

PROTÉGER LE CYCLE DE L'EAU DES MICROPOLLUANTS

Julien Lefebvre, Noël Baffier, Jean-Claude Bernier

D'après l'article *Micropolluants chimiques dans l'environnement : traitement et prévention* de Jean-François Loret publié dans l'ouvrage « Chimie et expertise - Santé et environnement » EDP Sciences, 2016, ISBN : 978-2-7598-1848-8

Le cycle de l'eau suscite beaucoup de questions relatives aux micropolluants. Quelles sont les solutions proposées aujourd'hui, au vu des connaissances et des recherches sur la présence de ces micropolluants dans le cycle de l'eau ?

LES MICROPOLLUANTS DANS LE CYCLE DE L'EAU

La vie moderne fait appel à beaucoup de produits chimiques : 110 000 substances chimiques existent actuellement sur le marché européen. On constate que tout produit utilisé dans la vie courante, ou pour des usages agricoles ou industriels, termine tôt ou tard sa vie, ou du moins partiellement, dans l'eau [1]. Heureusement, les techniques d'analyse ont énormément progressé pour détecter ces produits. Aujourd'hui, le niveau de détection de polluant atteint le nanogramme par litre et les laboratoires commencent déjà à détecter des pictogrammes par litre [2].

Si la prise de conscience de cette pollution environnementale est ancienne, l'inquiétude a grandi lorsqu'il est devenu évident que certains rejets dans l'environnement pouvaient avoir des effets perturbateurs endocriniens [9] sur la faune aquatique vivant à proximité des villes.

Les sociétés de traitements des eaux agissent, avec l'aide des chimistes, pour diminuer cette pollution. La figure 1 représente les différents domaines d'intervention des industries dans le cycle de l'eau : la collecte et le traitement des eaux usées, et leur rejet dans l'environnement une fois qu'elles sont traitées ; viennent ensuite le captage des eaux dans

l'environnement, la production et la distribution d'eau potable.

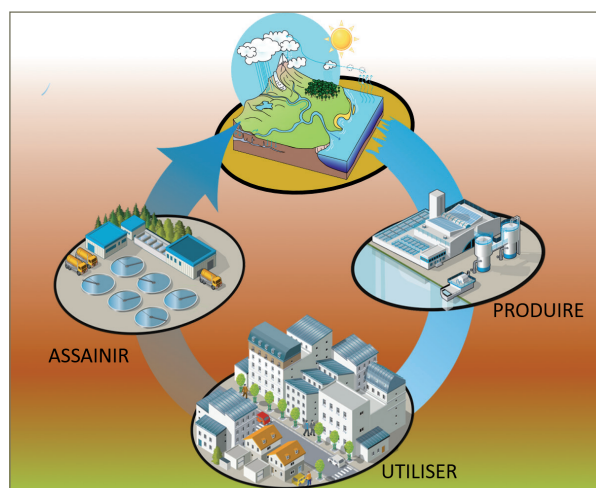


Figure 1 – Le cycle domestique de l'eau.

En sortie de station d'épuration, le flux de micropolluants est divisé par 4 et il est toujours essentiellement constitué d'éléments minéraux (> 90 %). L'aluminium est correctement éliminé ; en revanche, le bore, provenant essentiellement des lessives, n'est quasiment pas éliminé. On trouve aussi du fer, du zinc et d'autres métaux.

QUEL TRAITEMENT ?

La question est : faut-il agir, où et comment, pour éliminer le reste des micropolluants¹ dans le cycle de l'eau [3] ?

1. Micropolluants : substances polluantes minérales ou organiques, d'origine naturelle ou de synthèse, pouvant avoir un effet néfaste sur l'homme ou l'environnement, même à très faible concentration. On trouve en particulier des pesticides, des résidus médicamenteux, ou encore des hydrocarbures.

L'Europe développe depuis quelques dizaines d'années une politique visant à protéger l'homme et l'environnement des substances les plus dangereuses, notamment celles qui sont persistantes, bioaccumulables², mutagènes, cancérigènes ou reprotoxiques³. Dans un premier temps il faut éliminer et réduire l'usage des substances dangereuses dans la vie quotidienne. Dans un

deuxième temps il faut protéger les eaux de « surfaces ».

