

## Micropolluants

Micropolluants, substances cancérigènes, composants neurotoxiques et perturbateurs endocriniens ont investi les magazines de santé. Mais de quoi parle-t-on ? Quel risque représentent-ils pour les milieux aquatiques ? Comment anticiper et agir contre les pollutions ? Introduction à cette surnoise problématique avec Baptiste CASTEROT de l'Agence de l'eau Seine-Normandie - AESN. H2o août 2014.

### MICROPOLLUANTS

La pollution des rivières à l'heure des micropolluants

Comment gérer les substances toxiques à de faibles concentrations

Micropolluants, substances cancérigènes, composants neurotoxiques et perturbateurs endocriniens ont progressivement investi les magazines de santé. Un rapport de 2013 de l'Organisation mondiale de la santé et du Programme des Nations unies pour l'environnement - State of the Science of Endocrine Disrupting Chemicals, 2012, February 2013 - a estimé que les perturbateurs endocriniens (à eux seuls) représentent "une menace mondiale pour la santé humaine et l'environnement". Ils pourraient en tout cas être en grande partie responsables de l'augmentation de nombreux troubles et pathologies (infertilité, cancers hormono-dépendants, diabète, etc.) observés à travers le monde durant ces dernières décennies. Mais de quoi parle-t-on ? Quel risque représentent-ils pour les milieux aquatiques ? Comment anticiper et agir contre les pollutions ?

Baptiste CASTEROT chargé de mission Pollution toxique- AESN

illustration Blanche-Neige, Walt Disney (1937) H2o - août 2014

À

Le Dictionnaire encyclopédique des Sciences de l'eau (François Ramade, éd. Science) définit le micropolluant comme "un polluant présent à faible concentration dans l'environnement", en précisant : "la plupart des micropolluants appartiennent au groupe des polluants xénobiotiques caractérisés par des effets toxicologiques importants même s'ils sont à des concentrations très faibles."

Nous retiendrons que : 1. le micropolluant est un polluant toxique, susceptible de provoquer des perturbations, des altérations des fonctions d'un organisme vivant, entraînant des effets nocifs dont le plus grave est la mort ; 2. le micropolluant est présent dans l'environnement à des concentrations de l'ordre du microgramme par litre ; 3. le micropolluant est plutôt d'origine synthétique mais peut être également naturel dans le cas des métaux (mercure, cadmium) ou des métalloïdes (arsenic). Revenons immédiatement sur ces trois caractéristiques.

Le micropolluant est un polluant toxique

On distingue deux types essentiels de toxicité : la toxicité aiguë « lorsque le polluant cause la mort ou des désordres physiologiques importants immédiatement ou peu de temps après l'exposition ; la toxicité chronique lorsque le polluant cause des effets irréversibles à long terme par une absorption continue de petites doses de polluants, ou des effets cumulatifs.

À

On distingue par ailleurs les effets toxiques à seuil de dose, quand les dommages sur un organisme apparaissent au-delà d'une certaine dose, des effets toxiques sans seuil de dose, qui désignent des effets de micropolluants pouvant agir quelle que soit la dose, quand par exemple une seule molécule suffit à provoquer un effet adverse dans une cellule, potentiellement néfaste pour l'organisme, par exemple suite à une mutation de l'ADN. Cette catégorie regroupe les produits CMR (cancérogènes, mutagènes, reprotoxiques).

Le degré de toxicité d'un polluant de l'environnement pour un organisme vivant dépend : de la toxicité intrinsèque de la substance ; de la stabilité de la substance dans l'environnement (persistance, résilience, dégradation abiotique...) ; de l'exposition (bioaccessibilité, dégradation...) et des voies de pénétration ; de la quantité et de la durée d'exposition ; son devenir dans l'organisme (métabolisation, bioaccumulation...).

À

Le micropolluant est présent dans l'environnement à des concentrations de l'ordre du microgramme par litre

1  $\frac{1}{4}$ g, c'est un millième de milligramme. Ce qui fait qu'un 1  $\frac{1}{4}$ g/L, c'est l'équivalent de quelques grammes de sucre cristallisé dans une piscine olympique.

À

Un micropolluant est plutôt d'origine synthétique mais peut être également naturel dans le cas des métaux (mercure, cadmium) ou des métalloïdes (arsenic)

Les micropolluants sont souvent classés par familles chimiques : les métaux (cadmium, plomb par exemple) et les métalloïdes (arsenic) d'une part ; les organiques d'autre part (comme les dérivés du benzène, les polychlorobiphényles ou PCB, les phtalates, les bisphénols, les organochlorés...) ; et, entre les deux, les organo-métalliques.

