

**Zeitschrift:** Revue économique et sociale : bulletin de la Société d'Etudes Economiques et Sociales  
**Herausgeber:** Société d'Etudes Economiques et Sociales  
**Band:** 32 (1974)  
**Heft:** 1

**Artikel:** L'eau : disponibilités, souillure, recyclage  
**Autor:** Robert, Edgar  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-137244>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

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

# L'eau: disponibilités, souillure, recyclage

D<sup>r</sup> Edgar Robert  
Société DEGREMONT, Vevey

L'homme d'aujourd'hui, aiguillonné par la recherche d'une productivité toujours accrue, elle-même créée par la course au standard de vie (en fait quel est-il?) a besoin de toujours plus d'eau. Dans les pays en voie de développement, il suffit parfois d'une douzaine de litres d'eau par homme et par jour. A Lausanne, certains mois d'été, ce chiffre atteint 1000 l.

Mais cette consommation domestique ne constitue que l'un des postes du bilan de l'eau. En fait, l'évolution du niveau de vie d'un pays entraîne un accroissement en eau du commerce, de l'industrie, des services publics, des installations productrices d'énergie et de bien d'autres usagers.

Cet approvisionnement en eau commence à poser des problèmes et, qu'on le veuille ou non, on s'achemine inexorablement vers une disette qui se fait déjà sentir dans des zones chaque fois plus nombreuses dans certaines parties du monde.

L'augmentation exponentielle de la population du globe, donc le problème non résolu du contrôle de la natalité que trop d'inconscients s'obstinent encore à ne pas vouloir aborder, va provoquer dans le futur des besoins en eau astronomiques. Non pas en ce qui concerne l'être humain en soi, dont les besoins vitaux ne sont que de 750 l en tout et pour tout par année, mais en ce qui concerne les besoins en produits agricoles destinés à le nourrir.

En effet, pour produire 1 kg de blé, ce ne sont pas moins de 1500 l d'eau qui sont nécessaires. Il faut 1000 l pour produire un œuf, 10000 l pour 1 kg de coton et 300 l pour un kilo d'acier.

Doublez la population mondiale d'ici à l'an 2000 et calculez la quantité d'eau utilisée par ces trois milliards de personnes supplémentaires et celle utilisée pour produire les 6 millions de tonnes journalières destinées à leur alimentation. Tenez encore compte, dans votre calcul, des énormes besoins en eau que nécessitera le développement ahurissant de l'industrie et vous aboutirez au score final de 900 milliards de mètres cubes, soit 10 lacs Léman à remplir chaque année. Aberrant.

On peut faire dire aux chiffres ce que l'on veut. Mais dans ce cas qui serait comique s'il n'était tragique, le chiffre indiqué plus haut est probablement beaucoup trop faible car il n'a pas été tenu compte des besoins industriels futurs des pays en voie de développement. Et il n'y a aucune raison de penser que les pays en voie de développement ne seront pas développés en 2000. Sinon, pourquoi dire en voie...

Etudions maintenant les possibilités terrestres d'approvisionnement en eau et tournons-nous vers le soleil. Les rayons du soleil responsables de l'évaporation de l'eau apportent conti-

nuellement à la Terre une puissance équivalente à 200 000 TW, soit 200 milliards de kW, mais leur réflexion partielle par l'atmosphère ramène à 120 mille TW la puissance qui atteint la surface de notre planète et dont le tiers, soit 40 000 TW assure l'évaporation de l'eau.

D'après les estimations les plus plausibles concernant les volumes impliqués dans le cycle hydrologique, on peut admettre que l'évaporation des eaux maritimes représentent un volume de 420 Tm<sup>3</sup> (millions de mégamètres cubes ou billions de mètres cubes) et l'évaporation des eaux continentales 80 Tm<sup>3</sup>.

Ce volume de 500 Tm<sup>3</sup> se répartit en 380 Tm<sup>3</sup> de précipitations sur les mers et 120 Tm<sup>3</sup> sur les terres. Il ressort de ces chiffres que les terres bénéficient d'un excédent de précipitations d'environ 40 Tm<sup>3</sup>, auquel correspond un excès équivalent de l'évaporation des océans. Tel est en gros le volume annuel des eaux restituées par les continents aux mers, principalement par les fleuves.

