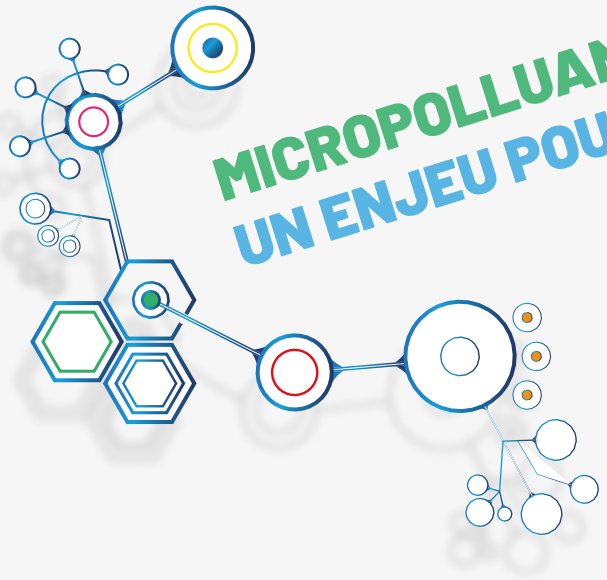

MICROPOLLUANTS DANS L'EAU, UN ENJEU POUR LE VIVANT.

POUR UNE RÉDUCTION DES MICROPOLLUANTS URBAINS

Les enseignements des 13 projets du dispositif « Innovations et changements de pratiques : lutte contre les micropolluants des eaux urbaines »

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

OFB OFFICE FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ

eau GRAND SUD-OUEST AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE

LES AGENCES DE L'EAU

Innovations & changements de pratiques
Lutte contre les micropolluants des eaux urbaines

graie PÔLE EAU & TERRITOIRES
Recherche • Animation • Diffusion

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE
Liberté
Égalité
Fraternité

Rédaction
Vivien LECOMTE (Graie) et Pierre-François STAUB (Office Français de la Biodiversité)

Relecture
Jean-Pierre REBILLARD et Ariette SOURZAC (Agence de l'eau Adour-Garonne), Stéphane GARNAUD et Estérelle VILLEMAGNE (Office français de la biodiversité), Elodie BRELOT et Emilie MAURON (Graie), Maxime POMIÈS (Eurométropole de Strasbourg), Sylvie BARRAUD (INSA Lyon), Marie-Christine GROMAIRE (LEESU), Marion-Justine CAPDEVILLE (Suez) et Fabrice RODRIGUEZ (Université Gustave Eiffel)

Remerciements
Cette synthèse s'est nourrie des travaux des équipes des 13 projets du dispositif « Micropolluants des eaux urbaines ». Nous les remercions chaleureusement, ainsi que les membres du comité de pilotage de l'appel à projets.

Édition
Agence de l'eau Adour-Garonne

Édito

La mutation de nos modes de vie et de consommation continue de produire de nouveaux polluants organiques ou minéraux qui peuvent avoir un impact notable sur les usages et les écosystèmes. La présence de ces résidus chimiques très diversifiés dans les milieux aquatiques est susceptible d'avoir une action toxique sur les organismes vivants, même à des concentrations très faibles. On parle de « micropolluants ».

Pour faire face à ces défis, l'Union européenne a récemment adopté des orientations renforcées pour protéger les humains et la nature des conséquences néfastes de cette exposition. Le « plan d'actions vers zéro pollution pour l'air, l'eau et les sols » (mai 2021), ou encore la « stratégie européenne de soutenabilité sur les produits chimiques » (octobre 2020), vont prochainement se traduire par de nouvelles dispositions réglementaires de réduction des polluants. En France, les mises à jour successives du plan national santé-environnement, renvoyant à différents plans sectoriels, ont permis de se saisir depuis plus de dix ans de ces problématiques de pollutions, en les traitant à la source.

La ville concentre les usages d'innombrables produits chimiques (usages domestiques, secteurs économiques ou de la santé, transports, construction et aménagement urbain…), et représente à ce titre une source importante de polluants, rejetés notamment via les eaux urbaines, qu'il s'agisse d'eaux usées ou pluviales. Ce transfert de pollution constitue une pression majeure sur les écosystèmes aquatiques, les stations de traitement des eaux usées (STEU) ne parvenant que partiellement à épurer la pollution due à ces micropolluants, micro mais costauds !

Il était donc essentiel de chercher des moyens pour agir efficacement.

Cette synthèse présente les 13 projets retenus lors de l'appel à projets « Innovations et changements de pratiques » lancé conjointement en 2013 par le ministère de l'environnement, les agences de l'eau et l'OFB. Elle propose un tour d'horizon des expériences de ces projets, mettant en avant à la fois les innovations éprouvées en matière de diagnostic territorial des sources et transferts polluants, et les solutions pour les réduire. Pour chaque domaine de solutions explorées, ce document synthétique renvoie le lecteur vers des ressources opérationnelles illustratives. Il s'agit d'outiller les collectivités dans leur lutte contre les micropolluants et au-delà, de les aider à répondre aux préoccupations de leurs concitoyens dans une perspective d'usage durable des produits domestiques ou professionnels dans la ville.

En vue de l'atteinte des objectifs de bon état des ressources aquatiques et de l'océan, il est capital que ces expériences puissent se démultiplier et se valoriser sur d'autres territoires. Le Ministère de la transition écologique, les agences de l'eau et l'OFB veilleront dans la décennie à venir à pouvoir accompagner les collectivités et leurs partenaires dans cette dynamique, au travers de la mobilisation des différents échelons de la société, et via les politiques d'interventions à l'échelle des grands bassins hydrographiques.

Bonne lecture !

Olivier THIBAUT, DEB
Pierre DUBREUIL, OFB
Guillaume CHOISY, AEAG

Les eaux usées et pluviales qui circulent dans nos villes véhiculent de nombreux micropolluants susceptibles d'affecter les écosystèmes et nos ressources en eau. Retenus dans le cadre d'un appel à projets national, 13 projets territoriaux ont exploré, six années durant, des solutions concrètes pour diagnostiquer et réduire cette pollution à l'échelle d'une aire urbaine.

1 Les collectivités face aux micropolluants urbains.

1. Qu'est-ce qu'un micropolluant ?

Produits d'entretien, cosmétiques, médicaments, carburants, peintures, plastiques… tous ces produits utilisés au quotidien, à la maison ou en milieu professionnel, contiennent un grand nombre de substances chimiques synthétiques ou naturelles. Au stade de leur production mais surtout lors de leurs usages, une fraction de ces molécules (brutes ou modifiées) sont rejetées dans divers compartiments de l'environnement (air, eau et sol) et convergent au final en grande partie vers les milieux aquatiques. Or, certaines d'entre elles peuvent avoir des effets négatifs sur les êtres vivants, même à des concentrations infimes, de l'ordre du microgramme ou du nanogramme par litre : on parle de micropolluants. On estime que plusieurs milliers de substances d'usages agricole, industriel, médical ou domestique sont concernées. Certaines sont très toxiques pour les espèces aquatiques et terrestres, et peuvent agir de manière synergique par le biais d'effets de mélange.

2. Les ménages, premiers contributeurs de micropolluants dans les eaux usées urbaines.

La ville concentre les activités humaines, et avec elles, les sources de micropolluants. Si les industries, les véhicules et les hôpitaux sont souvent perçus par le grand public comme les principaux responsables de cette pollution, les résultats de l'appel à projets « Micropolluants des eaux urbaines » (AAP) ont apporté des données concrètes montrant que **les ménages et les usages domestiques** sont en fait la source majoritaire des micropolluants retrouvés à l'entrée des stations de traitement des eaux usées (STEU).

Ce constat est étayé par les travaux menés sur les différentes agglomérations parties prenantes de l'AAP. A Paris par exemple, les analyses révèlent que le flux d'alkyphénols, de phtalates et de parabènes, trois familles de micropolluants employées dans un large panel d'applications industrielles et de produits ménagers et cosmétiques, est majoritairement apporté par les effluents domestiques [Moilleron *et al.*, 2019]. À la STEU de Bellecombe en Haute-Savoie et sur le bassin d'Arcachon, il en est de même pour les résidus de détergents et de désinfectants, et pour les médicaments [Sipibel, 2016 ; Rempar, 2019a]. Pour ces derniers, la source hospitalière est minoritaire *(cf. figure 1)* à l'exception de certains antibiotiques réservés à des affections sévères (ex. : vancomycine) et des agents de contraste pour l'imagerie médicale (gadolinium). Rien d'étonnant finalement lorsque l'on sait que la majorité des médicaments sont consommés hors des hôpitaux.

Le second enseignement de ces analyses est que le flux de micropolluants urbains est largement constitué par **des résidus de médicaments**. À l'échelle de l'agglomération bordelaise, ces derniers peuvent représenter jusqu'à 80 % du flux des molécules qui ont été retrouvées en sortie de la STEU locale, loin devant les pesticides et les phtalates *(cf. figure 2)* [Regard, 2018].

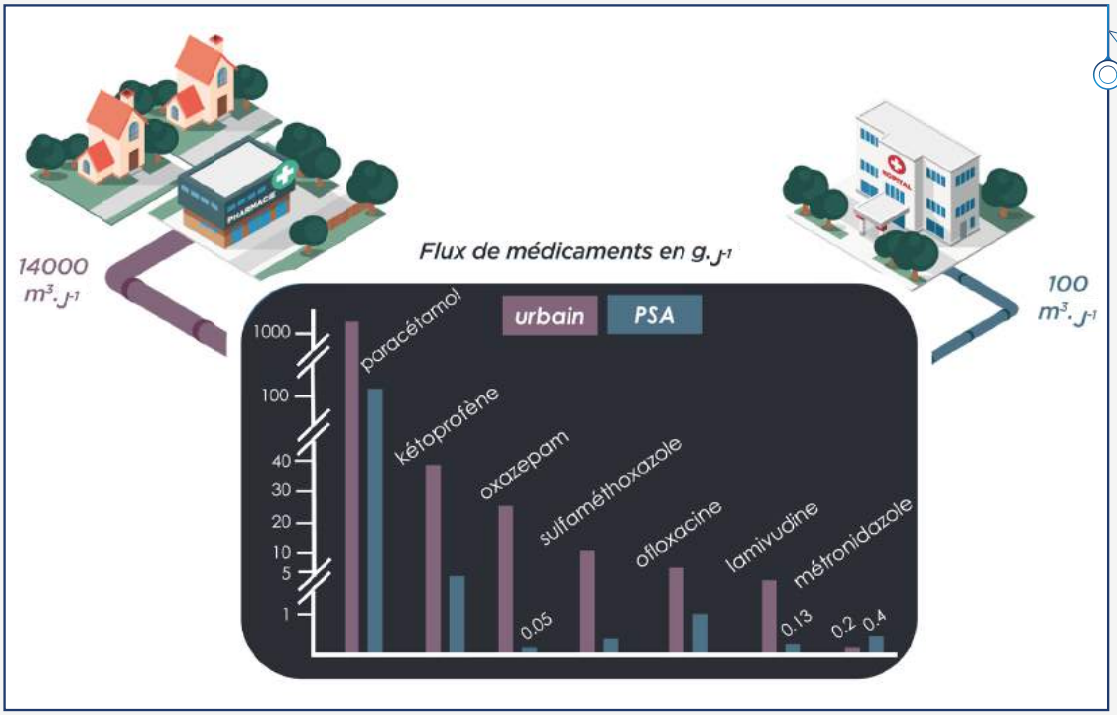

Figure 1 : Comparaison des flux de résidus de médicaments apportés à la STEU du bassin d'Arcachon, par le rejet du Pôle de Santé (PSA) et par l'effluent urbain (Source : *Rempar*)

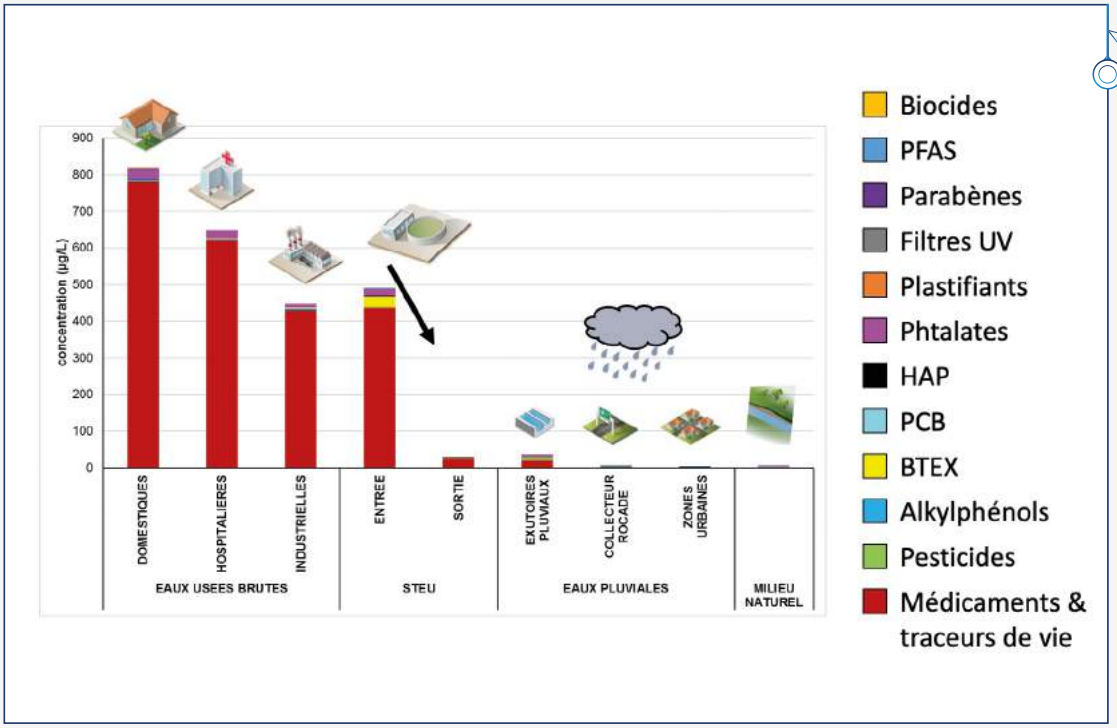

Figure 2 : Concentrations moyennes cumulées des différentes familles de micropolluants retrouvés en différents points du système d'assainissement de l'agglomération bordelaise (Source : *Regard*)

3. Le ruissellement pluvial urbain est un vecteur de micropolluants.

En ruisselant sur les surfaces urbaines, les eaux pluviales se chargent en différents contaminants (éléments-traces métalliques, Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques -HAP, pesticides, etc.) issus principalement du trafic automobile, du chauffage, du lessivage des matériaux de construction et des pratiques d'entretien. Même si les concentrations en micropolluants y sont généralement faibles, les eaux de ruissellement représentent des volumes importants à prendre en compte au niveau territorial. Ainsi, les masses de polluants déversées par temps de pluie peuvent être très importantes, contribuant à une pollution diffuse des milieux aquatiques.