Mais ils peuvent être également classés par usages : les plastifiants, les détergents, les pesticides, les biocides, les produits pharmaceutiques...

Enfin, pour une définition complète, nous préciserons qu'un micropolluant n'est pas un micro-organisme. Sont ainsi exclus de la définition les virus, les bactéries, les cyanobactéries, etc., ainsi également que les polluants dits "classiques" : les matières en suspension, l'azote, les nitrates, le phosphore...

À

## NOTIONS FONDAMENTALES

La réglementation liée aux micropolluants est foisonnante. Les micropolluants se trouvent au carrefour de beaucoup de textes législatifs, dans une réglementation complexe, assez imbriquée portant sur les autorisations de mise sur le marché, les autorisations de rejets, et sur l'environnement (eau, milieux aquatiques, usages de l'eau).

La DCE (directive cadre européenne sur l'eau) fixe des substances prioritaires communes à l'échelle européenne et exige de chaque bassin de déterminer leurs propres micropolluants significatifs complémentaires.

Le droit français a intégré la réglementation européenne en structurant la stratégie du gouvernement français dans des plans nationaux d'actions comme le Plan micropolluants, ou de façon particulière sur les PCB ou encore dans l'actualité récente des perturbateurs endocriniens.

## Le parcours d'un micropolluant

Le micropolluant, une fois fabriqué ou généré fatalement, puis relargué, va passer de l'environnement aux espèces vivantes - et à l'homme, par différents canaux environnementaux : l'air, le sol, l'eau. L'eau n'est pas le premier vecteur de contamination pour la santé humaine, même si cela est variable selon les micropolluants considérés. En revanche, elle est un bon réservoir des micropolluants que l'on peut retrouver dans d'autres compartiments environnementaux (les sols ou l'air).

Comment les micropolluants arrivent-ils dans l'eau et les milieux aquatiques ? Le schéma simplifié des sources d'émission, des voies de transfert dans notre environnement, et des rejets vers les milieux aquatiques pourrait être le suivant.

À

Des exemples pris sur le bassin Seine-Normandie donnent une idée des principaux rejets constatés ainsi que les améliorations enregistrées.

S'agissant des rejets industriels, des efforts importants ont porté sur la gestion des effluents industriels notamment sur les métaux lourds et les solvants halogénés. Ainsi les efforts entrepris dans le traitement de surfaces et dans la métallurgie (réglementation, traitement des effluents, rejet zéro...) ont permis d'enregistrer une forte diminution des teneurs en cadmium depuis les années 1980. En revanche, les rejets de solvants chlorés et d'arômes de benzène représentent désormais une part importante des rejets industriels ; les apports en nickel et nonylphénols sont également significatifs.

En milieu urbain, les habitants contribuent quotidiennement de façon non négligeable au rejet de micropolluants par leur consommation de produits d'entretien (l'eau de javel, les détergents, les peintures), de cosmétiques ou de médicaments. S'y ajoutent évidemment les rejets de diverses activités économiques artisanales ou industrielles, les transferts des matériaux urbains (les fameuses toitures en zinc de Paris), l'entretien des espaces verts, etc. Sur les plus grosses stations d'épuration du bassin, 14 des 20 substances les plus rejetées sont des métaux ; pour les stations plus petites, le zinc, le cuivre, le chlortoluron, le diuron et l'oxadiazon sont les plus retrouvés.

Les actions à la source de maîtrise de l'émission des micropolluants dans les systèmes d'assainissement permettent de réduire les rejets vers les rivières. Depuis plusieurs années, les rejets de micropolluants dans les réseaux d'assainissement ont ainsi été réduits par diverses actions : la campagne Pressings sans perchloréthylène, la récupération des amalgames dentaires pour le mercure, la gestion des déchets pour les garages (HAPs)...

À

Le volume des rejets est significativement augmenté par temps de pluie. C'était le cas il y a quelques années avec les rejets de plomb, imputables au carburant des véhicules automobiles. Les programmes de recherche sur le bassin engagés au sein de l'observatoire OPUR (observatoire des polluants urbains en Île-de-France) ont permis depuis deux décennies d'approfondir notre connaissance des apports par temps de pluie. Ses principales thématiques actuelles sont la maîtrise de la source de la contamination des eaux pluviales urbaines, l'utilisation des ressources alternatives à l'eau potable en ville, le développement de nouvelles méthodes pour le suivi et la caractérisation des contaminants, la modélisation intégrée des flux polluants.

