidir pour en faire usage sans inconvénient. Nous ne parlons pas, bien entendu, des sources qui présentent des propriétés actives au point de vue médical, et qui doivent être classées parmi les eaux minérales. On sait que la composition chimique des eaux n'est pas à cet

égard leur seul titre de noblesse : il faut donc s'en rapporter dans une certaine mesure à l'expérience et à la tradition pour juger la valeur d'une eau de source au point de vue de l'alimentation.

PUITS ARTÉSIENS. — Les puits artésiens sont des sources artificielles d'où l'eau s'élève à une certaine hauteur au-dessus du sol. On peut donc leur appliquer tout ce qui vient d'être dit au sujet des sources.

Les puits artésiens paraissent avoir été déjà connus des anciens. Olympiodore, qui vivait à Alexandrie vers le milieu du sixième siècle, rapporte qu'on avait creusé des puits à 200, à 300 et quelquefois à 400 aunes de profondeur, qui lançaient par leur orifice des rivières d'eaux dont les agriculteurs profitaient pour arroser les campagnes. Le plus ancien puits artésien de l'Artois remonte, dit-on, à 1126 ; il existe à Lillers, dans un ancien couvent de Chartreux.

Les puits artésiens, qui fournissent un appoint très-utile aux eaux d'une ville, ne peuvent cependant pas servir de base à la distribution des eaux. En effet, leur débit est variable, et les conduits qui amènent l'eau à la surface sont sujets à des obstructions fréquentes. En outre, des commotions souterraines et d'autres causes inconnues peuvent faire varier la quantité d'eau qu'ils fournissent. C'est ainsi qu'à Tours, 11 puits artésiens ayant été forés de 1830 à 1837, l'un d'eux a complètement cessé de fournir de l'eau ; les autres ont vu successivement abaisser leur débit. Sur 17 puits artésiens creusés à Venise, 9 sont taris, et le débit des autres a notablement diminué.

Les puits artésiens peuvent cependant rendre de grands services.

A Paris, le puits de Grenelle donne une eau très salubre contenant 0^{gr},142 de substances salines par litre. Le principal reproche à lui faire est que l'eau qui en est chassée dégage un mélange gazeux contenant 22 pour 100 d'acide carbonique et 78 pour 100 d'azote. Cette eau, arrivée au réservoir du Panthéon, n'est utilisée qu'après avoir été mélangée avec les autres eaux qui servent à l'alimentation de Paris. Le puits de Passy est d'un débit très variable ; il a donné 8600 mètres cubes par 24 heures ; cette quantité est descendue à 7000 mètres. En élevant l'eau au niveau nécessaire pour atteindre le réservoir de Passy, on réduit le débit à 5900 mètres. Le degré hydrotimétrique de cette eau est de 12°,5.

L'eau de ces puits, lorsqu'elle est captée profondément, offre toujours une température élevée. Le puits artésien de Rochefort, foré à 856^m,78, donne de l'eau à la température de 40°,6. On pourrait l'utiliser pour des bains.

EAUX DE MONTAGNES. — Les glaces et les neiges des montagnes, dit M. Gautier, ne sont pas constituées par de l'eau pure. Elles contiennent une petite quantité de matières minérales où dominent les sulfates et les chlorures, matières qui augmentent à mesure que les eaux se transforment en torrents. Elles sont bien loin d'être dénuées de corps organiques, et les milliers de puces des glaciers que l'on rencontre sur les glaces ne peuvent

se nourrir qu'aux dépens des débris d'animaux ou de plantes qu'elles y trouvent. Chaque année, tous ces débris s'accumulent et forment de nouvelles couches, tandis que la partie inférieure du glacier, fondant par sa base, donne naissance à des torrents bourbeux de couleur grise ou bleuâtre, selon la nature des roches sur lesquelles repose le glacier, qui sans cesse les broie sous son poids énorme. Les torrents des montagnes charrient donc, avec une petite quantité de chlorures et de sulfates dissous, du silicate de potasse, de soude, de chaux, de magnésie, de la matière organique et une petite proportion de gaz atmosphérique.

