

Appel à Projet « Innovation et changements de pratiques : micropolluants des eaux urbaines »
avec le soutien de :

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT



REGARD

RÉduction et Gestion des micropolluants sur la métropole bordelaise

LOT 4 : SUIVI ET EVALUATION MULTI-CRITERES DES SOLUTIONS DE REDUCTION

**TACHE 4.4 SYNTHÈSE DES PERFORMANCES DES SOLUTIONS ET
PRECONISATIONS**

**Livrable n°44 : Synthèse finale, retour d'expérience sur les différentes
solutions de réduction et stratégies à adopter**

Version finale
Novembre 2019

Auteurs : MJ. Capdeville

université
de BORDEAUX



Université
BORDEAUX
MONTAIGNE



AGENCE DE L'EAU
suez INERIS



CAP SCIENCES
Eco-citoyenneté

Sommaire

SOMMAIRE	3
INTRODUCTION	4
1 RAPPEL SUR LES ACTIONS DE REDUCTION MENEES DANS REGARD	5
2 LES ACTIONS DE REDUCTION PORTEES PAR LES CITOYENS	6
2.1 L'ACTION « FAMILLES EAU DEFI »	6
2.2 LA COMMUNICATION - SENSIBILISATION	8
2.3 L'AIDE A L'ORIENTATION DE L'ACTION PUBLIQUE	9
3 LES ACTIONS DE REDUCTION PORTEES PAR LA COLLECTIVITE	10
3.1 LA DERATISATION MECANIQUE DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT	10
3.2 LE ZERO-PHYTO DANS LES CIMETIERES	11
3.3 LE DEMOUSSAGE DES TERRAINS DE TENNIS	12
4 LES ACTIONS DE REDUCTION PORTEES PAR LES INDUSTRIELS	14
4.1 LA RECUPERATION DES METAUX	14
4.2 LA SENSIBILISATION DU PERSONNEL	15
5 LES ACTIONS DE REDUCTION PORTEES PAR L'HOPITAL	17
5.1 LA SENSIBILISATION DU PERSONNEL	17
5.2 LES ECHANGES INTER-HOPITAUX	18
6 LES ACTIONS DE REDUCTION BASEES SUR LE TRAITEMENT	19
6.1 LA RETENTION A LA PARCELLE DES EAUX PLUVIALES	19
6.2 LE TRAITEMENT DES EAUX PLUVIALES STRICTES	20
CONCLUSION	23

Introduction

Le programme de recherche REGARD (Réduction et Gestion des micropolluants sur la métropole bordelaise) a pour objectif de réaliser, sur le territoire de la métropole bordelaise, un diagnostic intégré de la pollution des eaux urbaines (réseau d'assainissement et milieu naturel) par les micropolluants pour ensuite proposer des solutions de réduction adaptées aux risques en présence. Pour répondre à cet objectif, le projet a été découpé en 2 phases : une première phase de diagnostic territorial, global et intégré pour faire l'état des lieux de la pollution des eaux usées, pluviales et du milieu naturel ainsi que l'identification de solutions pour réduire cette pollution ; et une seconde phase de mise en œuvre d'actions de réduction pour les tester et les évaluer du point de vue environnemental (efficacité pour réduire la pollution), social (appropriation des solutions) et économique (pour aider à l'orientation de l'action publique).

Les actions testées dans la 2nde phase de REGARD ont été choisies parmi les différentes solutions identifiées et indiquées dans le livrable « Fiches action ». Ce livrable « Synthèse finale, retour d'expérience sur les différentes solutions de réduction et stratégies à adopter » doit permettre de répondre aux questions suivantes : parmi les actions de réduction mises en œuvre dans REGARD, lesquelles retient-on ? quelles sont celles qui sont efficaces, acceptées et économiquement viables et qui pourraient être appliquées soit immédiatement soit après quelques ajustements sur un autre territoire ?

Ce livrable correspond à un retour d'expérience sur les solutions employées : comment mobiliser les acteurs, quels sont les outils utilisés, quelles sont les erreurs à éviter, quel schéma générique peut être appropriable par les autres collectivités pour mener à bien ce type d'actions, comment mobiliser le personnel technique pour la réalisation des actions...

Le livrable est organisé de la façon suivante pour chaque action :

- i. « Dans REGARD » : détaille l'action de réduction mise en œuvre dans le projet,
- ii. « Facteurs de réussite » : identifie les raisons pour lesquelles l'action a été un succès et les éléments à prendre en compte pour qu'elle le soit aussi dans d'autres conditions,
- iii. « Regrets » : les freins à la mise en œuvre de l'action ou ce qui a été fait mais qui n'a pas apporté de résultats satisfaisants,
- iv. « Pour aller plus loin » : ce qui peut être ajouté ou qui aurait pu être fait à la place,
- v. « Méthodologie » : conclusion méthodologique préconisant ce qui est à faire dans un cas générique.

1 Rappel sur les actions de réduction menées dans REGARD

Il existe 2 sortes d'actions de réduction :

- les actions préventives qui ont pour but d'éviter que les micropolluants n'atteignent et ne polluent les eaux ;
- les actions curatives qui visent à traiter la pollution une fois que les eaux ont été contaminées par les micropolluants.

Dans REGARD, nous avons majoritairement testé des actions préventives mais nous avons aussi mis en œuvre une action curative sur la source pluviale.

Voici la liste des actions menées par source :

- source domestique :
 - dispositif « Familles EAU Défi (FED) » dont le but était de mettre en œuvre des changements de pratiques chez des familles volontaires pour réduire les rejets de micropolluants,
 - sensibilisation sur les micropolluants et communication sur des pratiques vertueuses ;
- source collectivité :
 - dératissage mécanique des réseaux d'assainissement pour limiter l'usage des raticides chimiques,
 - zéro-phytosanitaire (zéro-phyto) dans les cimetières pour réduire l'utilisation d'herbicide dans ces lieux non concernés par la réglementation,
 - démoussage des terrains de tennis *via* des pratiques alternatives pour remplacer l'usage de pesticides ;
- source industrielle :
 - extraction et valorisation des métaux dans les effluents industriels pour limiter leurs rejets,
 - sensibilisation aux micropolluants et aux bonnes pratiques du personnel des laboratoires et restaurants universitaires ;
- source hospitalière :
 - sensibilisation aux rejets de résidus de médicaments et de détergents-désinfectants issus des pratiques du personnel du CHU de Bordeaux,
 - discussion inter-hôpitaux pour échanger sur les actions ou possibilités d'action pour connaître et réduire la contamination des eaux par les résidus de médicaments ;
- source pluviale :
 - évaluation de l'efficacité des solutions de rétention des eaux à la parcelle (techniques alternatives) pour réduire les transferts de micropolluants,
 - mise en œuvre d'un pilote de traitement des eaux pluviales en condition réelle.

Les actions mises en œuvre ont été évaluées selon 3 critères :

- l'évaluation environnementale porte sur l'efficacité de l'action pour réduire les micropolluants. Cette efficacité a été mesurée au travers d'analyses chimiques et biologiques. Ces analyses servent respectivement à vérifier la diminution de la diversité et de la quantité des micropolluants ainsi que des impacts écotoxiques consécutives à la mise en œuvre de l'action de réduction ;
- l'évaluation sociale porte sur l'appropriation des différents types de solutions par les usagers (grand public ou professionnels) en lien avec les enjeux environnementaux identifiés et sur la satisfaction de leur mise en œuvre (facilité) ou de leur résultat ;
- l'évaluation économique est soit réalisée à partir d'une comparaison de prix entre deux pratiques soit à partir d'enquêtes déconnectées des actions de réduction concrètement mises en œuvre mais mesurant l'acceptation du consentement à payer des citoyens.

Le Tableau 1 ci-après récapitule pour chaque action testée, les critères d'évaluation.
Tableau 1 : Présentation des critères d'évaluation pour chaque action de réduction menée dans REGARD.

