

<b>Zeitschrift:</b>	Habitation : revue trimestrielle de la section romande de l'Association Suisse pour l'Habitat
<b>Herausgeber:</b>	Société de communication de l'habitat social
<b>Band:</b>	45 (1972)
<b>Heft:</b>	8
<b>Artikel:</b>	Le cycle de l'eau
<b>Autor:</b>	Colomb, Pierre
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-127347">https://doi.org/10.5169/seals-127347</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 21.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Le cycle de l'eau

par Pierre Colomb, ingénieur à l'Etat de Vaud

13

Parmi les ressources naturelles, l'eau occupe une place à part, à égale distance entre le règne vivant et le règne inanimé. Sans eau toute vie cesse. L'eau n'est pas seulement une source d'oxygène et d'hydrogène, elle est aussi l'élément constitutif le plus important des êtres vivants; elle représente 60% du poids de l'homme et jusqu'à 95% de celui d'une plante.

L'étude quantitative de l'eau montre que sur la totalité des eaux terrestres 98% sont salées. La presque totalité du surplus qui est l'eau douce est constituée par les calottes glaciaires. Il ne reste à la disposition de l'homme que 350 000 km<sup>3</sup> d'eau douce de surface, 150 000 km<sup>3</sup> d'eau souterraine et 13 000 km<sup>3</sup> d'eau atmosphérique dont on ne peut pratiquement pas tenir compte.

Au total, ces ressources paraissent importantes. Elles ont suffi, pendant des millénaires, aux besoins de l'homme. Celui-ci a fait appel aux eaux de surface – fleuves, rivières, lacs et étangs – ainsi qu'aux eaux souterraines en usant des sources ou par des forages des puits et galeries.

Or, que se passe-t-il maintenant? Du fait d'une augmentation numérique de l'humanité et de l'évolution sociale, économique, technique et culturelle, l'homme en est arrivé au moment où les ressources en eau disponibles ne lui suffisent plus ou ne lui suffiront plus à bref délai. Au rythme de consommation actuellement atteint et avec l'accroissement démographique, nous serons 6 milliards en l'an 2000, la planète se trouvera à court d'eau. A la raréfaction due à l'augmentation des besoins correspond la détérioration de la qualité de l'eau. Il faut reconnaître la gravité de la situation.

Toute eau vient de l'océan et y retourne tôt ou tard. C'est le cycle continu de l'eau. Des cycles locaux se produisent où les eaux évaporées et celles transpirées par les plantes se précipitent à nouveau. L'eau en suspension dans l'atmosphère représente le cent millième de la quantité totale des eaux de la terre. Un simple chou transpire à lui seul 1 l. d'eau par jour, un arbre environ 200 l. L'immense réserve du sous-sol, trois mille fois le volume des cours d'eaux du monde, participe au cycle général par déversements dans les rivières, les lacs, ou directement dans la mer.

La répartition des ressources en eau sur la terre n'est pas uniforme. L'eau n'est pas toujours disponible ni son débit régulier et constant. La courbe des débits et la courbe de consommation sont loin de concorder. Elles présentent souvent un phénomène de divergences explicable par le fait que les pointes de consommation correspon-

dent aux périodes de débit minimum. On ne peut pas surexploiter indéfiniment les nappes souterraines. On estime qu'il y a surexploitation lorsque l'on pompe plus de 10% de leur capacité par an. Ainsi sur les 150 000 km<sup>3</sup> d'eau souterraine dont le monde dispose, on ne devrait user que de 15 000 km<sup>3</sup> en les réservant aux usages domestiques quand elles sont propres à la consommation. Devant le danger latent d'une réelle pénurie, de nombreuses recherches et études ont été entreprises ou sont en cours pour trouver des ressources en eau par des moyens artificiels (exploitation des glaciers, pluies artificielles, dessalement de l'eau de mer). Il n'est pas possible de compter sur une solution économiquement valable, sauf en matière de dessalement de l'eau de mer. La consommation d'eau évolue continuellement; en Suisse, nous avons des chiffres de 500–800 l. par habitant/jour, aux Etats-Unis on arrive à 1200 l. et on prévoit 2000 l. pour 1985.

La consommation industrielle est énorme, rappelons certains chiffres: 1000 l. pour 1 kg. de soie, 900 l. pour traiter 5 l. de pétrole. 200 l. pour produire 1 kg. de papier. Grâce au recyclage, on a pu réaliser déjà des économies. 10 m<sup>3</sup> par tonne d'acier contre 300–400 m<sup>3</sup> précédemment. Une idée de l'accroissement en eau est donnée par les statistiques françaises: En 1955, avec 43 millions d'habitants, la France consommait 1 milliard 900 millions de mètres cubes d'eau potable pour les besoins domestiques, l'agriculture utilisait 10 milliards de mètres cubes pour l'irrigation, l'industrie prélevait 6 milliards 500 millions. Les prévisions pour 1970 et 50 millions d'habitants sont de 4 milliards de mètres cubes pour les usages domestiques, 15 milliards pour l'agriculture et 14 milliards de mètres cubes pour l'industrie.