Les niveaux de contamination dépendent des activités et des matériaux présents sur le bassin versant. De ce fait, les concentrations médianes dans les eaux de ruissellement peuvent varier d'un facteur 10 à 100 d'un site à l'autre, et d'une pluie à l'autre pour un même site [Matriochkas, MicroMegas, Roulépur, 2019].

Dans le cas de réseaux unitaires, le ruissellement urbain peut également engendrer des surverses via des déversoirs d'orage, qui contribuent à dégrader la qualité des milieux aquatiques superficiels. En aval de l'agglomération parisienne par exemple, pour des pluies supérieures à 15 mm, chaque millimètre supplémentaire collecté dans le réseau équivaut à 35 000 m3 d'eaux unitaires déversées sans traitement dans la Seine, soit plusieurs tonnes de matières en suspension et plusieurs kilogrammes de cuivre [Tedoldi *et al.*, 2020].

4. Pourquoi faut-il agir contre les micropolluants ?

Si les micropolluants sont invisibles, leurs conséquences pour les milieux et la santé commencent à être mises en lumière par les travaux scientifiques, rendant cette pollution plus apparente. Ainsi, plusieurs programmes de recherche indiquent que ces micropolluants, dont beaucoup présentent des effets chroniques et des propriétés perturbatrices du système endocrinien, contribuent à la dégradation des milieux aquatiques et à l'**érosion de la biodiversité**. C'est le cas d'une étude récente portant sur 88 micropolluants organiques rejetés par des STEU françaises, qui suggère que ceux-ci entraînent la disparition d'une espèce aquatique tous les 10 ans [Synteau, 2020]. Certains phénomènes largement documentés comme la féminisation des poissons ou la perte de biodiversité en invertébrés aquatiques sont également directement associés à la présence des micropolluants [Professionnels.ofb.fr].

Les eaux affectées par cette pollution sont aussi des ressources pour des usages tels que la pêche, l'aquaculture, les activités nautiques, l'irrigation ou l'eau potable et peuvent donc constituer une voie d'exposition humaine aux substances chimiques. Cet enjeu sanitaire est pris en compte dans la réglementation sur l'eau potable qui comporte de nombreux paramètres chimiques de contrôle comme les pesticides, les HAP et, depuis la refonte de la directive européenne en 2020, les composés perfluorés [Directive UE 2020/2184].

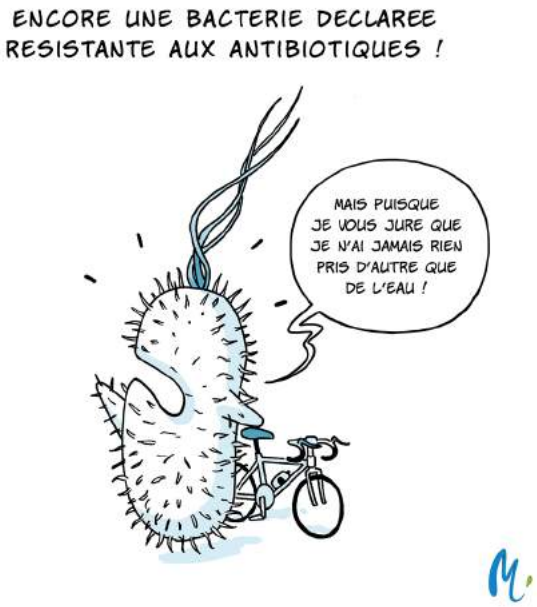

Figure 3 : Illustration sur la dissémination de bactéries résistantes aux antibiotiques dans l'environnement *(Source : Graie, Eau Méli Mélo)*

Un autre enjeu majeur est celui du développement et de la dissémination de bactéries résistantes aux antibiotiques dans l'environnement [Anses, 2020]. Les travaux menés dans le projet *Rilact* ont mis en évidence que les eaux usées étaient un lieu propice au maintien, voire au développement de l'antibiorésistance, de par le contact étroit entre bactéries résistantes et non résistantes, et le cocktail de polluants présents dans ces eaux [Rilact, 2019]. Enfin, ces substances chimiques avec lesquelles nous sommes en contact au quotidien peuvent également parfois être nocives pour la santé lors de leurs usages, et ce en dépit du fait qu'elles font l'objet de dispositions dédiées dans le cadre des procédures d'autorisation de mise sur le marché. C'est le cas par exemple des substances biocides de la famille des ammoniums quaternaires présents dans les produits désinfectants, qui sont une cause reconnue d'asthme professionnel en milieu hospitalier [Le Moual *et al.*, 2014]. Plusieurs travaux suggèrent également des liens entre l'exposition aux phtalates et la survenue précoce de certaines pathologies comme des cancers et des maladies cardiovasculaires [Trasande *et al.*, 2022].

Que dit la réglementation environnementale ?

Si le terme de micropolluant n'a été introduit que récemment dans les politiques publiques, notamment avec le premier Plan national micropolluants (2010-2013), la problématique de la contamination chimique des eaux est une préoccupation majeure des pouvoirs publics depuis la Directive cadre sur l'eau (DCE) adoptée en 2000. Cette directive fixe un objectif de bon état chimique et écologique pour toutes les masses d'eau européennes. Elle instaure notamment la recherche systématique dans les eaux douces superficielles, souterraines ainsi que dans les eaux côtières, de substances chimiques dangereuses définies par des listes ponctuellement mises à jour (80 molécules recherchées en 2020 dans les eaux de surface au titre de la DCE), auxquelles peuvent s'ajouter, sur une base volontaire et prospective, des campagnes de recherches ciblées sur des polluants d'intérêt émergent. La DCE s'est également traduite par la généralisation des actions de recherche des substances dangereuses dans l'eau (RSDE) visant à surveiller les effluents de STEU (bruts et traités) et d'installations classées.

5. Les collectivités territoriales, maillon essentiel de la lutte contre les micropolluants.

Dès les années 2000, certaines collectivités se sont engagées dans la réduction des micropolluants d'origine urbaine, notamment dans le cadre d'« **opérations collectives** » financées par les Agences de l'eau. Cet outil opérationnel et financier s'adresse à la fois aux collectivités et aux entreprises d'un territoire. Il constitue un levier éprouvé pour aider les industriels et les artisans à réduire les flux de polluants rejetés.

Plus récemment, la **note technique ministérielle RSDE-STEU (2016)** a conduit l'ensemble des territoires urbains à s'emparer de cette problématique des micropolluants. Ce texte astreint les collectivités gestionnaires de STEU de plus de 10 000 Equivalents Habitants à rechercher une liste de « substances dangereuses » dans les eaux brutes et traitées de la station et, pour celles dépassant les seuils définis, à engager un « **diagnostic vers l'amont** » pour identifier leurs sources d'émissions et les actions de réduction associées. Dans ce cadre, près de 700 STEU ont engagé des campagnes de surveillance RSDE en 2018-2019 et une vague de diagnostics est en cours depuis 2019.

En parallèle, certaines villes se sont investies dans des démarches pro-actives, telles que l'adhésion à la charte « Ville eau-responsable » de l'International Water Association (IWA) ou le « Green City Accord », mouvement ambitieux de villes européennes lancé par la Commission dans le cadre de son plan d'action « Zéro Pollution » [Zero Pollution]. L'information et les préoccupations croissantes des citoyens sur la qualité chimique de l'eau et des aliments sont aussi des moteurs d'anticipation pour les collectivités, dont certaines ont déjà mis ces sujets à l'agenda des instances participatives locales, notamment dans le cadre de schémas d'aménagement de gestion des eaux (SAGE).

C'est pour étayer, enrichir et démultiplier de telles démarches visant à une capacité d'agir effective que l'AAP national « Innovations et changements de pratiques : lutte contre les micropolluants des eaux urbaines » a été mis en œuvre.

2 L'appel à projets « Innovations et changements de pratiques : lutte contre les micropolluants des eaux urbaines ».

1. Objectif : une boîte à outils nationale pour le diagnostic et la réduction des micropolluants urbains.

Quelles sont les activités les plus émettrices pour une famille de substances donnée ? Quels changements de pratiques faut-il encourager, chez les professionnels et les particuliers, pour réduire à la source ces pressions ? Quelles solutions techniques permettraient de mieux contenir ou de mieux traiter les micropolluants des eaux urbaines ?

Ces questions pressantes appellent des idées neuves et des réponses construites collectivement. C'est dans cet esprit et dans le cadre du **plan national Micropolluants**, que l'Office français de la biodiversité (OFB), les Agences de l'eau et le Ministère chargé de l'écologie, en partenariat avec le Ministère chargé de la santé, ont lancé mi-2013 un appel à projets doté de 10 millions d'euros d'aides. L'objectif était de tester in situ les solutions opérationnelles et transposables qui permettront demain, de répondre à l'échelle nationale aux défis posés par les micropolluants urbains.

2. Treize projets territoriaux.

Cet AAP a fait émerger 13 projets de recherche appliquée, portés par différents territoires de métropole et des outre-mer *(cf. figure 4)*. Impliquant des collectivités de toutes tailles, des chercheurs en sciences de l'environnement et en sciences humaines ainsi que des acteurs locaux privés et publics (entreprises et associations), ces projets déployés entre 2014 et 2019, ont abouti à plusieurs dizaines de productions, relatives aux pollutions d'origines domestique, artisanale, industrielle, hospitalière et pluviale. Un réseau des lauréats de l'AAP a été constitué pour favoriser les échanges entre les équipes, mutualiser les méthodologies et consolider les résultats, afin de conforter leurs contributions à la politique nationale de lutte contre les micropolluants.

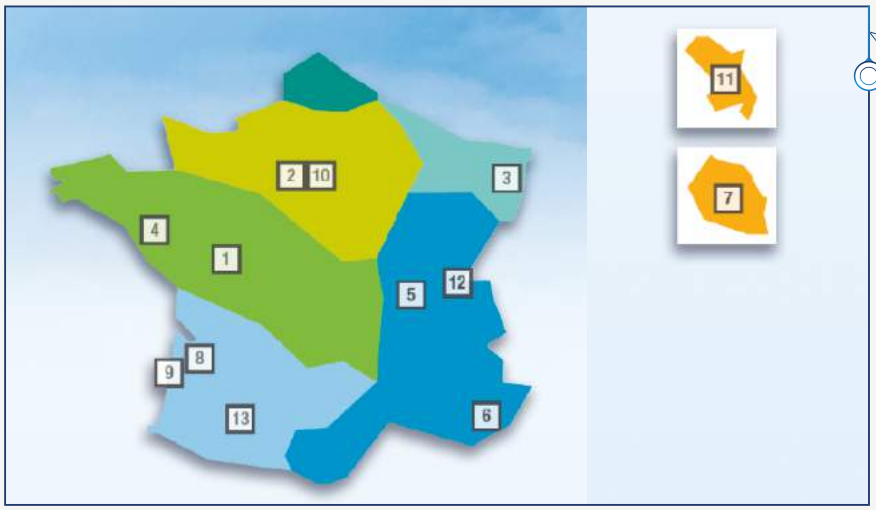

Figure 4 : Dénomination et localisation métropolitaine (au niveau des grands bassins hydrographiques) et en outre-mer des 13 projets retenus dans l'AAP « Micropolluants des eaux urbaines ».