A titre de comparaison, prenons l'exemple du lac Léman qui contient environ 90 milliards de m<sup>3</sup> (= 0,09 Tm<sup>3</sup>). S'il nous prenait la fantaisie de vouloir le vider par pompage en augmentant le débit actuel, au pont de la Machine, à Genève, de 100 m<sup>3</sup>/sec., cela nécessiterait 25 ans environ pour l'assécher complètement.

Si l'homme pouvait disposer à son gré de cette masse gigantesque de 40 Tm<sup>3</sup> annuels, ses besoins, même futurs, seraient largement assurés. Mais hélas ce n'est pas le cas. L'eau abonde souvent dans des régions où les besoins sont déjà couverts alors qu'elle est inexistante dans des régions pourtant cultivables.

Néanmoins, lorsque c'est possible, l'homme a recours aux barrages-réservoirs (Assouan), au détournement de rivières et de fleuves (Iénisseï, Obi) ou à la pose de conduites d'amenée d'eau (Jourdain).

Avant la mise en service du Haut Barrage d'Assouan, la plus grande partie des 83 000 m<sup>3</sup> drainés annuellement par le Nil allaient se perdre dans la mer. Plus de la moitié du débit de l'Indus et de ses affluents se perd, bien qu'après avoir alimenté le plus vaste réseau d'irrigation du monde. Identiquement pour les plus grands fleuves du monde.

Mais ici il convient d'ouvrir une parenthèse à propos du barrage d'Assouan. Cette retenue, à quelques pour cents près, aussi importante que le lac Léman, a engendré des effets secondaires non négligeables. Ainsi, le limon qui se déversait dans le delta du Nil apportait avec lui une quantité de matières organiques elles-mêmes nourriture de la sardine, poisson non carnivore. Avant la mise en eau du barrage, on en pêchait bon an mal an quelque 18 000 t. Aujourd'hui ce chiffre est tombé à 500 t, soit le 2% seulement de la pêche initiale.

Autre répercussion grave: les canaux d'irrigation avec leur pente douce communiquent une vitesse de la veine liquide très lente et permettent ainsi le développement d'un ver trématode, parasite vivant dans les veines de l'intestin, du foie et de la vessie et provoquant la bilharziose, maladie affaiblissant l'homme.

Pour revenir à notre limon dont on parle tant depuis des millénaires, il représentait environ l'équivalent de 40 francs suisses d'engrais par hectare. Pour compenser cette perte, le projet du grand barrage a prévu qu'une partie de l'énorme production d'énergie de sa centrale hydroélectrique assurera le fonctionnement d'une gigantesque usine destinée à la fabrication d'engrais artificiels.

La réalisation du barrage d'Assouan a permis donc de résoudre beaucoup de problèmes économiques mais malheureusement en a créé d'autres qui ne semblaient pas évidents à première vue. Et je ne parle pas de ceux à venir, à savoir l'envasement du lac. Quant aux préoccupations d'ordre culturel, elles ont naturellement aussi leur importance.

Une autre conséquence de l'altération du cycle hydrologique par l'homme est la ruine de centaines de milliers d'hectares de terre arable et fertile par suite de l'irrigation avec des eaux contenant trop de sels minéraux dissous. Sous un climat chaud, l'évaporation est considérable et la teneur en sels des eaux non évaporées augmente lentement mais constamment jusqu'à dépasser le seuil de salinité toléré par les cultures.

Dans les régions du Pakistan occidental par exemple, où rivières, barrages et canaux irriguent de vastes étendues, 40 000 ha de terres productrices de nourriture sont perdues chaque année. Aussitôt qu'elles ont cessé d'être irriguées, ces terres se recouvrent d'une épaisse couche blanchâtre: ce qui n'était qu'un désert avant l'arrivée de l'ingénieur qui avait rendu ce sol richement fertile grâce à l'irrigation, est redevenu un désert par le fait même de l'intervention de l'homme dans le cycle naturel de l'eau.

De tout ce qui précède, il se dégage éloquentement un fait paradoxal: il y a sur terre beaucoup plus d'eau qu'il n'en faut pour satisfaire tous les besoins: malencontreusement, il s'agit pour la plupart de réserves d'eaux salées ou polluées, inutilisables telles quelles, alors que celles qui sont directement utilisables se trouvent loin des endroits où l'on en aurait le plus besoin. Fait encore plus désolant, les grandes sources d'approvisionnement, tel le Rhin par exemple, deviennent tellement polluées que les Hollandais, en bout de chaîne, sont obligés d'importer de l'eau potable de Norvège.