## L'auto-épuration

L'auto-épuration est le processus naturel qui transforme, à l'aide de l'oxygène dissous dans l'eau, les substances organiques et inorganiques dissoutes ou en suspension, en combinaisons saturées d'oxygène.

Selon le caractère chimique des impuretés, l'auto-épuration peut se faire soit sur la base du métabolisme des organismes aquatiques, c'est-à-dire par voie de fermentation, soit par réaction chimique directe des composés oxydables dans l'eau ou la vase, avec l'oxygène. On se doute donc de l'importance de ces processus dans la transformation des eaux polluées. C'est en effet cette succession d'opérations qui est un élément de rééquilibre

du milieu. Dans le cas d'une pollution naturelle, comme dans celui d'une pollution artificielle, l'auto-épuration résulte du fait que l'eau contient en grande quantité des organismes qui, par leur métabolisme, sont en mesure d'attaquer les substances constituant la pollution. Il est évident que l'auto-épuration dépendra du genre de pollution et du complexe zooplancton, phytoplancton, de leur interaction vis-à-vis d'eux-mêmes et de leur habitat. C'est surtout chez les micro-organismes végétaux avec métabolisme hétérotrophe que l'on trouvera la plus grande importance et l'auto-épuration sera d'autant plus intense que leur quantité sera plus grande par rapport à l'eau qui s'écoule dans le lit du cours d'eau considéré. L'auto-épuration d'un cours d'eau fait entrer dans son opération de nombreux facteurs chimiques, physiques et biologiques. La microflore polycaprice d'une part, la vitesse de pénétration de l'oxygène en provenance de l'atmosphère, qui permet d'évaluer la rapidité du rééquilibre en oxygène d'un cours d'eau, d'autre part, sont des éléments essentiels.

Cette épuration naturelle, due à l'action combinée de toute une flore et de toute une faune allant des bactéries aux organismes supérieurs et réglée par la photosynthèse est efficace tant que la charge de pollution des cours d'eaux, lacs et étangs n'est pas excessive.

Pendant des siècles l'auto-épuration a suffi à éliminer la pollution naturelle et celle causée par l'homme. De nos jours, dans la plupart des cas elle n'a pas matériellement le temps d'agir et certains produits chimiques, nouveaux comme les détergents, ont la propriété de stériliser le milieu et par voie de conséquence d'inhiber ses fonctions auto-épuratrices.

#### **L'eau usée**

La complexité du problème de la pollution des eaux a quelque chose de décourageant. Il doit être envisagé sous tous les angles, scientifique, technique, économique, social et législatif. Aucun ne peut être négligé. C'est en effet la vie même qui est menacée, c'est l'avenir de la cité humaine qui est en cause. Il est bon de se rappeler que la pollution des eaux douces est une partie intégrante du vaste problème de l'eau. Il convient d'en récapituler les données fondamentales. On ne peut, bien entendu, avoir l'ambition de faire l'exposé complet des éléments du dossier de l'eau. Quatre points essentiels à la compréhension du phénomène de la pollution doivent être examinés.

L'eau est une ressource naturelle, indispensable à la vie, mais dont la quantité disponible est limitée. Les besoins en eau s'accroissent avec le progrès technique et social au même rythme, fait apparemment paradoxal, augmente la dégradation de l'eau par l'homme. L'eau, dans la nature, est un milieu vivant qu'il est dangereux d'altérer. Elle a des propriétés particulières: si la pollution est une atteinte à l'intégrité de son équilibre écologique et biologique, elle a la faculté merveilleuse, précieuse entre toutes, de se régénérer. L'eau, du point de vue hydrographique, évolue dans un cadre géographique déterminé: le bassin de drainage.

Si l'on examine de plus près la pollution des eaux, on constate qu'il s'agit d'un épiphénomène négatif de la civilisation moderne, la rançon des progrès vertigineux que l'humanité a faits depuis un siècle et qu'elle risque de mettre en cause.

Finalement, en traitant de l'épuration des eaux polluées, de ses techniques et de son financement, il est important de constater que les milieux compétents assurent qu'elle est presque toujours possible.

Dans l'Antiquité, on voulait de très grands soins à la pureté des eaux. L'eau était amenée par des aqueducs, parfois longs de centaines de kilomètres, jusqu'aux villes d'une certaine importance. Elle était l'objet de pratiques rituelles, car on la considérait comme sacrée. Cela dura aussi longtemps que les peuples, habitant des contrées où l'eau n'était pas abondante, furent les maîtres du monde. Eux savaient apprécier l'incalculable valeur d'une eau en quantité suffisante et pure.