1 - Biotech - Étude de la présence et du devenir de composés biocides dans les réseaux - Évaluation de la contribution d'un établissement hospitalier et proposition de solutions incluant un traitement innovant (Poitiers) : lc.cx/biotech

2 - Cosmet'eau - Changements de pratiques dans les cosmétiques : des lanceurs d'alerte aux impacts sur le milieu aquatique : lc.cx/cosmeteau

3 – LumiEau-Stra - Lutte contre les micropolluants dans les eaux urbaines à Strasbourg : lc.cx/lumieau

4 - Matriochkas - Rétention des micropolluants dans les eaux pluviales dans des ouvrages de gestion à la source - Évaluation des performances de techniques alternatives et application à différentes missions d'une collectivité locale (Nantes) : lc.cx/matriochkas

5 - MicroMegas - Rôle des techniques alternatives sur la gestion des micropolluants dans les rejets urbains de temps de pluie (RUTP) - Comparaison système centralisé / système à la Source (Lyon) : lc.cx/micromegas

6 - Micropolis - Élimination des micropolluants à Sophia Antipolis : lc.cx/micropolis

7 - MicroReuse - Solutions innovantes de réduction des micropolluants en sortie d'une station d'épuration des eaux usées de La Réunion pour l'optimisation de la réutilisation agricole des eaux usées traitées : lc.cx/microreuse

8 - Regard - Réduction et gestion des micropolluants sur la métropole bordelaise : lc.cx/projetregard

9 - Rempar - Réseau Micropolluants du Bassin d'Arcachon : lc.cx/rempar

10 - Roulépur - Solutions innovantes pour une maîtrise à la source de la contamination en micropolluants des eaux de ruissellement des voiries et parkings urbains (Paris et Île-de-France) : lc.cx/roulepur

11 - Seneur - Suivi des contaminants émergents dans l'environnement urbain et leur représentation sociale (Martinique) : lc.cx/seneur

12 - Sipibel-Rilact - Risques et leviers d'actions relatifs aux rejets de médicaments, détergents et biocides dans les effluents hospitaliers et urbains - projet en appui sur le site pilote de Bellecombe (Sipibel) (Haute-Savoie) : lc.cx/rilact

13 - SMS - Séparation des micropolluants à la source pour une réduction de l'impact toxique sur les milieux récepteurs (Portet-sur-Garonne) : lc.cx/projetsms

Référence utile

La vidéo « Micropolluants dans l'eau, une emprise invisible » (2019), réalisée par Mathilde Soyer et co-produite par l'association ARCEAU-IdF et l'OFB, résume les principaux enjeux et enseignements de l'AAP : lc.cx/videomicropolluants



Page de garde de la synthèse de l'OFB
(Source : *Professionnels.ofb.fr*)

3 Comment conduire un « diagnostic micropolluants » sur un territoire urbain ?

La réussite d'une opération de diagnostic micropolluants repose sur divers éléments de connaissances préparatoires, génériques ou spécifiques au contexte local, et sur la mise en œuvre de méthodologies éprouvées. Les paragraphes qui suivent mettent en lumière certaines recommandations et résultats issus des travaux des 13 projets territoriaux, afin de guider les porteurs de diagnostic (collectivités, délégataires, acteurs économiques, etc.). Une synthèse complète sur ce sujet est par ailleurs éditée par l'OFB [CPA Diagnostic, 2022].

1. Identifier le tissu d'acteurs à mobiliser : un préalable indispensable.

La notion de diagnostic territorial dépasse les seuls aspects sources et transferts de pollutions. Il s'agit également d'établir dans quelle mesure il est possible de mobiliser les usagers de produits polluants, aussi bien habitants que professionnels. Outre la connaissance des enjeux environnementaux et des réseaux d'assainissement du territoire, une dimension importante du diagnostic est donc l'identification du tissu d'acteurs qui contribuent ou peuvent contribuer à la réduction des micropolluants : services de l'agglomération (assainissement, gestion des eaux pluviales, déchets, espaces verts, aménagement/urbanisme, développement économique, etc.), autres collectivités du bassin versant, chambres consulaires, syndicats professionnels, industriels raccordés, associations, services de l'État, etc. Leur connaissance du terrain et des usagers représente une richesse incontournable pour établir le diagnostic, concevoir des actions adaptées et relayer ces actions. Ces acteurs pourront à ce titre être associés à la gouvernance de l'opération.

2. Diagnostic dirigé par les impacts ou par les pressions : deux approches complémentaires.

Une première approche possible du diagnostic est fondée sur **les impacts des micropolluants** (effets suspectés sur le milieu aquatique et sur la santé). Dans ce cas, les émetteurs des substances dangereuses ne sont pas connus a priori. La démarche RSDE-STEU est basée sur ce principe (effets suspectés des effluents de STEU sur les milieux récepteurs). La connaissance d'une pollution historique d'un cours d'eau ou le constat d'une mauvaise qualité chimique des boues issues du traitement des eaux usées peuvent également déclencher un tel diagnostic sur une base volontaire.

La seconde approche est basée sur les **pressions** : l'accent est mis sur les émetteurs potentiels de micropolluants, sans connaissance, a priori, des impacts associés. Dans ce cas, la démarche est souvent moins analytique et plus pragmatique, assise sur le pari d'une efficacité locale sans nécessairement viser une réduction quantifiable des impacts au niveau des milieux récepteurs. Les pressions considérées prioritairement sont alors celles pour lesquelles des leviers d'actions potentielles sont préalablement identifiés, conduisant à des diminutions d'usages et/ou de rejets polluants (actions « sans regrets »). Une grande partie des actions de réduction des micropolluants menées dans le cadre de l'AAP ont été priorisées sur de tels critères. Ce type de diagnostic est également conduit classiquement sur les territoires dans le cadre de la réalisation d'études préalables à des « opérations collectives » ou de démarches de gestion des effluents non domestiques raccordés au réseau d'assainissement.

Ces deux approches peuvent bien entendu se combiner au profit d'une efficacité accrue *(cf. figure 5)*.

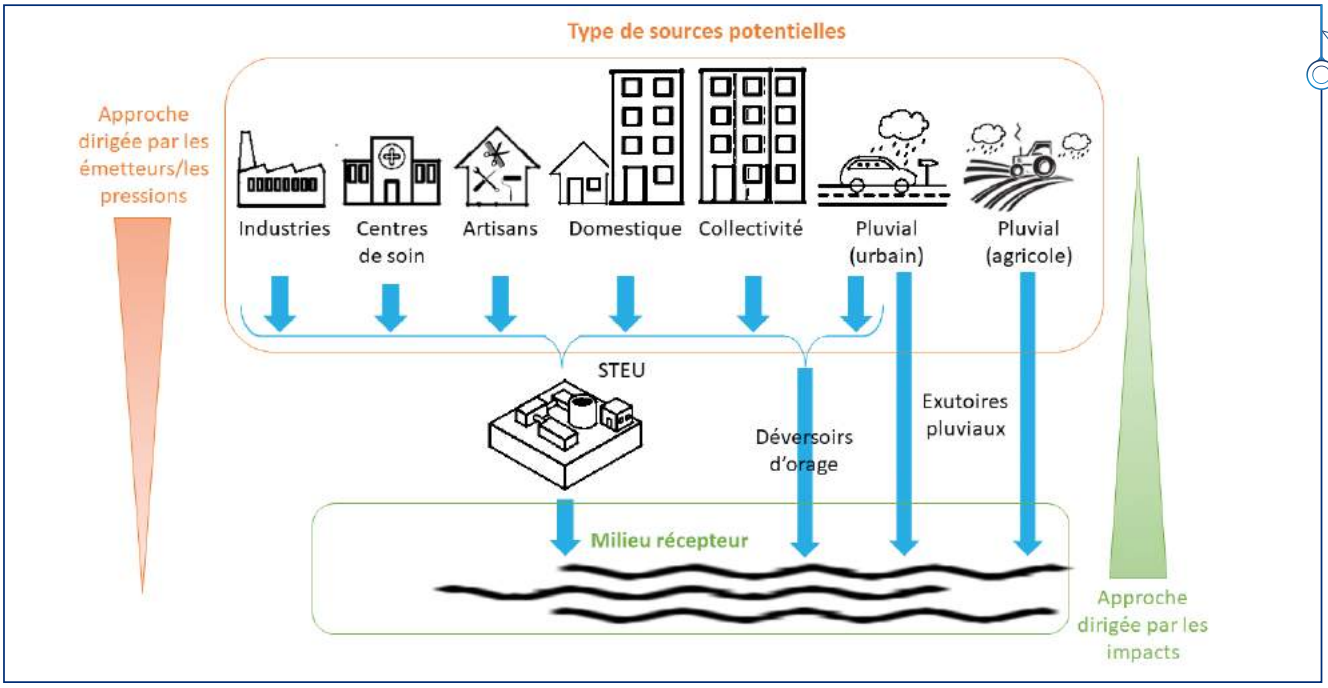

Figure 5 : Complémentarité des approches « impacts » et « pressions » pour la mise en œuvre des diagnostics micropolluants urbains (Source : M.J. Capdeville, Suez –Regard)

Références utiles

Guide du SIARP pour « identifier l'origine des micropolluants dans les réseaux d'assainissement et mettre en place des actions de réduction » (2019) : lc.cx/siarp

ASTEE : « Foire aux questions Diagnostic vers l'amont RSDE STEU » (2020) (lc.cx/faqrsde) et « Réalisation du diagnostic vers l'amont » (lc.cx/rsde)

3. De nouvelles connaissances et des outils pour identifier les activités et les zones les plus émettrices de micropolluants.

Les résultats des 13 projets ont sensiblement enrichi la base de connaissances existantes permettant d'associer la présence de micropolluants à certaines **sources ou secteurs d'activités** : « cartographie » de la pollution des eaux en ville, composition des eaux de ruissellement urbaines, caractérisation de rejets domestiques (usage de cosmétiques, émissions liées à des activités ménagères comme le lavage de la vaisselle et du linge, douche, etc.), composition de certains effluents professionnels (établissements de soins, coiffure, peinture, mécanique automobile, menuiserie, lycées, prison, etc.). Certains travaux ont également permis de développer des méthodologies pour prioriser les **micropolluants à enjeux** sur un territoire, en allant au-delà des seules substances RSDE-DCE.

À Strasbourg, le projet *LumiEau-Stra* est allé plus loin en créant une **base de données de « coefficients d'émission »**, exprimant le flux massique de substances par unité de temps et par type d'émetteur, pour une large gamme de micropolluants et de sources (industries, activités artisanales, habitants et eaux pluviales). Afin d'estimer les flux de micropolluants transitant dans les réseaux d'assainissement de l'agglomération, ces coefficients ont ensuite été croisés avec d'autres données, au sein d'un logiciel dédié : données SIRENE pour l'inventaire des activités non domestiques, cartographie de la densité de population et des types de surfaces urbaines, modélisation hydraulique, etc. L'application de ce procédé a permis de repérer, en première approche, les principaux émetteurs d'une substance donnée ainsi que les bassins versants urbains sur lesquels il y a potentiellement le plus d'émissions, pour les mettre en regard avec la sensibilité du milieu récepteur *(cf. figure 6)* [*LumiEau-Stra*, 2020]. Une approche cartographique similaire a été menée pour hiérarchiser, à l'échelle de l'agglomération nantaise, la pollution potentielle pouvant impacter les ouvrages de gestion des eaux pluviales [Delamain *et al.*, 2016].

Les données utilisées pour ce type de démarche étant souvent hétérogènes et d'une fiabilité relative, les résultats obtenus, bien que très intéressants et informatifs, doivent être interprétés avec prudence et soumis à l'avis d'experts. En outre, les retours d'expériences des opérations collectives de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse montrent que ce type d'approche **« substance par substance »** qui vise à établir les émetteurs de chacune des substances considérées individuellement (ex : émetteurs de cadmium, émetteurs de toluène, etc.), n'est pas un prérequis nécessaire à la mise en place d'actions utiles de lutte contre les micropolluants urbains.

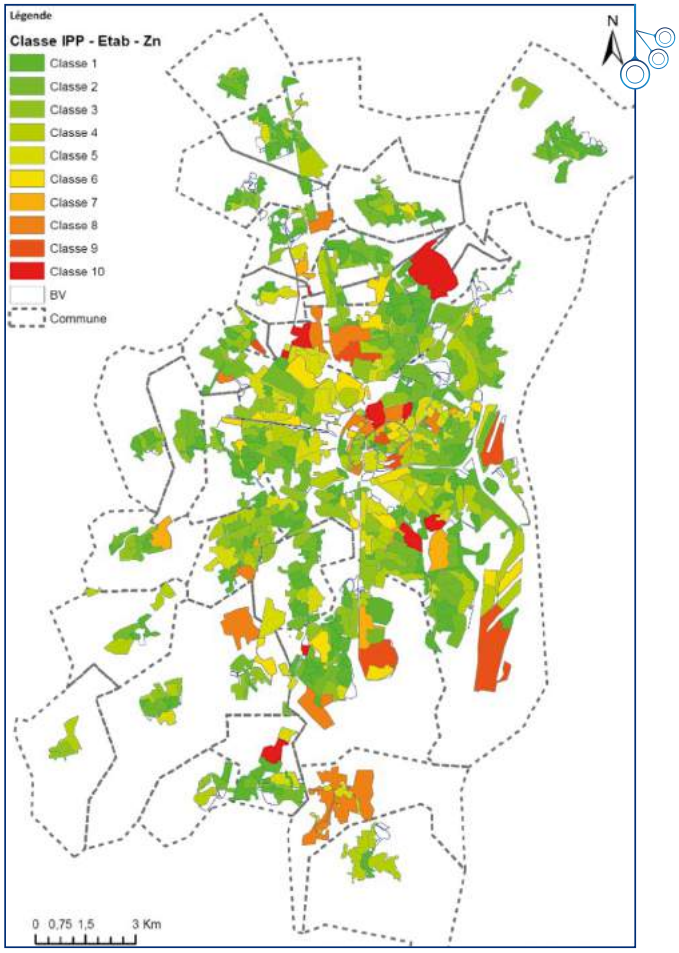

Figure 6 : Exemple d'application de la démarche *LumiEau-Stra* pour identifier et hiérarchiser les émetteurs de micropolluants au sein de l'Eurométropole de Strasbourg : cartographie de l'indice de pression potentielle (IPP) du zinc. *L'IPP tient compte du flux simulé du micropolluant et de sa dangerosité.* (Source : *LumiEau-Stra*)

4. Des analyses (avec parcimonie) peuvent venir consolider le diagnostic.

La note technique RSDE-STEU de 2016 ouvre la possibilité de recourir aux analyses chimiques sur le réseau d'assainissement pour identifier les sources de micropolluants quantifiés en station. Toutefois, les retours d'expériences montrent qu'il est très souvent illusoire de vouloir relier directement des mesures effectuées en amont du réseau avec les observations effectuées au niveau de la STEU [AERMC, 2017]. En outre, les campagnes d'analyses de micropolluants doivent être réalisées dans les règles de l'art, ce qui constitue une logistique lourde et un poste de dépense important. Elles demandent également des **compétences pointues** aussi bien pour les prélèvements et les analyses que pour l'interprétation des résultats, qui doit nécessairement s'appuyer sur une bonne connaissance du territoire et des micropolluants analysés en termes de source potentielle, comportement physico-chimique et toxicité.

