

voies de transmission : l'air, l'eau, l'appareil respiratoire, l'appareil digestif.
Teigne, gale, fièvres éruptives, variole, rougeole, scarlatine, tuberculose.

Vaccination. Revaccination. — Mortalité par variole.
Mesures de préservation. — Prophylaxie. — Désinfection. — Propreté corporelle.
Conditions de salubrité d'une maison. — La maison salubre, la maison insalubre.
Les maladies transmises par les déjections humaines : fièvre typhoïde, choléra.

Notions de police sanitaire des animaux. — Maladies transmissibles à l'homme. La rage, la morve, le charbon, la tuberculose. Abatage, enfouissement. (Loi du 21 juillet 1884 sur la police sanitaire des animaux).

Jacques R. Fournier

Oct 1896.

PREMIÈRE CONFÉRENCE.

L'EAU

Les diverses eaux potables : eau de source, eau de rivière, eau de puits. — L'eau de source seule est pure; toutes les autres peuvent être contaminées; modes de contamination.

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. L'eau de mer n'est pas une eau potable, en raison de la grande quantité de sels, notamment de chlorure de sodium, qu'elle renferme.

Les *eaux de sources* ont ordinairement l'avantage d'être toujours limpides, d'être exemptes de germes vivants et d'offrir une température constante. Certaines d'entre elles présentent même une température plus élevée; c'est ce qui a lieu surtout pour les puits artésiens et les eaux minérales.

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, des parasites de diverses sortes, et par des micro-organismes.

Il est donc 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 renfermer une proportion trop forte de sels calcaires et magnésiens, ni surtout de sulfate de chaux, ainsi que nous le verrons

tout à l'heure en indiquant les qualités que doivent avoir les eaux potables.

Les *puits artésiens* sont des sources artificielles d'où l'eau s'élève à une certaine hauteur au-dessus du sol.

Ils fournissent un appoint très utile aux eaux d'une ville, mais 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 1850 à 1857, 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 Saint-Denis, le puits de la Déesse donne une eau qui est utilisée pour la consommation.

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 (goitre, 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'exemple 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.

Les *rivières* et les *fleuves* ont pour origine principale 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 1 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, 0,514, ce qui donne une moyenne de 0,24 par litre.

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 des germes vivants 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 boisson.

On trouve dans le sédiment des eaux des grandes villes 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. Les figures 1 et 2, que nous empruntons à un mémoire de M. J. Poisson publié dans *la Nature*, montrent l'aspect d'une goutte d'eau de la Seine prise à Chaillot, presque à la fin de sa traversée dans Paris, et comparativement à une goutte d'eau de l'une des sources les plus pures qui alimentent la capitale, celle de la Vanne.

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'épi-

thélium 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

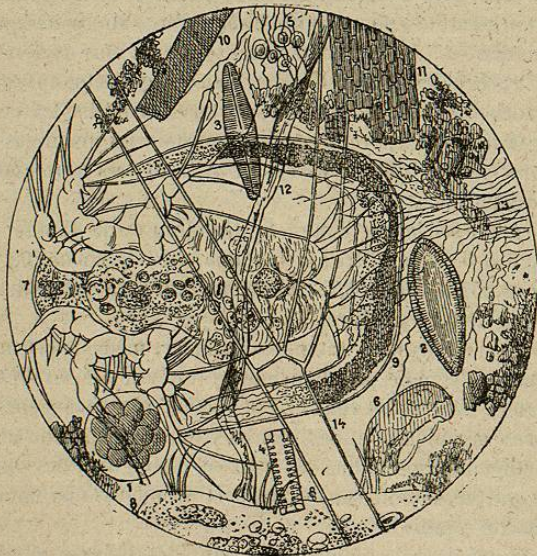


Fig. 1. — Eau de la Seine à Chaillot.

usage. L'eau de la Bièvre, à Paris, qui dégage pendant l'été des gaz d'une odeur intolérable, 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, l'Esperre infectée par Tourcoing et Roubaix est célèbre à cet égard et a donné lieu à des difficultés internationales entre la France et la Belgique ; plusieurs villes françaises, Lille, Reims, les grandes villes manu-

facturières de l'Angleterre, Leeds, Sheffield, Halifax, en offrent des exemples bien plus marqués.