Au Moyen Age, ce respect de l'eau disparut progressivement. Aucun animal ne souille son habitat. Même les porcs, dont la saleté est proverbiale, seraient tout à fait propres si l'homme leur permettait de le rester. C'est seulement depuis que l'homme des temps modernes s'intéresse à l'Antiquité, que la notion de propreté a été remise en valeur. Certes, avec l'installation des chasses d'eau et des canalisations, notre ère a triomphé des épidémies de l'obscur Moyen Age. Mais elle s'est arrêtée à mi-chemin.

En Suisse, ce qui nous intéresse tout particulièrement, cet état de choses est devenu tout à fait intenable lorsque les besoins d'eau potable sont montés en flèche par suite de la concentration de la population et de l'industrie dans certains endroits du nord des Alpes et lorsque les réserves d'eau de source et la nappe souterraine ne suffirent plus à nos besoins. Pour pallier cela, il n'y a qu'une ressource:

la production d'eau potable par épuration des lacs et des fleuves. Ainsi s'établit le circuit «eau sale - eau potable».

La protection des eaux est en train de devenir un problème absolument vital. Certes, les péchés de nos pères ne se rachètent pas en quelques années et nous sommes encore loin du but. La pollution de nos rivières et de nos lacs persiste, ainsi l'épuration de l'eau des lacs devient de plus en plus compliquée et coûteuse.

Fréquemment, il faut avoir recours à différents traitements et cette aggravation progressive de l'état des eaux est funeste, également pour nos précieuses nappes souterraines.

Considérons maintenant le terme «eaux usées».

Si l'on examine une encyclopédie ou un lexique, on y trouve la définition suivante: «Il s'agit de l'eau qui est conduite à partir de différentes agglomérations par des canalisations.» Cette définition ne donne aucune indication sur le grade, le degré de saleté des eaux. Pour avoir une compréhension plus grande, nous voulons prendre maintenant une différenciation entre les divers types d'eau.

Considérons tout d'abord l'eau qui n'a pas été polluée, l'eau ménagère, les eaux industrielles et artisanales. Comme eaux claires ou eaux non polluées ou peu polluées, nous pouvons considérer tout d'abord les eaux de pluie.

### Eaux pluviales

Au moment de leur chute, ces eaux sont relativement pures et douces, un peu plus souillées dans les villes qu'à la campagne et cela du fait de la pollution de l'atmosphère. Elles se chargent de matières en suspension provenant des surfaces sur lesquelles elles se sont écoulées. Une certaine quantité de matières passe également en solution. Ces eaux sont les plus souillées, surtout au point de vue bactériologique, au début des pluies; puis leur pollution va en s'atténuant au fur et à mesure que le lavage des toitures et des chaussées s'achève avec la persistance de la précipitation.

Pour les eaux d'arrosage et de lavage publics, on peut faire les mêmes remarques qu'à propos des eaux pluviales. Leur degré de pollution dépendra des conditions locales.

Si l'on prend maintenant le cas des eaux ménagères, il faut faire différentes classes. Nous avons tout d'abord les eaux de cuisine. Celles-ci contiennent:

1. Des matières en suspension: terre, sable provenant du lavage des légumes et fruits, matières organiques constituées par des déchets végétaux et animaux, matières grasses plus ou moins émulsionnées;
2. Des sels divers introduits par le lavage ou lors de cuisson.

Dans le ménage, nous avons ensuite des eaux de blanchissage et de salles de bains. Ces eaux contiennent des matières en suspension diverses, des produits savonneux, des écumes et des sels qui peuvent être, par exemple, de l'eau de Javel, du carbonate soudique et enfin des phosphates et des détergents.

### Eaux de lavage des locaux

Ces eaux contiennent des matières en suspension, terre, sable, fragments provenant des murailles et du sol, papiers, déchets de bois, de tapis, fibres diverses et autres impuretés.

A part ces eaux ménagères, nous considérons dans les eaux provenant d'une habitation ce que l'on appelle en français des eaux-vannes. Ces eaux proviennent des cabinets d'aisance, des écuries, d'urinoirs publics, etc. Elles sont composées de déjections humaines. Celles-ci comportent des matières fécales et des urines.

La composition des matières fécales est la suivante: chez l'homme normal, à alimentation mixte, le poids de selles par 24 h. est de 100 à 150 g. et avec une alimentation végétale ce poids monte à 350 g. et même davantage. Dans ces matières, il y a 75 à 80% d'eau. Nous avons dans ces résidus fécaux des cendres, de la cellulose, des lipides, c'est-à-dire des graisses et des insaponifiables, des protides c'est-à-dire des matières albuminoïques et enfin des matières organiques non dosées.

Si l'on prend les matières fondamentales qui sont utiles à l'agriculture, on a environ 4 à 30% d'azote, 1,6 à 3% d'acide phosphorique et 1,1 à 6% d'oxyde de potassium. Le pH des matières fécales varie entre 6,2 et 7,2. Les cendres sont formées de phosphate, de calcium et de magnésium. La plus grande partie des matières albuminoïques, les protides, a pour origine les produits de la desquamation de la muqueuse intestinale ainsi que les cadavres des micro-organismes qui pullulent dans le caecum et le côlon.