Nous empruntons à l'ouvrage que nous venons de citer le tableau suivant, qui donne l'analyse de quelques eaux de montagnes :

	EAU PRISE AU GLACIER DE GLEZZIN (Isère), à 2 250 mètres d'altitude. (GRANGE).	MÊME EAU AVANT COULÉ SUR DES TERRAINS TALQUEUX, prise à 678 mètres d'altitude. (GRANGE.)	EAU DU LAC LÉMAN (TINGRY.)
Chlorure de magnésium . . .	0,0045	0,0118	gr.
— de sodium	0,0037	0,0059	
Sulfates alcalins	0,0055	0,0165	Chlorures et sulfates de chaux et de magnésie. } 0,066
— de chaux	0,0018		
— de magnésie	»		
Carbonate de chaux	0,0047	0,0515	0,072
— de magnésie	0,0001		
— de fer	»		
Acide silicique et alumine . .	0,0020	0,0090	Autres sels . . 0,014
Résidu fixe pour 1 litre . . .	0,0201	0,0753	0,152

Les eaux de montagnes sont mauvaises près de leur source ; on leur attribue certaines maladies endémiques dans les localités où les habitants en font usage (goître, crétinisme), mais l'eau des lacs formés par les torrents est en général minéralisée dans des proportions qui en font une excellente boisson, surtout quand il se trouve un déversoir naturel qui permet au trop plein des eaux de s'échapper. Il n'en est pas de même lorsqu'il n'existe point d'écoulement. Dans les grands lacs de l'Asie centrale, de l'Afrique et des pays chauds, on trouve des eaux chargées de sels alcalins, au point d'être éminemment dangereuses : la mer Morte en offre l'exem-

ple le plus célèbre. On sait que pendant l'expédition d'Ibrahim-Pacha en Syrie, les troupes égyptiennes qui, après de longues marches dans le désert, arrivèrent sur les bords de ce lac, aux eaux fortement minéralisées, furent frappées des accidents les plus graves pour avoir voulu s'y désaltérer. Un grand nombre de soldats y trouvèrent la mort.

EAUX DE RIVIÈRES ET DE FLEUVES. — Nous indiquons dans le tableau suivant les proportions de matières minérales contenues dans 100 litres de l'eau de plusieurs rivières, d'après les analyses de M. Ch. Ste-Claire Deville.

100 LITRES D'EAU	GARONNE.	SEINE ¹ .	RHIN	LOIRE.	RHÔNE.	DOUBS.	MARNE ² .
Silice.	4,01	2,44	4,88	4,50 ⁵	2,58	1,59	5,00
Alumine.	0,00	0,05	0,25	0,71	0,59	0,21	
Oxyde de fer.	0,51	0,25	0,58	0,55		0,50	
Carbonate de chaux.	6,45	16,55	15,56	4,81	7,89	19,10	50,10
Carb. de magnésie.	0,64 ⁴	0,27	0,50	0,61	0,49	0,28 ⁵	12,00
Sulfate de chaux. .		2,69	1,47		4,66		2,20
— de magnésie					0,65		1,80
Chlorure de sodium.	0,52	1,25	0,20	0,48	0,17	0,25	2,00
Carbonate de soude.	0,65			1,46			
Sulfate de soude. .	0,55		1,55	0,54	0,74	0,51	
— de potasse. . .	0,76	0,50					
Azotate de potasse. .			0,58		0,40	0,41	
— de soude. . .		0,94			0,45	0,59	
— de magnésie		0,52					
Poids total (en gr.).	13,67	25,44	25,17	15,46	18,20	25,02	51,10

¹ Prise à Bercy.

² Analyse par MM. Boutron et Henry.

³ Y compris 0,44 de silicate de potasse.

⁴ Dans ces 0,64 se trouvent 0,50 de carbonate de manganèse.

⁵ Ces 0,28 comprennent 0,05 de chlorure de magnésium. Il faut admettre dans toutes ces eaux une petite quantité de matières organiques parmi lesquelles j'ai toujours rencontré une substance colorante jaune.

⁶ Et de soude.

Les rivières et les fleuves ont pour origine les eaux de sources, qui gagnent directement leur lit sans pénétrer le sol, et les eaux qui proviennent de la fonte des neiges et des sources des montagnes.

Les rivières sont donc formées à leur origine par de l'eau de source, mais elles subissent de nombreuses modifications pendant leur cours. La proportion des gaz que l'eau tient en dissolution n'est plus la même; l'acide carbonique se dégage, tandis qu'une quantité plus considérable d'air atmosphérique se trouve dissoute. Les eaux de rivières sont donc plus oxygénées et moins carbonatées que celles des sources qui leur ont donné naissance. Mais ce n'est pas tout; les terrains qu'elles traversent, la végétation qu'elles renferment, et surtout les impuretés sans nombre que les villes y déversent, altèrent très sérieusement leur composition.