Par ailleurs, les programmes de recherche PIREN-Seine et GIP Seine-Aval contribuent à apporter un éclairage sur les stocks de pollution constitués dans l'environnement depuis des décennies et potentiellement "remobilisables" dans les rivières. La datation d'une carotte de sédiments à l'aval du bassin de la Seine témoigne des activités humaines passées : le pic de pollution en HAP (1960) correspond à l'utilisation du charbon en France (confirmation sur d'autres sites en France). De même, des traces de mercure qui provenaient du bouclage des plumes d'aigrette à destination des chapeaux par les vapeurs de mercure peuvent être retrouvées dans des carottes de sédiments dans les dépôts de crues de la Seine. Des stocks de pollution dans l'environnement ont été constitués par les activités et pratiques passées (sédiments, produits de dragage des ports et chenaux de navigation, sites pollués...). Les molécules hydrophobes sont généralement les plus concernées (PCB, HAP, certains cations, métaux). Il reste assez difficile d'estimer la part de pollution dite "remobilisable" qui pourra engendrer un impact sur les écosystèmes aquatiques. Cela reste une voie d'amélioration de connaissances importante. Des stocks de ce type dans l'environnement ainsi que les apports des rivières et fleuves du continent constituent des sources de pollution importantes de micropolluants pour les milieux marins.

Bassin Seine-Normandie

La stratégie d'actions de l'Agence de l'eau

ANTICIPER ET AGIR

À

L'Agence de l'eau Seine-Normandie organise une approche parallèle : ANTICIPER et AGIR.

ANTICIPER - Il s'agit de prévenir les pollutions par une véritable stratégie de surveillance de la pollution dans les milieux ; d'améliorer la connaissance sur les micropolluants et les contaminations et de financer des projets de recherche.

L'Agence de l'eau est responsable du suivi de la qualité des eaux sur son territoire. Le nombre de micropolluants recherchés n'a cessé de croître, passant de moins de 100 dans les années 1970, à près de 500 dans les années 19

et près de 900 fin des années 2000. Aujourd'hui cette recherche s'inscrit dans une stratégie de surveillance pour la rendre plus efficace (des points de vue technique et économique).

La stratégie de surveillance des eaux superficielles est en lien avec les cycles du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE).

## STRATÉGIE POUR LES EAUX SUPERFICIELLES

État écologique

État chimique

Cycle de gestion N

Campagne exceptionnelle

Recherche ponctuelle d'une liste élargie de micropolluants dans des conditions techniques optimales

Sélection de micropolluants intégrant une liste de vigilance - Watch List

Cycle de gestion N+1

Surveillance régulière dans le cadre des réseaux DCE des micropolluants pertinents à surveiller pour le bassin

Surveillance des micropolluants de la Watch List

Cycle de gestion N+2

Sélection et surveillance de la liste des polluants spécifiques de l'État écologique pour les micropolluants significatifs du bassin

Amendement de la liste des substances prioritaires DCE

Une stratégie comparable est développée pour les eaux souterraines.

En complément de la stratégie de surveillance des milieux aquatiques, l'Agence est impliquée ou mène des programmes de recherche et d'études : les programmes de recherche (OPUR, Piren-Seine et GIP Seine Aval) soutenus par l'agence de l'eau ont parmi leurs axes prioritaires l'amélioration des connaissances en micropolluants et la compréhension des mécanismes de contamination de l'eau et des milieux aquatiques ; par ailleurs, des études particulières sous maîtrise d'ouvrage Agence ou aides financières viennent compléter ce volet connaissance (devenir des précurseurs des composés perfluorés, produits des ménages, impact sur le littoral...) ; enfin, la surveillance ponctuelle des émissions de substances (rejets des stations d'épuration ou des industriels) ou les données de vente en agriculture permettent également de suivre les sources d'émissions

AGIR - L'objectif du ministère de l'écologie et des agences de l'eau est d'éliminer ou réduire les micropolluants le plus à l'amont possible notamment pour éviter un traitement des effluents coûteux ou non adapté dans des stations d'épuration dont l'objectif n'est pas de traiter ces pollutions.

Plusieurs outils sont mobilisés, qui relèvent de la réglementation européenne et française : autorisations de mise sur le marché, directives émissions / milieux / usages ; plans nationaux (micropolluants, résidus de médicaments, PCB, algues). S'y ajoutent les aides publiques (des agences de l'eau), la fiscalité écologique (redevances des agences, redevance pour pollution diffuse, redevance pollution d'origine non domestique) et diverses actions d'éducation et de sensibilisation.