	Evaluation environnementale		Evaluation sociale		Evaluation économique	
	Analyses chimiques	Analyses biologiques	Appropriation	Satisfaction	Comparaison des prix	Etude économique
Source domestique - familles EAU défi - sensibilisation	Xm		X X	X		X
Source collectivité - dératation mécanique - zéro-phyto cimetières - démoussage terrains tennis	Xth		X X	X X	X X	
Source industrielle - récupération des métaux - sensibilisation	Xth		X X			
Source hospitalière - sensibilisation - échange inter-hôpitaux			X			
Source pluviale - rétention à la parcelle - pilote de traitement	Xm Xm	X	X	X X		X Xth

Xm : mesuré, Xth : théorique

2 Les actions de réduction portées par les citoyens

2.1 L'action « Familles EAU Défi »

Dans REGARD : Nous avons lancé une expérimentation appelée « Familles EAU Défi » (FED) qui avait pour but de faire changer les comportements relatifs à l'hygiène corporelle¹, l'entretien de la maison² et les traitements spécifiques³ pour réduire les rejets de micropolluants liés aux pratiques domestiques. Grâce à la participation d'une quarantaine de familles volontaires, nous avons pu étudier la diversité des produits utilisés en lien avec les pratiques ciblées, tester l'engagement et l'accompagnement dans la mise en œuvre du/des changements de pratiques, mettre en évidence les motivations et les freins à la mise en œuvre de changements de pratiques.

Au cours de l'expérimentation, des suivis de produits et de pratiques ont été effectués par les participants *via* un outil numérique d'une part, et d'autre part, des entretiens et des questionnaires ont permis de caractériser l'évolution de leur appropriation des enjeux environnementaux avant et après l'expérimentation et de recueillir leur avis sur la mise en œuvre des changements de pratiques (facilité, confort, coût, etc.). En fin d'expérimentation, des entretiens collectifs ont été organisés pour recueillir le retour d'expérience des participants et échanger sur leurs ressentis (freins, moteurs, facilité, satisfaction, poursuite ou arrêt du changement à la fin de l'expérience). En parallèle, des analyses chimiques de micropolluants, en lien avec les trois domaines ciblés, ont été réalisées à la sortie de quelques foyers pour évaluer l'efficacité des changements de pratiques (réduction de la diversité et de la quantité de micropolluants rejetés).

¹ Lavage du corps et du visage, lavage des cheveux, hygiène bucco-dentaire, hydratation du visage, protection solaire, rasage, épilation.

² Vaisselle (main/machine), lessive (main/machine), entretien des sols, entretien des surfaces.

³ Médicaments, antiparasitaires, désherbants.

Les résultats montrent que l'engagement au changement de pratiques évolue de 2,6 changements par famille en moyenne lors de l'engagement public à 5,0 changements après un mois d'expérimentation ; les changements les plus plébiscités étant la substitution.

Facteurs de réussite : Cette action est une des actions phares de REGARD. Trois éléments clés expliquent sa réussite : l'engagement, l'accompagnement et l'appartenance à un groupe.

- L'engagement s'est traduit de façon progressive : d'abord par la réponse à l'appel à volontaires, puis par le temps consacré à un entretien sociologique préliminaire, à la participation aux réunions et à la première phase de l'expérimentation (période dite de « référence ») et enfin par l'engagement public, avec prise d'une photo devant les autres participants, à un ou plusieurs changements de pratiques.
- L'accompagnement s'est traduit par des réunions (au démarrage, à mi-parcours, en fin d'expérimentation), des ateliers (ex. fabrication de lessive et dentifrice « maison »), des circuits de visite (station de traitement des eaux usées, l'eau dans la ville) et la mise à disposition de documents pour faciliter le/s changement/s de pratique/s (page internet dédiée regroupant des conseils/recettes pour fabriquer/utiliser des produits naturels ; blog d'échanges).
- L'appartenance au groupe a été mise en évidence lors des entretiens collectifs à la fin de l'expérimentation. Elle se caractérise par le sentiment développé par les participants d'être plus proches entre « eux » (les participants à FED) que par rapport aux « autres, moins sensibilisés et moins acteurs face aux enjeux environnementaux ». Ce sentiment d'appartenance a été facilité par un projet commun, des rencontres régulières grâce aux réunions, ateliers, visites et le blog qui leur ont permis d'échanger sur les difficultés rencontrées et sur les solutions que certains avaient adoptées pour y répondre. La participation à cette expérimentation les a soudés et les a motivés à poursuivre, même quand certaines pratiques alternatives n'étaient pas faciles ou satisfaisantes. De plus, cette appartenance leur a donné un sentiment de légitimité vis-à-vis de leur entourage pour l'essaimage des pratiques alternatives.

Par conséquent nous conseillons de réunir ces trois éléments, et *a minima* les deux premiers, pour faire aboutir positivement un ou plusieurs changements de pratiques.

Regrets : l'évaluation environnementale et la typologie des participants.

- L'évaluation environnementale : un suivi chimique des effluents de cinq foyers participants à l'expérimentation FED a été effectué mais les résultats sont assez décevants bien qu'un protocole d'échantillonnage spécifique ait été développé pour les besoins de cette expérience. Il n'a pas été possible de mettre en évidence la diminution de la diversité ni de la quantité des micropolluants dans les eaux usées, en parallèle des actions de réduction pratiquées par les familles. En effet, les molécules suivies chimiquement ont été choisies *a priori* et ne correspondaient pas *in fine* aux changements de pratiques ou de produits opérés par les familles. Ce suivi a néanmoins permis de montrer que les concentrations en micropolluants émises par ces familles aux pratiques vertueuses sont plus faibles que celles de familles « classiques ».
- La typologie des familles : les familles qui se sont portées volontaires sont principalement des familles déjà concernées par les problématiques environnementales. Elles n'étaient pas forcément sensibilisées à l'eau et aux micropolluants mais elles pouvaient déjà être sensibilisées aux déchets, aux économies d'énergie, etc. La mobilisation de familles déjà concernées par l'environnement peut alors introduire un biais dans la représentativité des familles volontaires soit parce que ce sont des familles plus motivées que la moyenne (et qui ne se décourageront pas - ou moins vite - en cas d'insatisfaction liée aux changements de pratiques), soit parce que faisant déjà beaucoup, elles n'ont que peu de pratiques à modifier.

Pour aller plus loin : Extrapoler l'expérience à des familles non sensibilisées à l'environnement.

Dans ce cas, des arguments tels que le bénéfice économique et la préservation de la santé pourront être avancés en complément de celui sur la préservation de l'environnement.

Méthodologie : Dans les domaines de l'hygiène corporelle, de l'entretien de la maison et des traitements spécifiques, sept changements de pratiques différents ont été identifiés au travers de l'expérience FED pour réduire les rejets de micropolluants :

- substituer un produit classique par un produit écolabellisé,
- substituer un produit classique par un produit simple (naturel ou fait maison),
- substituer un produit classique par une pratique mécanique (ex. rasoir ou épilateur électrique à la place d'un rasoir jetable et de mousse à raser),
- réduire la diversité des produits pour un même usage,
- réduire la dose utilisée,
- réduire la fréquence de la pratique,
- arrêter la pratique.

La plus efficace et peut être la plus simple des pratiques à mettre en œuvre est la réduction des doses : en réduisant la quantité utilisée d'un produit, nous sommes sûrs de réduire la quantité de micropolluants rejetés, sans modification de produit. De plus, réduire les doses permet d'économiser du produit et donc de réaliser des économies financières à moyen terme.

2.2 La communication - sensibilisation

Dans REGARD : nous avons réalisé de nombreuses actions de sensibilisation aux micropolluants et de communication sur le projet et ses résultats. Les actions de sensibilisation pouvaient avoir soit pour but directement la sensibilisation, comme par exemple l'exposition finale itinérante, soit de récolter des informations, comme par exemple l'enquête populationnelle sur internet, qui permet de sensibiliser aux micropolluants par le seul fait de participer à l'enquête.

Le Tableau 2 récapitule l'ensemble des actions de sensibilisation et de communications qui ont été réalisées pour le grand public (sont exclus les participations aux congrès scientifiques ou les publications scientifiques).

Parmi ces actions, les « likes » et « partages » des posts sur Facebook ainsi que le nombre de vues et de personnes touchées par les BD et Vlogs sur Facebook, LinkedIn, Instagram et Twitter permettent d'évaluer l'intérêt des citoyens pour ces sujets.

Tableau 2 : Liste des actions de sensibilisation et de communication réalisées dans REGARD.