Le résidu solide que donne un litre d'eau de la Tamise varie de 0,26 à 0,28 par litre; la Garonne 0,5; le Rhône 0,18; le Doubs 0,25; la Seine 0,25; la Marne 0,511, ce qui donne une moyenne de 0,24 par litre (Fonssagrives).

Mais ces chiffres ne sauraient indiquer, même approximativement, le degré de pollution auquel arrivent les rivières qui traversent les grandes villes. C'est surtout par l'abondance des matières organiques et par leur nature éminemment suspecte que ces eaux se distinguent des sources pures qui présentent, sous ce rapport du moins, une immense supériorité comme boisson¹. Parkes a représenté dans son ouvrage les éléments microscopiques du sédiment des eaux de la Tamise. On y trouve des conferves, des diatomées, des paramécies, des vorticelles, des leucophrys, des anguillules, etc., en un mot, tout un monde animé qui indique un immense travail de fermentation putride. Mais, ce qui est encore plus grave, c'est la présence d'éléments visiblement tirés de l'organisme humain ou des vêtements à l'usage de l'homme. On y voit des poils, des cellules d'épithélium pavimenteux, des filaments de laine, de lin, de coton, et l'on comprend sans peine comment des ferments pathogéniques peuvent être charriés et répandus par cette voie.

D'ailleurs, les usines qui versent leurs résidus dans les fleuves peuvent les empoisonner au point de les rendre impropres à tout usage. L'eau de la Bièvre, à Paris, qui dégage pendant les chaleurs de l'été des gaz d'une odeur intolérable, renfermant 6 pour 100 d'hydrogène sulfuré, est tellement altérée, qu'à partir d'Antony, les herbes vertes, abondantes jusqu'alors, disparaissent complètement au-dessous de cette localité. Ce n'est là d'ailleurs qu'un faible échantillon de l'impureté à laquelle peuvent atteindre les rivières empoisonnées par l'industrie: les grandes villes manufacturières de l'Angleterre, Leeds, Schefield, Halifax, en offrent des exemples bien plus marqués. Il est d'ailleurs évident que le degré de pollution varie non-seulement avec la quantité de débris organiques jetés dans la rivière, mais aussi avec le volume de ses eaux.

Au point de vue chimique, ces modifications se traduisent surtout par la présence d'une grande quantité de sels ammoniacaux et par la disparition de l'oxygène. Mais il est évident que pour l'hygiéniste les matières organi-

¹ Les germes de bactéries, disent MM. Pasteur et Joubert sont si nombreux dans l'eau de la Seine, qu'une goutte de celle prise en amont et à plus forte raison en aval de Paris, est toujours féconde et donne lieu à des développements de plusieurs espèces de bactéries, parmi lesquelles il en est dont les germes résistent à plus de 100° à l'état humide, dans les milieux qui ne sont pas acides, et à 150°, pendant plusieurs minutes, dans l'air sec. Au contraire, les eaux prises aux sources mêmes qui sortent de l'intérieur de la terre, que ni les poussières de l'atmosphère ou de la surface du sol, ni les eaux circulant à découvert n'ont encore souillées, ne renferment pas de traces de germes de bactéries.

ques ou organisées peuvent avoir une importance bien plus grande encore.

Lorsque la masse d'eau que débite une rivière est très considérable, malgré les impuretés qu'elle reçoit, cette eau peut encore rendre de grands services. Il se produit d'ailleurs des changements qui permettent d'en faire usage quelque temps après l'avoir recueillie. Les marins anglais, prêts à partir pour un long voyage, remplissent volontiers leurs tonneaux avec de l'eau de la Tamise puisée au-dessous de Londres. Cette eau, très impure, subit une sorte de fermentation, laisse échapper des gaz et dépose un sédiment. Au bout de quelques jours elle est clarifiée et paraît pouvoir être employée sans danger.

Enfin, l'on reproche à l'eau de rivière ses fréquents changements de température; chaude l'été, froide l'hiver, elle offre un contraste désagréable avec l'eau des sources, qui se maintient habituellement à une température constante.

Mais si l'eau des rivières subit, comme on le voit, des causes d'infection très nombreuses, il n'en est pas moins vrai que ces causes sont au nombre de celles qu'une administration bien inspirée peut le plus facilement combattre. Nous étudierons plus loin les précautions qu'il convient de prendre à cet égard.

Les grandes villes ne pouvant point se suffire avec les eaux de sources devront donc employer aussi les eaux de rivières en les filtrant.