Les résidus alimentaires sont donc loin de former la partie la plus abondante des matières fécales. Ces résidus alimentaires sont des débris cellulaires, des savons et quelques déchets de fibres musculaires représentant

le quart du total des déchets fécaux. Les micro-organismes en cause sont de deux espèces: aérobies, c'est-à-dire vivant en présence d'oxygène et anaérobies, vivant en absence d'oxygène. Le poids de ces organismes représente un tiers de la masse fécale et leur nombre est de 30 à 100 trillions par vingt-quatre heures, morts ou non. La plupart sont morts quand ils parviennent dans le rectum. Leur activité maximum, dans le caecum, est diminuée à mesure que les aliments se raréfient et que la masse se déshydrate.

Les microbes ont un rôle utile dans la digestion. Chez les herbivores, les microbes du tube digestif attaquent la cellulose, permettant ainsi son assimilation, car dans les sucs digestifs des vertébrés, il n'existe pas d'enzymes capables d'hydrolyser la cellulose. Chez l'homme, il se produit, dans le caecum, des phénomènes analogues, mais d'ampleur moindre, limités aux aliments tendres (salade), avec utilisation réduite, environ 50%. Chez l'homme encore, ces microbes sécrètent des diastases par lesquelles l'amidon et la cellulose sont transformés en glucose, c'est-à-dire en sucre, les matières protéiques en acides aminés; par les microbes eux-mêmes, la dissolution est poussée plus loin. Les glucides donnent des acides lactiques, butyriques, propioniques, acétiques, succiniques, avec dégagement d'anhydride carbonique: c'est la fermentation acide.

Les protides donnent de l'ammoniaque, des amines, du phénol, de l'indole, du scatole et de l'hydrogène sulfuré. Ce sont les putréfactions qui engendrent des produits basiques. Contrairement aux produits de la fermentation des glucides, ceux résultant de la putréfaction sont presque tous plus ou moins toxiques.

Lorsque les matières fécales sont expulsées, il y a normalement un début de putréfaction. Celle-ci a lieu au détriment des résidus des protéines alimentaires, mais aussi des protéines des sécrétions et desquamations de la muqueuse intestinale. On constate des transformations, acides aminés donnant des amines, lysines, tyrosines, et enfin des transformations d'amines avec dégagement d'ammoniaque. Il y a formation de différents produits tels que le paracrésol, le phénol, le scatole et l'indole, auxquels les matières fécales doivent une partie de leur odeur et enfin les éléments de dégradation, les protéines sulfurées donnant des mercaptans et de l'hydrogène sulfuré.

Si nous considérons maintenant l'urine, nous voyons qu'un homme normalement élimine 1,2 à 1,4 l. d'urine

par vingt-quatre heures. Les substances qui la colorent, qui sont l'urochrome, l'urobiline, l'uroporfirine et l'indoxyle sont en faibles proportions. Le pH est ordinairement compris entre 5 et 7. Le résidu sec varie entre 55 et 70 g. par vingt-quatre heures. Nous y trouvons des constituants minéraux qui sont des sels de soude, de potasse, d'ammonium, de calcium et de magnésium sous forme de chlorure de sulfate et de phosphate. L'élément essentiel, au point de vue minéral, est des chlorures, c'est-à-dire du chlorure de sodium et du chlorure de potassium, environ 12 à 14 g. par vingt-quatre heures.

Les constituants organiques se composent principalement d'urée, ensuite d'autres dérivés tels que de l'acide urique, des acides gras, des bases et autres produits sur lesquels nous ne voulons pas nous étendre. Pratiquement, on compte souvent que par personne et par année, il y a rejet de 27 à 30 kg. de matières organiques. Si l'on considère les produits utiles à l'agriculture contenus dans ces déchets, on trouve 0,4 kg. par an d'azote, 0,2 de phosphore et 0,1 de potasse par an pour les produits solides; pour les urines 4,7 kg. d'azote, 0,7 de phosphore et 0,7 de potasse.

Nous trouvons encore d'autres eaux usées dans la pratique ménagère que l'on ne peut pas classer ou que l'on ne veut pas classer dans les eaux industrielles. Il y a par exemple certaines eaux en provenance de garages privés qui passent à travers un séparateur d'huile et d'essence et qui peuvent contenir des restes d'hydrocarbure.

En règle générale, on considère, ici en Suisse, que la charge organique polluante dans une eau est de 75 g. par habitant et par jour et la charge de matières en suspension, de 90 g. par habitant et par jour, cela pour des débits variant entre 200 et 500 l. par habitant et par jour; sur ces 500 l., il faut considérer que l'on a 350 l. de produits d'eaux ménagères pures et 150 l. qui proviennent d'infiltrations ou d'eaux étrangères non polluées ou peu polluées qui ont pu passer.