Sensibilisation aux micropolluants	Communication sur les résultats du projet
<ul style="list-style-type: none"> - Micros-trottoirs⁴ - Living lab - Enquête populationnelle - Exposition finale itinérante - 3 reportages TV7 (chaîne de télévision locale)⁵ - la page Facebook de REGARD⁶ - 1 vidéo Vlog⁷ - 5 BD (2 parues⁸, 3 à venir) 	<ul style="list-style-type: none"> - 3 comités « REGARD citoyens sur les Micropolluants » - Présentation des résultats de la 1^{ère} phase du projet aux familles de FED lors d'un atelier - Soirée de restitution aux familles des résultats de l'expérience FED - Séminaire final de restitution - la page internet du projet¹¹ - la vidéo scribing sur le CHU¹²

⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=pwi44xM9H6g>, <https://www.youtube.com/watch?v=2z4a6RfqVCM>, <https://www.youtube.com/watch?v=3Scf4c1itT0>

⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=ImB5D2xGWOM>, <https://www.youtube.com/watch?v=UGdV3ZUFKAA>, <https://www.youtube.com/watch?v=OYpbx5WI7yE&feature=share>,

⁶ www.facebook.com/regard2015/

⁷ <https://www.curieux.live/2019/06/25/vlog-projet-regard-micropolluants/>

⁸ <https://www.curieux.live/2019/06/22/les-micropolluants-dans-la-ville/>,

<https://www.curieux.live/2019/06/24/notre-quotidien-pollue-notre-eau/>

¹¹ <http://www.bordeaux-metropole.fr/Vivre-habiter/Connaitre-son-environnement/REGARD-Pollution-des-milieus-aquatiques>

¹² <https://youtu.be/eIY8dFf7bk4>

Sensibilisation aux micropolluants	Communication sur les résultats du projet
- interview des chercheurs du projet (vidéo sur les micropolluants d'ARCEAU ⁹ et vidéo de « cap sur les partageurs » ¹⁰)	- 2 vidéos sur FED ¹³ - 6 articles sur le portail Santé Environnement ¹⁴ - 15 articles dans la presse locale (Sud-Ouest, 20minutes, etc.), des newsletters (Bordeaux Métropole, Cap Sciences, Agence de l'eau) et journaux des communes/de la métropole

Facteurs de réussite : à l'époque où la communication est très importante et la circulation des informations très rapide, nous conseillons de multiplier les moyens de communications pour toucher les différents publics : réseaux sociaux et vidéos pour les jeunes, version papier et articles dans les journaux des collectivités pour les plus anciens.

Regrets : RAS

Pour aller plus loin : RAS

Méthodologie : Tout l'enjeu de communiquer sur les micropolluants est d'amener le grand public à prendre conscience de cette thématique et de lui donner envie d'agir afin de réduire cette pollution, sans pour autant dramatiser la situation, le paniquer ou engendrer de l'éco-lassitude en ajoutant une nouvelle et énième problématique environnementale (en plus des économies d'eau et d'énergie, du bilan carbone, du changement climatique, du zéro-déchet, etc.). La stratégie, le plan de communication doit être intégré lors de l'élaboration du projet. La multiplication des modes de communications et des formats (vidéos, BD, articles internet ou presse papier, exposition, réunions/colloques dédiés) permet de viser différents publics (scolaires, jeunes, actifs, anciens) et d'adapter la quantité d'informations délivrée (de la sensibilisation à l'existence des micropolluants à la divulgation de bonnes pratiques pour les combattre).

2.3 L'aide à l'orientation de l'action publique

Dans REGARD : Une des façons de réduire les micropolluants est l'optimisation des traitements en station de traitement des eaux usées (STEU). En effet si les traitements à la source ne fonctionnent pas ou pas suffisamment et si les changements de pratiques et de comportement ne sont pas possibles comme cela est le cas pour certains médicaments, alors le traitement en STEU est la seule solution. Dans REGARD nous avons réalisé une évaluation économique pour étudier la préférence des habitants pour financer, *via* leur facture d'eau, au choix : une amélioration des solutions techniques de réduction, c'est-à-dire une optimisation des STEU ; ou des campagnes de sensibilisation en faveur de changement de comportement pour réduire les rejets de micropolluants à la source. Les conclusions sont claires, les habitants de la métropole bordelaise sont favorables pour payer plus cher leur eau si c'est pour qu'il y ait moins de micropolluants dans les rivières, que ça soit pour soutenir des solutions curatives (traitement en STEU) ou préventives (changement de comportement)

⁹ <https://www.youtube.com/watch?v=l-Dc9GF-6pQ&feature=youtu.be>

¹⁰ <https://www.facebook.com/lesaventuresdemarguerite/videos/2117609471615349/>

¹³ <https://www.youtube.com/watch?v=t2P2cCgykqM&feature=youtu.be>,
<https://www.youtube.com/watch?v=zjkNDzdC8H4>

¹⁴ <http://www.santeenvironnement-nouvelleaquitaine.fr/eaux/regard-un-projet-pour-reduire-les-micro-polluants-de-la-metropole-bordelaise/>, <http://www.santeenvironnement-nouvelleaquitaine.fr/eaux/projet-regard-premiers-resultats-de-lenquete-populationnelle-sur-les-micropolluants/>, <http://www.santeenvironnement-nouvelleaquitaine.fr/eaux/le-living-lab-de-cap-sciences-pour-ameliorer-la-qualite-de-leau/>, <http://www.santeenvironnement-nouvelleaquitaine.fr/eaux/des-traces-de-medicaments-dans-les-effluents-du-chu/>, <http://www.santeenvironnement-nouvelleaquitaine.fr/eaux/r-e-g-a-r-d-lance-un-defi-a-80-familles-pour-reduire-les-micropolluants-dans-leau/>, <http://www.santeenvironnement-nouvelleaquitaine.fr/sols-nature-jardins/des-rendez-vous-de-la-biodiversite-pour-mettre-en-perspective-biodiversite-et-sante/>

Facteurs de réussite : passer par un institut de sondage, un paneliste, pour que les répondants à l'enquête permettant d'évaluer les préférences des habitants soient représentatifs des habitants de la métropole et des différentes catégories socio-professionnelles.

Regrets : RAS

Pour aller plus loin : RAS

Méthodologie : réaliser une enquête par la méthode des préférences de choix

3 Les actions de réduction portées par la collectivité

3.1 La dératisation mécanique des réseaux d'assainissement

Dans REGARD : Nous avons testé dans l'hyper-centre de Bordeaux une solution mécanique (Figure 1) de dératisation du réseau d'assainissement comme alternative à l'usage de produit raticide chimique. Pendant 6 mois, après l'installation de caméras dans 8 regards afin de vérifier la présence de rongeurs, 10 regards ont été équipés de pièges dans 2 quartiers en remplacement des 21 regards habituellement traités avec du Difenacoum, le principe actif du raticide chimique. 1023 rats ont été tués, contre les 250 estimés si du raticide avait été utilisé, tout en évitant l'utilisation de 230 mg de Difénacoum (évaluation environnementale) pour un coût expérimental proche des 11 000 euros (location du matériel) et 136 heures de temps homme contre les 29 euros et 30 heures de temps homme pour la dératisation chimique (évaluation économique). L'acceptation des habitants, commerçants et passants de ces 2 quartiers vis-à-vis de la technique et leur satisfaction vis-à-vis de son efficacité ont été évaluées au moyen d'un questionnaire (évaluation sociale). 52 personnes ont répondu à ce questionnaire. 89% des répondants trouvent un intérêt à cette méthode mécanique de lutte contre les rats et 1/3 ont observé une amélioration de l'efficacité grâce à elle.



Figure 1 : Photos du piège et de sa mise en place pour la dératisation mécanique des réseaux d'assainissement.

Facteurs de réussite : l'évaluation environnementale et sociale montre que cette technique mécanique est efficace. Nous sommes en mesure de la recommander pour lutter à la fois contre les rats et les micropolluants. En revanche, son coût élevé est un frein réel au déploiement à grande échelle. La volonté politique de privilégier l'environnement et la santé est la clé d'une mise en œuvre généralisée : expliquer que la collectivité se donne les moyens de ses ambitions pour améliorer la qualité de vie de ses habitants. Par ailleurs, ce coût est à relativiser car l'amélioration de la dératisation a des impacts positifs sur la préservation des ouvrages d'assainissement. La quantification des gains en termes de réparations/remplacement évités par une meilleure dératisation reste à ce jour non chiffrée.