Des progrès sont fait pour assainir les eaux usées, en construisant des zones humides artificielles (Figure 2A) pouvant aller du simple filtre planté de roseaux⁴ (Figure 2B) jusqu'à des systèmes plus complexes comportant une suite de bassins permettant, selon leur volume et leur profondeur, de jouer

2. Bioaccumulable : accumulable dans un organisme (végétal, animal, fongique, microbien).

3. Composés cancérigènes, mutagènes, reprotoxiques (CMR) : « mutagènes » désigne les composés capables de provoquer une mutation des cellules vivantes au sein d'un individu.

4. Les roseaux ont la particularité de former un tissu racinaire et un réseau de galeries qui drainent, apportent de l'oxygène et servent de support aux bactéries aérobies. Ces bactéries, ainsi que la macrofaune du sol, ont un rôle de dégradation et de minéralisation de la matière organique, qui devient dès lors assimilable par les plantes.

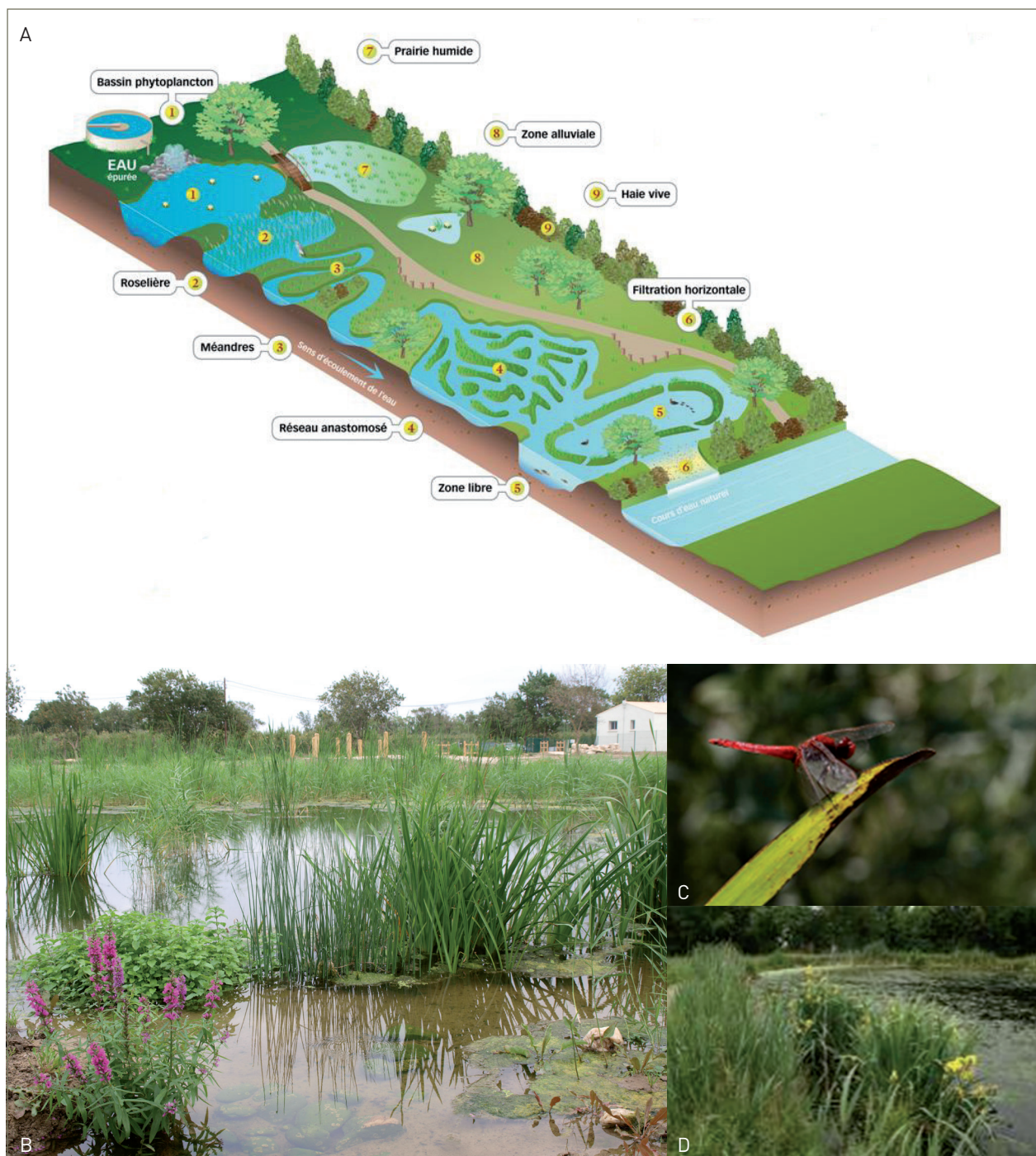


Figure 2 – Les zones humides artificielles.