Bien que le sujet de la pollution ait été suffisamment rabâché depuis 10 ans, nous allons cependant en évoquer quelques aspects afin de pouvoir mieux étudier les méthodes pour la combattre. On écrit beaucoup à ce sujet mais souvent à tort et à travers en peignant le diable sur la muraille, en vouant aux gémonies telle ou telle industrie. Certains journalistes et d'autres avec eux croient avoir tout dit avec des phrases du type « Qui pollue doit payer », mais ignorent très certainement qu'ils sont les premiers pollueurs dès qu'ils montent dans leur voiture ou tout simplement en mangeant des petits pois ou en traitant leur verger.

Il est certes bien entendu que telle ou telle industrie peut polluer un lac ou une rivière avec des déchets non biodégradables, comme le chrome, par exemple. Mais, là encore, faisons confiance à nos autorités qui ont édicté des prescriptions qui vont permettre à la Suisse, dans un proche avenir, de mettre bon ordre à la pollution industrielle.

Et l'auteur de l'aphorisme cité plus haut sera satisfait, comme il l'est certainement, des merveilleux chromes de sa voiture...

En conclusion, depuis notre naissance jusqu'à notre mort, sans exception, nous sommes des consommateurs – pollueurs mondiaux (CPM). A ce titre, nous devons simplement rester humbles, tous nous unir et garder la tête froide pour déterminer comment réparer les dégâts et éviter le gaspillage gigantesque de nos ressources.

Avant de réparer les dégâts, voyons quelles sont les sources de pollution de l'eau les plus importantes pouvant affecter la vie des fleuves, lacs et surtout les océans puisqu'en dernier ressort, c'est vraiment l'ultime poubelle de concentration. Tout d'abord les déchets humains et ceux des animaux, notamment les lisiers de porcs. En effet, ceux-ci égalent déjà ceux de

l'homme en Allemagne et c'est un problème à ne pas négliger puisque le porc pollue 16 fois plus que l'être humain. C'est une question de rendement!

Dans le cas de l'épuration urbaine, nos lois mettent bon ordre à cette pollution puisqu'aujourd'hui les 70% environ des déchets urbains de la population suisse sont assainis. Quant aux détergents, spécialement les phosphates, les traitements tertiaires pourront entraver leur action eutrophisante dans une large mesure et dans un avenir très proche. Je voudrais citer comme exemple le lac de Zurich condamné à mort il y a quelques années et qui maintenant entre gentiment en convalescence.

Les lisiers de porcs représentent donc une pollution organique très forte mesurée en demande biochimique d'oxygène (DBO) de quelque 20000 mg/l, ce qui veut dire que pour épurer 1 kg de lisier il faut apporter 20 g d'oxygène pur ce qui n'est pas si simple en soi. Jusqu'à maintenant, on épand le lisier dans les forêts et les champs. Si le lisier est un excellent engrais, une trop grande quantité épandue trop souvent au même endroit peut polluer la nappe phréatique elle-même. Les traitements existent et fonctionnent à merveille puisqu'ils permettent de restituer à l'eau des rivières un liquide dont la DBO est de 20 mg/l, soit 1000 fois plus faible qu'à l'origine, comme le prescrivent les normes suisses.

Alors me direz-vous, tout est bien, pourquoi nous parler de ce problème résolu? Tout simplement en fonction de l'aphorisme déjà cité: qui pollue paie.

Dans ce cas, un établissement de 500 ou 1000 porcs ne pourra pas, sans répercussions financières immédiates, construire une station de traitement sans augmenter d'une manière sensible le coût de la viande produite. Et 20 ou 30 centimes supplémentaires par kilo de bête sur pied ne sont certes pas négligeables.

La pollution par hydrocarbures est une pollution stupide car évitable, donc on n'en parlera pas ici sinon pour condamner vertement les criminels (et le mot est faible) qui osent encore nettoyer leurs tankers en pleine mer. A ce propos, si l'on exigeait des producteurs d'hydrocarbures et de leurs revendeurs les mêmes mesures de précaution que celles exigées des constructeurs de réacteurs atomiques de production d'électricité (?)..

Les hydrocarbures rejetés en mer abandonnent une couche monomoléculaire en surface qui empêche le plancton de respirer et de transformer l'anhydride carbonique de l'air en oxygène. Si des lois internationales draconiennes n'entravent pas immédiatement les agissements de certains gangsters du pétrole, le monde pourrait bien s'asphyxier lentement par élévation de la teneur en CO<sup>2</sup> de l'air. Autre répercussion peu aguichante: l'abaissement du point de congélation des glaces des pôles. On a calculé que la fusion partielle de cette masse de glace pourrait faire monter dangereusement le niveau des océans.