Avant la mise en œuvre de cette technique, il est important de prévoir une formation des agents qui seront amenés à manipuler le matériel sous peine de faire de mauvaises manipulations qui impacteraient le matériel ou l'efficacité de la technique.

Par ailleurs, la présence des pièges dans les regards impacte d'autres activités comme la maintenance et l'entretien du réseau (ex. le curage). Pour éviter tout problème, il est nécessaire d'avoir une bonne communication entre les différents services ou agents chargés des différentes tâches.

Regrets : seules les canalisations circulaires ayant un diamètre inférieur ou égal à 300 mm peuvent être équipées de pièges mécaniques. De plus les regards dans lesquels les pièges sont installés ne doivent pas être trop profonds.

Pour aller plus loin : Afin de lutter plus efficacement contre les rats tout en limitant la quantité de raticide utilisé, il est indispensable de mener des actions combinées entre la surface et le réseau d'assainissement :

- en luttant contre les incivilités (ex. les restes alimentaires dans la rue) et en sensibilisant à la propreté en combinant des actions avec les différents services de la collectivité (assainissement, voirie, propreté, hygiène, social).
- en imposant des clauses dans les marchés publics relatives aux techniques de dératisation et à la gestion concertée des déchets dans l'espace urbain.

Méthodologie : En raison du coût et des contraintes techniques de la dératisation mécanique, il semble peu probable qu'une collectivité puisse mettre en œuvre une telle démarche sur la totalité de son territoire. En conséquence, il est possible de sélectionner des secteurs préférentiels pour déployer cette technique :

- agir en priorité dans les quartiers les plus problématiques c'est à dire ceux concentrant le plus de plaintes, ceux dans lesquels les interventions de dératisation sont récurrentes ou ceux dont la typologie est connue pour être associées à une présence plus importante de rats (ex. travaux, restaurants, bailleur sociaux, lieux de pique-nique, etc.)
- faire tourner les pièges de la phase active de dératisation¹⁵ dans différents quartiers et n'investir que dans les pièges dédiés à la phase de maintenance¹⁵ qui restent en place dans chaque quartier (pas de turnover).

3.2 Le zéro-phyto dans les cimetières

Dans REGARD : nous avons travaillé à étendre la démarche zéro produit phytosanitaire (zéro-phyto) aux cimetières. Depuis le 1^{er} janvier 2017, les collectivités n'ont plus le droit d'utiliser des produits phytosanitaires dans les espaces publics (Loi Labbé) mais les cimetières ne sont pas strictement¹⁶ concernés par cette réglementation.

Néanmoins, certains cimetières de la métropole étaient déjà en zéro-phyto. L'objectif de notre travail a été de comprendre les motivations et les modalités de mise en œuvre de cette démarche afin de pouvoir l'étendre à d'autres cimetières. Le corollaire a été de comprendre pourquoi certains cimetières n'étaient pas encore en zéro-phyto et quels étaient les freins à la mise en œuvre de la démarche.

¹⁵ Classiquement, l'opération de dératisation mécanique se déroule en 3 étapes : 1 - la phase d'analyse, d'une durée de quelques jours, elle correspond à la pose de caméras dans certains regards pour confirmer la présence effective de rongeur ; 2 - la phase active de dératisation, d'une durée de 3 mois, elle correspond à la pose des pièges mécaniques dans un grand nombre de regards, choisis de façon stratégique, pour tuer le maximum de rats possible ; 3 - la phase de maintenance, d'une durée de 3 mois, elle correspond à l'enlèvement de la majorité des pièges de la phase 2 et seulement 2 ou 3 pièges sont laissés en tant que sentinelles pour assurer une veille et confirmer soit qu'il n'y a plus de rats, soit empêcher que de nouveaux rats reviennent dans le cas de réseaux étanches.

¹⁶ Les cimetières sont concernés par l'interdiction que s'ils font l'objet d'un usage de « promenade » ou d'« espace vert » avérés : il s'agit donc d'une appréciation au cas par cas

Les gestionnaires techniques et administratifs de différents cimetières communaux et métropolitains ont été rencontrés et une réunion d'échange sur les pratiques a été organisée. La conclusion de ces échanges a été que l'alternative la plus répandue aux produits phytosanitaires est l'enherbement avec un entretien manuel ou mécanique (ex. tonte) ; les freins principaux sont la perception des usagers vis-à-vis des « mauvaises herbes » et le coût de la main d'œuvre pour l'entretien manuel et mécanique.

In fine, 4 avant-projets de réaménagement de cimetière ont été rédigés pour 4 communes de la métropole afin de faire des propositions concrètes et adaptées de passage en zéro-phyto d'une partie ou de la totalité de leur cimetière. Ce travail a été réalisé grâce à la collaboration entre la direction de l'eau et la direction des espaces verts de Bordeaux Métropole.

Facteurs de réussite : la réussite de cette action s'explique par la transversalité des échanges entre les différents services de la métropole mais aussi entre le personnel technique et administratif au niveau des communes. Cette transversalité a permis de prendre le problème dans son ensemble (ex. contraintes de faisabilité technique et les contraintes administratives comme le coût et la main d'œuvre). Le deuxième point clé d'un passage en zéro-phyto réussi est la communication. L'un des freins étant la perception des usagers vis-à-vis des « mauvaises herbes », perçues comme un abandon et un manque d'entretien, il est indispensable de les informer sur le choix de la commune quant au passage en zéro phyto et de les sensibiliser au bienfondé de cette démarche tant pour l'environnement que pour la santé du personnel municipal et des visiteurs.

Par ailleurs pour réduire les réticences et laisser les usagers s'habituer, il est possible de commencer l'enherbement que sur certaines zones du cimetière avant de l'étendre sur la totalité. Il est également possible de planter des fleurs, des arbres fruits, etc. pour accentuer la volonté de végétalisation du lieu.

Regrets : En raison du temps contraint du projet de recherche, nous n'avons pu suivre si les propositions exposées dans les avant-projets ont été réalisées ni bénéficier des potentiels retour d'expérience quant à leurs mises en œuvre.

Pour aller plus loin :

- pousser la démarche avec l'obtention du label EcoJardin qui implique le respect de critères supplémentaires tels que la faune, l'eau, le sol, etc. Ce label est relatif à la gestion écologique et est décerné par site et par un organisme indépendant.
- informer les usagers que l'utilisation de produits phytosanitaires est interdite et inclure cette règle dans le règlement du cimetière.

Méthodologie : les principaux produits phytosanitaires utilisés dans les cimetières sont les désherbants. Les techniques alternatives au désherbage chimique sont souvent plus coûteuses, prennent plus de temps et leur efficacité ne durent pas aussi longtemps.

L'alternative la plus efficace à l'usage d'herbicide est finalement de laisser pousser l'herbe. Reste alors à choisir le type d'herbe : naturelle et plus résistante aux conditions climatiques mais qui demandent plus d'entretien (tonte par exemple) ou semée et sélectionnée pour demander moins d'entretien (ex. herbe rase) mais qui implique un investissement initial. Dans tous les cas, il est très important d'informer les usagers sur le choix délibéré de laisser pousser l'herbe pour des questions environnementales et sanitaires.

3.3 Le démoussage des terrains de tennis

Dans REGARD : nous avons testé une solution alternative aux produits phytosanitaires chimique pour le démoussage des terrains de tennis. Comme les cimetières, les terrains de sport sont exclus du périmètre d'application de la loi Labbé qui interdit l'usage de produits phytosanitaires dans les espaces publics depuis le 1^{er} janvier 2017. Nous avons proposé d'aller au-delà de la réglementation en étendant le zéro-phyto aux terrains de sport et plus particulièrement aux

terrains de tennis car leur démoussage est l'une des principales raisons à l'utilisation de produits phytosanitaires.

Nous avons mené en parallèle le démoussage de 2 terrains de tennis identiques exposés au soleil et à la pluie de la même façon et construit avec le même matériau (béton poreux) afin de comparer les méthodes sans biais.

Le 1^{er} terrain a été démoussé de façon classique à l'aide d'antimousse chimique (composé d'ammonium quaternaire) et d'un karcher et le 2nd terrain a été démoussé à l'aide d'une machine (Figure 2) qui propulse de l'eau sous haute-pression par des buses rotatives puis aspire immédiatement l'eau souillée dans une cuve. La comparaison des méthodes a porté sur la durée de l'opération de démoussage, le coût de la technique, son efficacité et la durabilité du démoussage.

