

L'épuration des eaux – dossier de synthèse

Ce dossier est destiné aux enseignants qui accompagnent leurs élèves lors d'une visite, organisée par notre Centre d'Initiation et de Formation à l'Environnement de Comblain (C.I.F.E.C.), dans une station d'épuration des eaux usées. Nous organisons aussi bien des visites « conventionnelles » que des visites sous une forme interactive bien adaptées aux niveaux des enfants de 8 à 12 ans. Comme le dossier est distribué aux enseignants de tous niveaux, il reste raisonnablement scientifique. Il ne peut en aucun cas être donné tel quel aux élèves.

1. naissance du cycle de l'eau.

La naissance de la terre remonte à 4,6 milliards d'années. A ce moment, elle se présente sous forme d'une grosse boule chaude d'aspect lunaire. Peu à peu, elle se refroidit et l'eau qu'elle contient en son sein est expulsée dans l'atmosphère sous forme de vapeur. Cette vapeur s'y condense pour former d'immenses masses nuageuses. Des pluies diluviennes s'abattent pendant quelques millions d'années, nettoient les continents en se chargeant au passage de sels minéraux et finissent par remplir tous les plis et creux de l'écorce terrestre jusqu'à recouvrir presque la totalité de la planète. L'océan primitif est né. Le **cycle de l'eau** peut s'installer. Sous l'action de la chaleur, l'eau partout où elle se trouve à l'air libre (océans, lacs...) subit l'évaporation. Plus tard avec l'apparition de la vie s'ajoute l'*évapotranspiration*, c'est à dire l'eau transpirée par les végétaux, le sol et les êtres vivants en général. Toute cette vapeur d'eau monte dans l'atmosphère où elle rencontre des courants d'air froids et forme les nuages en se *condensant*. Lorsque ceux-ci deviennent trop lourds, l'eau retombe au sol sous forme de *précipitations* (pluie, neige...). Suivant qu'elle rencontre un sol imperméable ou non, l'eau a tendance à y ruisseler ou à s'y infiltrer. Le ruissellement ramène directement l'eau à l'océan via les rivières, tandis que l'infiltration réapprovisionne les sources et la réserve d'eau utile pour les végétaux. A noter qu'une bonne part des précipitations retombe directement au niveau des océans. La quantité d'eau qui circule sur terre est la même depuis la nuit des temps, soit près d'un milliard quatre cents millions de km³ dont seulement 3% d'eau douce.

Cette théorie du cycle de l'eau, pourtant évidente, n'est admise que depuis le 17^{ème} siècle. Auparavant, on pensait que les précipitations n'étaient pas suffisantes pour réapprovisionner les sources et les rivières et que l'eau de mer pénétrait dans le sol, remontait par le centre de la terre où la chaleur la dessalait, avant de rejoindre les sources et les rivières.

A l'origine de la vie sur terre, l'eau a toujours occupé une **place prépondérante dans l'existence de l'homme**, tant au niveau symbolique qu'alimentaire. Des 144 toilettes publiques de la Rome antique aux scènes de déjection dans l'enclos du Louvre, l'hygiène et l'absence d'hygiène se sont succédées au cours des siècles. Vers 1850, au moment où Pasteur met en évidence le rôle des germes dans la transmission des maladies infectieuses et contagieuses, le Français ne prend encore en moyenne qu'un bain tous les deux ans. Fin du 19^{ème} siècle et suite aux attaques incessantes du choléra, les pouvoirs publics entreprennent partout en Europe d'immenses travaux d'assainissement pour offrir une eau potable de qualité aux citoyens mais aussi éloigner les eaux usées des centres-villes.