Les aides financières octroyées par les agences de l'eau visent à inciter les maîtres d'ouvrage à la réduction de la pollution et des rejets à la source. Cela peut concerner la réduction à la source des rejets des industries (technologies propres, développement de la maîtrise des connaissances par la profession), à la maîtrise des apports par temps de pluie (gestion de la pollution en amont, amélioration des pratiques d'entretien, aménagements urbain et rural), ou encore la maîtrise des déversements dans les réseaux d'assainissement (collecte et élimination des déchets concentrés toxiques, maîtrise des rejets de l'artisanat et PME, incitation des collectivités, amélioration des pratiques).

À

## LES REDEVANCES VISANT À LIMITER LES REJETS DANS L'ENVIRONNEMENT

Redevance pour pollution diffuse - Y sont assujettis les distributeurs de produits phytosanitaires (liste de micropolluants / substances actives)

Redevance pour pollution d'origine non domestique - Y sont notamment assujettis les industriels. La première redevance sur la toxicité aiguë a été initiée en 1975 ; elle a été complétée en 1994 par une redevance sur les Métox (métaux toxiques) et AOX (composants organohalogénés).

## Les enjeux dans le bassin Seine-Normandie

L'état des nappes souterraines - La qualité chimique des nappes reste assez stable voire s'améliore lentement depuis la dernière évaluation officielle en 2009. Cependant 77 % des masses d'eau souterraine sont en état chimique médiocre. Les micropolluants les plus concernés sont les pesticides et métabolites, qui affectent 68 % des masses d'eau. Les autres micropolluants (solvants halogénés, métaux, hydrocarbures) concernent 20 % des masses d'eau.

L'état des rivières - Deux points de vue diffèrent selon que l'on considère ou non les HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques). Il s'agit de résidus de combustion d'hydrocarbures, pour l'essentiel, ces résidus proviennent de pollutions atmosphériques, via la retombée des fumées, ou du lessivage des routes qui entraînent les résidus de pneus. Les doses présentes sont infinitésimales, mais leurs effets sur le milieu naturel sont mal connus. Les gestionnaires de l'eau ont peu de prise sur cette pollution qui vient de sources multiples). Sans ces HAP, seules 41 masses d'eau de rivière sont alors classées et les rivières du bassin peuvent donc être considérées à 92 % en bon état chimique. Mais ce constat à nuancer ; cette évaluation officielle ne porte que sur un nombre limité de substances et se base uniquement sur l'eau, alors que les polluants peuvent se cacher dans les sédiments des rivières.

Les PCB - Les polychlorobiphényles (PCB), aussi appelés biphényles polychlorés (BPC), ou encore parfois improprement dits "pyralènes", du nom commercial d'un produit de Monsanto à base de PCB et autrefois très utilisés dans les transformateurs, forment une famille de 209 composés aromatiques organochlorés dérivés du biphényle. Les PCB sont persistants et bioaccumulables : ils sont de fait plus présents dans les sédiments ou les organismes vivants que dans l'eau : il faut donc surveiller à l'endroit où c'est pertinent. Même si leur fabrication et leur utilisation est interdite depuis 1987, les PCB sont encore présents dans des concentrations toujours préoccupantes sur le bassin Seine-Normandie. Ils posent encore aujourd'hui des problèmes environnementaux et sanitaires du fait des dépassements de seuil, notamment en estuaire de Seine. Les zones à risque sont les axes Seine, l'Oise, l'estuaire de la Seine et quelques rivières.

Les métaux et métaux lourds - Les métaux sont également des micropolluants plutôt hydrophobes. Les eaux sont globalement faiblement contaminées (essentiellement par le zinc et le cuivre ou par chrome, titane, sélénium, vanadium et cobalt). Au niveau des sédiments (stocks), la contamination actuelle est plus probante et localisée principalement sur l'axe Seine, l'Oise et quelques rivières. Néanmoins, les concentrations des métaux les plus toxiques diminuent dans les moules de baie de Seine et globalement la tendance est à la baisse dans les sédiments. Cette tendance à la baisse est comparable à celle observée sur d'autres rivières comme le Rhin.