Parmi les grandes pollutions provoquées par l'homme, l'industrie peut en prendre une grande part, mais encore une fois, chacun est concerné puisque chacun consomme. Mais cette pollution industrielle, on le verra dans la dernière partie, peut être maîtrisée pour autant que l'on y mette de la bonne volonté, des moyens bien sûr, et surtout du bon sens.

Ces derniers temps, les réacteurs nucléaires ont la vedette, mais certains de ceux qui les condamnent, sans toujours savoir de quoi ils parlent, ne voudraient en aucun cas se priver de leur match de football à la télévision et encore moins de renoncer aux 1500 watts de leur four à raclettes. Dans ce cas précis, qu'il s'agisse de minidiffusion ou de déchets radioactifs, le danger ne paraît pas hors de proportions et il semble difficile de renoncer, pour l'instant tout au moins, à cette forme de production d'électricité.

N'oublions pas qu'un gramme d'uranium 235 équivaut à 36 t de charbon. Renoncer à cette forme de production d'énergie impliquerait de recourir à des méthodes de production d'électricité plus coûteuses et personne ne paraît vouloir et aimer payer plus.

La pollution qui, à mon avis, doit retenir le plus notre attention est celle due aux métaux lourds et notamment au mercure. Il suffit, pour en démontrer l'importance, de rappeler la tragique méprise, ou peut-être tout simplement la faim, qui a poussé des habitants de la Perse à faire du pain avec des semences de blé préalablement traitées au mercure. Ou encore l'épisode de la teneur en mercure de certains poissons japonais. Le pire, dans cette pollution, est que l'on assiste à un véritable cycle du mercure et qu'il ne faut donc pas compter sur une diminution de la concentration de cet élément dans notre vie quotidienne. Il paraît, fait à contrôler, que certains lacs de montagne recèleraient 10 fois plus de mercure que le Léman lui-même. Il est vrai que nos montagnes, si belles soient-elles, condensent les nuages provenant des pays voisins, nuages souvent chargés d'émanations industrielles.

Le plomb contenu dans la benzine engendre une pollution évitable, encore une fois stupide. Mais ici ce n'est pas l'essence qu'il faudrait traiter mais l'excité du volant, ce qui paraît moins aisé.<sup>1</sup>

Quant à l'avion supersonique qui produirait 80 tonnes d'eau non condensables entre Genève et New York, attendons d'en savoir plus avant de craindre l'effet de serre et le réchauffement inéluctable de la terre qui en découlerait.

Il nous reste maintenant à étudier les moyens dont dispose l'homme pour lutter avec efficacité contre ces souillures de l'eau.

Ces moyens font appel à des techniques relativement simples, mais la mise en œuvre et la conception des installations demandent cependant une grande expérience pour optimiser les résultats.

Les principaux traitements d'eaux résiduaires urbaines ou industrielles sont les suivants:

#### **La décantation**

Cette opération est une des plus importantes dans le traitement des eaux. Elle peut être statique, à circulation de boues, à lit de boue pulsé, à râclage mécanique des boues, mais après ce traitement et dans tous les cas, la majeure partie de l'eau sort clarifiée.

#### **La filtration**

Qu'il s'agisse de filtration lente ou rapide, le principe reste le même. Les particules en suspension dans l'eau sont retenues sur une couche de sable, d'anthracite ou de pierre ponce, etc., ou encore sur les 3 couches superposées. Le lavage du filtre est opéré par contre-courant d'air et d'eau.

#### **La stérilisation**

Cette opération a pour but d'éliminer tous les germes présents dans l'eau ainsi que les algues ou petits mollusques pouvant se développer dans les filtres ou les conduites.

---

<sup>1</sup>Relire à ce propos l'excellent article de M. J. ZAHND «Dimensions du problème des transports». *Revue économique et sociale*, juin 1970, Lausanne.

## **La neutralisation**

D'après les nouvelles prescriptions suisses, aucune eau ne peut être rejetée dans une rivière, un lac ou même un égout si elle n'a pas été préalablement neutralisée. Ce traitement, extrêmement simple en soi, peut être entièrement automatisé.