L'explosion démographique et industrielle du 20^{ème} siècle a fait de l'eau un bien précieux car rare et souillé. Les pays du tiers-monde auront toujours plus de mal à combler leurs besoins en eau potable, déjà largement insatisfaits. L'eau de boisson continuera inmanquablement à tuer des milliers de personnes par an. Les pays riches possèdent les moyens techniques pour potabiliser n'importe quelle eau mais le coût des traitements et donc le prix du mètre-cube risquent bien de grimper en flèche, obligeant le citoyen à réduire sa consommation et à faire un usage plus écologique de l'eau. L'eau pourrait bien devenir, dans un futur relativement proche un **enjeu politique et économique** aussi considérable que le pétrole ces trente dernières années.

En Belgique, on consomme en moyenne 120 litres d'eau potable par jour et par habitant, ce qui est très bien par rapport à l'Italie, l'Espagne ou la Suisse qui dépassent les 200 litres et les mégapoles nord-américaines qui peuvent monter jusqu'à 400 litres. Néanmoins ce chiffre reste important et pourrait être diminué si l'on valorisait davantage l'eau de pluie (lavage voiture, arrosage...), prenait une douche à la place d'un bain, installait une chasse d'eau à deux boutons (ou une brique dans le réservoir), ne faisait tourner que les machines à laver et à lessiver lorsqu'elles sont pleines... Chacun peut contribuer à améliorer l'état des eaux en réduisant les quantités de savons, solvants, produits d'entretien, détergents qu'il utilise journalièrement.

2. Les pollutions.

Les eaux, qu'elles soient de surface ou souterraines, sont le point final de toute activité humaine. En effet, les hommes ont, de tous temps et partout où ils se sont trouvés, considéré les cours d'eau comme des moyens faciles de se débarrasser de leurs déchets. Les épandages agricoles, d'abord d'engrais naturels puis chimiques, et la pollution atmosphérique ont apporté dans les sols nombre d'éléments, qui, lessivés, ont gagné les eaux souterraines, celles-là même où l'homme va chercher son eau potable.

On peut distinguer les pollutions organiques, chimiques et physiques.

La matière organique est celle qui caractérise le monde vivant : organismes vivants et déjections, cadavres d'animaux, végétaux et déchets verts, mais aussi déchets provenant d'abattoir, de laiterie...

Le déversement par les égouts de matières organiques dans les rivières entraîne une prolifération d'organismes décomposeurs (bactéries et champignons microscopiques) qui transforment cette matière organique en sels minéraux (nitrates, phosphates). Ces sels minéraux seront consommés par les végétaux aquatiques pour leur croissance. Ce phénomène est ce que l'on appelle l'**autoépuration** des rivières. Malheureusement, lorsqu'il n'y a pas assez d'oxygène dans les rivières et/ou lorsque les rejets de matières organiques deviennent trop importants ou trop fréquents, l'autoépuration s'enraye. La dégradation de la matière organique est incomplète et outre ces sels minéraux, il y a production de nitrites et d'ammoniac, composés toxiques pour la faune et flore aquatique. La couleur et l'odeur de la rivière deviennent désagréables. Il y a **pollution organique**. Signalons que toute pollution organique s'accompagne d'une *pollution microbiologique*, car les déchets organiques contiennent de nombreux germes, dont certains pathogènes à l'origine de redoutables problèmes d'hygiène publique (Salmonelles par exemple).

La **pollution chimique** est due au rejet d'hydrocarbures, d'huiles, de graisses, de métaux lourds et autres composés chimiques dans les égouts. Le secteur industriel est bien entendu le premier pollueur (industrie chimique et plastique, sidérurgie) mais il ne faut pas sous-estimer l'impact de l'agriculture (pesticides et engrais chimiques se retrouvant dans les eaux souterraines après lessivage) et du secteur domestique (solvants, lessives, savons...). Tout rejet de matière chimique, même le plus minime, engendre une pollution chimique car ces molécules synthétisées par l'homme n'existent pas dans la nature et ne sont donc pas dégradables par les microorganismes (ou très lentement). Les effets d'une telle pollution sont multiples : certains polluants sont directement toxiques pour la faune et flore ; les graisses et huiles forment à la surface de l'eau une très fine pellicule qui limite l'oxygénation de l'eau avec effet sur l'autoépuration et la respiration des poissons ; accumulation des métaux lourds, pesticides dans les organismes aquatiques, puis dans leurs prédateurs, puis dans l'homme avec mort au-delà d'une certaine concentration (c'est le phénomène de bio concentration - bio accumulation).