Tableau 3 : Comparaison des méthodes de démoussage des terrains de tennis.

Critère	Méthode mécanique	Méthode chimique
Temps de l'opération de démoussage	1 jour	3 jours
Coût	Entre 1900 et 2200 € selon le degrés de salissure	2 agents/jour
Efficacité	+++	++
Durabilité	Pas d'info à ce jour	1 an



Figure 2 : Démoussage d'un terrain de tennis à l'aide d'une machine propulsant de l'eau sous haute-pression et ré-aspirant l'eau souillée.

Facteurs de réussite : bien que plus onéreuse, la technique testée comme alternative à l'antimousse chimique est plus rapide, plus efficace (l'eau étant ré-aspirée) et demande moins de personnel. Par conséquent, nous préconisons son utilisation pour les terrains de tennis en béton poreux.

Regrets : ne pas avoir pu tester en parallèle la 3^{ème} méthode qui consistait à uniquement démousser le terrain de tennis au karcher, sans appliquer préalablement d'antimousse chimique ni la 4^{ème} méthode qui consistait en un désherbage thermique à mousse chaude.

Pour aller plus loin : tester des solutions alternatives sur d'autres terrains de sport comme les pistes d'athlétisme, les terrains de foot et de rugby.

Méthodologie : Contacter une société spécialisée pour réaliser la demande de prestation

4 Les actions de réduction portées par les industriels

4.1 La récupération des métaux

Dans REGARD : nous avons cherché à identifier une solution pour récupérer les métaux dans les effluents (eaux usées) d'industriels afin de pouvoir les valoriser. Une revue bibliographique des techniques d'extraction existantes a été réalisée. Parallèlement, les résultats des analyses chimiques d'auto-surveillance et de contrôles inopinés des industriels du territoire possédant une convention de déversement ont été étudiés. Le 1^{er} objectif était d'identifier un ou plusieurs industriels dont les concentrations ou les flux en métaux des effluents soient suffisamment conséquents pour que la récupération soit techniquement faisable. Le 2nd objectif était de choisir le métal ou les métaux dont la récupération soit bénéfique pour l'environnement et économiquement intéressante c'est-à-dire moins chère que de s'approvisionner en matière première et qui rentabilise le coût du procédé de récupération. Enfin, le 3^{ème} objectif était de consulter les industriels identifiés comme émetteurs pour obtenir des informations complémentaires¹⁷ et conduire avec eux l'élaboration de la solution. Au final, plusieurs solutions d'extraction ont été identifiées, 3 entreprises ont été retenues et 4 métaux sélectionnés (Lithium, Argent, Chrome et Cuivre). Malheureusement, aucune des entreprises retenues n'a souhaité participer à notre étude et nous n'avons pu aller plus loin.

Facteurs de réussite : les raisons à la mise en œuvre d'une telle démarche sont :

- la réponse à des contraintes réglementaires. Avec les conventions de déversement, les collectivités ont les moyens d'imposer un suivi des micropolluants, dont les métaux, dans les effluents des industriels. Si les seuils fixés par cette convention sont dépassés alors la récupération des métaux pourra être une alternative à la mise en œuvre d'un traitement (ex. une station d'épuration spécifique implantée sur le site de l'industriel). L'avantage à la récupération des métaux est de pouvoir en tirer un bénéfice, soit en utilisant à nouveau les métaux récupérés dans le processus de production/fabrication de l'entreprise soit en les revendant. Les moteurs à la mise en œuvre d'une telle démarche seront alors principalement économiques.
- la protection de l'environnement grâce à une diminution des rejets, notamment pour des substances dont l'impact environnemental est avéré (NQE, PNEC...)
- l'indépendance vis-à-vis des producteurs/fournisseurs et prix du marché.

Regrets : Il n'était pas prévu de réaliser des tests sur le terrain ou en laboratoire néanmoins nous aurions aimé rendre l'étude concrète avec les données de fonctionnement des entreprises. Nous regrettons qu'elles n'aient pas souhaité participer à notre étude.

Nous regrettons aussi de ne pas avoir pu complètement exploiter les données issues des contrôles inopinés et des auto-surveillances en raison d'erreurs observées dans l'enregistrement de ces données (problème d'unité, de cohésion dans les résultats, de données transmises au format PDF, etc.).

Pour aller plus loin :

- une raison complémentaire à la mise en œuvre d'une démarche de récupération/valorisation des métaux par un industriel peut être l'image de son entreprise. En effet, une démarche vertueuse pour l'environnement peut être un atout vis-à-vis de certains clients et être un élément différenciant pour remporter un marché.

¹⁷ Par exemple : savoir si leur activité est continue, si les rejets de métaux sont identiques quel que soit l'heure ou le jour de la semaine et si on peut appliquer la solution de récupération tout le temps ; ou si les rejets de métaux sont liés à une pratique particulière amenant des flux ou des concentrations plus importantes à un moment précis où il est intéressant d'appliquer la solution de récupération. Récupérer des informations sur la nature de l'effluent (pH, température, matière en suspension, etc.) car elle pourra avoir un impact sur la solution de récupération à mettre en œuvre.

- sensibiliser l'ensemble des intervenants, du prélèvement à l'enregistrement du résultat, à une plus grande vigilance pour une exploitation valable des données d'auto-surveillance et de contrôle inopinés.

Méthodologie : Pour mettre en œuvre une telle démarche sur un site industriel la méthodologie à suivre est la suivante :

1. collecter les données sur les concentrations et les flux de métaux dans les effluents
2. identifier les métaux potentiellement intéressants à valoriser d'un point de vue économique du fait de leur concentration et/ou flux et des prix du marché et intéressant à récupérer du point de vue environnemental en raison de leur impact avéré
3. collecter des données sur le procédé amenant à rejeter ces métaux : à quelle étape du procédé le rejet est-il le plus important (ex. lavage), à quelle moment (heure, jour), à la sortie d'un bâtiment en particulier, etc.
4. identifier une période ou un lieu plus propice à la mise en œuvre d'une solution de récupération/extraction des métaux identifiés c'est-à-dire là où les flux ou les concentrations sont les plus importants
5. réaliser une étude bibliographique sur les solutions possibles pour récupérer/extraire les métaux identifiés
6. collecter des données sur la nature des effluents : charge en matière en suspension, pH, température, etc.
7. sélectionner la ou les solutions d'extraction les plus appropriées aux métaux identifiés et à la nature des effluents

4.2 La sensibilisation du personnel

Dans REGARD : Pour répondre à une demande du SIGDU (Service Inter-établissements de Gestion du Domaine Universitaire) qui souhaitait diminuer le coût de sa redevance assainissement¹⁸, nous avons réalisé 2 réunions de sensibilisation aux micropolluants du personnel. La première réunion était dédiée au personnel des laboratoires de recherche (22 participants) et la seconde à celui des restaurants universitaires (5 participants). Préalablement, un bilan des produits chimiques utilisés et de leur mode d'évacuation a été dressé afin de cibler les messages et d'adapter le discours aux pratiques réelles. Les réunions de 2 heures chacune se sont déroulées en 3 temps :

- expliquer les modalités de calcul de la redevance assainissement afin que les personnes comprennent l'impact de leurs pratiques professionnelles quotidiennes sur le montant de cette redevance (qui influence la facture d'eau payée par leurs établissements)
- sensibiliser les personnels à la question des micropolluants dans les eaux urbaines et expliquer l'impact de leurs pratiques professionnelles sur cette pollution
- proposer des pratiques alternatives ou bonnes pratiques dédiée afin d'améliorer le coefficient de pollution¹⁷ et de limiter les rejets de micropolluants.

Cette sensibilisation s'est terminée par la production d'affiches (Figure 3) afin que les informations et les bonnes pratiques expliquées aux responsables HQS et assistants préventions au cours de ces réunions soient diffusées plus facilement à l'ensemble du personnel.

¹⁸ la redevance assainissement est calculée à partir d'un coefficient de pollution qui prend en compte les mesures de DBO₅ et DCO. Elle a un impact sur le montant de la facture d'eau.

