



Micropolluants présents dans les milieux aquatiques et leur impact sur la santé humaine

Exemple de l'agglomération parisienne

23 et 24 novembre 2016

Cité de l'Eau et de l'Assainissement du SIAAP – Colombes (92)

– RÉSUMÉS DES INTERVENTIONS –



Liste des abréviations

AAC : Aires d'Alimentation de ses Captages

ADES : Banque nationale d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines

AESN : Agence de l'eau Seine-Normandie

AFEPTB : Association Française des Établissements Publics Territoriaux de Bassin

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

ARS : Agence Régionale de Santé

ARS Normandie : Agence Régionale de Santé de Normandie

ASTEE : Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement

CD 92 : Conseil départemental des Hauts-de-Seine

CD 94 : Conseil départemental du Val-de-Marne

CNRS-ISA : Centre national de la recherche scientifique - Institut des Sciences Analytiques

CNRS PIREN-Seine : Centre national de la recherche scientifique - Programme Interdisciplinaire de Recherche sur l'Environnement de la Seine

CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

DRIEE : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie d'Île-de-France

EAT2 : Deuxième étude de l'alimentation totale

ECHA : Agence européenne des produits chimiques

EPOC : Laboratoire Environnements et Paléoenvironnements Océaniques et Continentaux

EPTB : Établissement Public Territorial de Bassin

ETIAGE : Étude Intégrée des Apports locaux et Amont de la Garonne Estuarienne

GIP Seine-Aval : Groupement d'Intérêt Public Seine-Aval

ICRAPHE : Conférence internationale sur les risques liés à la présence de résidus de médicaments dans les eaux

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

INRA : Institut national de la recherche agronomique

LADYSS : Laboratoire Dynamiques Sociales et Recomposition des Espaces

LCME : Laboratoire de Chimie Moléculaire et Environnement

LEESU : Laboratoire Eau Environnement et Systèmes Urbains

MAE : Mesures agroenvironnementales

MAEC : Mesures agroenvironnementales et climatiques

METIS : Laboratoire Milieux Environnementaux, Transferts et Interactions dans les Hydrosystèmes et les Sols

ONEMA : Office national de l'eau et des milieux aquatiques, devenu l'**AFB** : Agence française pour la biodiversité depuis le 1^{er} janvier 2017

OPUR : Observatoire des Polluants Urbains en Île-de-France

PPI : Périmètre de Protection Immédiat

PSEE : Polluants Spécifiques de l'État Écologique

RUTP : Rejets urbains de temps de pluie

SDAGE : Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux

SHS : Sciences humaines et sociales

SIAAP : Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne

SIPIBEL : Site Pilote de Bellecombe

SIRIS : Système d'Intégration des Risques par Interaction des Scores

SLGRI : Stratégies Locales de Gestion des Risques Inondation

SM3A-EPTB Arve : Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et de ses Affluents

SP : Substances Prioritaires

STEP : Station d'épuration des eaux usées

UDI : Unités de distribution d'eau potable

Table des matières

23 novembre 2016 : La problématique des micropolluants en Seine1

Session 1 : Éclairage général sur le vocabulaire utilisé, sur l'état des lieux et sur les connaissances actuelles sur le bassin de la Seine, dans l'agglomération parisienne1

Définition générale des micropolluants et des risques émergents associés en l'état actuel des connaissances et de la réglementation, *Yves LÉVI*2

Plan micropolluants 2016-2021 pour préserver la qualité des eaux et de la biodiversité, *Laure SOULIAC*3

Les micropolluants dans les eaux destinées à la consommation humaine, *Raphaël TRACOL*4

État de la contamination des eaux du bassin de la Seine - suivi en cours des micropolluants liés à la Directive Cadre sur l'Eau, *Audrey PELLET*5

Présence et impact des micropolluants sur le biote de l'estuaire de la Seine et de la baie de Seine orientale, *Cédric FISSON*6

Bassin de la Seine : le poids des micropolluants historiques, émergents ... et immergés !, *Jean DUCHEMIN*7

Session 2 : Quelles mesures de gestion adopter pour réduire les concentrations en micropolluants dans les ressources en eau ?9

Présentation du plan micropolluants de Bordeaux Métropole, *Anne-Lise JACQUET et Nicolas GENDREAU*10

Expérience des Établissements Publics Territoriaux de Bassin (EPTB) en matière de micropolluants, *Frédéric MOLOSSI et Charlène CARDOSO*11

Politique d'Eau de Paris en matière de micropolluants dans l'eau potable, *Christophe GERBIER* .12

24 novembre 2016 : Les micropolluants dans les eaux urbaines en Île-de-France ...13

Session 3 : État des connaissances sur les micropolluants dans les eaux urbaines13

Structuration d'une expertise sur les micropolluants dans les eaux urbaines. Exemple d'OPUR, *Ghassan CHEBBO et Marie-Christine GROMAIRE*14

Les micropolluants dans les systèmes urbains. De quels polluants parle-t-on ? *Régis MOILLERON*16

Origines, concentrations et caractéristiques des micropolluants dans les eaux urbaines, *Johnny GASPERI, Adèle BRESSY, Alain RABIER et Baptiste CASTEROT*17

Contribution des différentes sources aux flux totaux dans les rejets urbains et contribution de l'agglomération parisienne aux flux en Seine, *David GATEUILLE, Johnny GASPERI, Jean-Marie MOUCHEL et Vincent ROCHER*18

Session 4 : Stratégies de gestion des micropolluants dans les eaux urbaines19

Contrôle à la source des eaux pluviales et des micropolluants, *Marie-Christine GROMAIRE, Nadine AIRES et Christophe LEHOUCQ*20

Micropolluants et réglementation, *Bilel AFRIT*21

Le rôle des usagers dans la maîtrise à la source, *José-Frédéric DEROUBAIX et Adèle BRESSY*22

Micropolluants et assainissement - Focus sur les techniques de dépollution aval, *Vincent ROCHER et Johnny GASPERI*24

23 novembre 2016

La problématique des micropolluants en Seine

Session 1

présidée par Régis THÉPOT, Secrétaire Général Adjoint de l'Académie de l'Eau

Éclairage général sur le vocabulaire utilisé, sur l'état des lieux et sur les connaissances actuelles sur le bassin de la Seine, dans l'agglomération parisienne

Définition générale des micropolluants et des risques émergents associés en l'état actuel des connaissances et de la réglementation

Yves LÉVI, Professeur à l'Université Paris-Sud, Vice-Président de l'Académie de l'Eau

Les micropolluants sont des contaminants chimiques et radiochimiques des compartiments de l'environnement, présents dans des gammes de concentrations inférieures au ppm et proches du ppb ou inférieures. Des notions complémentaires leurs sont attribuées comme un caractère jugé indésirable (nocifs, réactifs, perturbateurs organoleptiques...) et la nature de leur origine qui peut être anthropique (pesticides, plastifiants, principes actifs de médicaments...) et/ou naturelle (toxines, hydrocarbures...).

Les progrès analytiques accomplis ces dernières décennies ont fait émerger l'observation de très nombreuses familles de molécules autrefois indétectables auxquelles il faut accorder une attention nouvelle, d'autant plus que l'observateur est souvent confronté à des mélanges qui apparaissent dans le milieu naturel. Les caractéristiques physico-chimiques et les propriétés biologiques sont extrêmement variées, interdisant toute généralisation. Les actions de gestion à mener à leur encontre sont donc entièrement dépendantes de la notion d'acceptabilité du risque qui leur est accordé. Ceci implique la plus parfaite évaluation objective des risques par des expertises collectives indépendantes avec une rigueur scientifique indiscutable. Il importe donc de développer les connaissances sur les effets biologiques, la relation dose-effet et les expositions ; faute de quoi, les décisions peuvent être prises sur la base d'une estimation irrationnelle ou selon les principes de prévention et de précaution.

Plan micropolluants 2016-2021 pour préserver la qualité des eaux et de la biodiversité

Laure SOULIAC, ministre de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer

Le plan micropolluants 2016-2021 pour préserver la qualité des eaux et de la biodiversité a été lancé par la ministre chargée de l'environnement, Ségolène Royal, le 8 septembre dernier lors de la conférence internationale sur les risques liés à la présence de résidus de médicaments dans les eaux (ICRAPHE).

Jusqu'à présent, certaines situations de crise et la multiplicité des molécules avaient conduit les pouvoirs publics à organiser leur action de lutte contre la pollution des milieux aquatiques par les micropolluants autour de 4 plans : le plan national de lutte contre les PCB, le premier plan national sur les micropolluants (2010-2013), le plan chlorderécone (2011-2013), et le plan national sur les résidus de médicaments (2010-2015). Les précédents plans d'action étant arrivés à leur terme, dans un souci de cohérence et de clarification, l'ensemble des actions a été regroupé dans un plan unique, le « plan micropolluants 2016-2021 pour préserver la qualité des eaux et de la biodiversité ».