Au point de vue chimique, ces modifications se traduisent surtout par la présence d'une grande quantité de sels ammo-

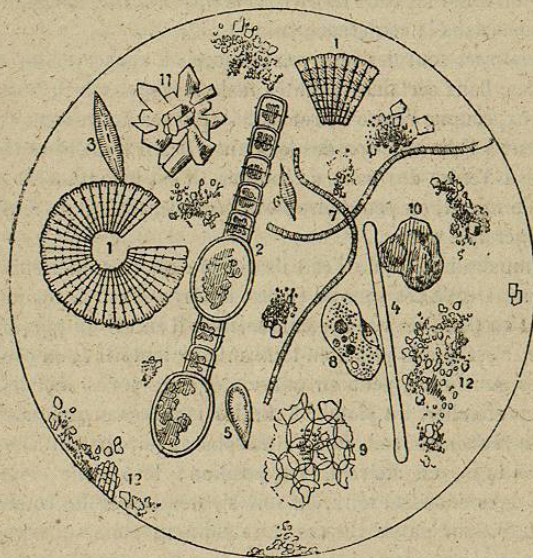


Fig. 2. — Eau de la Vanne.

niacaux et par la disparition de l'oxygène, mais il est évident qu'au point de vue de l'hygiène, les matières organiques ou organisées, ainsi que les germes vivants, peuvent avoir une importance bien plus grande encore.

Enfin, on reproche à l'eau de rivière ses fréquents changements de température ; chaude l'été (l'eau de Seine à Paris a présenté pendant certains étés des températures de $+27^{\circ}$, $+28^{\circ}$), froide l'hiver, elle offre un contraste désagréable avec l'eau de source, qui se maintient habituellement à une température constante.

Mais si l'eau des rivières subit, comme on le voit, des causes

d'infections très nombreuses, il n'en est pas moins vrai que ces causes sont au nombre de celles qu'une administration bien inspirée peut facilement combattre. Les grandes villes ne pouvant pas se suffire avec les eaux de sources devront donc employer aussi les eaux de rivières en les filtrant, comme nous le verrons dans la conférence suivante.

Les *citernes* sont des réservoirs destinés à conserver les eaux pluviales. Dans certaines localités mal partagées sous le rapport des eaux, comme Venise autrefois, les citernes fournissent exclusivement à l'alimentation des habitants. Des travaux récents ont amené à Venise des eaux de sources. Il est incontestable que, faute de mieux, on peut boire l'eau *pluviale*, mais il ne faut pas en exagérer la valeur.

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 grand encore, c'est que la pluie, en tombant sur les toits et en coulant sur 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, en altère 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.

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. On a évalué à 5 millions de mètres cubes la quantité d'eau que pourrait fournir annuellement la pluie dans une seule ville comme Paris.

Lorsqu'on creuse le sol à une certaine profondeur, on rencontre nécessairement une nappe d'eau: si, lorsqu'elle obéit aux lois de l'équilibre, cette eau se maintient au-dessous du sol, on a un *puits*.

La pluie, en tombant sur le sol, traverse les terres voisines des puits et vient se mêler à l'eau qu'elles renferment. Elle y arrivera saturée de toutes les substances qu'elle aura rencontrées

sur son passage. A la campagne, elle peut être pure et bienfaisante; mais dans les villes, où le sol est imprégné de matières organiques et pénétré par les eaux industrielles, qui charrient souvent des matières toxiques, il est loin d'en être ainsi.

En somme, à la campagne, les puits pourront, si l'on a pris les précautions nécessaires contre leur infection, donner une eau potable; mais à la ville, ils seront saturés de toutes les impuretés des terres voisines.

On ne saurait trop attacher d'importance à la composition et aux qualités physiques des eaux qui servent à l'alimentation. Hippocrate avait depuis longtemps signalé l'immense importance des eaux sur la santé, et tous les observateurs qui se sont occupés de ces questions sont d'accord pour reconnaître que l'eau que l'on ingère exerce une influence des plus sérieuses sur l'état des fonctions digestives, sur la composition des tissus et sur la santé générale.

En effet, l'eau est un aliment; elle fait partie de tous nos organes et, comme le dit Bordeu, « nous ne sommes qu'un amas, une espèce de brouillard épais renfermé dans quelques vessies ». On sait, d'ailleurs, que le corps des sujets brûlés se rapetisse dans des proportions ridicules, et Chaussier a démontré qu'un cadavre, complètement desséché, se réduit au poids de quelques livres.