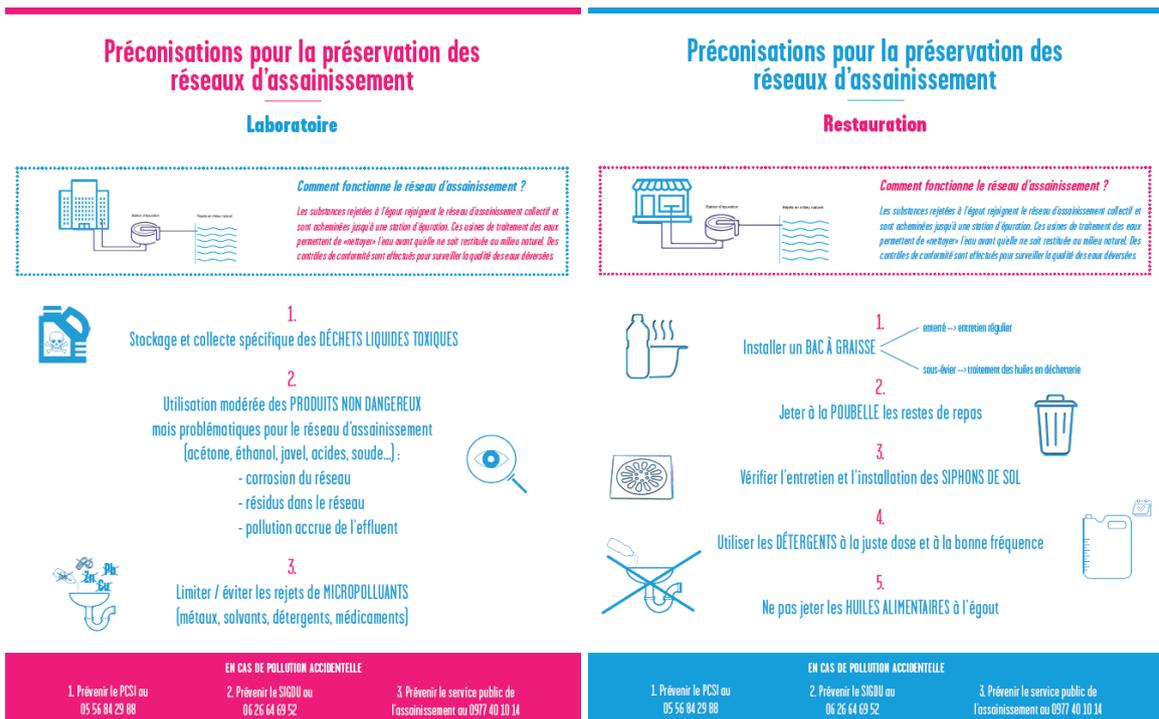


Figure 3 : Les affiches réalisées pour la sensibilisation du personnel des laboratoires et restaurants universitaires.

Facteurs de réussite : entrer par le volet économique pour sensibiliser à l’environnement et à sa contamination par les micropolluants.

La diffusion des informations par affiches a été préférée aux e-mails trop nombreux et pas toujours lus et aux flyers qui se perdent avec le temps et consomment plus de papier. Les affiches présentent l’avantage de pouvoir être accrochées dans un lieu de passage où elles seront facilement visibles, lues et retrouvées en cas de besoin.

Il est plus facile de travailler et mener une étude avec des industriels en demande d’aide ou d’information plutôt que de solliciter des industriels (ex. ceux pour l’extraction/valorisation des métaux).

Regrets : ne pas avoir été en mesure de répondre à la demande de la Monnaie de Paris par manque de temps. En effet, cet industriel souhaitait mettre en marche une ligne supplémentaire de production de pièce de monnaie et aurait aimé avoir des préconisations pour ne pas augmenter ces rejets de métaux suite à cet accroissement d’activité.

Pour aller plus loin : réalisée une étude dédiée, en collaboration et transparence avec un industriel identifié comme contributeur à la pollution, à l’image de ce qui est demandé dans les plans d’action de la note technique du 12 août 2016 (RSDE2).

Méthodologie : Pour sensibiliser de façon efficace les industriels à la problématique des micropolluants il est préférable de :

- partir de la demande de l’industriel ce qui facilitera les échanges et servira de porte d’entrée
- faire un bilan des produits et des pratiques afin d’identifier les problèmes et d’adapter le discours au cas par cas
- réaliser un support facilement diffusable pour les messages principaux
- travailler en collaboration avec les agences de l’eau ou la Chambre de commerce et d’Industrie

5 Les actions de réduction portées par l'hôpital

5.1 La sensibilisation du personnel

Dans REGARD :

- Nous avons réalisé une vidéo scribing disponible sur YouTube afin de sensibiliser le personnel du CHU de Bordeaux de toutes catégories (directeurs, soignants, administratifs, entretien) à la problématique des résidus de médicaments et détergents-désinfectants dans les effluents hospitaliers. Ce format a été choisi car la vidéo est un support moderne de communication qui est facilement diffusable, notamment via les réseaux sociaux, et qui a ainsi permis de toucher un public finalement plus large que celui de l'hôpital (539 personnes sur la page Facebook de REGARD et 254 vues sur YouTube). Le côté « narration + design » permet d'être pédagogique avec une diffusion progressive des informations.
- Plusieurs réunions de présentation des résultats des travaux de recherche (analyses chimiques des effluents et entretiens sociologiques avec le personnel) ont été organisées, dont une dédiée aux médecins et pharmaciens (focus médicaments), une dédiée au personnel technique (focus métaux) et une dédiée au personnel d'entretien (focus détergents et détergents-désinfectants). A l'issue de celle organisée avec les responsables du personnel d'entretien, il a été décidé de réduire les quantités de détergents-désinfectants préparés quotidiennement avec le même volume d'eau et dose de produit que lorsqu'elles étaient préparées tous les 2 jours.

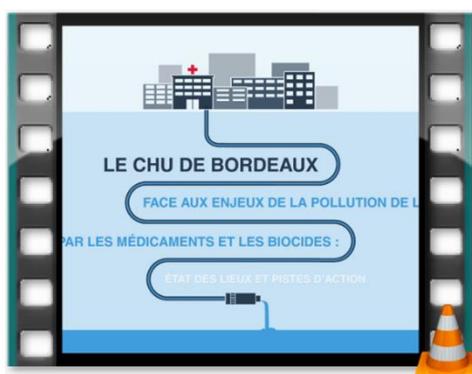


Figure 4 : La vidéo scribing réalisée pour le CHU (<https://youtu.be/eIY8dFf7bk4>).

Facteurs de réussite : les 2 moteurs à la réalisation de ces actions de sensibilisation sont :

- le lien santé au travail : en effet si par exemple les préparateurs en pharmacie doivent se protéger des risques toxiques des médicaments qu'ils préparent, ils comprennent facilement que les médicaments, en plus de soigner, peuvent aussi avoir un effet nocif sur la santé. De même, le personnel d'entretien comprend facilement que les produits utilisés peuvent être toxiques puisqu'ils peuvent être à l'origine de maux de têtes ou d'eczéma lorsqu'ils sont utilisés en trop grande quantité.
- le lien santé environnement : si les médicaments ou les produits d'entretien sont toxiques pour la santé alors il est facile d'imaginer qu'ils peuvent être toxiques pour l'environnement. Dans l'univers du CHU où la santé prime sur l'environnement, il est plus facile de sensibiliser à la problématique environnementale des micropolluants en présentant en premier leurs impacts ou risques sur la santé.

Regrets : les différentes préconisations n'ont pas pu être suivies pour des raisons de facilité, rapidité ou économiques :

- La 1^{ère} préconisation concernait la réduction des volumes préparés de détergents-désinfectants. Initialement, 8 litres de détergents-désinfectants était préparés pour 48h d'utilisation à partir de la dilution du produit pur. Suite à un changement de

réglementation, la durée d'utilisation a été réduite à 24h mais les volumes préparés sont restés identiques. Par conséquent, une partie de la quantité préparée n'était pas utilisée et jetée à l'évier. Malheureusement, la moindre praticité et le temps plus long à consacrer au dosage pour préparer un volume plus petit ont empêché l'exécution de la préconisation.

- La 2^{ème} préconisation concernait le remplacement de la désinfection aux produits chimiques par la désinfection à la vapeur d'eau. Cette préconisation n'a pas été suivie par le personnel craignant une surcharge de travail et une pénibilité accrue (portage de l'appareil et travail dans la vapeur).
- la 3^{ème} préconisation concernait le remplacement des savons désinfectants dans les espaces de bureaux par des savons écolabellisés. Le frein à la mise en œuvre de cette démarche est la présence d'un marché public globalisé des détergents du CHU.