Ce plan a pour but de protéger à la fois les eaux de surface continentales et littorales, les eaux souterraines, le biote, les sédiments et les eaux destinées à la consommation humaine, et participe à la protection du milieu marin en limitant l'apport de polluants via les cours d'eau du milieu marin.

Ce plan se décline en trois grands objectifs :

- **réduire** dès maintenant les émissions de micropolluants présents dans les eaux et les milieux aquatiques et dont la toxicité est avérée. Des objectifs chiffrés de réduction sont donnés substance par substance ;
- **consolider les connaissances** pour adapter la lutte contre la pollution des eaux et préserver la biodiversité. Il s'agit d'améliorer les connaissances sur les substances, sur les niveaux de pollution des milieux aquatiques, sur leurs effets, mais aussi d'évaluer l'impact de nouvelles techniques de recyclage de déchets ou de traitement de l'eau en amont ou en aval de stations de traitement des eaux usées ;
- **dresser des listes de polluants sur lesquels agir**, en tenant compte des marges de manœuvre techniques, économiques et sociales, ce qui représente un challenge important.

Le plan va se dérouler sur un cycle de gestion de 6 ans pour être en concordance avec les objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau et être en appui aux politiques déployées sur le territoire, notamment dans le cadre des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE). Il est clairement orienté par **une politique de réduction à la source selon le principe « mieux vaut prévenir que guérir »**. Ce principe nécessite d'intégrer davantage de développement durable dans les différentes politiques sectorielles (transport, énergie, industrie, santé, agriculture, éducation...) et permet d'avoir une approche plus responsabilisante pour tous les acteurs, que ce soit au niveau de la production, de l'utilisation ou de l'élimination de substances ou produits contenant ces substances polluantes.

La politique déployée au ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer vise à **responsabiliser l'ensemble des acteurs** : la qualité des eaux et de la biodiversité doit devenir le patrimoine de chacun d'entre nous, rassemblés autour d'une envie commune d'agir, et **entraîner des modifications de pratiques durables**. Dans la mesure où il s'agit de sujets encore émergents, cette politique s'appuie, à plus d'un titre, sur la recherche, sans oublier les sciences humaines et sociales.

Les micropolluants dans les eaux destinées à la consommation humaine

Raphaël TRACOL, ARS Normandie

Les micropolluants font l'objet d'une part d'un suivi par le responsable de la distribution et d'autre part d'un contrôle régulier dans le cadre du contrôle sanitaire réalisé par les Agences Régionales de Santé. Ce contrôle sanitaire se fait pour l'ensemble des unités de distribution, au niveau des ressources en eau (eaux brutes) et au niveau de la production, soit à la sortie de la station de traitement (eaux traitées). Le contrôle est plus important pour les ressources en eau superficielles, plus sensibles, que pour les eaux souterraines. Ce contrôle des eaux superficielles est renforcé dans le cadre du suivi ou contrôle additionnel DCE réalisé tous les 6 ans. Le contrôle sanitaire régulier peut être adapté en fonction des conditions de protection des captages et de fonctionnement de l'installation ou en fonction par exemple des molécules phytosanitaires utilisées (méthode SIRIS). En cas de dépassement des limites de qualité (ex : desethyl atrazine), un suivi renforcé est mis en place pour mieux apprécier l'évolution du paramètre (suivi mensuel de la ressource). Par ailleurs, certaines études spécifiques ou complémentaires ont été réalisées ou sont initiées à l'échelon départemental ou régional (résidus de médicaments, CVM, ...) pour mieux apprécier l'exposition du consommateur d'eau. Au niveau national, les ARS participent à des études ciblées en liaison avec l'ANSES (perchlorates, résidus de médicaments, nitrosamines, bisphénol A, chlorure de vinyle,...).

Le suivi des micropolluants est très important ; à titre d'exemple, sur le bassin Seine-Normandie 634 molécules de pesticides ont été recherchées en 2015 soit 1 729 784 mesures dont : 679 028 sur les eaux brutes (39,2%), 861 185 sur les eaux produites (49,8%) et 189 571 sur les eaux distribuées (11%).

Au niveau du bassin Seine-Normandie, les principaux paramètres concernés par des non-conformités par rapport aux normes définies par le code de la santé sont les pesticides : il est constaté des dépassements de la valeur 0,1 µg/L sans dépassement de la Vmax (Valeur sanitaire maximale calculée pour chaque paramètre en fonction de sa toxicité). Ces dépassements ne présentent pas de risques sanitaires pour le consommateur. Aucune restriction d'usage n'est prononcée, les collectivités sont invitées à mettre en œuvre des actions visant principalement à protéger les ressources des pollutions d'origine le plus souvent agricole. Il est à mentionner par ailleurs sur le bassin, quelques UDI (unités de distribution d'eau potable) avec recommandations de ne pas utiliser l'eau pour les nourrissons suite à des teneurs élevées en perchlorates et quelques pollutions ponctuelles ou localisées (ex : tétrachloréthylène). Enfin, il est à noter les dégradations liées à la nature des matériaux notamment pour le plomb ou le chlorure de vinyle monomère CVM.

Sauf avis ou recommandation particulière des autorités sanitaires, l'eau du robinet est de bonne qualité et peut être consommée sans risques.

Les résultats en eaux brutes reversées de la base du ministère des Affaires sociales et de la Santé sont disponibles sur la base ADES, les résultats en production et distribution sont disponibles sur www.eaupotable.gouv.fr.

État de la contamination des eaux du bassin de la Seine - suivi en cours des micropolluants liés à la Directive Cadre sur l'Eau

Audrey PELLET, AESN

La surveillance de la qualité des cours d'eau du bassin Seine-Normandie se réalise au moyen de réseaux de mesure (ensemble de stations de mesure). Les prélèvements aux stations de mesure suivis des analyses des paramètres sont effectués par des prestataires privés mandatés dans le cadre d'un marché public. Les résultats des analyses sont déposés par les laboratoires dans une application de bancarisation où ils sont ensuite qualifiés par l'Agence de l'eau Seine-Normandie et exploités pour divers traitements.

Ainsi, chaque année, l'agence commande aux laboratoires l'analyse ciblée de près de 400 molécules. Les résultats rendus par les laboratoires correspondent à environ 1000 substances. L'amélioration des connaissances et les progrès techniques ont entraîné l'augmentation du nombre de paramètres mesurés et l'un des enjeux est le traitement d'une volumétrie importante de données.

Une partie des molécules mesurées sur le terrain sont analysées dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) parmi lesquelles :

- les Polluants Spécifiques de l'État Écologique (PSEE) pour l'évaluation officielle de l'état écologique (métaux, pesticides, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)) ;
- les Substances Prioritaires (SP) pour l'évaluation officielle de l'état chimique.

Plus de 50% des Substances Prioritaires de l'état chimique sont des pesticides ; mais ces pesticides étant aujourd'hui interdits, l'état chimique apparaît plutôt bon hors HAP.

L'ensemble des molécules suivies dans le cadre de la DCE représente environ 32% des micropolluants. 68% des micropolluants sont donc à traiter en plus des évaluations DCE pour avoir une image du niveau de contamination chimique du bassin.

Des travaux sont en cours afin d'optimiser le traitement de l'ensemble de ces données pour mieux définir le niveau de contamination chimique du bassin. La volumétrie de données étant importante, une sélection est effectuée afin de garder les micropolluants les plus quantifiés et/ou les plus contaminants. Pour évaluer le niveau de la contamination des stations de mesure, 4 classes de qualité (contre seulement 2 classes de qualité dans les états DCE) sont créées dans un module de calcul dédié à l'évaluation de la contamination chimique. Cet outil permet notamment de calculer une contamination aiguë ou chronique selon les normes de qualité utilisées. 206 micropolluants sont retenus sur les 1000 substances de départ. Parmi ces 206 molécules, 129 micropolluants disposent d'une norme et un niveau de contamination aiguë et/ou chronique a pu être évalué. 82 molécules sont déclassantes avec une concentration supérieure au moins une fois à la norme. Ces travaux mettent en évidence l'importance de la contamination par les pesticides (70 molécules sur les 82 déclassantes) dont un grand nombre sont autorisés, ce qui n'est pas mis en évidence lors de l'évaluation de l'état chimique DCE.