La **pollution physique** est due à la présence de matières en suspension et/ou à une augmentation de la température de l'eau. Les centrales nucléaires et électriques, les aciéries et autres industries lourdes prélèvent de grandes quantités d'eau dans les fleuves pour assurer le refroidissement de leurs machines puis la rejettent non souillée mais réchauffée quelques mètres en aval. Le principal effet est de réduire la teneur en oxygène des rivières.

3. La potabilisation.

Dans les pays industrialisés, l'eau que l'homme consomme chaque jour subit deux traitements différents qu'il importe de ne pas confondre.

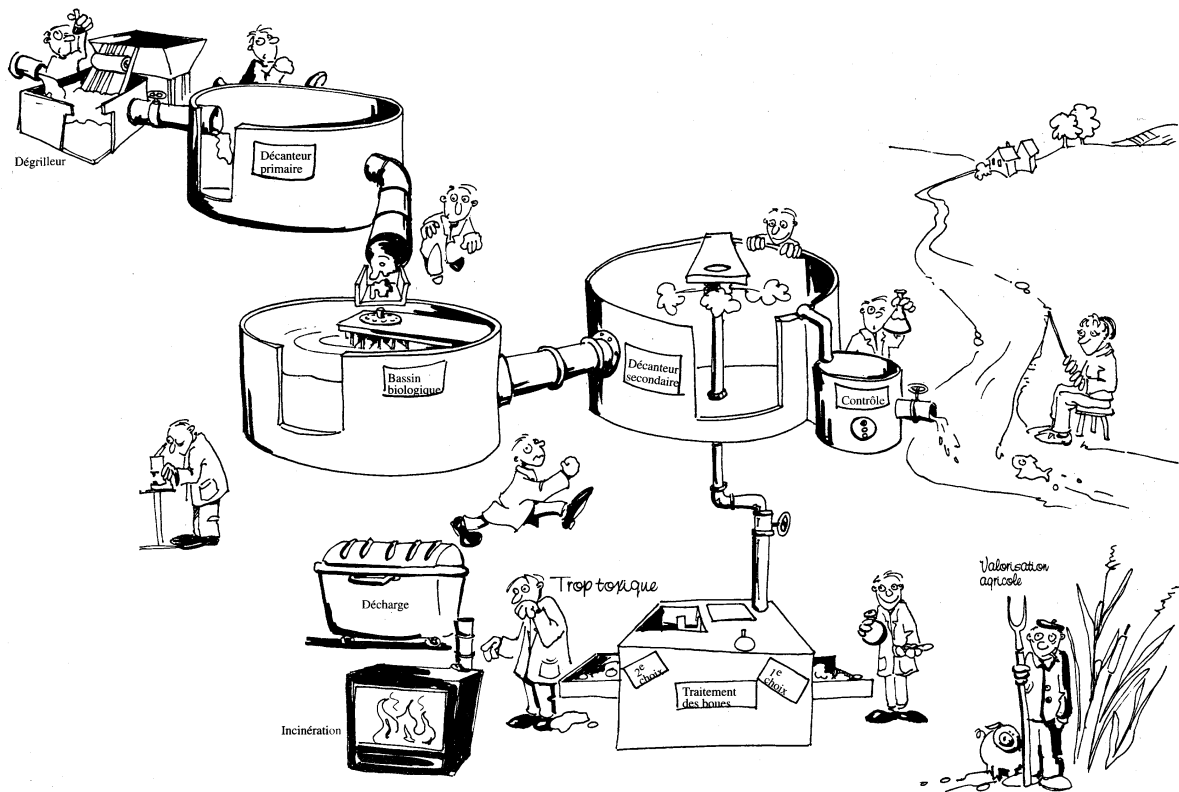
Un traitement systématique en amont de sa consommation, la **potabilisation**, et un traitement en aval, malheureusement pas encore systématique, l'**épuration** des eaux usées.