Quelques mots seulement des *eaux de canaux*. Ils sont remplis par l'eau de rivière; l'écoulement y est moins rapide, et la pureté sera généralement moindre; quant à l'*eau des drains*, qui est une eau courante, elle ne doit pas être utilisée dans l'alimentation.

EAUX STAGNANTES.

EAU DE CITERNES. — Les citernes sont des réservoirs destinés à conserver les eaux pluviales. Dans certaines localités, mal partagées sous le rapport des eaux, comme Venise, les citernes fournissent exclusivement à l'alimentation des habitants. Il est incontestable que, faute de mieux, on peut boire l'eau pluviale, mais il ne faut point en exagérer la valeur.

Remarquons d'abord qu'elle est loin de représenter de l'eau pure: elle contient des gaz. Les gaz de l'air, oxygène et azote, l'ont nécessairement saturée pendant sa chute.

Un litre d'eau de pluie contient en moyenne:

25 ^{cc} de gaz	}	2 ^{cc} 4 CO ²	}	Azote 68 pour 100.
		20 ^{cc} 6 Az et O		Oxygène 52 pour 100. (Péligot.)

La quantité d'acide carbonique est nécessairement variable selon l'endroit où l'eau tombe. Elle en contient plus dans les villes qu'à la campagne. Quant aux matières miné-

rales en solution, elles sont représentées par les chlorures de sodium, de calcium et de magnésium: il y a aussi des traces de sulfates et de phosphates, de l'iode (d'après M. Chatin), et de l'azotate d'ammoniaque.

Le chiffre moyen des substances fixes contenues dans un litre d'eau de pluie est de 0^{gr},0528 (Barral). Le poids et la nature des substances entraînées varient.

Les traces d'acide phosphorique 0^{me},05 à 0^{me},09 proviennent, d'après le même auteur, du phosphate de chaux entraîné par le vent. Remarquons, du reste, que l'eau de pluie recueillie à environ 60 mètres au-dessus du sol n'en contient pas.

On voit par là que la minéralisation de l'eau de citerne est très inférieure en moyenne à celle des sources et des rivières. C'est là un inconvénient au point de vue hygiénique, mais il en est un plus grave encore, c'est que la pluie, en tombant sur les toits et en coulant dans les gouttières, peut entraîner des substances métalliques, et, en particulier, du plomb. Enfin, les matières organiques que la pluie rencontre soit dans l'atmosphère, soit surtout à la surface des toits, et qui peuvent s'élever à la proportion de 0,1 à 0,5 par litre, en altèrent la composition; lorsqu'elle est alors captée dans des réservoirs, on voit s'y développer un commencement d'odeur putride, et ces eaux donnent même quelquefois naissance à certaines maladies.

Pour conserver l'eau de pluie, le moyen le plus simple consiste à la tamiser dans une couche de sable, avant son arrivée au réservoir. On l'emmagasinerà dans des citernes, qui doivent être placées à l'ombre, pour éviter les variations de température et l'action de la lumière. On choisira un fond imperméable en évitant les angles et en employant des pierres meulières, de la chaux hydraulique ou du béton. La voûte doit avoir au moins l'épaisseur d'un mur ordinaire.

Quelles que soient les objections qui s'élèvent contre l'usage de l'eau de pluie, au point de vue alimentaire, rien ne s'oppose à ce qu'elle soit largement employée pour le nettoyage des rues et l'assainissement des égouts. M. Fonsagrives évalue à cinq millions de mètres cubes la quantité d'eau que pourrait fournir annuellement la pluie dans la seule ville de Paris. On comprend qu'il y a là une ressource qu'il serait important de ne pas négliger.

Puits. — Lorsqu'on creuse le sol à une certaine profondeur, on rencontre nécessairement une nappe d'eau; si cette eau se maintient au-dessous du sol, on a un puits. Généralement la couche d'eau souterraine qui alimente le puits est stagnante. Parfois elle se renouvelle très lentement. Enfin, l'eau des puits peut s'écouler sur un plan incliné, s'y renouveler d'une façon constante et rapide: ce dernier cas spécial est tout à fait comparable à celui d'une source.

La pluie, en tombant sur le sol, traverse les terres voisines des puits et vient se mêler à l'eau qu'ils renferment. Elle y arrivera saturée de toutes les substances qu'elle aura rencontrées sur son passage. A la campagne, elle sera pure et bienfaisante; mais dans les villes, où le sol est imprégné de