sur les temps de rétention et ainsi de favoriser soit la décantation, soit la pénétration dans le sol (la filtration naturelle dans le sol est un procédé très efficace pour retenir les micropolluants). Enfin, on diversifie les plantations végétales pour capter à l'aide de plantes spécifiques certains micropolluants, ou permettre à d'autres plantes qui présentent un système racinaire complexe de développer un biofilm⁵ contribuant à la biodégradation de ces micropolluants.

D'autres procédés physico-chimiques ont été développés pour l'élimination des micropolluants, aussi bien dans le domaine de l'eau potable que dans celui des eaux usées. Ils permettent de traiter très efficacement des grands débits sur des installations très complexes. Par exemple, le couplage de l'oxydation à l'ozone [4] avec différents procédés de traitement biologique est extrêmement efficace. L'ozone casse les molécules et les oxydes, et le traitement biologique permet de finir la « digestion » de ces molécules. Cela permet d'éliminer plus de 70 % des micropolluants organiques.

Une autre solution développée ces dernières années est l'adsorption des micropolluants sur du charbon actif⁶ [5], en grain ou en poudre, directement injecté dans l'eau pour augmenter les surfaces de contact et ainsi accroître la performance.

5. Biofilm : ensemble de bactéries agglomérées qui colonisent un milieu.

6. Charbon actif : charbon traité de façon à présenter une très grande surface par unité de masse (environ 2 000 m²/g) et utilisé comme catalyseur, adsorbant, décolorant, etc.

LA POTABILISATION DE L'EAU

Certains procédés sont basés sur la réalimentation des nappes phréatiques, pour potabiliser l'eau et éliminer les micropolluants. La figure 3 présente le schéma d'un tel procédé. On exploite dans ce cas les phénomènes de filtration naturelle dans le sol, comme par exemple en aval de Paris, pour alimenter des usines de production d'eau potable. L'eau est pompée une première fois dans la nappe d'origine alluviale⁷ où elle a donc subi une première filtration naturelle à travers le lit de la rivière, puis réinfiltrée dans la nappe à travers des bassins d'alimentation, ce qui permet de lui faire subir une deuxième filtration naturelle. On peut même augmenter la performance de cette filtration naturelle en tapissant le fond des bassins de charbon végétal. Cette eau est ensuite pompée une deuxième fois pour être traitée sur une filière conventionnelle physico-chimique. Cette combinaison de procédés naturels et de procédés physico-chimiques est d'une très grande efficacité pour l'élimination des micropolluants, et permet de produire une eau de très grande qualité [6], même à partir d'une ressource relativement dégradée.

Dans les situations extrêmes, où l'on est face à des molécules très réfractaires qui résistent à tous ces traitements, il reste les solutions ultimes, plus onéreuses mais très efficaces, comme la filtration membranaire, la nanofiltration ou l'osmose inverse [7]. Ces procédés, développés pour le dessalement de l'eau de mer ou le traitement des