Les substances traitées ici sont celles mesurées uniquement sur l'eau. Les substances hydrophobes qui s'accumulent dans d'autres supports ne ressortent donc pas dans ces travaux. Pour avoir une image plus juste de la contamination du bassin, il faut regarder les substances mesurées sur d'autres supports comme les HAP et les métaux mesurés sur les sédiments ou les PCB mesurés sur le biote.

Présence et impact des micropolluants sur le biote de l'estuaire de la Seine et de la baie de Seine orientale

Cédric FISSON, GIP Seine-Aval

La lutte contre la pollution des eaux est un enjeu majeur, que ce soit pour l'atteinte du bon état écologique des eaux, le fonctionnement des écosystèmes ou la maîtrise des risques sanitaires (liés aux usages de baignade, de production d'eau potable ou de consommation de produits de la pêche). Les sources de pollution sont essentiellement liées aux activités humaines, en lien avec les pressions urbaines, industrielles et agricoles. D'une manière générale, **la source majoritaire dans l'estuaire de la Seine est le bassin versant amont** : les flux de micropolluants apportés par la Seine (à Poses) représentent 10 à 20 fois les flux apportés par les affluents et plusieurs centaines de fois les rejets industriels et urbains directs dans l'estuaire. La **remobilisation potentielle des contaminants stockés** dans des vasières, des bassins portuaires ou des sols pollués en bord de Seine peut également représenter des flux non négligeables en micropolluants.

Le constat historique de qualité très dégradée des eaux de la Seine a aujourd'hui bien évolué et de **nombreuses améliorations** sont à noter depuis les années 1970-1980. Ces améliorations sont à mettre en lien avec 1) la réduction des rejets, 2) l'amélioration des capacités de traitement des effluents industriels et urbains et 3) l'évolution des pratiques agricoles et industrielles tendant à réduire l'utilisation et le rejet de substances toxiques.

Un certain nombre de **problématiques persistent** cependant (gestion de la multi-contamination historique, poids des apports amont, présence de contaminants persistants...) et de **nouveaux questionnements émergent** (présence et impact des contaminants dits émergents, influence de la qualité du milieu sur la santé et la dynamique des populations aquatiques...). De plus, la présence de ce **cocktail de micropolluants** n'est pas sans impact et **diverses conséquences** sont à noter pour l'estuaire de la Seine :

- **environnementales** : génotoxicité de sédiments, induction de l'imposex chez des gastéropodes marins, perturbation endocrinienne chez des poissons,...
- **sanitaires et économiques** : interdictions de pêche des poissons de l'estuaire en lien avec les PCB, interdiction de consommation des bulots de plus de 70mm en lien avec le cadmium,...
- **réglementaires** : report d'objectif pour l'atteinte du bon potentiel demandé par la Directive Cadre sur l'Eau, difficultés dans les procédures réglementaires de projets d'aménagement ou de gestion des sédiments de dragage,...
- **sociétales** : attractivité du territoire,...

Cette présentation propose un bilan de la problématique « micropolluants » centré sur l'estuaire de la Seine. Au-delà d'une sélection de quelques résultats sur l'imprégnation chimique et ses effets sur les organismes aquatiques, elle s'attachera à montrer les impacts liés à cette contamination, que ce soit sur l'estuaire ou la baie de Seine.

Bassin de la Seine : le poids des micropolluants historiques, émergents ... et immergés !

Jean DUCHEMIN, Académie de l'Eau

Le bassin de la Seine abrite 1/4 de la population, 1/3 de l'industrie française et de vastes zones d'agriculture intensive, rien d'étonnant donc à ce qu'une pression forte de micropolluants très divers y soit enregistrée depuis 2 siècles par les sols, nappes souterraines, rivières et sédiments, et le biote aquatique jusqu'en Baie de Seine.

Parmi les « historiques », le **mercure**, utilisé autrefois par les chapeliers parisiens pour boucler les plumes d'aigrettes, se retrouve encore dans les laisses de crues de Seine de l'époque ; ses usages dans l'industrie, les amalgames dentaires ou les thermomètres ont pérennisé jusqu'aux années 2000 la contamination des rejets urbains, dont les grands dauphins du Cotentin, super-prédateurs en bout de chaîne trophique et fortement contaminés, sont les témoins pour longtemps. Les restrictions d'usage et rétentions à la source (comme par ex. les récupérateurs d'amalgames chez les dentistes) laissent espérer une évolution favorable à terme, malgré des retombées atmosphériques encore importantes. Il en est de même pour le cadmium, dont les usages en peinture/encres et les rejets en Seine liés aux usines d'engrais ont été supprimés, et ceux liés aux traitements de surface des métaux fortement réduits. Pour les **PCB**, organochlorés très persistants et lipophiles, les rejets industriels anciens ou les fuites de transformateurs ont créé pour longtemps de nombreux points noirs dans les sédiments de rivières du bassin, avec interdictions de pêche pour les poissons gras mais aussi prédateurs comme les truites, silures ou sandres. La commercialisation des sardines pêchées en Baie de Seine a également dû être restreinte. Se pose donc le problème de réhabilitation de ces sites, et en mer celui de remobilisation des PCB par clapage des sédiments de dragage. Là encore, les dauphins sont des « sentinelles » du risque pour les mammifères ou les oiseaux marins ; une surmortalité de leurs nouveau-nés liée aux PCB, transférés par leur mère à l'allaitement, étant constatée. Néanmoins, pour l'Homme, l'étude « EAT2 » de l'ANSES constate une diminution importante de l'exposition alimentaire aux PCB en France. En eau potable, ces PCB, fort peu solubles, posent heureusement peu de problèmes. Les **HAP** des émissions industrielles, automobiles et domestiques sont complexes à maîtriser, la cuisson des aliments étant néanmoins la principale source d'ingestion humaine.

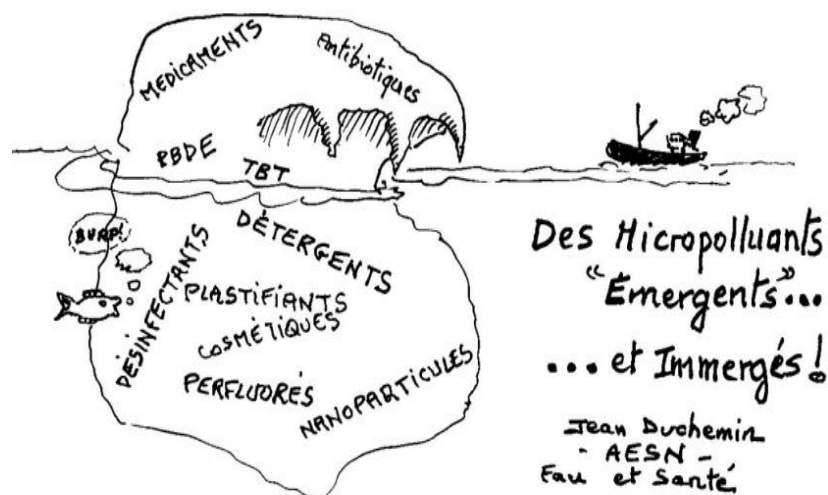
Parmi les « émergents », les **organoétains** -produits anti-salissures pour textiles ou en marine- fortement perturbateurs endocriniens vont devenir « historiques » car, vu leur interdiction récente, leur teneur diminue à proximité des ports mais des substituts comme le **cuivre** prennent la relève. Celui-ci comme l'**argent**, également utilisé comme biocide, et auparavant en photographie, mériteraient une meilleure évaluation écotoxicologique. Pour les **résidus médicamenteux**, le bilan est plutôt rassurant, car ils sont souvent bien dégradés en station d'épuration (pénicillines, hormones...) et trouvés en teneur très faible dans les eaux naturelles, au point que la fixation de normes en eau potable n'apparaît pas justifiée, et que les études en nappe ou rivière n'ont pas montré d'antibiorésistance induite pour les bactéries autochtones. Rassurant également, le bilan sur les produits **polybromés** (dont PBDE - retardateurs de flamme), 10 fois moins présents dans notre milieu aquatique et nos aliments que dans les pays anglo-saxons, ou les **perfluorés** (imperméabilisants), en dehors de quelques points noirs à l'aval de la Seine et d'un affluent... Par contre émergent des « historiques » recherchés depuis peu dans les ressources en eau potable, comme les **perchlorates** des résidus d'explosifs, ou les **nitrosamines** de sites industriels. S'y ajoutent pour l'eau potable des substances liées aux matériaux des réseaux (**chlorure de vinyle, anthraquinone**), impliquant un remplacement progressif de certains réseaux et une gestion améliorée de la distribution.