En considérant les eaux usées, il faut tout de même passer dans le chapitre des canalisations, chapitre qui sera traité plus tard par un de mes collègues. Nous avons, dans les différentes localités, plusieurs sortes de canalisations, depuis ce qu'on appelle le tout-à-l'égout, qui est l'amenée de toutes les eaux, y compris les eaux de surface et de toitures, dans une canalisation unique. C'est ce que l'on appelle le système unitaire. Dans d'autres localités, on a pu séparer les eaux de surface

dans un réseau et les eaux usées proprement dites dans un autre réseau. C'est ce que l'on appelle le réseau séparatif. Et enfin, nous pouvons encore trouver le réseau pseudo-séparatif qui a une partie en séparatif et une partie en unitaire. Il est bien entendu que dans l'unitaire, les eaux usées seront plus diluées du fait du maintien en particulier d'une certaine quantité d'eau de surface que l'on ne peut pas séparer entièrement par les déversoirs de crues et par les bassins de rétention d'eau de pluie.

Pour le calcul des eaux usées, destinées à une station d'épuration, on prend les chiffres suivants: on calcule pour le débit à saturation une quantité de 500 l. par habitant et par jour, c'est-à-dire 1 l/s. par 100 habitants, calculé sur quatorze heures. Pour les eaux usées, on calcule le débit en temps sec sur quatorze heures et, dans le canton de Vaud, nous prenons les quantités suivantes: 350 l. par habitant et par jour pour des localités jusqu'à 400 habitants, 400 l. par habitant et par jour pour des localités de 400 à 1000 habitants et 500 l. par habitant et par jour pour des localités de plus de 1000 habitants.

Dans le système séparatif, on admet un débit de une fois et demie le débit par quatorze heures pour tenir compte des éventuelles imperfections du réseau et de l'application du système séparatif dans les immeubles. Comme nous l'avons déjà vu, pour la charge polluante on se base sur 75 g. par habitant et par jour de DBO5 et une charge de 90 g. par habitant et par jour de matières en suspension. Par contre, nous sommes obligés de calculer des équivalents habitants ou des habitants théoriques, qui sont basés sur différentes professions existantes et qui ne sont pas, au fond, des eaux industrielles, mais des eaux artisanales ou provenant d'hôtels, restaurants, casernes, et caetera.

Pour les laiteries, on prend un équivalent de 30 habitants par 1000 l. de lait coulés par jour, uniquement pour les locaux de coulage. Si nous avons de la fabrication de fromage ou de vacherin, on compte 1 habitant par kg. de fromage par jour; pour le beurre, même chose, 1 éq. hab. par kg. de beurre par jour. Et si l'on rejette le petit-lait à l'égout, on a 0,5 éq. hab. par l. de petit-lait rejeté.

Pour les abattoirs, la question devient plus grave. En effet, il est très important que, pour les abattoirs, on retienne autant que possible les contenus de panses et le sang avant de déverser ces eaux usées dans les égouts. Si l'on admet une retenue du sang et une retenue des contenus de panses, il faut calculer avec 200 éq. hab.

par pièce de gros bétail et 100 éq. hab. par pièce de petit bétail.

Pour les hôtels et restaurants, les habitants théoriques se calculent de la façon suivante: 1 éq. hab. par lit, 1 éq. hab. pour trois places de restaurants et 1 éq. hab. pour 20 places de terrasses, salles à boire, cafés.

Pour les écoles, on prend 1 éq. hab. pour 4 élèves s'il n'y a pas de salle de gymnastique et 1 éq. hab. pour 3 élèves s'il y a une salle de gymnastique. Nous rencontrons souvent des écoles où les salles de gymnastique, par exemple, peuvent servir de cantonnement à la troupe. A ce moment-là, il faut calculer avec 1 éq. hab. pour 15 m<sup>2</sup> de salle de gymnastique.

Pour les habitants des bâtiments administratifs, magasins et usines, on compte 1 éq. hab. pour 3 employés s'il n'y a pas de cantine et 1 éq. hab. pour 2 employés, avec cantine.

Pour les campings, on compte qu'un hectare de surface de tentes équivaut à 50 à 80 éq. hab.; pour les casernes, 1,5 éq. hab. pour un lit et pour les hôpitaux, 2 éq. hab. pour un lit.

Nous avons cité le mot DBO5, ce qui veut dire: «demande biologique d'oxygène en cinq jours». Cette demande biologique d'oxygène se base sur la quantité, au fond, des bactéries qui sont dans les eaux usées et c'est la quantité d'oxygène qui est nécessaire, et cela en faisant le raisonnement suivant: les bactéries consomment des substances polluées et le nombre des bactéries dépend de la quantité de nourriture qu'on leur fournit. Les bactéries respirent de l'oxygène et la demande en oxygène dépend du nombre des bactéries, ce qui veut donc dire, pour finir, que la quantité d'oxygène consommée dépend de la quantité de pollution organique que nous rencontrons.