Les campagnes de mesure ne constituent donc en aucun cas la première étape d'un diagnostic, et ne peuvent venir que dans un second temps pour confirmer, compléter ou rectifier un diagnostic préalable. Lorsque celles-ci s'avèrent pertinentes, il est indispensable avant de les planifier, d'**identifier les questions** auxquelles elles doivent répondre et d'établir une stratégie d'échantillonnage et d'analyse adaptée aux objectifs et aux résultats attendus. À titre d'exemple, les investigations peuvent cibler des zones ou des substances à enjeux, certains émetteurs ou bien chercher à différencier des sources domestiques, industrielles ou pluviales.

Dans le cadre de l'AAP, de nouvelles méthodes d'analyses chimiques ont pu être développées, permettant de doser des molécules tensioactives, des désinfectants, des médicaments, des pesticides, des conservateurs, des composés perfluorés, des filtres anti-UV et des stupéfiants. Plusieurs **outils d'échantillonnage et d'analyse innovants** ont également pu être expérimentés, tels que les échantillonneurs intégratifs passifs *(cf. figure 7)*, qui permettent d'obtenir une concentration moyennée sur une durée d'exposition comprise entre plusieurs jours et plusieurs mois, ou les analyses chimiques non ciblées (voir encadré). Certains projets ont également exploré l'utilisation d'outils basés sur les effets biologiques des polluants (bioessais in vitro et in vivo) pour évaluer la toxicité des eaux urbaines *(cf. figure 8)*, pour identifier « les points chauds » d'émission de micropolluants ou encore pour apprécier l'efficacité de divers traitements des eaux. Encore en phase de consolidation pour ces usages, ces outils pourront à terme être très utiles aux gestionnaires.



Figure 7 : Illustration du montage et du déploiement en réseau d'assainissement d'échantillonneurs intégratifs de type POCIS (Source : M.J. Capdeville, Suez – *Regard)*

Référence utile

Agence de l'Eau RMC, « Diagnostic amont RSDE STEU - Analyses chimiques en réseaux : retour d'expérience et préconisations » (2017) - lc.cx/aermcanalyses

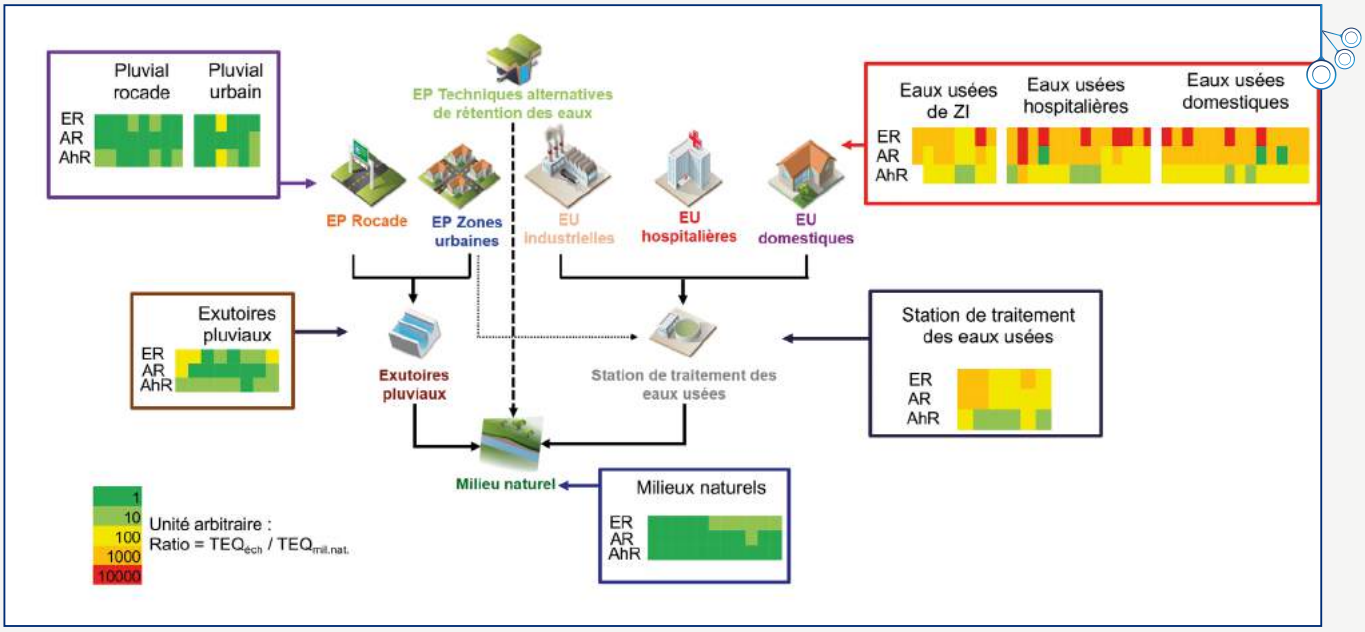

Figure 8 : Synthèse des résultats des bioessais in vitro appliqués en divers points des eaux urbaines de Bordeaux Métropole (Source : Regard) - Les résultats sont présentés pour les divers échantillons sous forme de ratios, c'est-à-dire en unité « Equivalent toxiques » pour l'échantillon (TEQech) rapportée au milieu naturel en amont de rejets urbains (TEQmin). ER = activité oestrogénique ; AR = activité androgénique ; AhR = activité HAP-like.

6 000 !

L'analyse chimique non ciblée est une approche alternative aux méthodes traditionnelles (ciblées) qui permet, en une seule analyse, d'identifier dans un échantillon un large spectre de substances préalablement inconnues. Appliquée à Bordeaux Métropole, cette méthode a permis de montrer que plus de 6 000 composés arrivent en entrée de la STEU (heureusement tous ne sont pas toxiques !) et que 17 % d'entre eux (soit plus de 1 000 substances) résistent plausiblement aux traitements appliqués. En outre, des milliers de molécules non détectées en entrée apparaissent en sortie, suggérant leur production au sein de la station en tant que produit de transformation [Regard, 2019a]. Appliquée sur des eaux pluviales à Paris, l'analyse non ciblée a mis en évidence une forte contamination par la 1,3diphénylguanidine, substance utilisée dans les procédés de fabrication de pneumatiques automobiles et non recherchée en analyse classique [Roulépur, 2019].

4 Quelles actions peuvent être mises en œuvre localement pour réduire les rejets de micropolluants ?

1. Un large panel de solutions au banc d'essai.

Face aux enjeux écologiques et sanitaires associés aux micropolluants urbains, plusieurs types d'actions sont envisageables localement, parmi lesquelles celles visant **à sensibiliser et à accompagner** les producteurs et usagers de produits chimiques vers des pratiques et usages plus écologiques, ou celles consistant **à traiter** les rejets, que ce soit en amont ou en aval des systèmes d'assainissement.

De Bordeaux à Strasbourg, de Lyon à Poitiers, de Paris à Arcachon… de nombreuses actions de réduction ont été identifiées et étudiées par les équipes projets, selon des critères de coût-efficacité, d'acceptabilité sociale et de contraintes de mise en œuvre *(cf. tableau)*. Certaines de ces solutions ont été expérimentées in situ (avec succès ou échec) et ont fait l'objet de retours d'expérience formalisés. Sur les bases de son diagnostic territorial et d'une simulation de l'impact de la mise en œuvre des actions (via le logiciel décrit précédemment), le projet *LumiEau-Stra* a pu également hiérarchiser les différentes solutions identifiées et établir **un programme d'actions** global adapté aux spécificités de l'Eurométropole de Strasbourg.

Deux synthèses détaillées de ces résultats sont éditées par l'OFB autour des questions des micropolluants émis par les particuliers et les artisans [CPA Domestique, 2022], et par les activités de soin [CPA Santé, 2022].



Figure 9 : Page de garde du CPA Domestique et Artisanat (Source : *Professionnels.ofb*)

Panorama des clés de diagnostic sociétal et des solutions locales de réduction des rejets de micropolluants produites et expérimentées par les 13 projets territoriaux

	Informer et sensibiliser	Changer les pratiques	Traiter la pollution (à la source ou en STEU)
Particuliers (domestique)	Stratégie de communication sur les produits du quotidien (LumiEau-Stra) Guide des produits ménagers naturels (LumiEau-Stra) « SIBA à 360° » : outil de réalité virtuelle sur la qualité des eaux du bassin d'Arcachon (Rempar) Communication : partage de l'information, sensibilisation, retour vers les professionnels et le grand public (Rempar) « Living lab » : ateliers participatifs animés par des médiateurs scientifiques (Regard) Exposition itinérante « Comment agir en tant que citoyen ? » (Regard) Bande dessinée, micros-trottoirs et vidéo (type) Vlog sur les micropolluants (Regard) Etude sur le consentement à payer des citoyens pour optimiser les traitements en STEU ou réduire les micropolluants à la source (Regard) Kit pédagogique avec vidéos dessinées sur les médicaments dans l'eau (Rilact)	Identification des mécanismes de changement de perceptions et de pratiques concernant les produits cosmétiques (Cosmet'eau) Les représentations du « tout-à-l'égout » et leurs déterminants : analyse socio-psychologique des perceptions et des intentions comportementales (LumiEau-Stra) Enquête sur la source domestique dans le cadre du diagnostic territorial (Regard) Expérimentation citoyenne « Famille EAU Défi » sur des ménages références (Regard)	Traitements séparés des urines (ozonation) et des eaux grises, ainsi que des boues d'origine domestique (bioréacteurs à membrane + procédé MAD-TAR + ozonation hybride) (SMS)
Artisans et industriels	Démarche d'accompagnement des établissements professionnels (LumiEau-Stra) Mise en place de démonstrateurs (LumiEau-Stra) Cadre de sensibilisation des établissements professionnels (Regard)	Produits de substitution dans 4 métiers de l'artisanat : coiffeurs, garagistes, menuisiers et peintres (LumiEau-Stra)	Machines de nettoyage des outils de peinture et de menuiserie et séparateurs à hydrocarbures dans des garages (LumiEau-Stra) Extraire et valoriser les métaux dans les effluents industriels (Regard) Boîte à outils de solutions de réduction des rejets de substances RSDE-STEU (LumiEau-Stra)

	Informer et sensibiliser	Changer les pratiques	Traiter la pollution (à la source ou en STEU)
Etablissements de soin et professionnels de santé	Kits pédagogiques avec vidéos dessinées sur les médicaments et l'antibiorésistance, testés lors de séminaires et de formations de futurs cadres de santé (Rilact) Supports de communication sur les médicaments, réalisés avec Cyclamed (Rempar) Soirées d'information/sensibilisation (Rempar) Vidéo « Lutte contre la pollution médicamenteuse au CHU de Bordeaux » (Regard)	Solutions pour limiter les rejets polluants d'un établissement de soins (détergents, désinfectants et médicaments) (Rilact) -Solutions pour limiter les rejets de biocides (Biotech) -Leviers d'actions pour les acteurs de la santé (Rempar)	Traitement des rejets hospitaliers par un bioréacteur à membrane (Rempar) et par ozonation catalytique (Biotech)
Collectivités		Dératiser mécaniquement les réseaux d'assainissement (Regard) -Appliquer la démarche zéro-phyto dans les cimetières et les terrains de tennis (Regard)	
Ruissellements urbains		Caractérisation des représentations et des perceptions des micropolluants et des dispositifs techniques par les différents niveaux décisionnels d'acteurs (MicroMegas)	Techniques de gestion des eau pluviales à la source et centralisées (Roulépur, Matriochkas, MicroMegas, LumiEau-Stra, Regard et Rempar) Traitement des eaux pluviales issues de la rocade bordelaise (tamis rotatif avec réactifs) (Regard)
Approche multi-sources	Vidéo « Micropolluants dans l'eau, une emprise invisible » (Mathilde Soyer, Arceau-IdF, OFB)	Sélection des actions de réduction pertinentes à mettre en œuvre et fiches actions synthétiques (Regard)	Traitements conventionnels (Rempar, Regard, Rilact, Cosmet'eau, Seneur) Traitement par ultrafiltration (Microreuse) et ozonation (Micropolis)

2. L'amélioration du traitement des STEU peut être un levier efficace dans certains contextes locaux.

Même si les stations actuelles n'ont pas été conçues pour éliminer les micropolluants, une partie des substances dangereuses y sont effectivement retenues et dégradées. D'autres substances sont toutefois plus réfractaires aux traitements en place et se retrouvent dans les boues produites (qui peuvent être épandues et/ou compostées) ou dans les eaux rejetées vers les milieux aquatiques, induisant une pollution susceptible de se propager loin en aval des rejets. Une première solution qui peut spontanément être évoquée pour réduire les rejets de micropolluants dans l'environnement est donc l'amélioration de la filière de traitement des STEU.

Des procédés de traitement complémentaire existent et sont d'une manière générale efficaces à l'encontre des micropolluants urbains, comme l'ont montré les projets *Micropolis* (traitement par ozonation) et *MicroReuse* (ultrafiltration). Cette option peut donc s'avérer pertinente dans certains contextes locaux.