Les « **immergés** » enfin, de mon iceberg des risques, très utilisés et insuffisamment évalués en matière d'imprégnation des milieux, d'impact écotoxique et de risque sanitaire humain, concernent les **détergents** (ex. LAS) et **cosmétiques**, les **biocides** (désinfectants, conservateurs), les **plastifiants** (phtalates, bisphénols...), certains **nouveaux pesticides**, et bien sûr les **nanoparticules**, dont les usages explosent malgré les nombreux indices d'effets toxiques, ainsi que les **microbilles** des cosmétiques ou peintures, ou les **micro-déchets plastiques** qui perturbent insidieusement la faune aquatique. Des « immergés » sans doute plus menaçants que les « émergents » du moment ?

Le « **plan micropolluants 2016-2021** pour préserver la qualité des eaux et de la biodiversité » reste un peu discret sur le suivi et la protection du **milieu marin**, pourtant réceptacle final de nos polluants terrestres et ressource alimentaire vitale pour l'Homme. Outre les micropolluants apportés par les fleuves, les milliers de **fûts toxiques, voire radioactifs**, déversés jusqu'en 1993 dans les fosses marines de la Manche Ouest, mériteraient une attention particulière. En bordure et fond de rivières, certains « **sites et sols pollués** » à réhabiliter sont également trop oubliés. Par ailleurs, la place des **cosmétiques, biocides, détergents, plastifiants, pesticides et métabolites (et co-formulants !)** mériterait un rééquilibrage par rapport aux médicaments dans ce plan, en matière de connaissance des pressions et impacts comme d'actions de réduction des émissions et de sensibilisation des usagers.

Enfin, pour une vraie prise en compte par les **milieux économiques et fabricants** du danger des micropolluants, en amont de la sensibilisation des usagers, ne serait-il pas temps d'imaginer, à côté d'une « empreinte carbone » associée aux produits face au péril climatique, et taxée en conséquence, une « **empreinte chimique** » avec **taxation des substances modulée selon leur niveau de persistance et d'écotoxicité**, stimulant de manière graduée les réductions d'usages non indispensables dans les produits, et la recherche de substituts plus écologiques... ?

A nos microscopes donc, et réduisons dans notre panoplie de substances chimiques, utilisées au quotidien dans nos villes et nos champs, tous les usages et additifs non indispensables !



23 novembre 2016

La problématique des micropolluants en Seine

Session 2

présidée par *Pierre-Frédéric TÉNIÈRE-BUCHOT, Administrateur de l'Académie de l'Eau et Président du Programme Solidarité Eau*

Quelles mesures de gestion adopter pour réduire les concentrations en micropolluants dans les ressources en eau ?

Présentation du plan micropolluants de Bordeaux Métropole

*Anne-Lise JACQUET, Vice-Présidente
et Nicolas GENDREAU, Directeur de l'eau, Bordeaux Métropole*

En ce qui concerne le territoire de Bordeaux Métropole, depuis l'époque romaine, l'eau occupe une place stratégique pour le développement du territoire qui s'étend sur environ 58 000 hectares mais reçoit en fait les eaux d'un bassin versant en hémicycle beaucoup plus vaste totalisant plus de 90 000 hectares. Outre la Garonne, la Dordogne et l'estuaire de la Gironde, le territoire est drainé par plus de 150 jalles, esteyes et autres ruisseaux représentant un linéaire d'environ 350 km, ainsi que par des zones humides et bien entendu par ses nappes profondes. Sur le territoire de Bordeaux Métropole, ce sont 17 masses d'eau qui sont concernées par les objectifs de « bon état » fixés par la Directive Cadre sur l'Eau et déclinés localement dans le SDAGE Adour Garonne 2016-2021.

Dans ce cadre, la politique de l'eau de Bordeaux Métropole élaborée en 2011 a posé, pour les 20 ans à venir, les axes de travail pour répondre à 3 enjeux transversaux :

- Tout d'abord un enjeu environnemental avec l'impératif de préserver la ressource et les milieux aquatiques ;
- Ensuite la nécessité d'une gouvernance rénovée en matière de gestion des services et de relation aux usagers-citoyens ;
- Enfin, un enjeu d'accompagnement du développement de l'agglomération en intégrant l'eau au cœur du développement urbain.

Depuis plusieurs années, l'action de Bordeaux-Métropole porte notamment sur la problématique des micropolluants, c'est indispensable pour préserver les milieux naturels mais aussi au-delà de l'aspect environnemental, parce qu'il s'agit d'un enjeu de santé publique. La présence des micropolluants dans le milieu naturel est aujourd'hui avérée, et ce sont bien les activités humaines qui génèrent ces micropolluants (métaux lourds, PCB, bisphénol A, substances médicamenteuses...).

Il faut donc être en capacité d'apporter des réponses et définir les stratégies de lutte contre les micropolluants adaptées au territoire. Cela passe par la maîtrise des entrants dans le système d'assainissement (sensibiliser afin de réduire à la source ce qui peut l'être) mais aussi par la réduction de l'impact du système d'assainissement (par exemple la modernisation des stations d'épuration, la mise en œuvre de la gestion dynamique pour limiter les rejets de temps de pluie).

Et compte tenu des enjeux, depuis maintenant plusieurs années, des partenariats avec les laboratoires de recherche ont été établis pour enrichir les connaissances, pour comprendre, pour anticiper les évolutions réglementaires et identifier des solutions innovantes.

On peut citer :

- le programme ETIAGE (Étude Intégrée des Apports locaux et Amont de la Garonne Estuarienne) (2010-2014) ;
- le plan micropolluants de Bordeaux Métropole (2013-2018) ;
- le projet Biotrytis (2013-2018) ;
- le projet REGARD (2015-2019) qui vient de remporter le prix « environnement et santé » dans la catégorie des « Études des solutions innovantes ».

Expérience des Établissements Publics Territoriaux de Bassin (EPTB) en matière de micropolluants

Frédéric MOLOSSI, Président de l'AFEPTB et Charlene CARDOSO, SM3A-EPTB Arve

Par leur intervention à l'échelle hydrographique et leurs missions, les EPTB agissent pour la gestion intégrée et durable de l'eau. Ainsi, les actions menées répondant simultanément à plusieurs objectifs, spécifiques à chaque territoire dans le cadre de schémas de planification (les SAGE, les SLGRI, les plans fleuves etc.), les EPTB mettent en place des programmes d'actions multithématiques et pluriannuels. En matière de restauration de la qualité de l'eau, ils sont soit opérateurs/animateurs d'actions, soit ils accompagnent des maîtres d'ouvrage.

Sur le thème spécifique des micropolluants, ils mènent des actions telles que : l'accompagnement, la sensibilisation des usagers au sujet de la réduction de l'utilisation des pesticides, la mise en place de mesures de réduction de pollutions diffuses et/ou ponctuelles, la coordination de programmes de reconquête de la qualité de l'eau sur le bassin d'alimentation des captages, ou encore l'accompagnement des collectivités pour l'aménagement et la gestion des sites de baignade, etc.

Nous illustrons, dans le cadre de cette intervention, l'action des EPTB par 3 exemples d'actions de gestion/prévention des micropolluants, qui ne sont donc pas exhaustifs en matière de méthodes utilisées par les EPTB du territoire national.

Le projet mené par *l'EPTB Meuse* sur le « développement d'une démarche intégrée pour le diagnostic de la qualité des eaux de la Meuse » vise à identifier et mesurer les perturbations dues aux rejets des STEP afin de mieux connaître les effets des substances médicamenteuses sur le milieu récepteur et de déterminer des bio-marqueurs fiables pour une alternative de surveillance des masses d'eau.

L'EPTB Seine Grands Lacs s'investit depuis 2016 dans le suivi des micropolluants sur son territoire afin de consolider les connaissances pour adapter la lutte contre la pollution des eaux, préserver la biodiversité et réduire dès maintenant les émissions de micropolluants présents dans les eaux et les milieux aquatiques dont la pertinence est connue. Cette action est complémentaire de celle de l'Agence de l'eau et va porter progressivement sur les 4 lacs-réservoirs dont l'EPTB est propriétaire et exploitant. Les premiers résultats de la campagne de mesures effectuée sur le lac-réservoir Seine n'ont pas identifié de problème particulier.

Depuis plus de 20 ans, *le Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et de ses Affluents (SM3A)* exerce ses compétences en matière de gestion des cours d'eau et des milieux aquatiques. **Dans la vallée de l'Arve**, la lutte contre les émissions de micropolluants constitue un enjeu majeur et a suscité une forte mobilisation des acteurs du territoire. Ainsi, **des efforts importants et efficaces ont déjà été conduits**, notamment au travers de **l'opération collective Arve Pure** qui mobilise l'ensemble des acteurs concernés afin de réduire les émissions de micropolluants à la source. D'autre part, conscient de la multitude d'activités génératrices de pollutions, le SM3A s'est associé à l'expérimentation menée au sein du **Site Pilote de Bellecombe (SIPIBEL)** qui combine une activité de suivi expérimental et de mise en œuvre des programmes de recherche sur les micropolluants. Du fait de sa configuration physique particulière (traitement des effluents hospitaliers en STEP urbaine), le SIPIBEL mobilise également de nombreux acteurs autour de la problématique des **résidus médicamenteux dans l'eau**.