### **Eaux usées industrielles**

Nous les subdiviserons, pour faire ressortir la cause de la pollution, en

1. Eaux usées à caractère minéral dominant;
2. Eaux usées à caractère mixte;
3. Eaux usées à caractère organique dominant.

Prenons le cas des eaux usées à caractère minéral dominant. Elles proviennent des industries suivantes: exploitation des mines, traitement de minerais et de terre, industries métallurgiques, industries chimiques minérales.

Les caractères de la pollution sont des eaux plus ou moins chaudes, des matières en suspension, éléments grossiers, produits fins, sel ou oxyde de fer, de calcium, charbon, produits colloïdaux, tels que l'argile, émulsions diverses, huiles, matières en solution, produits acides ou basiques, à caractère oxydant ou réducteur, chromates, sulfates toxiques ou antiseptiques, dérivés du soufre, cyanure, sels de plomb, d'arsenic, etc.

Nous allons examiner tout d'abord ces eaux à caractère minéral dominant. Nous y trouverons, dans le canton par exemple, les eaux provenant de gravières, si ces dernières ne travaillent pas en circuit fermé, dépôts d'argile, nous y trouverons les eaux de différentes usines ou ateliers de traitement du marbre ou des pierres qui laissent déposer des produits fins; nous y trouverons enfin des éléments de fabrication de préfabriqués en béton qui laissent passer des eaux fortement alcalines, chargées de poudre de ciment et enfin des usines telles que celle de l'Eternit, qui ont aussi des éléments salins à caractère minéral dominant en ce qui concerne les matières en suspension.

Pour les matières en solution, nous avons toute l'industrie métallurgique, c'est-à-dire tous les ateliers de galvanoplastie, de chromage, de zingage, de nickelage, etc. Ici, nous exigeons toujours, et il faut toujours exiger, une pré-épuration qui ramène le taux des sels métalliques à un taux tel qu'il ne soit pas nuisible aux stations d'épuration. En effet, la plupart des sels métalliques solubles que l'on trouve dans les industries métallurgiques, ainsi que dans les industries chimiques minérales, sont des poisons violents pour les bactéries travaillant dans une station d'épuration, que ce soit au point de vue des lits bactériens ou au point de vue de l'épuration par aération. Il faut donc éliminer absolument ces sels toxiques de façon à ne pas gêner l'épuration elle-même.

Les eaux usées suivantes se trouvent dans la catégorie 2. Ce sont des eaux usées chargées à la fois de matières minérales et de produits fermentescibles. Elles proviennent principalement des industries suivantes:

- industries textiles,
- industries de la cellulose,
- papeteries,
- cartonneries,
- industries du caoutchouc,
- industries du cuir,
- distilleries de bois,
- distilleries de charbon.

Dans ces eaux, on trouve, en plus des matières que nous avons déjà considérées sous 1, des produits savonneux, des sels utilisés au dégraissage, des graisses diverses, des hydrocarbures et dérivés du charbon: goudron, phénol, des huiles minérales et enfin des colorants divers. Ici aussi, il faut procéder à des pré-épurations, de façon à retenir les produits plus légers que l'eau dans des séparateurs à huile ou à graisse, et les colorants doivent être retenus à la source ainsi que les produits de la cellulose, par exemple, qui peuvent être retenus par des décantere adaptés à ce système d'industrie.

Dans la troisième catégorie, nous avons des eaux industrielles usées, qui sont presque uniquement chargées de matières organiques. Ces eaux sont rejetées par les industries et exploitations suivantes:

- les abattoirs et ateliers de traitement des os et déchets d'animaux;
- les industries alimentaires en général:
- laiteries,
- sucreries,
- brasseries,
- distilleries,
- fabriques de conserves et d'amidon,

et il y en a encore d'autres. Dans ces eaux usées dominent des matières solides de lavage, terre, sable, argile, des déchets végétaux et animaux, des fibres végétales, de la chair et, enfin, des produits fermentescibles, graisse, matières hydrocarbonées, sucre, dextrine et enfin des matières protéiques, des ferment et des sels.

Nous voudrions examiner maintenant, brièvement, quelles sont les conséquences de la pollution sur des rivières et des rives de cours d'eau lorsque nous n'avons pas d'épuration mécano-biologique et même troisième phase chimique. Les cours d'eau pollués présentent des aspects très déplaisants à la vue en raison de leurs couleurs et de leur trouble, de la présence d'écume, de boue flottante qui apparaît surtout pendant les premières chaleurs de l'année, des boues du fond entrant en fermentation et se détachant, de la présence de déchets divers visibles dans les parties peu profondes et enfin de l'aspect des rives couvertes de dépôts suspects.