Néanmoins, il est illusoire de penser que l'amélioration des STEU permettra à elle seule de résoudre le problème des micropolluants urbains. Tout d'abord, car la France n'est pas en capacité à court ou moyen terme d'équiper l'ensemble des stations du territoire, d'une part en raison du surcoût engendré pour la collectivité (de l'ordre de 5 à 15 € par personne et par an [Synteau, 2020]), et d'autre part en raison des contraintes techniques nouvelles que l'ajout de ce traitement occasionne (maintenance parfois complexe, surcoût énergétique, résidus à traiter, etc.) [Armistiq, 2014]. La Suisse se montre pour sa part particulièrement volontariste sur ce sujet et ambitionne d'équiper 135 de ses 700 STEU (70 % du volume de ses eaux usées) ; il faudra toutefois attendre 2040 pour voir ce processus complexe entièrement réalisé et en mesurer l'efficience réelle à grande échelle [Conférence Eau et Santé 2019, OFEV].



Figure 10 : La STEU de Bellecombe en Haute-Savoie (Source : *Rilact*)

En outre, certaines substances restent mal dégradées par ces traitements complémentaires, tels que les métaux, mais aussi plusieurs médicaments comme la carbamazépine (antiépileptique) ou certains biocides présents dans les désinfectants [Biotech, 2019]. Il ne faut pas non plus oublier qu'une partie des eaux urbaines ne sont traitées par la STEU : eaux pluviales, eaux rejetées par les déversoirs d'orage, eaux usées domestiques traitées en Assainissement Non Collectif (ANC)... Enfin, miser uniquement sur le traitement « en bout de tuyau » revient à faire porter toute la responsabilité de cette pollution sur les professionnels de l'assainissement, ce qui pose la question de la sensibilisation et de la responsabilisation de l'ensemble des acteurs émetteurs des territoires.

La réduction à la source, qui permet de faire porter l'effort collectivement sur tous les acteurs contribuant aux émissions de micropolluants, est donc la voie à privilégier, en phase avec les nécessités actuelles de transformations écologiques et solidaires de la société. Dans le cas des eaux pluviales, la mise en œuvre d'une gestion à la source présente également de nombreuses vertus sur lesquelles nous reviendrons par la suite (cf. 7).

3. Informer et sensibiliser : des étapes clés pour accompagner la mise en œuvre des solutions.

Ayant pour origine notre système de production, nos modes de vie, nos habitudes de consommation et nos routines professionnelles, la réduction de la contamination des milieux s'appuiera obligatoirement sur des changements de comportements humains, aidés ou non par l'introduction d'innovations techniques.

À domicile et en milieu professionnel, la mise en œuvre des solutions est donc conditionnée par l'implication de femmes et d'hommes au quotidien, qui doivent être informés et sensibilisés.

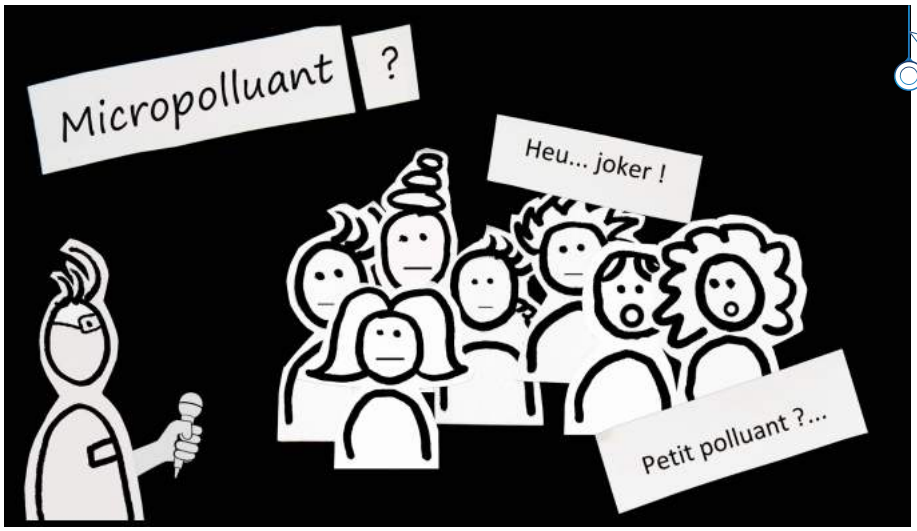

Figure 11 : Le terme de « micropolluants » est largement méconnu des citoyens (Source : *capture de la vidéo Méthod'eau réalisée par Mathilde Soyer)*

Pourquoi faut-il faire appel aux Sciences Humaines et Sociales (SHS) ?

L'intervention des SHS est essentielle pour connaitre la perception de la problématique et des leviers par les différents usagers, pour identifier les déterminants des changements de comportement et pour accompagner ces changements. Les SHS nous éclairent notamment sur les valeurs et les normes sociales, réglementaires ou professionnelles qui encadrent certaines pratiques et limitent le changement. Les études de l'AAP montrent par exemple que les valeurs d'hygiène, de propre et de sain peuvent être des freins à l'adoption de certaines pratiques écologiques. Les SHS constituent donc un apport précieux pour « mieux sensibiliser », pour cibler les actions à mener et pour faire évoluer les pratiques.

→ Voir les courts-métrages « Méthod'eau, les micropolluants vus par les sciences humaines et sociales » (Arceau-IdF, OFB) : lc.cx/methodeau

→ Lire la synthèse OFB sur le sujet [CPA SHS, 2018] : lc.cx/cpashs

Une méconnaissance des micropolluants et du petit cycle de l'eau.

Les enquêtes menées par les sociologues de l'AAP ont apporté une moisson d'éléments nouveaux quant aux perceptions des citoyens sur les liens entre l'eau, les micropolluants et leurs pratiques. Le premier enseignement de ces travaux est que **le terme de « micropolluants »** est largement ignoré du grand public *(cf. figure 11)*, car peu utilisé par les médias [Cosmet'eau, 2018] et même par les professionnels de la gestion des eaux en milieu urbain [MicroMegas, 2019]. Certaines familles de polluants comme les pesticides, les parabènes ou les perturbateurs endocriniens font davantage échos, car faisant régulièrement l'objet d'informations par les journalistes.

Les groupes de discussion (focus groups) et l'enquête téléphonique déployés dans l'Eurométropole strasbourgeoise mettent également en lumière une méconnaissance du **petit cycle de l'eau** par les citadins, pour qui le système d'assainissement apparait comme une « boîte noire » [*LumiEau-Stra*, 2017]. Ce constat est confirmé par une étude menée auprès de la population bordelaise, qui nous apprend que près d'un habitant sur trois croit que les eaux usées domestiques sont « acheminées vers des stations de traitement pour en faire de l'eau potable » [Regard, 2018]. L'enquête menée par l'équipe SHS de *MicroMegas* sur un campus étudiant à Lyon révèle également que les ouvrages de gestion des eaux pluviales à la source comme les noues ne sont pas identifiés comme des dispositifs de gestion de l'eau par leurs usagers et par les agents d'entretien, mais comme des éléments de paysage [MicroMegas, 2019].

Un autre enseignement de ces enquêtes est que la pollution de l'eau reste largement associée aux industriels et aux agriculteurs, mettant en lumière **un problème de représentation** par les particuliers, qui polluent également sans le savoir. Ceci est vrai pour la plupart des usages domestiques (ex. : utilisation de produits cosmétiques ou de médicaments) [LumiEau-Stra, 2017] et encore davantage pour les usages générant une pollution des eaux pluviales (ex. : déplacement en voiture) [*MicroMegas*, 2019]. Vision floue des micropolluants, du cycle de l'eau et des sources… autant de raisons pour lesquelles les individus ont également du mal à identifier les moyens qu'ils ont pour agir.

Pour autant, le verre n'est qu'à moitié vide. Au-delà des manques constatés, ces études révèlent une **véritable inquiétude** quant à la qualité de l'eau des rivières et une conscience largement partagée de la nécessité de les protéger. Elles montrent aussi que l'impact des composés chimiques sur la santé est un levier de sensibilisation efficace, comme l'atteste l'analyse sociologique menée sur les cosmétiques (projet *Cosmet'eau*) qui indique que les lanceurs d'alertes sont souvent des usagers touchés par des problèmes de santé, tels que des esthéticiennes [Cosmet'eau, 2015].



Figure 12 : Le cycle urbain de l'eau est mal connu des citoyens (Source : *Graie*)

Les expériences participatives : un accélérateur de changement.

Forte de ces constats, l'Eurométropole de Strasbourg a déployé une campagne de sensibilisation ambitieuse à l'intention des habitants, pour les encourager à fabriquer leurs produits ménagers [LumiEau-Stra, 2018]. Baptisée « **Ménage au naturel** », cette opération s'est appuyée sur des outils de communication classiques (page web, guides, insertions presse) et plus originaux tels que des ateliers collaboratifs avec des associations, des spots radios et des vidéos en bandes annonces au cinéma *(cf. figure 13)*. La collectivité a également mis en œuvre un dispositif participatif impliquant **12 entreprises** dans quatre métiers de l'artisanat, afin de tester la pertinence de différents changements de pratiques sur les plans technique, économique et sociologique [LumiEau-Stra, 2019].

Un détour par Bordeaux nous permet de prendre connaissance de l'expérimentation citoyenne « **Famille EAU Défi** », qui a mobilisé 43 familles volontaires pendant six mois sur la thématique des produits corporels et ménagers [Regard, 2019b]. Après une première période de quatre semaines « sans changement », les familles ont été réunies pour s'engager officiellement devant les scientifiques et les autres participants, sur plusieurs changements de pratiques parmi une liste de propositions qu'elles avaient elles-mêmes définies collectivement *(cf. figure 14)*. Les résultats au bout de quatre semaines supplémentaires dédiées aux changements de pratiques sont plutôt encourageants. Alors qu'ils s'étaient engagés en moyenne sur deux changements, les participants en ont finalement appliqué quatre à cinq. La substitution de produits « classiques » au profit de produits plus sains apparait comme le changement le plus mis en œuvre, même si des pratiques de « sobriété » dans les usages (réduction des doses et application de méthodes « zéro chimie ») ont été observées chez quelques familles en fin d'expérimentation. L'expérience a également renforcé la sensibilité écologique des participants.

Ces démarches montrent comment une stratégie de sensibilisation, pour être suivie d'effets, doit s'appuyer sur la complémentarité de différents supports de communication et **la mobilisation de partenaires** compétents dans la sphère de la médiation scientifique et des sciences participatives. Elles suggèrent également que les changements de pratiques, accompagnés par des dispositifs adaptés, bénéficient d'une bonne acceptabilité globale et peuvent se traduire par l'adoption de nouvelles habitudes pour une partie de la population plus large que la petite fraction déjà sensibilisée et active sur ces questions.



Figure 13 : Visuels des spots cinéma de la campagne *Ménage au naturel*, un des outils de communication du projet *Lumieau-Stra* (Source : Eurométropole de Strabourg, projet *Lumieau-Stra*)



Figure 14 : Expérimentation « Famille EAU Défi » – De gauche à droite : réflexion en groupes pour élaborer collectivement des solutions pour réduire les rejets de micropolluants, engagement public pour changer une ou plusieurs de ses pratiques et atelier de fabrication de cosmétiques proposé aux participants (Source : *Regard)*

5. Encadrer et maîtriser les rejets des établissements professionnels.

Le développement économique est une composante essentielle des intercommunalités, à laquelle les élus sont particulièrement attentifs. Être en capacité de faire bénéficier aux entreprises des services publics essentiels tels que l'adduction d'eau potable et l'assainissement est un élément important d'attractivité du territoire.

Cependant, **plusieurs problématiques** liées au raccordement de ces entreprises aux réseaux publics sont fréquemment rencontrées. L'utilisation de produits toxiques dans les process, le dysfonctionnement d'un dispositif de prétraitement, les mauvaises pratiques ou encore la configuration inadaptée d'une aire de stockage de déchets peuvent conduire à des pollutions chroniques et accidentelles ainsi qu'à des dysfonctionnements du système d'assainissement.

Qu'il s'agisse d'émissions par les artisans ou les industriels, les **effluents non domestiques** doivent donc être maîtrisés et encadrés par la collectivité. Cette démarche passe par la mise en place d'un socle réglementaire local et d'une tarification spécifique à ces établissements, afin d'appliquer le principe pollueur-payeur et inciter au strict respect des prescriptions fixées. L'accompagnement technique des entreprises et les aides financières aux travaux ou à l'acquisition de technologies propres sont également déterminants dans la réussite de la démarche [Cerema, 2019].

Dans le cadre de *LumiEau-Stra,* différents matériels visant à réduire la pollution issue des **activités artisanales** ont été testés sur le terrain. Il ressort de cette étude que l'utilisation de machines de nettoyage d'outils pour les peintres et les menuisiers permet de réduire considérablement les flux de micropolluants émis. Plusieurs produits de substitution ont également été testés dans les garages automobiles et les salons de coiffure, avec des conclusions plus nuancées : l'analyse de la composition en micropolluants des produits « verts » ne permet généralement pas d'affirmer qu'ils contiennent moins de substances toxiques que les produits « classiques » [*LumiEau-Stra*, 2018].

Bordeaux Métropole a également exploré en détail les usages de produits polluants au **sein de ses services**, et expérimenté plusieurs pratiques innovantes pour dératiser les réseaux sans produits chimiques et pour respecter le « zéro-phyto » dans les cimetières et les terrains de sport *(cf. figure 15)* [Regard, 2019c].



Figure 15 : Expérimentation « Zéro-phyto » sur les terrains de tennis : démoussage sans utilisation de produits chimiques (source : *Regard)*

Références utiles

Outils produits par le groupe de travail « Effluents non domestiques » du Graie et références utiles : lc.cx/graieend

Foire aux questions sur la gestion des effluents non domestiques et liste d'échange nationale : https://lc.cx/faqend

6. Mobiliser les professionnels de santé sur les médicaments, détergents et désinfectants.

Au même titre que les sites industriels, les hôpitaux contribuent significativement au flux de micropolluants urbains. Pour ces centres dédiés aux soins et à la santé, la réduction des émissions de substances chimiques préjudiciables à l'environnement – et par conséquent à l'humain – doit désormais s'imposer comme une préoccupation majeure et un véritable enjeu de gestion.