Politique d'Eau de Paris en matière de micropolluants dans l'eau potable

Christophe GERBIER, Eau de Paris

Eau de Paris délivre, chaque jour, à 3,2 millions d'usagers parisiens une eau exempte de micropolluants, à partir d'eaux souterraines et d'eaux de surface, grâce à des traitements adaptés et en utilisant les dernières technologies éprouvées (Ultra filtration par exemple).

Mais Eau de Paris mène aussi parallèlement, depuis sa création, une politique ambitieuse de protection et de restauration de ses ressources. Ainsi, sur les 240 000 hectares des Aires d'Alimentation de ses Captages (AAC) dont 160 000 ha de surfaces agricoles, Eau de Paris accompagne les agriculteurs vers des pratiques qui sont à la fois durables pour l'exploitation, adaptées au territoire, et favorables à la préservation de la ressource. Plus de 10 000 ha ont ainsi été engagés dans des mesures agroenvironnementales et climatiques (MAEC), 1 240 ha en propriété protègent les ressources dont 400 ha ont été acquis spécifiquement pour compléter les surfaces en Périmètre de Protection Immédiat (PPI), 280 ha étant gérés sous baux ruraux environnementaux. Le conseil d'administration d'Eau de Paris vient d'ailleurs d'adopter une stratégie de protection de la ressource, sur la période 2016-2020, qui conforte les actions menées et s'inscrit dans les engagements du gouvernement en matière d'agroécologie, de préservation de la santé et de l'environnement.

Ainsi, Eau de Paris est :

- porteur de projet MAE depuis 2007 ;
- historiquement sur 3 territoires pilotes (aires d'alimentation des sources de la Voulzie, du Durteint et du Dragon, aire d'alimentation des sources de la Vigne, aire d'alimentation des sources de la vallée de la Vanne), qui représentent une surface agricole d'environ 55 000 ha ;
- sur 6 régions : Île-de-France, Bourgogne, Champagne-Ardenne, Centre, Haute-Normandie, Basse-Normandie ;
- sur 6 départements : Seine-et-Marne, Yonne, Aube, Eure-et-Loir, Eure, Orne.

Sur les trois aires d'alimentation de captages pilotes sur lesquelles sont ouvertes les MAEC, des agriculteurs se sont engagés volontairement dans des mesures ambitieuses, et ont modifié leurs pratiques agricoles. Le maximum d'engagement sur ces trois bassins a été atteint en 2013 (136 agriculteurs, 10 363 ha) représentant cette année-là près d'un sixième des surfaces engagées en MAE sur le bassin Seine-Normandie.

- Sur les sources de la Vallée de la Vanne : sont uniquement proposées depuis 2010 des mesures de conversion en agriculture biologique : la surface continue à augmenter en 2016, dépassant les 2 500 ha et représentant plus de 10% de la surface agricole. La fréquence de détection des pesticides au-delà de la limite de qualité dans l'eau des sources concernées diminue depuis 2014.
- Sur les sources de la Voulzie : 40% de la surface agricole était engagée entre 2010 et 2013 dans une MAE en réductions d'intrants (réduction -40% herbicides et -50% hors herbicides). Là aussi, une diminution des pics de détection de pesticides a été observée aux sources à cette période.
- Sur les sources de la Vigne : jusqu'à 30% de la surface agricole utile a été engagée en 2014, dans des mesures de réduction de pesticides mais aussi de fertilisation et de mise en herbe.

Eau de Paris développe, depuis plus de dix ans, un plan d'actions transrégional qui a été facteur de réussites dans la mise en place de changements de pratiques chez des agriculteurs volontaires et œuvre ainsi à l'amélioration durable de la qualité de l'eau aux captages.

24 novembre 2016

Les micropolluants dans les eaux urbaines en Île-de-France

Session 3

présidée par *Christophe PERROD, Président de l'ASTEE*

État des connaissances sur les micropolluants dans les eaux urbaines

Structuration d'une expertise sur les micropolluants dans les eaux urbaines Exemple d'OPUR

Ghassan CHEBBO et Marie-Christine GROMAIRE, LEESU

OPUR est un programme de recherche pérenne dans le domaine de l'hydrologie urbaine qui s'appuie sur une infrastructure d'observation très lourde et sur un partenariat privilégié entre les chercheurs et les acteurs opérationnels de l'eau et de l'assainissement en Île-de-France. Il vise une meilleure connaissance des flux d'eau et de contaminants en milieu urbain, depuis leur source jusqu'à leur rejet dans les milieux récepteurs en prenant en compte les ouvrages de gestion. Ces recherches, de nature interdisciplinaire, associent sciences physiques, chimiques, biologiques, de l'ingénieur et sciences humaines et sociales au sein d'OPUR. Elles s'appuient sur l'expérimentation et la modélisation à différentes échelles. Des données, ponctuelles ou à haute fréquence sont acquises sur des dispositifs lourds d'expérimentation. Les données et les connaissances acquises servent au développement d'outils d'aide à la gestion des eaux et des polluants en milieu urbain.

OPUR est développé et géré par le LEESU depuis 1994. Il est structuré en phases de recherche successives d'une durée moyenne de six ans. Les recherches menées tiennent compte des changements multiples (urbanisme et architecture, réglementation, pratiques et usages, modes de gestion, climat) et analysent la résilience des infrastructures de gestion des eaux urbaines à ces changements (ouvrages de gestion des eaux pluviales, ouvrages de dépollution, réseaux). Des efforts particuliers portent sur l'évaluation et la promotion de concepts et solutions innovants permettant d'atténuer les effets de ces changements multiples et de contribuer sur le volet de la gestion des eaux à l'émergence de systèmes urbains à faible empreinte environnementale. La phase 4 d'OPUR, qui s'étend sur la période 2013-2018, s'inscrit dans la continuité des travaux menés dans OPUR sur la génération, le transport et la gestion des contaminants dans les eaux urbaines. Une place importante est accordée aux thèmes suivants : (1) Maîtrise à la source de la contamination des eaux pluviales urbaines, (2) Utilisation des ressources alternatives à l'eau potable en ville, (3) Développement de nouvelles méthodes pour le suivi et la caractérisation des contaminants, (4) Modélisation intégrée des flux polluants.

Résultats :

Les résultats et les enseignements tirés des actions d'OPUR sont de trois types :

(1) Amélioration de la connaissance sur la production et le devenir des polluants dans les systèmes urbains : L'étude des polluants en milieux urbains (macro-polluants, micropolluants, bactéries fécales et pathogènes, virus), intégrant leur émission dans l'environnement urbain, leur introduction et transport dans les ouvrages de gestion, jusque leur introduction dans le milieu naturel, est au cœur du programme OPUR. Cette approche globalisante a permis de constituer une base de données riche sur les contaminants dans les eaux urbaines. Ces données ont été exploitées pour évaluer les contributions relatives des différentes sources au réseau d'assainissement et pour évaluer la pression des milieux urbains sur les milieux récepteurs. Ces bilans sont indispensables pour évaluer l'efficacité des différents leviers susceptibles d'être activés pour, à terme, réduire les flux de polluants apportés au milieu. Les résultats d'OPUR ont permis également, d'une part, de caractériser les émissions issues des surfaces urbaines suivant les matériaux utilisés et les pratiques d'entretien et, d'autre part, d'étudier le lien existant entre l'occupation des sols et la contamination en micropolluants des eaux urbaines.

(2) Évaluation des dispositifs techniques et concepts innovants de gestion des eaux urbaines : Les actions menées ont permis d'une part d'améliorer les connaissances sur la performance des ouvrages de gestion amont (ouvrages de rétention, filtration et infiltration du ruissellement) et les ouvrages de gestion centralisés (stations d'épuration des eaux usées, ouvrages de dépollution des eaux pluviales) ; et d'autre part d'analyser les potentiels et risques associés aux nouvelles ressources en eau (eaux grises, eaux non potables, eaux de pluie) et que l'on peut associer aussi à des circuits courts entre l'alimentation et l'utilisation. Le rôle des différents acteurs a été pris en compte au travers de l'analyse des pratiques et de l'examen des processus d'alerte, d'innovation et d'appropriation des nouveaux concepts techniques.