La C.I.L.E., qui distribue l'eau en région liégeoise, produit chaque année 37 millions de m³ d'eau potable dont les trois quarts proviennent de captages souterrains (Hesbaye et Condroz). Le reste étant fourni par les barrages d'Eupen et de La Gileppe. Toutes ces zones de captage font bien sûr l'objet d'une attention particulière pour prévenir tout risque de pollution.

L'homme n'émet plus aucun doute quant à la **nécessité** de traiter de l'eau alimentaire, tant il sait qu'elle renferme, de sa faute, pesticides, métaux lourds, germes et autres substances indésirables. Dès l'Antiquité, il a cherché à obtenir une eau limpide mais jusqu'à l'avènement de la chimie au 20^{ème} siècle, le seul traitement appliqué à l'eau reposait sur le principe de la filtration. L'état sanitaire déplorable des rivières urbaines d'où l'on tirait l'eau alimentaire et la démonstration du rôle joué par les germes dans la transmission des maladies vont inciter à repenser les techniques de potabilisation en vue d'obtenir, non seulement une eau limpide, mais aussi aseptisée. Ces améliorations aboutiront aux stations de potabilisation actuelles.

Chaque station possède ses propres caractéristiques mais on peut en résumer le fonctionnement. Avant d'entrer à la station, l'eau passe au travers d'une série de grilles pour arrêter les déchets les plus grossiers (bouts de bois, papier...). On aère alors l'eau, en la pulvérisant ou en y insufflant de l'air, pour éliminer les gaz dissous responsables d'odeurs et de saveurs désagréables. A ce moment, l'eau contient encore beaucoup de matières organiques et minérales en suspension dont il faut se débarrasser. On favorise leur élimination en ajoutant des réactifs coagulants. Ceux-ci provoquent l'agglomération de ces particules sous forme de gros flocons qui peuvent être facilement éliminés en faisant passer l'eau dans un décanteur (bassin où l'on ralentit la vitesse de l'eau). Les flocons, plus lourds que l'eau, sédimentent dans le fond du bassin où ils forment les boues de station de potabilisation. L'eau déborde en surface. Elle ne contient plus à ce moment que des germes, des micropolluants (pesticides, métaux lourds, solvants, hydrocarbures) et quelques dernières traces de matières organiques. On en élimine un maximum en faisant passer l'eau au travers de filtres. Il existe de nombreux types de filtres employant des matériaux classiques (sable), adsorbants (charbon actif) ou membranaires. Les techniques membranaires les plus poussées permettent même de retenir les virus et les bactéries pathogènes et donc d'éviter le recours aux produits chimiques de désinfection. La dernière étape du traitement vise à éliminer tous les microorganismes (virus et bactéries). On utilise principalement le chlore pour sa facilité d'emploi et son faible coût mais on peut aussi utiliser l'ozone.

4. L'assainissement des eaux usées.



L'assainissement a pour objectif la collecte des **eaux usées domestiques** via un réseau d'égouttage et leur traitement dans une station d'épuration avant rejet dans le milieu naturel. Il ne s'agit en aucun cas de rendre l'eau potable mais bien d'éliminer le plus de polluants possible (essentiellement organiques) pour préserver les qualités du milieu récepteur.

Les *eaux domestiques* sont constituées des eaux ménagères (cuisine, salle de bain, lave-vaisselle) et des eaux vannes (W.C.). Elles contiennent donc en majorité des matières organiques et des matières en suspension mais aussi d'importantes quantités d'azote et de germes fécaux, plus des détergents et autres produits d'entretien ménager. Leur composition et leur quantité ne varient pas.