Mais ce n'est pas seulement à titre de liquide que l'eau vient apporter à nos tissus un élément indispensable; elle est le véhicule des matières minérales absolument nécessaires à l'organisme, et qui ne se rencontrent pas toujours en quantité suffisante dans nos aliments solides.

Non seulement le squelette réclame des sels calcaires, mais les autres tissus ont besoin de chlorure de sodium, de silice, etc. L'introduction de ces substances dans l'alimentation est d'une nécessité journalière, car nous excrétons une quantité notable de chaux, de silice et de chlorure de sodium, qui ne se retrouve pas en quantité équivalente dans nos aliments azotés et farineux.

Un adulte ordinaire en bonne santé excrète, en vingt-quatre heures, 2 gr. 014 de chaux et 0 gr. 169 de silice.

La ration ordinaire d'entretien fixée à 850 grammes de pain blanc et 240 grammes de viande fraîche, ne renferme que 0 gr. 777 de chaux et 0 gr. 0975 de silice.

Il faut donc, pour maintenir l'équilibre, que le vin, les légumes et l'eau fournissent au moins 1 gr. 247 de chaux et 0 gr. 061 de silice. Or, c'est incontestablement à l'eau que revient ici le rôle principal, les légumes et le vin n'étant pas d'un usage constant, ni en proportion toujours égale.

Au reste, il est démontré que l'usage de l'eau distillée entrave les progrès de l'ossification chez les jeunes animaux, et les régions peu favorisées, dans lesquelles les habitants font usage d'eau presque pure, sont sujettes à des maladies endémiques, caractérisées surtout par l'arrêt du développement.

Nous avons démontré l'utilité des sels minéraux; quant aux gaz dissous dans l'eau, ils servent à lui donner une saveur agréable et à faciliter la digestion. Il est à peine nécessaire de rappeler que l'excès des principes minéraux deviendrait un inconvénient plus grand encore que leur absence complète.

L'analyse des eaux se fait principalement au point de vue chimique et au point de vue bactériologique.

Aujourd'hui l'on cherche surtout à obtenir des indications précises sur : 1° la quantité du résidu solide laissé par l'eau, 2° la quantité des produits volatils au rouge, 3° le degré hydrotimétrique, 4° la quantité des chlorures, 5° la quantité des sulfates, 6° la quantité d'oxygène enlevé au permanganate qui, ainsi que l'ont montré de nombreuses recherches, est proportionnelle à la quantité de matière organique dosée par pesée directe après la combustion.

Le Comité consultatif d'hygiène publique de France a, sur le rapport de M. le Dr Gabriel Pouchet, résumé dans le tableau ci-après les limites dans lesquelles ces divers éléments doivent être contenus :

	EAU TRÈS PURE.	EAU POTABLE.	EAU SUSPECTE.	EAU MAUVAISE.
CHLORE. . . .	Moins de 0 ^{sr} ,015 par litre.	Moins de 0 ^{sr} ,040 (ex- cepté au bord de la mer).	0 ^{sr} ,050 à 0 ^{sr} ,100	Plus de 0 ^{sr} ,100
ACIDE SULFU- RIQUE.	0 ^{sr} ,002 à 0 ^{sr} ,005	0 ^{sr} ,005 à 0 ^{sr} ,050	Plus de 0 ^{sr} ,050	Plus de 0 ^{sr} ,050
OXYGÈNE em- prunté au permanga- nate en so- lution alca- line.	Moins de 0 ^{sr} ,001 soit moins de 10 ^{cc} de liqueur.	Moins de 0 ^{sr} ,002 soit moins de 20 ^{cc} de liqueur.	De 0 ^{sr} ,005 à 0 ^{sr} ,004	Plus de 0 ^{sr} ,004
PERTE DE POIDS du dépôt par la cha- leur rouge.	Moins de 0 ^{sr} ,015	Moins de 0 ^{sr} ,010	De 0 ^{sr} ,040 à 0 ^{sr} ,070	Plus de 0 ^{sr} ,100
DEGRÉ hydro- timétrique total.	5 à 15	15 à 30	Au-dessus de 50	Au-dessus de 100
DEGRÉ hydro- timétrique persistant après l'ébul- lition.	2 à 5	5 à 12	12 à 18	Au-dessus de 20

L'analyse chimique ne nous révèle pas d'une manière absolue la véritable composition des eaux.