Les alkylphénols - Obtenus par l'alkylation de phénols, ces composés sont utilisés massivement comme précurseurs de détergents, comme additifs de carburant et lubrifiants, comme polymères, et comme composants des résines phénoliques. Ce sont également des briques de base pour produire des parfums, plastiques thermoplastiques, antioxydants, matériaux retardateur de flamme. Du fait de leur utilisation pour produire des résines alkylphénoliques, les alkylphénols se trouvent aussi dans les pneus, adhésifs, revêtements, papier carbone et caoutchoucs haute performance. Ce sont aussi des composés relativement hydrophobes. Si les eaux apparaissent globalement peu



contaminées (ils sont probablement imparfaitement détectés), une forte imprégnation des sédiments est toutefois nettement constatée, toujours sur l'axe Seine, l'Oise et quelques rivières. C'est une famille problématique dans la mesure où les émissions dans l'environnement sont très diffuses. Le constat est assez similaire pour les phtalates et le DEHP (plastifiants) même si les voies d'émissions prépondérantes ne sont pas tout à fait similaires.

Les pesticides - De nombreux pesticides sont détectés dans les rivières : parfois plus de 30 pesticides au même point de mesure (sur aussi plus de 450 pesticides recherchés au total). Les principaux pesticides concernés sont des herbicides et les triazines, ou leurs produits de dégradation, ainsi que des urées substituées (isoproturon...) ou leurs produits de dégradation. On trouve à la fois des pesticides autorisés, mais aussi des interdits persistants dans le milieu. Ces pesticides interdits proviennent essentiellement des nappes d'eau souterraine et des stocks dans les sols et les sédiments. La contamination dans les nappes est aussi importante ; 77 micropolluants dépassent au moins une fois la norme de potabilité en moyenne annuelle.

Les résidus de médicaments - Les concentrations sont quasiment infinitésimales. Par exemple, le paracétamol, médicament le plus consommé, avec quelque 3 000 tonnes par an en France soit environ 1 000 tonnes par an sur le bassin Seine-Normandie : les concentrations relevées dans l'eau du robinet sont inférieures à 100 nanogrammes par litre (ng/L) ; en d'autres mots, il faudrait ainsi boire 2 litres par jour pendant plusieurs milliers d'années pour absorber l'équivalent d'un cachet de paracétamol de 100 milligrammes ! L'écart de plus d'un facteur 100 avec les concentrations qui seraient à risque sanitaire et celles retrouvées au robinet dans plusieurs continents fait que l'OMS, sur la base des connaissances actuelles, ne juge pas utile l'adoption de normes eau potable pour les résidus médicamenteux.

Et les perturbateurs endocriniens ? - La dénomination "perturbateur endocrinien" ne vise pas une famille chimique de micropolluants (PCB, HAP...) ou encore une famille de produits (médicaments...) mais l'ensemble des micropolluants suspectés de perturber le système endocrinien, le développement cérébral et les fonctions de reproduction notamment. Parmi les micropolluants déjà cités, certains PCBs, métaux (Cd, Pb), médicaments, pesticides, alkyphénols ou encore TBT (les tributylétain qui ont été massivement utilisés dans les années 1960 et 1970 comme pesticides mais aussi dans le traitement des coques de navires) ou le DEHP sont suspectés d'être des perturbateurs endocriniens. Les médicaments ne le sont pas tous. Il faut certainement être vigilant sur les plastifiants, les biocides, les détergents. Si, pour les médicaments, les concentrations en rivières sont de l'ordre du nanogramme par litre, pour les perturbateurs endocriniens, on peut globalement dire que les concentrations dans l'eau des rivières peuvent aller jusqu'au microgramme par litre (1/1000g/L). Mais cette problématique de perturbation est plus ambiguë, sournoise car beaucoup d'aspects peuvent entrer en compte comme par exemple l'âge et sensibilité du récepteur.

Les micropolluants nous imposent de gérer les contaminations du passé et, en même temps, d'anticiper et de connaître les pollutions de demain, les polluants émergents. Ils nous imposent aussi "de faire" avec les polluants ubiquistes, apportés d'autres écosystèmes, tels que les PCBs, DDT et autres PBDEs, retrouvés dans les organismes des ours polaires.

C'est là, jusque dans les glaces arctiques, que s'imprime désormais notre empreinte chimique.

À

Guide pratique des substances toxiques dans les eaux douces et littorales du bassin Seine-Normandie

Agence de l'eau Seine-Normandie - AESN

Liens externes

OPUR - Observatoire des polluants urbains en Île-de-France

PIREN-Seine - Programme interdisciplinaire de recherche sur l'environnement de la Seine

GIP Seine-Aval - Groupement d'intérêt public Seine-Aval