(3) Développement d'outils de gestion : OPUR développe des outils d'aide à la gestion des flux d'eau et de contaminants dans les eaux urbaines. Ces outils prennent plusieurs formes : (1) Méthodes analytiques pour analyser les micropolluants organiques sur des matrices complexes ; (2) Méthodes innovantes de suivi de la qualité des eaux urbaines (échantillonneurs passifs, screening qualitatif, mesure en continu des contaminants, méthodes d'évaluation de la toxicité...) ; (3) Modèles de calcul des flux polluants par temps de pluie ; (4) Méthodes de conception et de dimensionnement des ouvrages de gestion.

Impacts et bénéfices pour le territoire, l'économie, la population ... :

OPUR est un outil de structuration de l'expertise scientifique dans le domaine de l'hydrologie urbaine à l'échelle de la région Île-de-France. Il a réussi à fédérer des équipes de chercheurs, exerçant dans des disciplines scientifiques complémentaires, autour d'un objet d'étude commun, ici le cycle urbain des eaux. La cohérence et la complémentarité des actions de recherche engagées dans ce programme permettent d'obtenir une vision globale du fonctionnement du système de gestion des eaux urbaines ; vision indispensable pour orienter les politiques d'aménagement en Île-de-France. La réussite d'OPUR repose sur un partenariat solide et durable entre les acteurs scientifiques et les acteurs institutionnels. Des efforts importants ont été déployés pour acquérir un langage commun et pour mettre en place de véritables plateformes de communication. L'appropriation des résultats de la recherche et des outils développés par les acteurs publics et privés conduit à une amélioration des pratiques de conception, de dimensionnement et de gestion des systèmes urbaines et au déploiement de nouveaux concepts d'intégration des eaux dans l'espace urbain. Enfin, les recherches d'OPUR contribuent pour ce qui concerne la gestion des eaux urbaines à l'émergence de la ville de demain qui sera une ville intelligente, résiliente et à faible empreinte environnementale.

Les micropolluants dans les systèmes urbains. De quels polluants parle-t-on ?

Régis MOILLERON, LEESU

Depuis 1950, la proportion de la population mondiale vivant en milieu urbain n'a cessé de croître, passant de 746 millions en 1950 (soit 30%) à 3,9 milliards en 2014 (soit 43%)¹. Aujourd'hui en France, 79% de la population réside en milieu urbain contre 55% en 1950. Les projections pour 2050 confirment cette tendance haussière : 66% de la population à l'échelle mondiale (79% pour la France) résidera en ville. L'urbanisation de la population s'accompagne d'une pression anthropique accrue sur le milieu récepteur. La ville est à la fois un lieu de concentration de populations et d'activités humaines. Ces activités (industrielles et domestiques) produisent et/ou utilisent des produits manufacturés. Ces derniers contiennent des substances chimiques.

En 2011, à l'échelle de l'Union européenne, il a été dénombré près de 100 000 substances autorisées parmi lesquelles 6 000 cosmétiques, 2 000 médicaments, 1 000 additifs alimentaires et 400 pesticides². Aujourd'hui plus de 16 000 substances sont enregistrées sur le site de l'Agence européenne des produits chimiques³. Certaines d'entre elles génèrent un impact tant sanitaire qu'environnemental même à de faibles concentrations (de l'ordre de quelques nanogrammes à microgrammes par litre dans les eaux, par exemple) : les micropolluants. En milieu urbain, le terme « micropolluant » renvoie ainsi à un large spectre des substances chimiques présentes dans les produits de consommation (industriels ou non) utilisés au quotidien : médicaments, cosmétiques, lessives, détergents, pesticides, solvants, tensioactifs, plastifiants, retardateurs de flammes, etc. Les micropolluants constituent un défi considérable pour tous les acteurs de la ville : citoyens, industriels, gestionnaires, politiques...

S'appuyant sur le constat que la problématique des micropolluants, *ce n'est pas que des molécules, ce sont aussi des pratiques*, cette présentation abordera la dynamique des micropolluants dans les eaux urbaines. Des exemples, récents ou passés, seront développés pour présenter des trajectoires contrastées et identifier les leviers d'action qui s'offrent aux acteurs de la ville.

¹ United Nations – department of economic and social affairs
(<https://www.un.org/development/desa/en/>)

² Chèvre, Nathalie et Suren Erkman (2011). *Alerte aux micropolluants: pesticides, biocides, détergents, médicaments et autres substances chimiques dans l'environnement*. Presse polytechniques et universitaires romandes, Collection Le savoir suisse, 146 p.

³ L'Agence européenne des produits chimiques (ECHA) joue un rôle central au sein des autorités de réglementation pour la mise en œuvre de la nouvelle législation européenne sur les produits chimiques (<https://echa.europa.eu>).

Origines, concentrations et caractéristiques des micropolluants dans les eaux urbaines

Johnny GASPERI¹, Adèle BRESSY¹, Alain RABIER² et Baptiste CASTEROT³

¹ LEESU ² CD 94 ³ AESN

Cette présentation a pour objectif d'appréhender la contamination des eaux urbaines, de discuter de l'origine de ces pollutions et de leurs spécificités. Les eaux résiduaires urbaines par temps sec, par temps de pluie (rejets urbains de temps de pluie - RUTP) et les eaux pluviales sont abordées. Pour chaque type d'eau, les qualités à l'amont ou à l'aval des bassins versants sont comparées afin d'apporter un éclairage sur les différentes stratégies de traitement et de gestion : centralisées à l'aval ou à la source.

Les différents travaux confirment qu'un nombre important de micropolluants sont présents dans les eaux résiduaires urbaines, les RUTP et les eaux pluviales. Bien que certaines molécules ne soient détectées que pour un seul type d'eau (par exemple les résidus pharmaceutiques pour les eaux résiduaires urbaines), certaines molécules comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les phtalates ou les alkylphénols sont détectées pour chaque type d'eau, témoignant de leur ubiquité dans nos environnements. En dépit de l'ubiquité de ces molécules, des différences plus ou moins prononcées apparaissent en matière de concentrations (de quelques ng.L⁻¹ à quelques µg.L⁻¹) ou de profils moléculaires entre ces différentes eaux urbaines.

Pour les eaux résiduaires urbaines, les concentrations fluctuent typiquement entre 0,01 et 10 µg.L⁻¹ pour la majorité des composés organiques tandis que les métaux présentent des concentrations supérieures à 10 µg.L⁻¹. Pour la plupart des polluants organiques hydrophobes et des métaux particuliers, les concentrations des RUTP excèdent les concentrations observées pour les eaux usées et les eaux de ruissellement, ce qui est dû à la remise en suspension des dépôts formés au sein du réseau. L'origine de certains de ces micropolluants dans les eaux usées a été recherchée en étudiant les eaux usées domestiques, les eaux industrielles et les eaux issues de l'artisanat. Les résultats montrent que dans un objectif de réduction à la source et en fonction des substances, les trois leviers doivent être pris en compte.

Pour les eaux pluviales, une variabilité inter-événementielle importante des concentrations sur un même site a été observée, limitant fortement la comparaison avec d'autres sites. Au regard des processus de production et de transfert sur les surfaces urbaines, les résultats indiquent pour un large panel de molécules que les apports atmosphériques ne contribuent que minoritairement à la pollution observée aux exutoires, leur contribution n'excédant généralement pas 30%. Les recherches menées sur les eaux pluviales en amont du réseau montrent la présence de micropolluants même à cette échelle, à des concentrations globalement plus faibles qu'en aval, sauf pour certaines surfaces très émissives (matériaux du bâti ou du transport).

Contribution des différentes sources aux flux totaux dans les rejets urbains et contribution de l'agglomération parisienne aux flux en Seine

Johnny GASPARI¹, David GATEUILLE⁶, Cyrielle BRIAND¹, Elodie MOREAU-GUIGON², Fabrice ALLIOT², Marc CHEVREUIL², Martine BLANCHARD², Marie-Jeanne TEIL², Jean-Marc BRIGNON³, Pierre LABADIE⁴, Hélène BUDZINSKI⁴, Vincent ROCHER⁵, Sam AZIMI⁵, Daniel THEVENOT¹, Régis MOILLERON¹, Michel MEYBECK², Jean-Marie MOUCHEL²

¹ LEESU ² METIS ³ INERIS ⁴ EPOC ⁵ SIAAP ⁶ LCME

Depuis une trentaine d'années, de nombreuses études visant à quantifier les polluants organiques dans les différents compartiments des zones rurales et urbaines du bassin de la Seine ont été menées. Parmi les familles de contaminants étudiées figurent :

- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), principalement émis durant la combustion des matières organiques (chauffage domestique et trafic routier) ;
- Les polychlorobiphényles (PCB), longtemps utilisés comme isolants électriques thermorésistants avant d'être interdits dès 1987 ;
- Les phtalates (PAE) utilisés en tant que plastifiants ;
- Les polybromodiphényléthers (PBDE) utilisés comme retardateurs de flamme dans les industries plastiques et textiles ;
- Les alkylphénols (AP) massivement utilisés jusqu'au début des années 2000 pour leurs propriétés tensio-actives, notamment dans les détergents ;
- Les composés perfluorés (PFA) entrant dans la composition des textiles imperméables ou des revêtements anti-adhésion des ustensiles de cuisine.