L'installation d'un **traitement spécifique** avant raccordement au réseau peut apparaître a priori la solution la plus pertinente pour ces effluents souvent concentrés en résidus de médicaments, détergents et désinfectants. Néanmoins, les analyses conduites dans le cadre de l'AAP ont montré que la situation la plus courante semble bien être celle d'une contribution en résidus de médicaments minoritaire à l'échelle de l'agglomération (loin derrière la source domestique) et peu spécifique. De plus, les études technico-économiques menées dans le cadre des projets européens *PILLS* et *NO PILLS* (évaluation des ratios coût/bénéfice) ont montré que cette option n'était généralement pas rentable, ni d'un point de vue économique ni d'un point de vue environnemental, notamment en considérant l'intégralité des rejets à l'échelle d'un territoire [SIPIBEL, 2016]. De fait, en France, la mise en place de filières de traitements coûteux sur site hospitalier n'est dans le cas général pas justifiée. Cette solution peut néanmoins être pertinente pour des situations particulières telles que des centres de soins spécialisés (oncologie, radiothérapie) susceptibles de constituer une source prépondérante pour certaines molécules non substituables à fort impact environnemental ou dans le cas d'un hôpital de dimension très importante par rapport à la taille de l'agglomération.

Ce constat établi, les chercheurs et acteurs hospitaliers mobilisés dans l'AAP ont expérimenté plusieurs solutions innovantes visant à réduire les émissions à la source. Concernant **les pratiques de nettoyage et de désinfection**, des marges de progression significatives existent, en privilégiant des produits moins toxiques, en réduisant les doses utilisées et en utilisant des techniques d'entretien alternatives (nettoyage à la vapeur, microfibres textiles, etc.). Pour preuve, les changements opérés par le Pôle de santé d'Arcachon entre 2013 et 2017 se sont traduits par une forte diminution de la consommation de produits, passée de 5 800 kg à 2 500 kg par an [Rempar, 2019b].

L'introduction de ces nouvelles pratiques dans les services implique cependant **un effort de formation et une sensibilisation** des équipes, pour en expliquer les bénéfices. Les sociologues de l'AAP ont développé à cet effet un éventail d'actions et d'outils de communication. Le projet *Rilact* en Haute-Savoie a notamment permis le développement de kits pédagogiques contenant des vidéos dessinées qui apportent des messages succincts et structurés, complétées par des ressources documentaires *(cf. figure 16)*. Bâtis en collaboration avec les acteurs de santé du territoire, ces supports ont été testés dans le cadre de séminaires et de formations de futurs cadres de santé [*Rilct*, 2018a]. Modulaires et prêts à l'emploi, ils constituent des outils de choix pour alimenter des initiatives de sensibilisation aux micropolluants liés aux pratiques de soins.

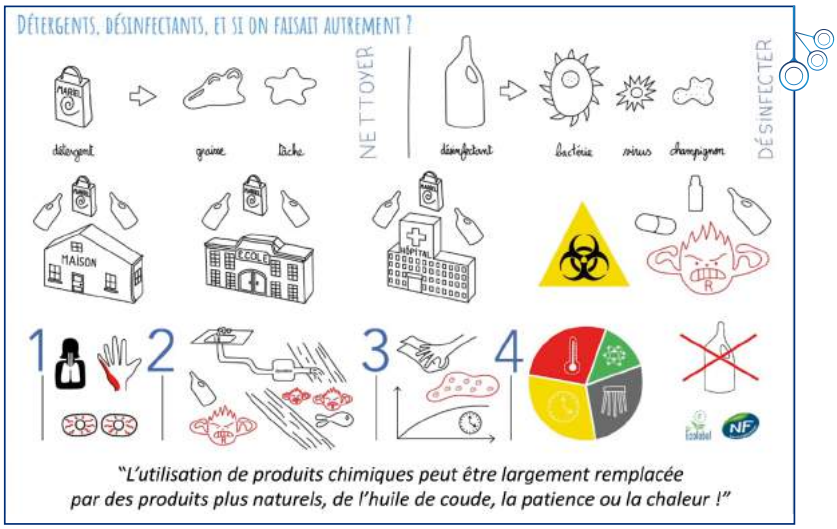

Figure 16 : Les kits pédagogiques rassemblés sur le site *Medicamentsdansleau.org* comportent huit épisodes de vidéos dessinées (Source : capture écran d'une vidéo, *Rilact)*

7. Mettre en œuvre une gestion à la source des eaux pluviales.

Avec le développement urbain, le « tout-tuyau », consistant à collecter systématiquement les eaux pluviales (seules ou en mélange avec les eaux usées) pour les évacuer à l'aval, a révélé ses limites. Devant la saturation des réseaux d'assainissement, les inondations urbaines et la dégradation des milieux récepteurs, l'idée d'une **gestion intégrée** et décentralisée des eaux pluviales, a progressivement émergé. Ce paradigme repose sur un retour aux principes fondamentaux : outre le fait de réduire l'imperméabilisation des surfaces, il faut **agir à la source**, c'est-à-dire gérer la pluie au plus près de l'endroit où elle tombe en essayant d'adopter une stratégie plus proche du cycle naturel de l'eau *(cf. figure 17)*.

Mise en œuvre de manière appropriée, cette stratégie permet de limiter les risques d'inondations et de réduire les rejets d'eaux usées non traitées issus des déversoirs d'orage (cas des réseaux unitaires). Elle contribue aussi à l'hydratation des sols, favorable à la biodiversité qu'ils contiennent, et à la réalimentation en eau des nappes souterraines. Les ouvrages de gestion à la source *(cf. figure 18)* remplissent également d'autres fonctions qui participent à l'amélioration du cadre de vie urbain, telles que la valorisation paysagère du site, la lutte contre les îlots de chaleur, l'accueil de la biodiversité ou les usages récréatifs.



Figure 17 : Le concept de « ville perméable » ou « ville éponge » : illustration d'une stratégie à la source consistant à redonner aux surfaces un rôle régulateur privilégiant l'infiltration profonde et de surface des sols désimperméabilisés (Source : *Eaumelimelo.org)*



Figure 18 : Exemple d'ouvrage de gestion à la source des eaux pluviales : des jardins de pluie à Meyzieu, près de Lyon (Source : *OTHU, N. Cossais)*

Qu'en est-il de la capacité de ces ouvrages à limiter la pollution issue du ruissellement urbain ?

Les projets *Matriochkas* (Nantes), *MicroMegas* (Lyon), *Roulépur* (Paris et Île-de-France), mais aussi *Regard* (Bordeaux), *LumiEau-Stra* (Strasbourg) et *Rempar* (Arcachon) ont déployé d'importants moyens métrologiques pour diagnostiquer la composition des eaux pluviales ainsi que pour étudier le fonctionnement hydraulique des ouvrages et le devenir des micropolluants. Pour les trois premiers de ces six projets, un total de 12 ouvrages de gestion des eaux pluviales « à la source » (tranchée, noue d'infiltration, parking poreux, etc.) et « centralisés » (bassin de retenue et/ou de décantation, bassin en eau, etc.) implantés sur dix sites et trois métropoles, ont été étudiés.

Les résultats de ces analyses confirment **l'efficacité de la gestion à la source** pour la maîtrise des flux de micropolluants [Matriochkas, 2019 ; MicroMegas, 2020 ; Roulépur, 2020]. En effet, ces aménagements limitent le lessivage des polluants sur les surfaces et réduisent les quantités d'eau et donc les quantités de polluants acheminées vers les milieux aquatiques de surface. Les systèmes d'infiltration végétalisés retiennent particulièrement bien les eaux des petites pluies fréquentes, contribuant ainsi à réduire drastiquement les quantités d'eau et de polluants en sortie d'ouvrage *(cf. figure 19)*.

Enfin, qu'ils soient centralisés ou à la source, ces ouvrages permettent également de retenir des micropolluants particulaires (éléments-traces métalliques et HAP) et, dans une moindre mesure, certains polluants davantage présents sous forme dissoute (ex. : octylphénols), avec des taux d'abattement néanmoins très variables *(cf. figure 20)*.

Il apparait essentiel, pour maximiser cette efficacité, d'adapter l'ouvrage au profil du site, de privilégier l'abattement des volumes ruisselés et de réserver les ouvrages visant uniquement la dépollution (comme les filtres à sables) au cas des eaux de ruissellement très polluées. Le recours à des dispositifs « rustiques », constitués d'un substrat vivant mêlant sol et végétaux, est à privilégier.

Le « droit à la déconnexion »

La métropole de Lyon préconise de déconnecter les eaux du réseau pour les pluies de moins de 15 mm (80 % des pluies annuelles sur son territoire) et promeut largement le concept de « ville perméable ».

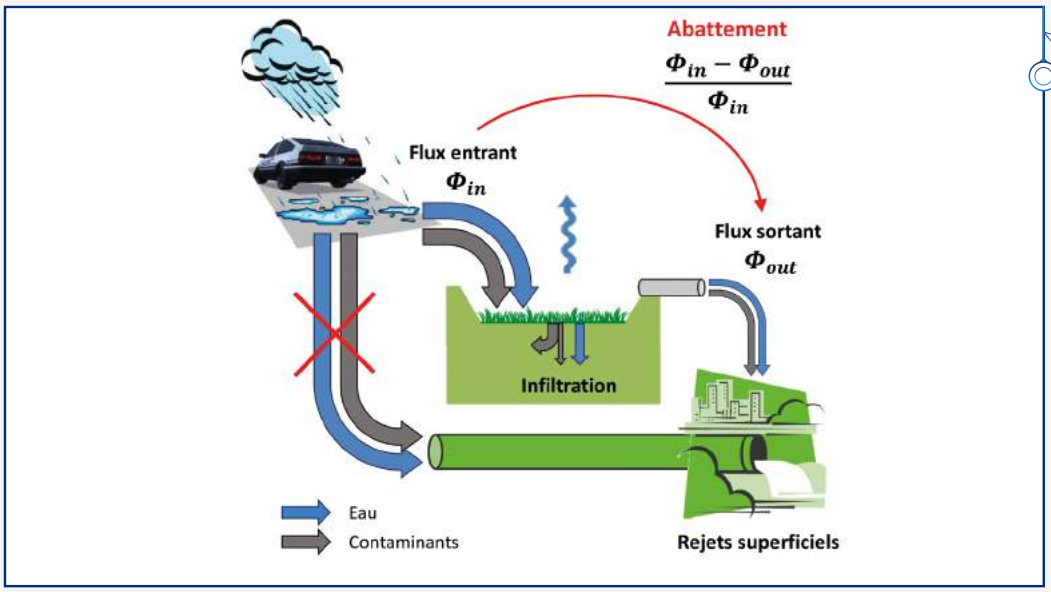

Figure 19 : Les ouvrages de gestion des eaux pluviales « à la source » et « centralisés » permettent de réduire les volumes d'eau et les flux de polluants parvenant aux eaux superficielles (Source : *Tedoldi et al., 2020)*

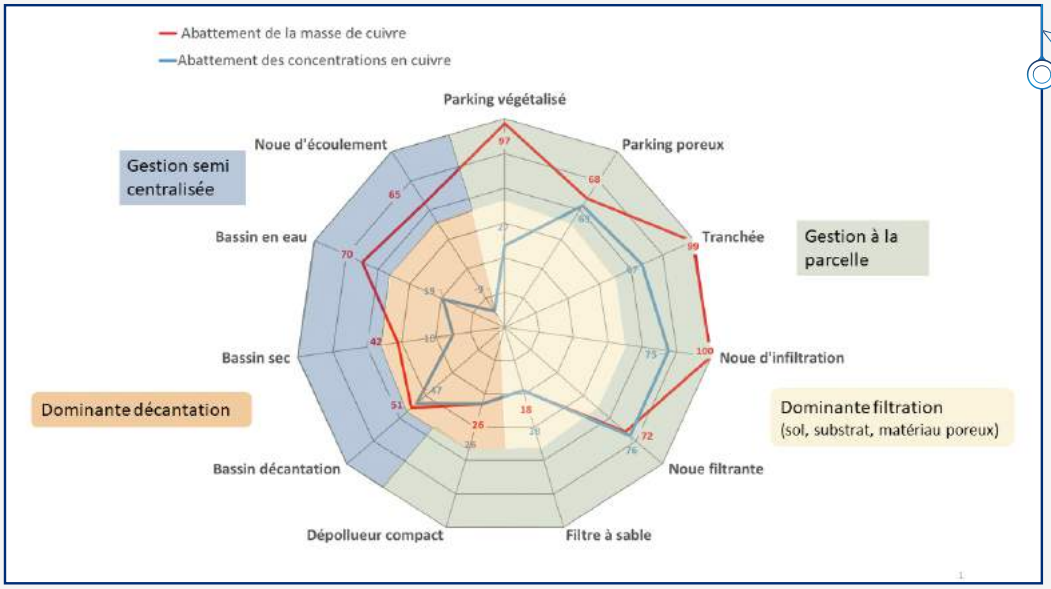

Figure 20 : Abattement de la concentration et de la masse de cuivre pour différents ouvrages de gestion des eaux pluviales (en % d'abattement, médianes) (Source : *Matriochkas, MicroMegas et Roulépur)*

Un défi organisationnel pour les collectivités.

Le défi posé aux collectivités pour réduire la pollution des eaux pluviales n'est pas seulement technique. Sensibilisation des professionnels et des usagers, répartition des tâches de maintenance entre les différents services, gestion des sous-produits… Les études sociologiques menées dans le cadre de l'AAP montrent que la réussite de la mise en œuvre de solutions durables de gestion des eaux pluviales à la source dépend également de paramètres organisationnels, humains et politiques. Que ce soit sur des espaces privés ou publics, assurer la performance pérenne des aménagements requiert, dès la conception, la mobilisation de tous les acteurs concernés par la réalisation et la vie de l'ouvrage : aménageur et promoteur, bureaux d'étude (hydrologue, écologue, paysagiste) et services d'exploitation (voirie, espaces verts et assainissement/pluvial).