Pour aller plus loin : le CHU a lancé en 2018 le programme « naissance environnementale » qui a pour objectif de donner des conseils aux futurs-parents et jeunes parents pour diminuer l'impact des polluants sur le fœtus, le bébé et la femme enceinte. La mise en place de ce programme est inspiré des questions de recherche posées dans REGARD et illustre la volonté du CHU de se saisir de la problématique des micropolluants en sensibilisant les futurs et les jeunes parents à l'exposition des fœtus et des bébés aux perturbateurs endocriniens via l'alimentation, l'eau, les cosmétiques, l'air, l'habitat, les produits chimiques... Cette sensibilisation est réalisée par des sages-femmes formées en santé-environnementale lors de modules spécifiques intégrés depuis 2017 dans la formation initiale de l'Ecole des Sages-Femmes du CHU de Bordeaux, mais également par l'ensemble du personnel œuvrant en périnatalité également nouvellement formé via des conférences sur le thème de la santé environnementale

Méthodologie : Sensibiliser de façon moderne et rapide (ex. vidéo, BD, etc.) et former par des cours spécifiques en santé-environnementale le personnel de toutes catégories du CHU à la problématique des micropolluants et en particulier à celle des résidus de médicaments et détergents-désinfectants.

5.2 Les échanges inter-hôpitaux

Dans REGARD : nous avons réalisé une réunion d'échange sur les actions mises en place par les CHU de Bordeaux, Nîmes et Niort par rapport à la problématique des résidus de médicaments dans les eaux (eaux usées et environnement). Un représentant des hôpitaux de Paris était également présent car intéressé par les démarches sur ces questions. Cette réunion a permis d'identifier différentes démarches pour évaluer cette contamination des eaux :

- démarche théorique à partir des quantités de médicaments distribués par les pharmacies hospitalières, leurs taux de métabolisation, les quantités administrées, etc. ;
- démarche pratique à partir de prélèvements et mesures dans les réseaux d'assainissement.

Dans tous les cas, une volonté commune de comprendre et d'estimer la part d'un hôpital aux rejets de médicaments d'une ville a été mise en évidence.

Facteurs de réussite : Comme il n'y pas de contrainte réglementaire à l'heure actuelle en France sur les rejets de médicaments dans les eaux par les centres de soin, la raison pour qu'un hôpital s'intéresse à cette problématique est uniquement liée à une volonté politique propre à l'établissement. Elle peut résulter de questionnement environnemental ou d'un souhait d'anticiper un possible évolution de la réglementation.

Regrets : RAS

Pour aller plus loin : l'étape suivante est la mise en place de changement de pratique pour passer à des pratiques plus vertueuses du point de vue environnemental. Nous pouvons citer dans ce

cas, la maison de santé Marie Galène qui a une importante politique environnementale en matière d'énergie, d'air et surtout d'eau avec par exemple le nettoyage à la vapeur pour « garantir l'hygiène des locaux tout en limitant au maximum les impacts environnementaux négatifs » et qui souhaite également « limiter les impacts environnementaux du rejet des effluents liquides » (extraits de la politique environnementale de la maison de santé Marie Galène http://www.mariegalene.org/wpcontent/uploads/2018/11/politique_environmentale.pdf). La volonté de l'établissement est clairement affichée : réduire ses impacts sur l'environnement pour soigner sans polluer.

Méthodologie : RAS

6 Les actions de réduction basées sur le traitement

6.1 La rétention à la parcelle des eaux pluviales

Dans REGARD : nous avons étudié comment 5 techniques alternatives (TA, Figure 5) de gestion des eaux pluviales pouvaient contribuer à la rétention des micropolluants en complément de leur rôle de régulateur hydraulique. Ces ouvrages étant conçus pour intercepter les eaux au plus près de leur point de chute, ils limitent ainsi la concentration liée aux ruissellements ce qui a pour avantage de réduire la charge des eaux pluviales en micropolluants. Par conséquent, les eaux pluviales sont moins contaminées que celles transitant dans de longues canalisations. Les TA fonctionnant correctement du point de vue hydraulique, réduisent les volumes d'eau et par là même, les flux de micropolluants. C'est le second avantage de ces ouvrages.



Figure 5 : Illustration de 3 techniques alternatives étudiées dans REGARD (de gauche à droite : une noue, un bassin d'infiltration, un bassin de dépollution).

Facteurs de réussite :

- moins il y a de canalisations, moins les micropolluants sont concentrés dans les eaux. Nous conseillons de construire des ouvrages les plus simples et les plus « verts » possibles avec des alimentations diffuses. Attention cependant, à l'entretien des ouvrages notamment vis-à-vis de l'évacuation des déchets verts (restes de tonte, feuilles mortes, etc.) pour éviter le colmatage et le débordement.
- éviter que les eaux ne stagnent et ne soient la source de nuisances olfactives ou de moustiques.
- sensibiliser les habitants et travailleurs aux alentours pour qu'ils comprennent le rôle et l'intérêt de tels ouvrages et qu'ils ne les considèrent pas comme une source de problème (ex. grenouilles bruyantes) ou un dépotoir (déversement d'ordure, déchets et effluents liquides toxiques tels que peintures, huiles, pesticides, etc.).

Regrets : nous regrettons que l'étude n'ait pu aboutir sur 2 des 5 sites en raison de problèmes de conception ou de fonctionnement :

- sur le site à structure alvéolaire (SAUL¹⁹), en raison d'un défaut dans la construction, les avaloirs ne récupéraient pas les eaux pluviales de la chaussée, il était impossible de réaliser des prélèvements ni même d'étudier le fonctionnement hydraulique de l'ouvrage. Les avaloirs ont par la suite été refaits.
- la conception surdimensionnée de la SAUL a eu pour conséquence d'infiltrer la totalité de l'eau qui entrainait dans l'ouvrage. D'un point de vue hydraulique, cette infiltration totale est positive en revanche elle a compromis notre étude sur le devenir des micropolluants puisqu'aucun prélèvement d'eau en sortie de l'ouvrage n'a été possible entraînant l'impossibilité de calculer des taux d'abattement.
- la remontée des eaux de nappe en sortie d'une des noues a empêché de réaliser des prélèvements d'échantillons sans influence aval pour doser les micropolluants. En revanche ces remontées n'ont pas gêné le fonctionnement de l'ouvrage.

A noter également des difficultés :

- dans la prévision des volumes d'eau arrivant à l'entrée de l'ouvrage pour caler le volume et le pas de prélèvement du préleveur automatique en raison des incertitudes météo (heure du début de la pluie et quantité de précipitation attendue)
- dans la mesure des débits, entraînant des problèmes de prélèvements puisque ceux-ci sont asservis au débit.

Pour aller plus loin : Pour aller plus loin dans la compréhension du fonctionnement de ces ouvrages il est intéressant de faire des bilans de matières en réalisant des prélèvements de dépôts/sédiments, sols, plantes et nappes sous-terraines afin de connaître le devenir des micropolluants.

Méthodologie : Réaliser des prélèvements d'eau en entrée et sortie des ouvrages à l'aide de préleveur automatiques. Effectuer l'échantillonnage asservi au débit sur toute la durée de l'évènement pluvieux pour obtenir un échantillon le plus représentatif possible. Si pertinent, décaler les prélèvements entre l'entrée et la sortie de la durée du temps de séjour de l'eau dans l'ouvrage. L'idéal pour faciliter les travaux de mesure et les études de ces ouvrages étant de concevoir les systèmes de mesures en même temps que la conception des dispositifs.

6.2 Le traitement des eaux pluviales strictes

Dans REGARD : nous avons mis en place un traitement des eaux pluviales strictes à l'échelle d'un pilote semi-industriel sur le collecteur de la rocade nord (Figure 6). Le procédé de traitement testé était une filtration dynamique sur bande à laquelle des réactifs chimiques (coagulant et floculant) pouvaient être ajoutés pour améliorer les performances de traitement. L'objectif était d'évaluer :

- la faisabilité technique : installation du pilote (espace suffisant, alimentation en électricité, en eau potable pour le nettoyage et en eau pluviale à traiter), mise en place du traitement (quels réactifs chimiques, en quelle quantité)
- l'efficacité de traitement via le suivi de paramètres physico-chimiques classiques (ex. MES, DBO5, DCO), le dosage de micropolluants (17 métaux, 14 HAP et 13 pesticides) et l'exposition d'organismes vivants (survie, bioaccumulation métallique, concentration en métallothionéines²⁰ et niveaux d'expression de certaines gènes cibles²¹)

Au niveau de la faisabilité, beaucoup de difficultés ont été rencontrées (cf paragraphe Regrets) pour la mise en place et initier le fonctionnement du pilote.