Les *eaux pluviales*, en ruisselant sur les toits et les routes, emmènent avec elles divers éléments polluants (résidus de pneu, métaux lourds, carburants, huile de vidange, morceaux de bois, bouteilles, ...). Dans la grande majorité des cas, elles sont mélangées aux eaux usées domestiques dans les égouts. Elles diluent donc la pollution domestique dans un grand volume d'eau, ce qui peut rendre les stations moins efficaces.

Les *eaux industrielles* sont caractérisées par une grande variation dans leurs compositions et dans leurs quantités. Elles contiennent des polluants très spécifiques à l'entreprise et ne devraient donc, en aucun cas, être traitées dans les stations conventionnelles qui ne sont pas conçues pour cela. Chaque industrie très polluante devrait posséder sa station adaptée à ses propres besoins épuratoires.

Dans une station classique, la dépollution s'effectue successivement sur trois niveaux de traitement : un prétraitement, un traitement primaire et un traitement secondaire. Parfois, lorsque le milieu récepteur est particulièrement sensible ou lorsque la loi l'impose, un traitement tertiaire est appliqué.

Les **prétraitements** font appel à des procédés physiques et ont pour but d'éliminer les polluants les plus grossiers. Généralement, l'eau usée passe par des ouvrages de dégrillage, dessablage et/ou dégraissage. Une série de grilles éliminent les déchets encombrants tels papiers, bouts de bois, bouteilles, feuilles mortes... Ensuite l'eau passe dans un dessableur, bassin où l'on ralentit la vitesse d'écoulement pour favoriser le dépôt

des sables et graviers dans le fond de l'ouvrage. L'eau poursuit son chemin dans un dégraisseur-déshuileur. Les huiles et les graisses, plus légères que l'eau, remontent en surface où elles sont éliminées. Cette étape est essentielle pour assurer un bon fonctionnement du traitement secondaire (biologique). Actuellement, les étapes de dessablage-dégraissage peuvent être combinées dans un seul appareil.

Les **traitements primaires** visent à éliminer une grande partie des matières en suspension par des procédés physiques ou physico-chimiques. La technique la plus employée est la décantation. Dans un bassin circulaire ou rectangulaire, on provoque la sédimentation des particules les plus lourdes. Ce traitement peut être amélioré en ajoutant des réactifs coagulants avant l'entrée dans le décanteur. Ceux-ci favorisent l'agglomération des particules et donc leur décantation. Les matières décantées forment « les boues primaires ».

Les **traitements secondaires ou biologiques** constituent l'étape essentielle de l'épuration et visent à éliminer la matière organique dissoute grâce à des cultures de bactéries.

Quel que soit le procédé utilisé, l'idée reste la même. Fournir suffisamment d'oxygène aux bactéries pour que celles-ci consomment la matière organique dissoute dans l'eau et la transforment en sels minéraux (nitrates). Le procédé le plus employé est celui des « boues activées ». En fournissant dans un bassin de l'oxygène et de l'eau usée (source de matière organique) aux bactéries, on les place dans des conditions favorables de croissance. Elles se multiplient donc à un rythme plus ou moins rapide. Tout en consommant la matière organique, elles s'agglomèrent sous forme de flocons appelés floccs. On obtient donc dans le bassin un mélange d'eau épurée (débarrassée de sa matière organique) et de floccs. En envoyant le mélange dans un décanteur, on parvient à séparer les floccs du liquide épuré. Ces derniers, plus lourds, sédimentent dans le fond du bassin où ils forment les « boues secondaires » ou « boues de station d'épuration ».

D'autres procédés comme les lits bactériens, les biodisques et le lagunage sont également utilisés.