Pour une collectivité, est-ce utile d'instrumenter les ouvrages de gestion à la source ?

Mettre en place une instrumentation permettant d'évaluer l'abattement de la pollution par ces systèmes nécessite une forte expertise et des moyens importants, difficilement mobilisables à l'échelle d'une agglomération. Les flux d'eau concernés sont parfois diffus, les débits en jeu sont souvent faibles et très variables, ce qui nécessite par exemple de doubler la mesure pour couvrir la gamme de valeurs attendues. Mieux vaut donc utiliser des données acquises sur des ouvrages représentatifs dans des conditions scientifiquement validées, plutôt que de mettre en place un suivi « approximatif » de ses propres ouvrages.

Références utiles

K. Flanagan, S. Barraud, M.C. Gromaire et F. Rodriguez (2022-à paraître). Guide méthodologique pour l'évaluation de performances des ouvrages de maîtrise à la source des eaux pluviales

D. Tedoldi, M.-C. Gromaire, G. Chebbo, et al. (2020). Infiltrer les eaux pluviales, c'est aussi maîtriser les flux polluants : lc.cx/opur

L. Bacot, S. Barraud, A. Honegger et C. Lagarrigue (2020). Synthèse sur le devenir des micropolluants au sein des ouvrages de gestion des eaux pluviales à la source ou centralisés : lc.cx/micromegas2020

5 Des solutions plus prospectives explorées dans l'AAP.

1. Demain, des toilettes séparatives pour retenir les micropolluants et mieux valoriser les ressources ?

Les urines, qui ne représentent que 1% du volume des eaux usées, contiennent environ 80% de l'azote et 50% du phosphore présents dans ces eaux, ce qui en fait un excellent engrais naturel. Elles concentrent également la majorité des résidus de médicaments rejetés par notre organisme. Séparer les urines du reste des eaux usées pourrait donc permettre de mieux gérer ces micropolluants et de valoriser l'azote (dont la production industrielle est très polluante) et le phosphore (dont les ressources minières se raréfient) en agriculture.

Ce constat a amené les équipes du projet *SMS* à concevoir des toilettes permettant de séparer les urines des fèces, tout en réduisant la consommation d'eau de 80% par rapport aux WC classiques, grâce à une évacuation sous vide [Conférence Eau et Santé 2019, SMS]. Un prototype a été testé par **600 usagers d'un festival de rock** et approuvé par la plupart. Deux procédés de traitement de l'urine ainsi récoltée ont été expérimentés : l'injection d'ozone (pour éliminer / dégrader les micropolluants) et la précipitation. Cette dernière permet de produire une poudre (la struvite) riche en phosphore et exempte de micropolluants, qui peut ensuite être utilisée en tant qu'engrais.

Cette filière alternative de gestion des eaux usées illustrée *en figure 21*, nécessiterait de lourds investissements : installation des toilettes séparatives chez les particuliers, construction de nouveaux réseaux et d'une installation pour traiter l'urine, etc. Elle permettrait en revanche à la collectivité de réduire ses coûts de traitement des eaux usées (puisque celles-ci contiendraient beaucoup moins d'azote et de phosphore) et de bénéficier de recettes supplémentaires via la revente de l'engrais produit à partir de l'urine. Au final, l'étude technico-économique menée dans le cadre de SMS suggère que cette filière alternative, quoi que très dépendante du modèle d'urbanisme et des caractéristiques du système d'assainissement, pourrait être viable économiquement pour la collectivité à la condition que l'installation des toilettes soit étalée sur plusieurs dizaines d'années et prise en charge par les usagers... lesquels feraient par la suite des économies substantielles sur leur facture d'eau.

Plus largement, la reconnaissance réglementaire de la valorisation des urines humaines en agriculture (comme c'est le cas dans de nombreux pays scandinaves) et d'autres expérimentations pilotes apparaissent nécessaires pour développer la filière.

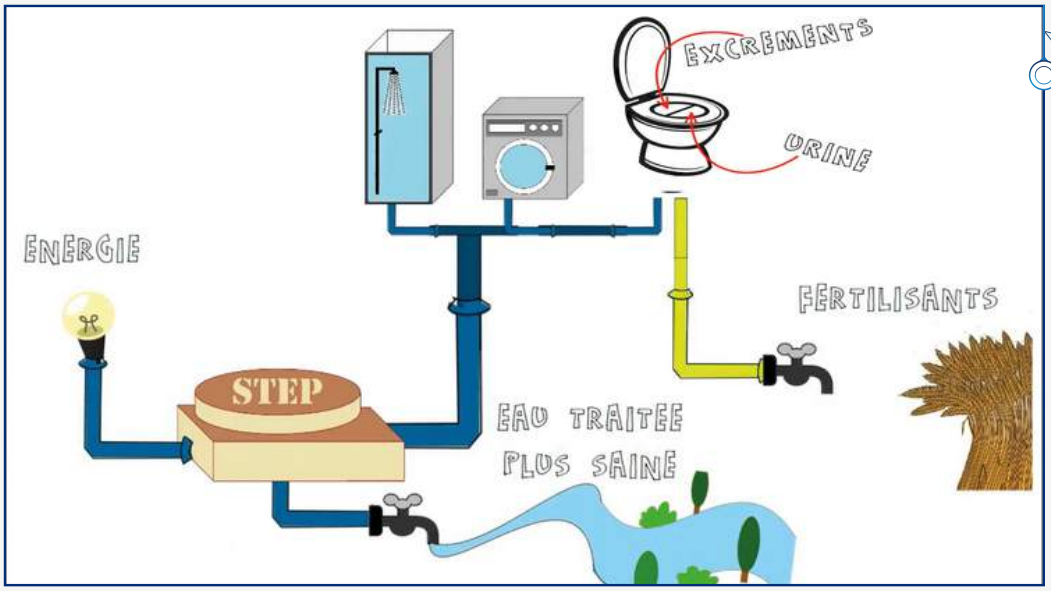

Figure 21 : Filière alternative de gestion des eaux usées basée sur les toilettes séparatives (Source : *vidéo du projet SMS)*

Collecter les excreta au domicile des patients : une faisabilité sous conditions

Au travers d'une étude menée au sein d'un service d'hospitalisation à domicile (HAD), les chercheurs de *Rilact* se sont penchés sur la possibilité d'une collecte des urines et fèces au domicile de patients [*Rilact*, 2017]. Ils ont identifié plusieurs difficultés et freins à cette potentialité, relatifs à l'organisation de la collecte et à la dignité des personnes (gêne du patient et du soignant). Pour envisager le déploiement d'un tel dispositif à domicile, il serait donc nécessaire au préalable de partager et prioriser les enjeux (environnementaux, sanitaires, etc.) avec l'ensemble des acteurs, d'identifier les situations à risque pour lesquelles une collecte se justifierait (médicament à risque environnemental élevé) et de définir les modalités techniques, organisationnelles, administratives et financières de cette collecte.

Références utiles

L'expérimentation citoyenne menée par l'association *La Fumainerie* à Bordeaux, qui vise à installer des toilettes sèches chez les particuliers et à venir les vidanger : www.lafumainerie.com

Plusieurs projets d'habitations avec toilettes séparatives : l'habitat participatif « Au clair du quartier » inauguré à Grenoble en 2017, le quartier Saint-Vincent de Paul à Paris, une résidence de 23 logements à Dole-de Bretagne (Ille-et-Vilaine)

F. Esculier, M. Legrand et J.P. Tabuchi (2021). Quel intérêt pour la séparation à la source dans la gestion des eaux usées domestiques en France ?. Arceau IdF : www.leesu.fr/separation-a-la-source-rapport-arceau-idf-19-decembre-2021

2. Mieux encadrer la production des substances chimiques.

Les solutions individuelles reposant sur la responsabilisation du citoyen-consommateur n'ont pas à exonérer les politiques publiques d'une action forte pour réglementer la production des substances chimiques. Or, la législation européenne régissant la mise sur le marché des produits et matériaux, bien qu'étant probablement la plus exigeante du monde, n'est aujourd'hui pas dimensionnée pour prévenir les impacts environnementaux des micropolluants.

Les limites de la réglementation **REACH**, qui contraint les industriels à évaluer la toxicité des molécules mises sur le marché, en sont une illustration : les tests réalisés ne concernent que les substances produites ou importées en quantité supérieure à 1 tonne par an, ne prennent pas en compte les effets « cocktails » (synergie possible avec les autres contaminants présents dans les eaux) et étudient rarement les impacts liés à une exposition chronique (long terme).

La réglementation relative à l'évaluation du risque environnemental des **médicaments**, étudiée par les chercheurs du projet *Rilact*, est une seconde illustration de ces insuffisances [*Rilact*, 2018]. Une des limites est le critère d'exclusion par défaut des médicaments mis sur le marché avant 2006. En outre, l'évaluation du risque environnemental n'est pas réellement prise en compte dans la balance bénéfice-risque globale d'un médicament humain (contrairement aux médicaments vétérinaires). Cette prise en compte permettrait pourtant de stimuler la proposition de « mesures d'atténuation de l'impact », portant sur la forme d'administration, les normes de conditionnement (ex : délivrance de certains médicaments à l'unité) ou les conditions d'utilisation (modalités de délivrance plus contraignantes, recueil des excrétas, etc.) du médicament. Une évaluation plus globale et plus transparente pourrait également faciliter l'application du principe d'« **éco-prescription** », consistant, lorsqu'il y a plusieurs médicaments à efficacité équivalente, à prescrire la molécule la moins dangereuse pour l'environnement [Wennmalm et Gunnarsson, 2005].

Ces réglementations sont malheureusement longues à réformer, puisqu'elles doivent concilier plusieurs intérêts contradictoires, dont certains portés par des lobbies très influents. Le récent Pacte Vert européen contient toutefois plusieurs orientations visant à mieux prendre en compte les impacts sanitaires et environnementaux des substances pour la mise sur le marché des produits [Stratégie Produits Chimiques ; Zéro Pollution].

6 Et maintenant ?

La problématique des micropolluants urbains s'impose comme un enjeu environnemental et sanitaire majeur, et un défi urgent posé à notre société. C'est maintenant qu'il faut agir !

Les résultats de l'APP ont montré qu'**une dynamique de maîtrise et de réduction** des rejets de micropolluants peut être enclenchée par les collectivités, avec une volonté politique et un engagement de moyens à la hauteur des enjeux. Des méthodologies et des outils éprouvés sont à disposition des acteurs locaux pour mener un « diagnostic micropolluants » sur leur agglomération. Sans aller nécessairement jusqu'à une approche « substance par substance » qui peut être très complexe en raison de la multiplicité des sources et des polluants, un grand nombre d'actions concrètes peuvent être mises en œuvre localement pour réduire le rejet de différentes familles de micropolluants urbains. Quelle que soit leur taille, les collectivités peuvent se saisir des solutions expérimentées dans l'AAP, les adapter et les appliquer sur leur territoire.

Les expériences de terrain novatrices menées par les 13 projets montrent que **les changements de pratiques sont possibles**, lorsqu'ils sont accompagnés. Elles soulignent notamment l'apport des dispositifs participatifs, pour donner corps aux envies de changement, les éprouver dans la pratique, et faire émerger des communautés de citoyens engagés qui seront les meilleurs ambassadeurs de la lutte contre les micropolluants au sein de la société.

Pour engager cette dynamique de changement, la collectivité doit nécessairement **s'entourer** d'un tissu de partenaires locaux et être elle-même exemplaire en matière de réduction à la source des micropolluants. La participation à des réseaux d'échanges tels que ceux animés par le Graie sur le bassin RMC, Arceau en Ile-de-France et Ceseau en Nouvelle-Aquitaine, peut également s'avérer précieuse pour s'enrichir des expériences des autres territoires.

Les résultats de l'AAP ont aussi permis d'entrevoir les **solutions de demain**, pour lesquelles le soutien à l'innovation, à la recherche et aux expérimentations doit se poursuivre, dans les sciences de l'environnement mais aussi dans les sciences humaines et sociales. Ils ont également fait émerger plusieurs évolutions souhaitables de **la réglementation**, qu'il sera nécessaire de porter au niveau européen.

Enfin, les sociologues nous ont appris que la compréhension d'un problème déterminait en grand partie le changement de comportement… et que le sujet « du cycle urbain de l'eau et des micropolluants » était largement méconnu. Cette thématique, intégrée dans une vision *Une seule Santé* (One health) [PNSE4], représente donc un **enjeu de culture citoyenne**, dont les autorités publiques doivent se saisir.

Le chemin à parcourir reste long mais la voie est tracée. **L'OFB, les Agences et Offices de l'eau ainsi que le Ministère chargé de l'écologie** prendront une part active à ces changements et accompagneront les collectivités, pour préserver la qualité de l'eau, la biodiversité et notre santé.