La diversité des voies d'émission et de transport de ces composés, associée à des différences marquées de propriétés physico-chimiques, ont pour conséquence des comportements dans l'environnement très variés. Notre étude vise à établir les bilans massiques de ces 6 familles à l'échelle du bassin de la Seine et de l'agglomération parisienne à partir des concentrations rapportées dans plus de 70 études. Ces travaux ont principalement vu le jour au sein des programmes de recherche CNRS PIREN-Seine et OPUR traitant respectivement des contaminations environnementales et urbaines du bassin de la Seine. Les premiers résultats sont issus d'une approche simplifiée permettant d'estimer les ordres de grandeurs des flux et des stocks dans les différents compartiments environnementaux.

Les HAP sont les composés les plus abondants dans les sols du bassin avec des stocks de l'ordre de 10^4 tonnes, suivis des AP et d'un PAE (DEHP, 10^3 t), des PCB et du bisphénol A - BPA (10^2 t) et des PBDE (10^1 t). Les retombées atmosphériques constituent les principaux apports des différents polluants vers ces sols avec des concentrations variant de quelques ng/L à plusieurs $\mu\text{g/L}$. A l'aval de Paris et des rejets des stations d'épuration du SIAAP, les flux les plus importants concernent le DEHP avec $10 \text{ t}\cdot\text{an}^{-1}$ puis les AP et les HAP qui représentent respectivement plus de $4 \text{ t}\cdot\text{an}^{-1}$ et $2 \text{ t}\cdot\text{an}^{-1}$. Les flux de PBDE sont les plus faibles, de l'ordre de $30 \text{ kg}\cdot\text{an}^{-1}$. La source principale de HAP vers la Seine semble être l'érosion des sols, tandis que pour le DEHP, les AP et le BPA, les apports urbains semblent être plus importants. Pour les PBDE et les PCB, ces deux sources contribuent à part égale. Si pour certains composés (comme les HAP), les bilans bouclent correctement, il semble pour d'autres que certaines sources ou voies de transfert doivent être mieux identifiées ou quantifiées. Cette approche simplifiée ne tient pas encore compte de la variabilité spatiale et temporelle des concentrations au sein des réservoirs et des voies d'amélioration sont en cours d'application pour préciser ces résultats préliminaires.

24 novembre 2016

Les micropolluants dans les eaux urbaines en Île-de-France

Session 4

présidée par *Pierre-François STAUB, chargé de mission Chimie des Milieux
Aquatiques, ONEMA*

Stratégies de gestion des micropolluants dans les eaux urbaines

Contrôle à la source des eaux pluviales et des micropolluants

Marie-Christine GROMAIRE, LEESU, Nadine AIRES, AESN, Christophe LEHOUCQ, CD 92

Afin de lutter contre la pollution diffuse des milieux aquatiques induite par les eaux pluviales urbaines, et compte tenu des limites des approches de traitement centralisé dans un contexte de croissance et de densification urbaine, des stratégies de maîtrise à la source des flux d'eau et de polluants sont à développer. Ces stratégies peuvent se décliner en trois approches complémentaires : réduire les émissions de micropolluants en agissant sur les sources primaires de contamination du ruissellement, limiter le transfert des micropolluants vers les milieux aquatiques superficiels en réduisant les volumes de ruissellement rejoignant directement ou via un réseau d'assainissement ces milieux, favoriser la rétention et la dégradation éventuelle des polluants dans les ouvrages de dépollution décentralisés.

Les sources de contamination des eaux de ruissellement sont multiples (activités anthropiques, matériaux de construction, pratiques d'entretien) et génèrent des eaux de qualités très diverses. L'exemple des produits phytosanitaires montre que des réductions significatives des émissions peuvent être atteintes lorsque les moyens adéquats sont mis en œuvre et que les différents acteurs se saisissent du problème. Des dynamiques similaires demandent à être mises en place pour contrôler d'autres sources diffuses telles que celles liées aux matériaux de l'enveloppe bâtie. Une grande partie des surfaces urbaines contribue à la pollution diffuse en micropolluants en générant des volumes de ruissellement importants mais avec des niveaux de concentrations modérés. Ces apports peuvent être maîtrisés en favorisant la rétention puis l'infiltration et l'évapotranspiration totale ou partielle des ruissellements dans des ouvrages de gestion décentralisés. Ainsi, des objectifs hydrologiques incluant non seulement la réduction des débits de pointe mais aussi l'abattement des volumes de ruissellement pour les pluies courantes doivent être pris en compte dans la mise en place de politiques de gestion à la source des eaux pluviales. Par ailleurs, le recours à des substrats/sols vivants dans le cadre d'une gestion diffuse favorise la rétention des micropolluants dans la couche superficielle du sol et permet à des processus de dégradation de prendre place sur le plus long terme. Dans le cas, plus localisé, de surfaces urbaines à fort potentiel de contamination, le retour à des dispositifs de dépollution décentralisés permettant la décantation et éventuellement l'adsorption des micropolluants pourra être envisagé.

La mise en œuvre de politiques publiques pour la réduction à la source des eaux pluviales et des micropolluants est illustrée par des exemples pris en Île-de-France, tout particulièrement dans le département des Hauts-de-Seine.

Micropolluants et réglementation

Bilel AFRIT, DRIEE

Une eau de qualité est indispensable pour satisfaire les besoins fondamentaux des populations humaines, mais également pour répondre aux exigences des différents secteurs économiques (tourisme, industrie, agriculture, aquaculture, transport,...). Le maintien et l'amélioration de la qualité de l'eau garantissent un cadre de vie et un environnement plus favorables, ainsi que des usages de l'eau rationalisés : c'est l'objectif de la Directive Cadre sur l'Eau.

On estime actuellement à plus de 100 000 le nombre de substances disponibles sur le marché et susceptibles de se retrouver dans notre environnement ; chacune n'ayant pas la même nocivité que les autres. Au fil du temps se sont ainsi distinguées une série de substances dites dangereuses de par leur toxicité, leur persistance ou encore leur capacité à s'accumuler dans les organismes biologiques.

Le rejet de ces substances doit absolument être maîtrisé, pour protéger notre environnement, les usages de l'eau, et pour l'atteinte des objectifs européens auxquels la France a adhéré.

La présentation proposée explore la position française : celle de travailler à la source et de rationaliser afin de définir les actions les plus pertinentes nécessaires à l'amélioration de la situation. En effet, la position politique de la France face à la gestion des problématiques environnementales peut être résumée par les principes suivants :

- Principe de prévention traduit par le proverbe « mieux vaut prévenir que guérir » ;
- Principe de précaution qui préconise que « dans le doute, mieux vaut ne pas faire » ;
- Principe de correction à la source et mise en place des « meilleures techniques disponibles » ;
- Principe du pollueur-payeur qui induit que « les coûts des mesures de prévention, de maîtrise et de réduction de la pollution sont à la charge du pollueur » ;
- Principe de participation : tous les acteurs ont accès aux données et participent au processus décisionnel.

Le rôle des usagers dans la maîtrise à la source

José-Frédéric DEROUBAIX¹, Adèle BRESSY¹, Catherine CARRE^{1,2}, Bernard DE GOUVELLO^{1,3},
Mathilde SOYER¹ et Régis MOILLERON¹

¹ LEESU ² LADYSS ³ CSTB

Nos recherches, dans le cadre du projet Cosmet'eau, s'appuient sur l'exemple des produits cosmétiques pour comprendre quel rôle les usagers peuvent jouer dans la réduction des micropolluants à la source. Les conservateurs utilisés dans la formulation de la plupart des produits cosmétiques sont retrouvés de façon ubiquiste dans les eaux de surface du monde entier. Ils peuvent avoir un effet négatif sur les milieux récepteurs à cause d'effets de perturbation endocrinienne. L'alerte sanitaire (Darbre *et al.*, 2004) concernant ces substances s'est traduite par le lancement de gammes « sans parabènes » ou « bio » par les industriels, et par le changement de pratiques de consommation par certains usagers (Bressy *et al.*, 2016). Pour autant, ces nouveaux produits utilisent des molécules chimiques de substitution, sans que les pouvoirs publics et les consommateurs ne s'interrogent sur l'innocuité de ces substances.