Ces trois traitements permettent d'éliminer les matières en suspension et les matières organiques dissoutes, donc d'obtenir une eau limpide. Cette limpidité est trompeuse. Aucun des traitements précédents n'élimine les pesticides, les métaux lourds, les hydrocarbures, les germes. De plus les traitements secondaires produisent des sels minéraux (nitrates et phosphates). Un surplus de sels minéraux dans les rivières va entraîner une surproduction de végétaux aquatiques et finalement une asphyxie de la rivière (car les plantes aquatiques produisent de l'oxygène la journée mais en consomment la nuit, consommation qui s'ajoute à celle de la faune aquatique), c'est l'**eutrophisation**. Lorsque les eaux sont particulièrement sensibles à ce phénomène ou lorsqu'il s'agit de grosses stations, on a recours à des **traitements tertiaires**. Très spécifiques, ils permettent d'éliminer ces polluants. Ces techniques très coûteuses se rapprochent de celles utilisées en potabilisation (filtration notamment).

Alors que l'eau épurée est rejetée à la rivière, les **boues** doivent encore faire l'objet d'un traitement visant à les épaissir et à les déshydrater pour pouvoir les emmener en centres d'enfouissement technique (« décharges ») ou les valoriser en agriculture. De plus en plus de boues sont produites alors que la valorisation agricole est de moins en moins pratiquée et ce en raison de concentrations trop élevées en métaux lourds et/ou germes.

L'Europe est actuellement engagée dans une politique globale d'assainissement des eaux. Concrètement, si l'égout n'existe pas ou n'est pas prochainement mis en place dans votre commune, vous devrez vous munir d'un dispositif agréé d'épuration individuelle.

Usage écologique et économique de l'eau.

Les stations d'épuration sont aux yeux de tous considérées comme la solution idéale au problème de pollution des eaux. Et chacun de déculpabiliser s'il est relié à un réseau d'égouttage.

Pourtant, les réseaux d'assainissement sont nombreux à montrer des failles et à laisser filer les polluants, loin d'être « la » solution au problème. Les raisons sont simples ;

- Le réseau n'est *jamais totalement étanche* et laisse toujours passer des polluants dans la nature tout au long du trajet des eaux usées vers la station
- Les eaux de pluies sont presque toujours connectées au même réseau que les eaux usées domestiques, ce qui *dilue la pollution* et augmente le volume d'eau à traiter. Or les stations nettoient mieux un volume d'eau réduit très pollué qu'un grand volume à la pollution moins concentrée.
- Une station d'épuration est une très grande consommatrice d'électricité et son fonctionnement est donc *très coûteux*.
- Une station Urbaine produit une grande *quantité de boue* dont l'élimination pose toujours problème. Beaucoup de boues n'ont pas les qualités nécessaires pour être valorisées en agriculture. Et même lorsqu'elles le sont, les agriculteurs se montrent souvent méfiants et réticents à l'idée d'utiliser un tel produit. Pour qu'ils acceptent, les stations sont obligées de « donner » les boues et n'en tirent aucun bénéfice, pire elles prennent même parfois en charge le coût du transport jusqu'à la ferme.
- Les boues impropres à la valorisation doivent être incinérées ou mises en décharge (C.E.T.), ce qui coûte aussi de l'argent.
- Enfin, on peut dire que la station ne fait « que » transformer la pollution organique en *sels minéraux* qu'il faut éliminer à leur tour par des traitements tertiaires. Ces traitements et les traitements destinés à l'élimination des métaux lourds et des pesticides, qui ne sont jamais éliminés par le traitement biologique, ne sont pas toujours d'application car trop coûteux et les polluants continuent à se retrouver dans les rivières.

Ceci étant dit, les stations ne sont en rien à négliger. S'il n'existe pas de solution idéale, elles permettent quand même de réduire fortement les nuisances du « tout à la rivière ».

Mais c'est par un changement des mentalités que l'on obtiendrait les meilleurs résultats. L'eau, sans que l'on s'en rende véritablement compte est devenue; même dans nos sociétés, une ressource rare. Une utilisation plus rationnelle et moins polluante de l'eau ne saurait faire qu'améliorer les choses.