## **La flottation**

Dans ce traitement, les matières en suspension dans l'eau sont entraînées et éliminées par le haut du réacteur par insufflation d'air. Ce procédé convient pour l'industrie des revêtements de surface (par exemple les peintures électrophorétiques).

## **Les échangeurs d'ions**

Dans le cas d'une eau polluée industrielle, il peut arriver que certains métaux lourds n'aient pas été éliminés par les procédés classiques. Le traitement de finition consistera à faire passer l'eau préalablement floculée, décantée et filtrée sur des échangeurs d'ions qui retiendront les dernières traces d'éléments polluants.

## **L'électro-coagulation-flottation**

Ce nouveau procédé, d'emploi spécifique, a donné déjà de bons résultats dans le cas d'eaux fortement colorées.

## **L'osmose inverse**

Pour l'instant, ce procédé fonctionne bien dans le cas de la production d'eau douce à partir d'eau de mer et dans l'obtention d'eau déminéralisée. Dans l'avenir, il pourrait peut-être apporter une solution aux problèmes des eaux industrielles clarifiées, neutralisées, mais très chargées en sels solubles.

Il existe encore une quantité de procédés spécifiques à chaque rejet, aussi pollué soit-il. Mais comme partout, ce n'est qu'une question de moyens.

L'homme pourrait, s'il le voulait, dès aujourd'hui, recycler l'eau des stations d'épuration et la renvoyer dans les réservoirs d'eau potable. Pour l'instant, en Suisse, nous n'en sommes pas encore là puisque notre pays reste le château d'eau d'Europe et pour longtemps, espérons-le. Mais ce problème peut se poser ailleurs, au Koweït, par exemple. L'eau douce est produite à partir d'eau de mer, donc il ne s'agit que de calculs de prix de revient: à qualité égale, que coûte l'eau douce et l'eau recyclée?

Pour terminer, nous allons prendre un cas concret de recyclage d'eau industrielle et d'une très grande importance puisqu'il a trait aux (trop nombreux) morceaux de sucre que nous mettons dans nos divers breuvages: la récupération des eaux de lavage de betteraves dans une sucrerie.

Le transport et le lavage des betteraves nécessitent la mise en œuvre de débits considérables et dans l'exemple choisi (5000 t/j de betteraves) le débit d'eau est de 1100 m<sup>3</sup>/h, 24 heures par jour.

La composition des matières en suspension est représentée par des petits cailloux, des radicelles, des fanes et surtout de la terre (75-92% de l'ensemble). Après une décantation accé-

lérée au moyen de chaux et de polyélectrolytes dans un ouvrage cylindro-cônique, on récupère déjà le 65 % du débit, soit 720 m<sup>3</sup>/h, que l'on peut recycler immédiatement.

Les eaux boueuses, soit 380 m<sup>3</sup>/h, représentent le rejet le plus important dans une sucrerie moderne. Elles contiennent:

- des matières minérales inertes, terres, sables en suspension,
- des débris végétaux en suspension,
- des matières colloïdales, organiques ou minérales,
- des matières organiques dissoutes (sucre, composés aminés) provenant des blessures des betteraves, surtout en cours de lavage et responsables de la fermentescibilité de ces eaux.

Après une nouvelle décantation, l'eau clarifiée est traitée par épuration biologique afin de diminuer la DBO de 2500 mg/l à 500 mg/l. Une chloration, à raison de 7 g/m<sup>3</sup> de chlore environ, permet de bloquer tout développement bactérien subséquent de l'eau renvoyée en usine.

On peut noter dans ce cas précis que le recyclage des eaux de transport et de lavage des betteraves est pratiquement total puisqu'on peut récupérer 1080 m<sup>3</sup>/h sur les 1100 préalablement utilisés. Le reste est constitué par de la terre qu'on épand à nouveau sur les champs.

On pourrait, naturellement, décrire de nombreux cas de recyclage d'eau industrielle, mais dans la sucrerie choisie, les débits intéressés sont énormes et le rejet de 1100 m<sup>3</sup>/h d'une eau dont la DBO est de 2500 mg/l provoquerait une pollution (interdite aujourd'hui) considérable et occasionnerait des frais de consommation en eau excessifs.

En conclusion, la collaboration intensive à laquelle on assiste présentement, entre les utilisateurs, les autorités et les spécialistes de traitement, pourra résoudre plus rapidement qu'on serait tenté de le supposer, les problèmes de souillure de nos eaux et même, dans certains cas, d'amortir les installations par le recyclage d'une denrée toujours plus précieuse.