7. Masse d'eau présente dans les sédiments d'une rivière.

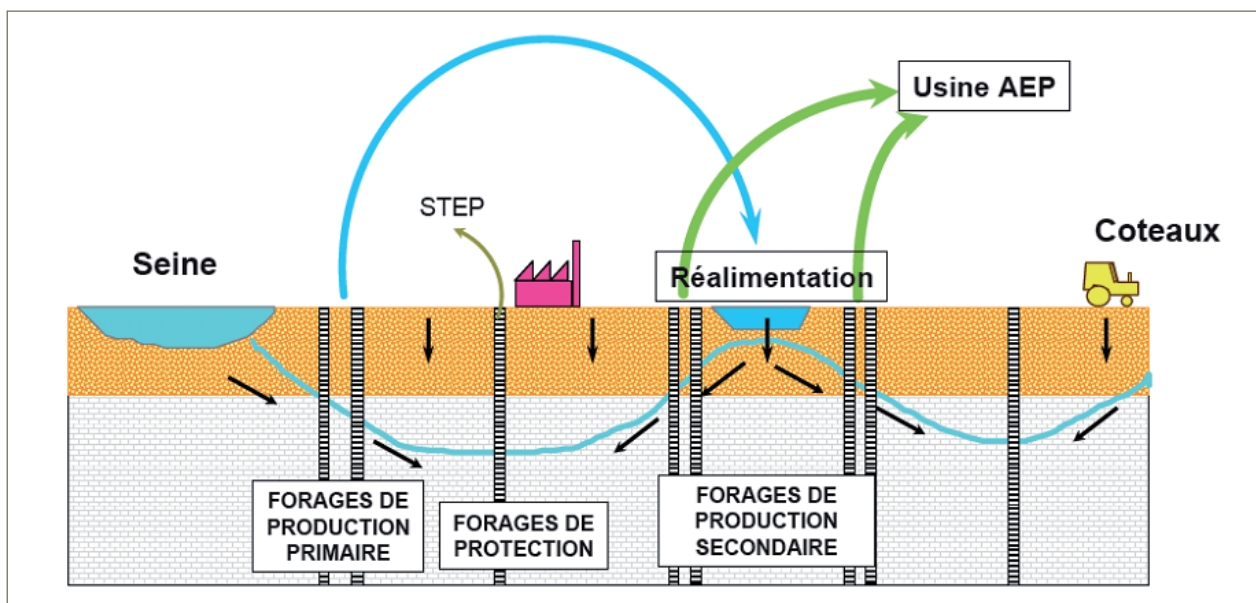


Figure 3 – Procédé de potabilisation par réalimentation de nappe du site d'Aubergenville [78] ; plan du site localisant les lieux de forage de production primaire (premier pompage) et de production secondaire (deuxième pompage et traitement).

eaux saumâtres, permettent aussi d'éliminer la plupart des micropolluants organiques et minéraux.

LE TRAITEMENT DES MICROPOLLUANTS CHIMIQUES : QUELLES PERSPECTIVES ?

Aujourd'hui, une pollution diffuse est présente dans tous les domaines : air, sol, eau.

Pour éviter les pics de pollution de l'eau, il faut mettre en place une surveillance en ligne des polluants sur les réseaux de collecte des eaux usées, et une optimisation des flux en utilisant au maximum les capacités de stockage de nos réseaux de collecte d'eaux usées.

Les techniques de traitement efficaces sont disponibles pour l'assainissement et la potabilisation (8), pourtant certaines molécules résistent aux traitements, alors faut-il mettre en place des traitements encore plus poussés de potabilisation ?

POUR EN SAVOIR PLUS

- (1) Une peur verte de la chimie (Chimie et... Junior)
<http://www.mediachimie.org/node/1784>
- (2) Technicien d'analyse chimie/physico-chimie (H/f)
<http://www.mediachimie.org/node/209>
- (3) L'eau : ses propriétés, ses ressources, sa purification
<http://www.mediachimie.org/node/559>
- (4) L'eau, sa purification et les micro-polluants
<http://www.mediachimie.org/node/328>
- (5) L'obtention de charbons actifs
<http://www.mediachimie.org/node/925>
- (6) L'eau du robinet est-elle polluée ?
<http://www.mediachimie.org/node/728>
- (7) D'eau et de sel (video)
<http://www.mediachimie.org/node/627>
- (8) Les faibles doses de polluants sont-elles dangereuses ? (Chimie et... Junior)
<http://www.mediachimie.org/node/1474>
- (9) Les perturbateurs endocriniens ; ce que l'on sait
<http://www.mediachimie.org/node/2471>

Noël Baffier, professeur honoraire d'université, ancien directeur des Études de l'École d'Ingénieurs de Chimie Paristech, spécialité de recherches : science des matériaux

Jean-Claude Bernier, professeur émérite de l'Université de Strasbourg, ancien directeur scientifique des sciences chimiques du CNRS

Julien Lefebvre, professeur de physique chimie

Grégory Syoën, professeur agrégé, chef de projet Mediachimie-Fondation de la maison de la chimie