Quelques petits « trucs » simples pour économiser l'eau et moins la polluer :

- Installer un dispositif dans sa chasse d'eau pour réduire la contenance du réservoir (une brique ou un flotteur par exemple). Les nouveaux modèles de chasse à deux boutons permettent d'éliminer un demi ou un plein réservoir au choix et d'effectuer une économie conséquente.
- Prendre une douche à la place d'un bain. Vous ne consommerez qu'une cinquantaine de litres au lieu de 100 à 200. N'abusez pas des savons en tout genre.
- N'utilisez la machine à laver et le lave-vaisselle que lorsqu'ils sont pleins car ces appareils utilisent beaucoup d'eau. Respectez les doses de savons, pensez qu'ils se retrouveront dans les égouts. Lavez la vaisselle à la main use moins d'eau et de savon (une goutte suffit).
- Brossez-vous les dents à l'économie: pensez à arrêter le robinet pendant que vous vous les brossez.
- Ne laissez pas les fuites d'eau s'éterniser. Une fois repérée, réparez-la. Un robinet qui fuit goutte-à-goutte représente une perte de 2 à 4 litres par heure.
- Valorisez l'eau de pluie : c'est une eau sans calcaire, elle prolonge la durée de vie des machines à laver et lave-vaisselle si vous les y raccordez et nécessite l'emploi de moins de savon. Vous économiserez sur la facture d'eau. Vous pourrez aussi l'utiliser pour arroser, laver la voiture. Si tout le monde s'y mettait on diminuerait les quantités d'eau captées dans les nappes et en surface... Réservez l'eau potable pour la douche, la préparation des aliments et des boissons.
- N'utilisez pas les détergents, solvants et autres produits d'entretien en trop grandes quantités. Limitez leur rejet à l'égout.

Dossiers intéressants :

1. Les 1001 toilettes de l'eau, F. Geurts, édition SPIE. Liège 1992.
2. Les rivières malades de l'homme, F. Geurts, édition SPIE, Liège 1992.
3. Les aventures de l'eau, Patricia Martin, Centre Nature de Borzée, 1989.
4. L'eau menacée et Protégée. Agence de l'eau Rhin-Meuse. 1996.
5. De l'eau pour demain, Ministère de la Région Wallonne, DGRNE, dossier pédagogique.
6. Etat de l'environnement wallon 2000, Ministère de la Région Wallonne, DGRNE.
7. Quelle eau fera-t-il demain ? , Musée d 'histoire naturelle de Lille, version adaptée et complétée pour la Région Wallonne, dossier d'exploitation pédagogique.
8. Histoire de l'eau alimentaire en région liégeoise 1913-1995, Compagnie Intercommunale Liégeoise des Eaux.
9. La pollution des eaux, Jean-André Couvreur, édition Inter-Environnement Bruxelles, 1990.
10. Livre bleu, collectif, Belgaqua.
11. Guide de l'épuration individuelle des eaux domestiques, Cellule de coordination du Contrat de rivière Dyle et affluents.
12. Opération Sources, Luc Michiels et Jean-Marc Wattecamps, WWF , 1994 .
13. <http://www.cieau.com/>, Centre français d'information sur l'eau.
14. <http://www.aide.be>, Association Intercommunale pour le Démergement et l'Epuration des communes de la province de Liège.
15. <http://www.eau-france.com>,
16. <http://www.swde.be>, Société Wallonne des Eaux.
17. <http://www.ciger.be/inasep>, Intercommunale Namuroise de Services Publics.
18. <http://www.brunette.brucity.be>, Brussels Network for Telematics in Education.
19. <http://www.fedichem.be>, Fédération des Industries Chimiques de Belgique.
20. <http://wallex.wallonie.be>, Direction Juridique du Ministère de la Région Wallonne.