Les chimistes impliqués dans le projet Cosmet'eau ont mis en évidence une baisse d'un facteur 3 à 10 des flux de parabènes véhiculés par les eaux usées parisiennes en lien avec les changements de pratiques (Waldman *et al.*, 2016). Ces premiers résultats prouvent que les consommateurs ont un rôle important à jouer dans la réduction à la source des micropolluants.

Les sciences humaines et sociales impliquées dans Cosmet'eau interrogent donc d'abord les processus de lancement et de « portage » des alertes qui impliquent à la fois des scientifiques (plus ou moins) engagés, des associations, des médias relayant ce problème, des acteurs du monde politique et administratif qui informent au sujet du risque et élaborent des réglementations... Elles questionnent également les pratiques des consommateurs, dans leur rapport quotidien à l'usage et à l'achat de cosmétiques, pour repérer ce qui suscite le changement. *In fine*, l'objectif est de proposer aux collectivités des outils pour construire une stratégie la plus efficace possible pour lutter contre la présence de ces substances dans le milieu récepteur.

Les premiers résultats de l'équipe SHS montrent que les stratégies nationales et européennes sur les micropolluants s'orientent vers plus d'expertise fondée sur une évaluation des risques dans un objectif de veille systématique. Ces stratégies, bien que marquées par des avancées en matière de prise en compte du danger lié à la diffusion des perturbateurs endocriniens, demeurent éloignées d'un principe de précaution qui prônerait une société « sobre en micropolluants ». L'enquête ciblée sur les acteurs de la filière eau et assainissement met en lumière les mécanismes de prise en compte des risques liés à la présence des micropolluants et des perturbateurs endocriniens dans les effluents urbains et la ressource pour l'alimentation en eau potable. Cette perception est largement contrainte par les modalités de surveillance et de contrôle des risques qui sont traditionnellement ceux de la filière.

Du côté des prescripteurs et des consommateurs de produits cosmétiques, les enquêtes conduites mettent en évidence la perception de risques essentiellement d'ordre sanitaire (risque d'allergie ou de cancer). Les parabènes sont rarement mis en cause et les réponses aux questions donnent l'idée d'un « effet de mode » (une alerte chassant l'autre). L'attention au risque lié aux produits de substitution est constatée seulement chez les professionnels. Le risque environnemental est rarement lié à une motivation de changement de pratiques.

Références bibliographiques

Bressy A, Carré C, Caupos É, et al (2016) Cosmet'eau – Changes in the personal care product consumption practices: from whistle-blowers to impacts on aquatic environments. *Environmental Science and Pollution Research* 23:13581–13584. doi: 10.1007/s11356-016-6794-y

Darbre PD, Aljarrah A, Miller WR, et al (2004) Concentrations of parabens in human breast tumours. *J Appl Toxicol* 24:5–13. doi: 10.1002/jat.958

Waldman P, Bressy A, Bonnaud B, et al (2016) Paraben substitution in personal care products: impacts on the contamination and ecotoxicity of wastewater. Conférence internationale E2KW, 28-29 octobre 2016, Créteil, France.

Micropolluants et assainissement - Focus sur les techniques de dépollution aval

Vincent ROCHER¹ et Johnny GASPERI²

R. MOILLERON², G. VARRAULT², A. BRESSY², G. CHEBBO², M. CLADIERE², A. BERGE², S. GILBERT², D. GEARA², S. DESHAYES², S. ZEDEK², C. SOARES², C. BRIAND², D. PATUREAU³, E. VULLIET⁴, A. BULETE⁴, R. MAILLER¹, S. AZIMI¹, S. PICHON¹, S. GUERIN-RECHDAOUI¹, P. MECHE¹, B. LABORIE¹

¹ SIAAP ² LEESU ³ INRA ⁴ CNRS-ISA

La Directive Cadre sur l'Eau demande aux états membres de l'Union européenne de restaurer le bon état écologique (biologique et physico-chimique) des eaux souterraines et superficielles. Pour atteindre ce bon état, des efforts importants sont consentis depuis de nombreuses années pour diminuer les rejets urbains de temps de pluie et pour accroître l'efficacité des filières de traitement des eaux usées par temps sec, notamment par l'intégration d'ouvrages de traitement biologique de l'azote. Ces améliorations ont conduit à une diminution sensible et quantifiable des flux de nutriments et micro-organismes introduits dans le milieu naturel. Ces actions d'aménagement et de modernisation des infrastructures permettent aussi de réduire les apports de micropolluants organiques et minéraux dans le milieu récepteur. En effet, les ouvrages de traitement physico-chimique et biologique des eaux usées permettent d'éliminer via différents processus (piégeage par sédimentation, biodégradation, volatilisation, etc.) une part significative des micropolluants présents dans les eaux résiduaires urbaines. En particulier, les traitements conventionnels physico-chimiques ou biologiques éliminent efficacement les micropolluants hydrophobes, volatiles et facilement biodégradables. Mais, en dépit des performances des filières de traitement conventionnelles, les eaux de rejet véhiculent encore des traces de micropolluants. En particulier, les résidus médicamenteux, les pesticides et les produits de soin corporel restent détectables dans les rejets de station d'épuration. Compléter les filières de traitement actuelles par des traitements tertiaires, basés sur les propriétés de sorption du charbon actif et/ou les propriétés oxydantes de l'ozone, constitue une solution envisageable pour éliminer les micropolluants résiduels encore présents dans les rejets de STEP. La micro-contamination des boues résiduaires urbaines constitue également une problématique émergente. Une partie des micropolluants éliminés de la colonne d'eau est transférée dans les boues. La question de leur comportement lors du traitement des boues devient donc centrale.

Dans ce contexte, le SIAAP et le LEESU, en collaboration avec leurs partenaires académiques (CNRS-ISA, INRA, etc.) travaillent depuis près de 10 ans à l'amélioration des connaissances sur le comportement des micropolluants le long des filières de traitement des eaux et des boues. Il s'agit (1) de cerner les limites et les performances des filières de traitement des eaux actuelles vis-à-vis d'une large gamme de micropolluants, (2) d'étudier l'efficacité des traitements tertiaires qui pourraient à moyen terme venir compléter les filières actuelles et (3) de mieux appréhender le devenir des micropolluants dans les files de traitement des boues. Cette présentation dresse un bilan de l'état d'avancement des actions menées sur ces trois champs.

Références bibliographiques

Occurrence and removal of priority pollutants by lamella clarification and biofiltration. **Water Research**, 2010.

Treatment of combined sewer overflows by ballasted flocculation: Removal study of a large broad spectrum of pollutants. **Chemical Engineering Journal**, 2012.

Phthalate and alkylphenol removal within wastewater treatment plants using physicochemical lamellar clarification and biofiltration. **Water Pollution XI**, 2012.

Removal of alkylphenols and polybromodiphenylethers by a biofiltration treatment plant during dry and wet-weather periods. **Water Science and Technology**, 2012.

Biofiltration vs conventional activated sludge plants: what about priority and emerging pollutants removal? **Environmental Science and Pollution Research**. 2014.

Priority and emerging pollutants in sewage sludge and fate during sludge treatment. **Waste Management**, 2014.

Study of a large scale powdered activated carbon pilot: Removals of a wide range of emerging and priority micropollutants from wastewater treatment plant effluents. **Water research** 2014.

Removal of a wide range of emerging pollutants from wastewater treatment plant discharges by micro-grain activated carbon in fluidized bed as tertiary treatment at large pilot scale. **Science of the Total Environment**, 2016.

Removal of emerging micropollutants from wastewater by activated carbon adsorption: experimental study of different activated carbons and factors influencing the adsorption of micropollutants in wastewater. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, 2016.

Traitement des eaux usées de temps de pluie à la station Seine Centre. Étude des paramètres globaux, des alkylphénols et des polybromo-diphényléthers. **Techniques Sciences et Méthodes**, 2011.

Comportement des substances prioritaires sur les ouvrages de traitement des eaux usées : cas de la décantation lamellaire et de la biofiltration. **Techniques Sciences et Méthodes**, 2011.

Devenir des phtalates en milieu urbain : de l'égout au rejet de la station d'épuration. **Techniques Sciences et Méthodes**, 2012.

Élimination des polluants émergents dans les rejets de STEP. (1) Étude du procédé CarboPlus à l'échelle du prototype. **Techniques Sciences et Méthodes**, 2016.

Élimination des polluants émergents dans les rejets de STEP. (2) Étude expérimentale des processus de sorption sur le charbon actif. **Techniques Sciences et Méthodes**, 2016.