Nous avons ensuite des phénomènes d'odeur et d'émanation; des phénomènes de fermentation libèrent des produits volatiles auxquels l'odorat est très sensible, hydrogène sulfuré, hydrogène phosphoré, mercaptan, amine, acide butérique, certaines eaux contiennent même du SO<sub>2</sub>, du chlore, etc. Les boues, en décomposition sur

le fond des rivières ou sur leur bord, forment une source importante de substances gênantes, plus abondantes d'ordinaire que les matières organiques dissoutes dans l'eau. Certaines de ces émanations présentent même un caractère de toxicité.

Nous avons enfin des facteurs physiques: température, échauffement des eaux de rivières, ce qui fait que si cette eau est réchauffée par des apports d'eau chaude, les qualités industrielles, utilisées pour la réfrigération, en sont fortement réduites. En effet, si la température d'une rivière passe de 10 à 20°, la consommation d'eau pour un réfrigérant et la force motrice pour la pomper sont considérablement accrues. Il y a perte de rendement des appareils techniques puisque, suivant le cycle de Carnot, la température de la source froide s'élève. L'élévation de température a encore d'autres inconvénients, plus graves pour la rivière elle-même: il y a désoxygénéation de l'eau et les conditions de vie du poisson sont défavorablement influencées.

Enfin, il y a des influences sur la limpidité, la coloration et le trouble réduit la pénétration du rayonnement solaire.

Si l'on examine les facteurs chimiques, nous avons tout d'abord les matières en suspension. Toutes celles-ci ne doivent pas être considérées comme un critère de contamination d'une eau. Il faudrait même condamner la plupart des eaux ou même toutes car, après une pluie, les rivières sont temporairement troublées par des matières minérales. Mais on doit regretter qu'il y ait encore des affluents chargés de produits qui se décentent facilement ou fermentescibles, dont les quantités sont hors de proportions pour l'acceptation du cours d'eau. Ces inconvénients se marquent par des envasements qui s'opposent principalement au développement des organismes de fond, plantes vertes utiles au poisson, par la fermentation des matières organiques déposées, ce qui entraîne la désoxygénéation de l'eau, la mise en liberté de substances toxiques pour le poisson, produits sulfurés, phosphorés, etc. Et c'est ce qui rend compte du grand danger des boues organiques qui maintiennent au fond des rivières, et maintenant au fond des lacs, une cause permanente de désoxygénéation et un foyer de matières nocives. Dans les rivières, ces boues en période de crues ne sont pas toujours emportées définitivement, mais étalées sur de plus grandes surfaces.

Enfin, il y a lieu de citer que des fibres, laines, celluloses, déchets de papiers dans le lavage des étiquettes de

bouteilles, sont très dangereuses pour le poisson qu'elles étouffent en se fixant sur ses branchies.

Les matières en dissolution sont aussi dangereuses. Il y a l'acidité qui accroît l'agressivité de l'eau et cette acidité est elle-même toxique pour le poisson au moment où le pH devient inférieur à 5,5. Si l'oxygène libre tombe en dessous de 50%, au point de vue degré de saturation, il y a danger pour les poissons les plus sensibles et à 30% dans tous les cas. Les phénomènes anaérobies s'installent avec toutes leurs conséquences et enfin les sels minéraux peuvent avoir une teneur limitée si on utilise ces eaux comme boissons. Même pour les usages industriels, certains sels rendent l'eau impropre, sel de fer, de magnésium, de manganèse en excès.

Enfin, les produits organiques entraînent des inconvénients comme nous l'avons déjà signalé.

### **Eaux usées agricoles**

En ce qui concerne les eaux usées agricoles, nous n'avons pas beaucoup de choses à dire, attendu qu'en règle générale, à moins d'accidents, ces eaux ne doivent jamais se rencontrer dans les eaux arrivant à une station d'épuration. Il s'agit, parmi ces eaux, principalement de lisier (purin), de jus de silo (ensilage) et enfin surtout de produits toxiques provenant du traitement des terrains par différents produits chimiques, insecticides, pesticides, rodenticides, etc.

En ce qui concerne le purin, il a une teneur en charge polluante qui est éminemment supérieure à celle d'une eau ménagère courante. D'autre part, ces eaux contiennent énormément d'ammoniaque et ne sont pas facilement biodégradables, à moins de leur fournir un système spécial, tel que de l'oxydation à haute dose d'oxygène. Elles sont donc détrimentielles pour le bon fonctionnement d'une station d'épuration, puisque la quantité d'oxygène, calculée sur une dose normale de charge polluante, ne peut pas attaquer ce purin.

Les jus d'ensilage sont extrêmement dangereux pour deux choses: ils sont généralement fortement acides, non seulement par la présence dans ces jus d'acides organiques tels que l'acide lactique ou l'acide butérique, mais aussi d'acides minéraux, du fait que les adjuvants d'ensilage sont généralement des acides minéraux forts tels que l'acide chlorhydrique, par exemple. On voit aussi des jus de silo traités au moment de l'ensilage par des acides organiques tels que l'acide formique. Enfin, ces jus de silo ont aussi une très forte charge polluante organique qui déséquilibre l'arrivée d'oxygène, l'utilisation de l'oxygène dans une station d'épuration. Il y a donc lieu d'éliminer ces sources de la station d'épuration.