D'un autre côté, l'eau renferme des éléments dont la chimie ne peut pas facilement nous rendre compte; elle contient des matières organiques extrêmement mobiles, des organismes vivants et d'autres causes d'impuretés. Il faut donc tenir compte non seulement de la composition chimique des eaux, mais aussi de leurs caractères physiques, ainsi que des plantes et des animaux qu'elles renferment.

Dès que les eaux s'altèrent, dit M. Gérardin, les poissons qui peuplent les cours d'eau éprouvent un malaise évident; ils remontent à la surface, s'engourdissent, et si l'altération persiste, ils ne tardent pas à périr... La distinction entre les eaux saines et les eaux infectées ne peut reposer ni sur la couleur, ni sur l'odeur, ni sur la saveur, ni sur l'analyse chimique.... Une eau est saine lorsque les animaux et les végétaux doués d'une organisation supérieure peuvent y vivre. Au contraire, une eau est infectée lorsqu'elle fait périr les animaux et les végétaux doués d'une organisation supérieure, et qu'elle ne peut nourrir que des infusoires ou des cryptogames.... Toutes les herbes vertes ne sont pas également sensibles à l'action de l'eau; le cresson de fontaine semble la plus délicate des plantes aquatiques, sa présence caractérise les eaux excellentes; les épis d'eau et les véroniques ne poussent que dans les eaux de bonne qualité; les roseaux, les patiences, les ciguës, les menthes, les salicaires, les scirpes, les jones, les nénuphars, s'accordent des eaux médiocres; les carets vivent dans les eaux très médiocres; enfin l'*arundo phragmites* est la plus robuste des plantes aquatiques, elle survit la dernière, et continue à croître et à se développer dans les eaux les plus infectes.

Parmi les mollusques, la *physa fontinalis* ne vit que dans des eaux très pures, la *valvata piscinalis* dans les eaux saines, le *planorbis marginatus* dans les eaux ordinaires, la *cycla cornea*, la *bithynia impura* et le *planorbis corneus* dans les eaux médiocres. Aucun mollusque ne vit dans les eaux infectées, ou du moins, jamais ils n'ont été observés vivants dans les eaux complètement corrompues. On voit, par ce qui précède, que les végétaux phanérogames et les mollusques esquissent à grands traits les caractères des différentes eaux.

En d'autres termes, le meilleur réactif de l'eau, c'est l'être vivant.

Il serait désirable que l'examen de l'eau fût toujours complété par une recherche microscopique pouvant éclairer sur la nature des organismes vivants existant dans ce liquide. Mais, outre que les méthodes d'analyse biologique ne sont praticables que par des hommes rompus aux délicatesses de la technique

microscopique, il faut reconnaître que les résultats obtenus jusqu'à ce jour sont encore bien incomplets; d'autre part, cet examen paraît moins indispensable pour les eaux de sources qui sont filtrées presque à stérilisation par les couches du sol qu'elles traversent.

L'examen bactériologique de l'eau, qui prend néanmoins de jour en jour plus d'importance, comporte trois opérations: 1° la numération des microorganismes ou germes; 2° la distinction des organismes pathogènes de ceux qui ne le sont pas; 3° les expériences d'injection ou d'inoculation de ces microorganismes à des animaux. Pour cela, on enseme une goutte de l'eau recueillie sur un milieu liquide ou sur une matière nourricière solide et l'on cultive les organismes qui s'y sont développés. L'inoculation aux animaux constitue alors le procédé de contrôle le plus sûr.

Quelles sont donc les qualités que doit posséder une eau pour être potable?

Une bonne eau potable diffère sensiblement de l'eau pure ou distillée; en effet, les gaz dissous dans l'eau, et surtout les principes minéraux dont elle est chargée lui donnent une saveur agréable et jouent un rôle des plus importants dans la nutrition.

Une bonne eau potable doit être limpide, incolore, sans odeur, fraîche, d'une saveur légère et agréable, aérée, le plus possible exempte de substances organiques et de germes vivants. Elle doit tenir en dissolution une petite quantité de matières salines, spécialement du bicarbonate de chaux, un peu de silice et de sel marin, en proportions telles que cette eau ne soit ni saumâtre, ni salée, ni douceâtre, et qu'elle permette la cuisson parfaite des aliments.

Nous avons vu, au cours de cette conférence, comment les eaux peuvent être contaminées et quelles sont les principaux modes de contamination des eaux. Nous les étudierons plus complètement à propos des moyens de purification qu'il nous reste à examiner dans une prochaine conférence.