Figure 22 : Le quartier de la confluence à Lyon (Source : *Graie)*

Pour aller plus loin

Retrouvez les productions de l'AAP sur les pages dédiées du site internet de l'OFB :

Le dispositif des 13 projets : https://professionnels.ofb.fr/fr/node/15

Sources et flux de polluants des eaux : https://professionnels.ofb.fr/fr/node/322

Gestion des eaux urbaines : https://professionnels.ofb.fr/fr/node/328

La société face aux micropolluants : https://professionnels.ofb.fr/fr/node/644

Dans la collection OFB « **Comprendre pour agir** » :

M. Soyer et J. Gauthey. Lutter contre les micropolluants dans les milieux aquatiques : quels enseignements des études en sciences humaines et sociales ? 20 pages, 2018

P.-F. Staub, M.J. Capdeville et M. Pomiès. Conduire un diagnostic « micropolluants » sur un territoire urbain : retour d'expérience méthodologique du dispositif national « lutte contre les micropolluants des eaux urbaines ». 2022

L. Basilico et E. Villemagne. Micropolluants émis par les usages domestiques et l'artisanat : changer les pratiques pour mieux préserver l'eau. 2022

L. Basilico et P.-F. Staub. Micropolluants émis par le secteur de la santé : prendre soin aussi de l'eau - Retours d'expériences et recommandations à l'intention des acteurs hospitaliers. 2022

Groupe de liaison inter-projets Matriochkas, MicroMegas et Roulépur :

Micropolluants et eaux pluviales en ville : vers des solutions efficaces ?. Plaquette éditée par Arceau IdF. 2019

K. Flanagan, S. Barraud, M.C. Gromaire et F. Rodriguez. Guide méthodologique pour l'évaluation de performances des ouvrages de maîtrise à la source des eaux pluviales. 2022

BIBLIOGRAPHIE

[AEMRC, 2017] : Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse. RSDE Stations d'épuration : contenu des diagnostics Amont – Analyses chimiques en réseaux – Retour d'expérience et préconisations, 2017.

[Anses, 2020] : Anses. Avis et rapport relatif à « Antibiorésistance et environnement – Etat et causes possibles de la contamination des milieux en France par les antibiotiques, les bactéries résistantes aux antibiotiques et les supports génétiques de la résistance aux antibiotiques. 17 novembre 2020.

[ARMISTIQ, 2014] : C. Lacour et C. Lagarrigue. Quelle est l'efficacité d'élimination des micropolluants en station de traitement des eaux usées domestiques ? Synthèse du projet de recherche ARMISTIQ. Collection Comprendre pour agir, Onema, décembre 2014.

[Cerema, 2019] : N. Le Nouveau et J. S. Finck. L'expérience pionnière du Grand Chambéry. Fiche n°1 Raccordement des entreprises aux réseaux d'assainissement. Collection Expériences et pratiques, Cerema, octobre 2019.

[Conférence Eau et Santé 2019, OFEV] : Hélène Bleny, Office Fédéral de l'Environnement (OFEV). La stratégie suisse Micropoll : de la réduction à la source au traitement en stations d'épuration. 7ème conférence Eau et Santé organisée par le Graie, l'ASTEE et la Métropole de Lyon. Les micropolluants liés aux pratiques de soin : caractérisation, impacts, moyens d'action et perspectives. 7 et 8 novembre 2019, Lyon.

[Conférence Eau et Santé 2019, SMS] : Yolaine Bessière (iNSA Toulouse). La stratégie suisse Micropoll : de la réduction à la source au traitement en stations d'épuration. 7ème conférence Eau et Santé organisée par le Graie, l'ASTEE et la Métropole de Lyon. Les micropolluants liés aux pratiques de soin : caractérisation, impacts, moyens d'action et perspectives. 7 et 8 novembre 2019, Lyon.

[Cosmet'eau, 2015] : A. Bressy, C. Carré, J.F. Deroubaix, B. de Gouvello, J. Le Roux, A. Marconi, M. Soyer, M. Moilleron. Etat de l'art sur les résidus de cosmétiques dans les milieux aquatiques. Livrable 1 du projet Cosmet'Eau, 2015.

[Cosmet'eau, 2018] : M. Soyer, J.F. Deroubaix, B. de Gouvello, C. Carré, K. Rivolet. Le processus d'alerte sur les micropolluants issus des produits de consommation : de la création de l'alerte à sa diffusion. Livrable 3 du projet Cosmet'eau, 2018.

[CPA Diagnostic, 2022] : P.-F. Staub, M.J. Capdeville et M. Pomiès. Conduire un diagnostic « micropolluants » sur un territoire urbain. Retour d'expérience méthodologique du dispositif national « lutte contre les micropolluants des eaux urbaines ». Collection Comprendre pour agir, OFB, 2022.

[CPA Domestique, 2022] : L. Basilico et E. Villemagne. Micropolluants issus des activités des ménages et des artisans : changer les pratiques pour mieux préserver l'eau. Collection Comprendre pour agir, OFB, n°44, 2022.

[CPA Santé, 2022] : L. Basilico et P.-F. Staub. Micropolluants émis par le secteur de la santé : prendre soin aussi de l'eau. Retours d'expériences et recommandations à l'intention des acteurs hospitaliers. Collection Comprendre pour agir, OFB, 2022.

[CPA SHS, 2018] : M. Soyer et J. Gauthey. Lutter contre les micropolluants dans les milieux aquatiques : quels enseignements des études en sciences humaines et sociales ? Collection Comprendre pour agir, OFB, n°32, 2018.

[Delamain *et al.*, 2016] : M. Delamain, F. Rodriguez, E. Bocher, C. Puizillout-Lieppe, G. Petit, N. Fortin, J-M. Rouaud. Evaluation des sources de polluants susceptibles d'impacter les ouvrages de gestion des eaux pluviales – Diagnostic exhaustif à l'échelle du territoire nantais. 9ème Conférence internationale NOVATECH, INSA Lyon, juin 2016, Lyon, France. halshs-01343761

[Directive UE 2020/2184] Directive (UE) 2020/2184 du parlement européen et du conseil du 16 décembre 2020 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

[Le Moual *et al*, 2014] : N. Le Moual, V. Siroux. La Lettre du Pneumologue. Vol. XVII - n° 6 - novembre-décembre 2014

[LumiEau-Stra, 2017] : M. Pierrette, C. Heitz, R. Barbier. Les représentations du « tout-à-l'égout » et leurs déterminants : analyse socio-psychologique des perceptions et des intentions comportementales. Livrable 2.1.a du projet LumiEau-Stra-Stra, septembre 2017.

[LumiEau-Stra, 2018] : M. Pomiès. Elaboration d'une stratégie de communication pour la réduction des rejets en micropolluants. Livrables 2.3a, 2.3b, 2.3c du projet LumiEau-Stra-Stra, mai 2018.

[LumiEau-Stra, 2019] : M. Pomiès, L. Greder. Démarche d'accompagnement des artisans à la réduction des rejets en micropolluants : mise en place d'une opération collective sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg. Livrable 3.3.a du projet LumiEau-Stra-Stra, mai 2019.

[LumiEau-Stra, 2020] : J. Boisson, F. Cuny, J. Savignac. Logiciel d'aide à la hiérarchisation des cibles d'action pour la réduction des rejets en micropolluants sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg : notice d'accompagnement simplifiée. Livrable 1.3b du projet LumiEau-Stra-Stra, janvier 2020.

[Matriochkas, MicroMegas, Roulépur, 2019] : Matriochkas, MicroMegas et Roulépur. Micropolluants et eaux pluviales en ville : vers des solutions efficaces ?. Plaquette éditée par Arceau-IdF, 2019.

[Matriochkas, 2019] : Évaluation des performances d'ouvrages types vis-à-vis des micropolluants. Cas particuliers d'un bassin sec, d'un bassin en eau et d'une noue. Livrable 4.1 du projet Matriochkas, juillet 2019.

[MicroMegas, 2019] : A. Rivière-Honneger. Caractérisation des représentations et des perceptions des micropolluants et des dispositifs techniques par les différents niveaux décisionnels d'acteurs. Livrable 3c du projet MicroMegas, juillet 2019.

[MicroMegas, 2020] : S. Barraud, R. Garnier, H. Castebrunet. Rapport de suivis des sites – Efficacités de dispositifs centralisés et décentralisés vis-à-vis du traitement des micropolluants. Livrable 2b du projet MicroMegas, octobre 2020.

[Moilleron *et al.*, 2019] : R. Moilleron, A. Bergé, S. Deshayes, V. Rocher, V. Eudes, et al. Importance des émissions d'origine domestique dans les réseaux d'assainissement urbains : cas des alkylphénols, phtalates et parabènes dans l'agglomération parisienne. Techniques Sciences Méthodes, ASTEE/EDP Sciences, 2019, pp.75-88.

[PNSE4] : 4ème Plan National Santé Environnement (PNSE 4) : « Un environnement, une santé », mai 2021.

[Professionnels.ofb.fr] : Site internet de l'Office Français de la Biodiversité (OFB) – Impacts des micropolluants sur la biodiversité aquatique - https://professionnels.ofb.fr/fr/node/649

[Regard, 2018] : Synthèse opérationnelle présentant le bilan du diagnostic territorial mené sur le territoire de Bordeaux Métropole : caractérisation des substances et des impacts, priorisation des risques à l'échelle du territoire. Projet Regard, novembre 2018.

[Regard, 2019a] : C. Gardia-Parège, V. Dufour, C. Chollet, J. Cruz, E. Maillot-Maréchal, S. Aït-Aïssa, H. Budzinski. Développement de nouveaux outils d'échantillonnage passif, de diagnostic basé sur les effets biologiques, d'extraction automatisée et d'analyses non ciblées. Livrable n°134 du projet Regard, juillet 2019.

[Regard, 2019b] : S. Gombert-Courvoisier, S.J. Krieger. Rapport sur les interventions auprès des ménages référents et les messages de sensibilisation testés. Livrable n°322 du projet Regard, novembre 2019.

[Regard, 2019c] : S. Buil, S. Philippe, N. Pouly. Description des sources et inventaire des leviers d'action : étude de la source Collectivités. Projet Regard, novembre 2019.

[Rempar, 2019a] : J.P. Besse, S. Jeandenand, L. Mouret, N. Tapie, T. Corrales, K. Le Menach, P. Pardon, H. Budzinski. Les effluents du Pôle de Santé d'Arcachon : profil en médicaments, tensioactifs et biocides, comparaison avec les effluents urbains. Livrable 2.3 du projet Rempar, février 2019.

[Rempar, 2019b] : C. Cazals, S. Lyser, R. Valadaud. Micropolluants : des pratiques des professionnels de santé aux leviers d'action possibles : une étude appliquée au bassin d'Arcachon. Livrable 4.3 du projet Rempar, septembre 2019.

[Rilact, 2017] : A.C. Maurice. Résidus de médicaments et soins à domicile : acteurs, objets et hypothèses de projection pour limiter les émissions. Livrable L2 de la tâche Changements des pratiques du projet SIPIBEL-Rilact, décembre 2017.

[Rilact, 2018a] : A.C. Maurice. Diffusion de supports pédagogiques sur le thème des résidus de médicaments dans les eaux : enquête sur les perceptions de cadres et futurs cadres en santé. Livrable L4 de la tâche Changement des pratiques du projet SIPIBEL-Rilact, décembre 2018.

[Rilact, 2018b] : A.C. Maurice. Médicaments à usage humain et risque environnemental : synthèse d'options réglementaires pour faciliter la mise en place de nouvelles mesures d'atténuation. Livrable L3 de la tâche Changements des pratiques du projet SIPIBEL-Rilact, septembre 2018.

[Rilact, 2019] : Synthèse des principaux résultats du projet SIPIBEL-Rilact, 2019.

[Roulépur, 2019] : Kelsey Flanagan, Université Paris-Est. Evaluation de la rétention et du devenir d'un panel diversifié de micropolluants dans un ouvrage de biofiltration des eaux de ruissellement de voierie. Thèse soutenue le 6 juillet 2018.

[Roulépur, 2020] : M.C. Gromaire et K. Flanagan. Synthèse des résultats du projet et orientations opérationnelles. Livrable 6 de la tâche 6 du projet Roulépur, décembre 2020.

[SIPIBEL, 2016] : Synthèse des résultats SIPIBEL 2011-2015 : quatre années de suivi, d'études et de recherches, sur le site pilote de Bellecombe, octobre 2016.

[Stratégie Produits Chimiques] : COM(2020) 667. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Chemicals Strategy for Sustainability. Towards a Toxic-Free Environment. Brussels, 14.10.2020.

[Synteau, 2020] : Synteau (Syndicat National des Entreprises du Traitement de l'Eau) et INRAE (Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement). Les conséquences des micropolluants rejetés dans les eaux usées, 2020.

[Tedoldi *et al.*, 2020] : D. Tedoldi, M.-C. Grommaire, G. Chebbo et al. Infiltrer les eaux pluviales, c'est aussi maîtriser les flux polluants. OPUR. 2020.

[Trasande *et al.*, 2022] : L. Trasande, B. Liu, W. Bao. Phthalates and attributable mortality : A population-based longitudinal cohort study and cost analysis. Environmental Pollution, Volume 292, Part A, 2022 - https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118021.

[Wennmalm et Gunnarsson, 2005] : A. Wennmalm et B. Gunnarsson. Public Health Care Management of Water Pollution with Pharmaceuticals : Environmental Classification and Analysis of Pharmaceutical Residues in Sewage Water. Drug Information Journal, Volume : 39 issue : 3, page(s) : 291-297. 2005.

[Zero Pollution] : COM(2021) 400. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Pathway to a Healthy Planet for all EU action Plan: 'Towards Zero Pollution for Air, Water and Soil'. Brussels, 12.5.2021.

MICROPOLLUANTS DANS L'EAU, UN ENJEU POUR LE VIVANT.

Contacts

Vivien Lecomte, Graie
vivien.lecomte@graie.org

Pierre-François Staub, OFB
pierre-francois.staub@ofb.gouv.fr

Jean-Pierre Rebillard, Agence de l'Eau Adour Garonne
jean-pierre.rebillard@eau-adour-garonne.fr

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

OFB
OFFICE FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ

eau GRAND SUD-OUEST
AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE

LES AGENCES DE L'EAU

Innovations & changements de pratiques
Lutte contre les micropolluants des eaux urbaines

graie
PÔLE EAU & TERRITOIRES
Recherche • Animation • Diffusion

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE
Liberté
Égalité
Fraternité