Au niveau de l'efficacité, en l'absence de réactifs, l'abattement des paramètres physico-chimiques classiques et des micropolluants est faible voire nul. En revanche, en présence de

¹⁹ Structure Alvéolaire Ultra-Légère

²⁰ Protéines impliquées dans la détoxification des métaux, marqueurs d'un stress général de l'organisme

²¹ Quantification des niveaux d'expression de 18 gènes d'intérêt impliqués dans plusieurs processus biologiques comme le fonctionnement mitochondrial, l'apoptose (mort cellulaire), la détoxification et l'élimination des polluants organiques, la réduction du stress oxydant, l'immunité, la réponse aux dommages à l'ADN, aux polluants métalliques et aux œstrogènes.

réactifs (coagulant & floculant ou floculant seul), les MES et les micropolluants sous forme particulaire (HAP et métaux) sont éliminés jusqu'à 80 % de façon corrélée au pourcentage d'abattement des MES. Les micropolluants présents sous forme dissoute (métaux, HAP et pesticides, sauf glyphosate et AMPA) ne sont pas ou peu éliminés des eaux, même en présence de réactifs, et la concentration de certains métaux (cobalt, le zinc et le nickel) peut même augmenter en sortie probablement du fait d'impuretés apportées par le coagulant. Le glyphosate et l'AMPA sont éliminés jusqu'à 90 % par ajout de coagulant et de polymère anionique mais pas par ajout de polymère cationique seul. La bioaccumulation des métaux est moindre dans les coquillages exposés aux eaux pluviales après traitement confirmant ainsi les résultats des analyses chimiques et la bonne rétention des métaux par le procédé de traitement. En revanche, l'expression de plusieurs gènes marqueurs de stress (autophagie, apoptose, immunité, cytochrome P450) met en évidence un effet néfaste du traitement qui est probablement lié au surdosage des réactifs chimiques plus qu'aux micropolluants en eux-mêmes.

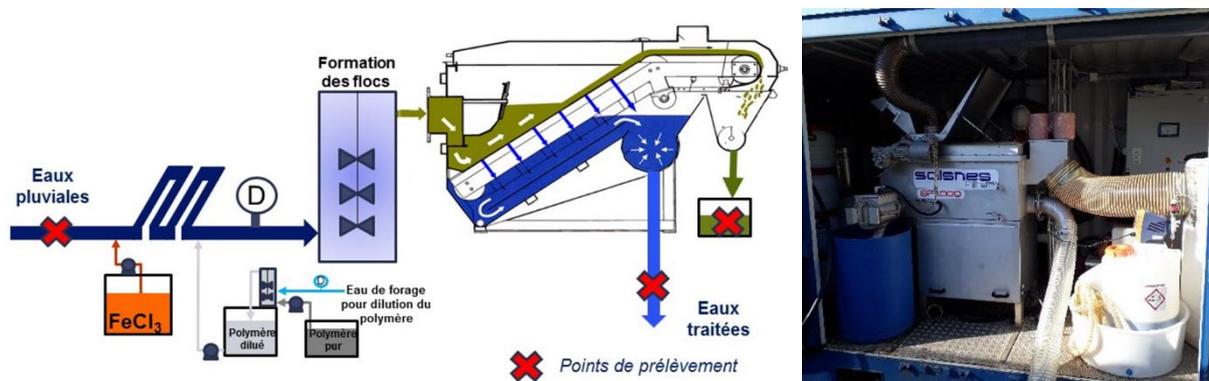


Figure 6 : Principe de fonctionnement et illustration du pilote de traitement des eaux pluviales.

Facteurs de réussite : Nos principales préconisations concernent :

- la nécessité d'ajouter des réactifs chimiques pour un bon fonctionnement du traitement vis-à-vis des micropolluants,
- être vigilant sur le dosage des réactifs chimiques pour éviter un surdosage qui peut être contre-productif
- l'adaptation du type de procédé de traitement aux micropolluants que l'on souhaite réduire

Regrets : Nos principaux regrets concernant l'étude pilote :

- la difficulté à mettre en fonctionnement le pilote du fait du mauvais état dans lequel le fournisseur nous l'a fait parvenir,
- la complexité à approvisionner un site d'assainissement en eau potable et en électricité avec la puissance nécessaire,
- l'absence d'eau à traiter en continu et donc le besoin d'initier le traitement à un moment précis pas toujours prévisible, les prévisions météorologiques n'étant pas toujours très fiables localement
- un débit variable dans la canalisation impliquant un bon ancrage du système de pompage pour éviter qu'il ne soit abimé ou emporté lors de violents orages
- le peu de campagnes d'échantillonnage en raison de conditions météorologiques peu favorables, difficilement prévisibles (niveau de précipitations et durée de l'évènement pluvieux suffisants pour avoir le temps de préparer les réactifs chimiques et réaliser la campagne d'échantillonnage) et du temps restreint pour la réalisation de l'étude vu les délais pour la mise en fonctionnement du pilote.

Pour aller plus loin : étendre la gamme des micropolluants étudiés pour voir l'efficacité du traitement sur d'autres paramètres et tester en grandeur nature le procédé.

Méthodologie :

- sélectionner par des essais préliminaires de type jar tests les réactifs (notamment flocculant) adaptés à la typologie des eaux à traiter. Le choix des réactifs est valable pour l'ensemble des campagnes à mener sur le type d'eau considéré
- s'appuyer sur les prévisions de précipitations pour démarrer l'installation pilote et préparer les réactifs
- ajuster la dose de réactifs à la quantité de MES estimée à partir du dosage de la turbidité. Cette dose pourra être réajustée au cours du temps par contrôle de la turbidité

Dans le cas d'une installation industrielle, celle-ci pourra être automatisée afin d'en faciliter son exploitation :

- le démarrage pourra se faire sur une valeur de débit dans le collecteur (éventuellement couplée à une prévision locale de précipitation) et
- l'asservissement entre la turbidité (mesure indirecte de la concentration en matières en suspension) et le dosage en réactifs pourra être effectué afin d'optimiser la consommation en réactifs chimiques.

Conclusion

Pour conclure cette phase d'action et d'évaluation du projet REGARD, il est possible de dire que de nombreuses actions ont été menées avec des succès variables. Les actions peuvent ainsi être classées en 3 groupes :

- les actions ayant eu de bons résultats du point de vue environnemental et sociétal comme Familles EAU Défi, la dératation mécanique, le démoussage des terrains de tennis, l'enherbement des cimetières et le traitement des eaux pluviales à l'échelle pilote ;
- les actions aux résultats plus mitigés soit d'un point de vue environnemental tel que les TA soit d'un point de vue sociale comme la sensibilisation des industriels ou du personnel hospitalier ;
- les actions aux résultats un peu décevants comme l'extraction/valorisation des métaux ou la mise en œuvre des changements de pratiques identifiées aux CHU en raison du décalage entre le temps d'un projet de recherche et le temps pour modifier des pratiques de la part d'un organisme aussi important que le CHU.

D'une façon globale, dans la préconisation de certaines actions pour une application généralisée à l'ensemble du territoire français, il est nécessaire de prendre en compte le bilan carbone, le coût et la pérennité dans le temps des ouvrages de traitement (TA, STEU, pilote pluvial). Ainsi, ces éléments vont dans le sens de privilégier les actions préventives, avec du changement de comportement, plutôt que des solutions de traitement.

Enfin les actions menées ont été présentées dans ce livrable par catégorie d'acteurs mais il est pertinent de les regrouper par typologie d'action comme sensibiliser, substituer, réglementer et traiter après usage tel que décrit dans le livrable Fiches-Actions. En outre, ce livrable fiches-Action permet d'identifier d'autres solutions de réduction qui n'ont pas forcément été testées dans REGARD.