Quant aux résidus des distilleries que l'on rencontre couramment, il y a lieu de considérer deux choses; tout d'abord les déchets solides. Ceux-ci doivent être retenus à la source, dans un panier qui permet de retenir les noyaux, les pépins et autres produits solides. Quant aux jus de distilleries, ils sont généralement, d'après les instructions données, dilués par une eau qui n'est pas chargée, de façon à avoir un degré de dilution suffisant, permettant un traitement dans une station d'épuration.

En ce qui concerne les pesticides, les insecticides, les rodenticides, nous n'avons encore pas suffisamment

de données. Nous savons que la plupart de ces produits sont des produits éminemment toxiques; on peut voir, par exemple, des hécatombes de poissons dues aux déversements, dans les rivières, d'un produit qui s'appelle le Dinitrocrésol et qui est utilisé pour le défanage des pommes de terre au moment de la récolte.

Enfin, nous pouvons avoir aussi un danger pour une station d'épuration si l'on a des eaux de délavage, au moment du sulfatage des vignes, par suite de la présence de sulfate de cuivre et de sel de cuivre.

Au point de vue pollution, on peut aussi se demander quelle est l'influence des produits insecticides ou pesticides tels que le DDT, le Lindane et d'autres produits à base de dérivés phosphorés organiques. Jusqu'à présent, on n'a pas de connaissance de pollutions qui ont entraîné des dégâts dans une station d'épuration sur la base de ces insecticides ou de ces pesticides, mais comme ces produits se fixent, et cela probablement dans les boues, il y a de forts risques pour qu'il y ait une augmentation graduelle de la dose de ces produits non

biodégradables et que si des boues sont utilisées de nouveau dans l'agriculture, il pourrait y avoir un passage de ces produits pesticides ou insecticides de nouveau dans les animaux et, par là, dans le lait. Nous ne savons pas exactement qu'elle est la portée de ces pesticides et insecticides, mais il faut être extrêmement prudent à cet égard.

Il y aura lieu aussi de considérer, comme eaux usées agricoles, celles qui ne passent pas dans une station d'épuration parce qu'elles sont entraînées par les drains et considérées comme eaux claires.

Mais ce sont les eaux de délavage des champs qui ont subi des traitements d'engrais à base de phosphore et d'azote. On sait que le phosphore a une action éminente d'engrais sur les algues en arrivant dans les cours d'eau. C'est la raison pour laquelle on demande, pour les stations se trouvant au bord des lacs et des cours d'eau à courant lent, tels que des canaux, que ces substances soient flocculées avant leur arrivée à la sortie de la station d'épuration.

## L'aménagement du territoire perd-il de son importance?

L'Institut de psychologie de Zurich a récemment, à la demande du Département politique fédéral, fait une enquête auprès du peuple suisse au sujet des problèmes de politique intérieure. Le résultat surprend à première vue: les personnes interrogées souhaitent, en tout premier lieu, des logements à loyers raisonnables plus nombreux. Suivent les requêtes concernant l'extension de l'aide à la vieillesse, l'amélioration de la protection de la nature, la purification de l'air et la lutte contre le bruit. Sont encore mentionnées l'extension de l'aide médicale, l'aide à la population des montagnes, l'aide à la jeunesse, l'amélioration du trafic et l'extension des services scolaires. Mais 20% des enquêtes seulement soutiennent l'encouragement à la science et à la recherche, la construction des routes nationales, l'aménagement national du territoire, la constitution de capital pour une plus large proportion de la population et la création de davantage de postes de travail à temps partiel. Lors d'une enquête antérieure, un pourcentage beaucoup plus grand d'enquêtés

estimaient que l'aménagement du territoire était urgent. L'aménagement du territoire a-t-il perdu de son importance?

Question embarrassante; mais on ne peut manquer de penser qu'il devait être difficile aux enquêtés de choisir parmi un éventail de problèmes aussi large. Il ne leur était probablement pas facile de déceler les interdépendances. L'augmentation du nombre des logements à loyers raisonnables n'est réalisable que dans le cadre de l'aménagement du territoire. L'équipement en routes, canalisations et conduites d'approvisionnement en eau doit être planifié si l'on veut éviter des dépenses trop lourdes. La protection du paysage, la pureté de l'air, la lutte contre le bruit dépendent également de l'aménagement du territoire au niveau des communes, des régions, des cantons et de la Confédération. Si, lors de l'interprétation de cette enquête, on tient compte de l'interdépendance des problèmes, on peut affirmer que l'aménagement du territoire n'a pas perdu de son importance.