

LE PROJET ET LES PARTENAIRES

Le site pilote de Bellecombe

Le site pilote de Bellecombe –SIPIBEL– a été mis en place à partir de 2010 avec pour objectif l'étude de la caractérisation, de la traitabilité et des impacts des effluents hospitaliers en station de traitement des eaux usées urbaine. Il est composé du Centre Hospitalier Alpes Léman, de la station d'épuration de Bellecombe, avec deux files de traitement distinctes permettant d'étudier en parallèle les effluents hospitaliers et les effluents urbains, et d'un rejet dans la rivière Arve.

Le site pilote de Bellecombe constitue un bassin expérimental exceptionnel du fait de sa configuration physique, des acteurs mobilisés autour de ce projet et de leur capacité à mettre en œuvre des actions d'observation et de recherche.



La station d'épuration de Bellecombe

Le projet RILACT

Le projet RILACT (Risques et Leviers d'Actions relatifs aux rejets de médicaments, détergents et biocides dans les effluents hospitaliers et urbains) est issu de l'**appel à projets national** « Innovation et changements de pratiques : micropolluants des eaux urbaines » lancé par l'Onema (désormais Office Français de la Biodiversité), les Agences de l'Eau et le Ministère en charge de l'écologie.



En appui sur le site pilote, le projet RILACT a permis de compléter le dispositif déjà en place, afin de répondre aux trois grands objectifs suivants partagés par les scientifiques et les gestionnaires locaux :

1. Mieux connaître les sources de rejets et leurs processus de métabolisation et de dégradation dans les réseaux d'assainissement urbains et hospitaliers,
2. Contribuer à la caractérisation des risques sanitaires et environnementaux liés à ces effluents,
3. Identifier et expérimenter les leviers d'actions en impliquant toute la chaîne de responsabilité d'usage des médicaments, détergents et biocides.

Il a mobilisé **10 partenaires** entre 2014 et 2018 :

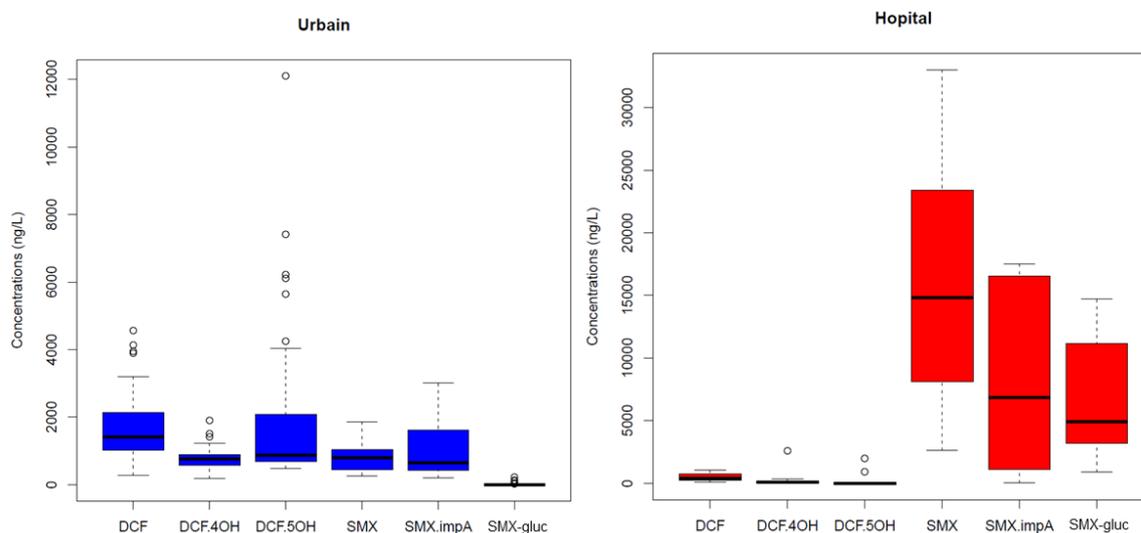
- le Graie : pour l'animation, la valorisation et la coordination du projet
- le Syndicat Intercommunal des eaux des Rocailles et de Bellecombe : collectivité en charge de l'eau et de l'assainissement sur le territoire
- le Centre Hospitalier Alpes Léman
- 7 équipes scientifiques : les membres scientifiques fondateurs de SIPIBEL (INSA Lyon, ENTPE, Université Limoges, Université Paris Sud et ISA) et deux équipes spécialisées en sciences humaines (EHESP et EVS-IMU).



De nouvelles méthodes d'analyses sur les métabolites de médicaments et les détergents

- La méthode d'identification et de quantification des **métabolites et produits de dégradation**, menée sur l'anti-inflammatoire diclofénac (DCF) et l'antibiotique sulfaméthoxazole (SMX), a été validée. Son application à des effluents hospitaliers et urbains révèle la présence de 5 métabolites majoritaires et met en évidence la présence de processus de métabolisation des molécules mères entre l'absorption du médicament, son élimination par l'organisme et le transport en réseau d'assainissement.

Pour en savoir plus : [rapport de l'ISA](#), octobre 2017



Concentrations en médicaments et métabolites en ng/L dans les effluents urbains (bleu, n=34) et hospitaliers (rouge, n=12) - juillet 2016 à juin 2017 - DCF = Diclofénac ; SMX = Sulfaméthoxazole

- Une méthode unique, sélective et sensible **d'analyse de différentes familles de détergents** a été mise au point, à la fois sur les fractions dissoute et particulaire des eaux usées. L'application de cette méthode à un grand nombre d'échantillons a permis de démontrer son adéquation avec l'analyse d'échantillons environnementaux et de dresser un état des lieux de la contamination en détergents d'effluents urbains et hospitaliers sur différents sites.

Pour en savoir plus : [rapport de l'ISA](#), octobre 2017

Une meilleure connaissance des rejets de médicaments et des phénomènes de transformation dans le réseau

- Un pollutogramme (concentrations et flux) des résidus de médicaments en entrées de la station de traitement des eaux usées de Bellecombe qui a permis de mettre en évidence des différences entre les effluents bruts de type **hospitalier et urbain : concentrations horaires** reproductibles dans l'effluent urbain et flux plus aléatoires dans l'effluent hospitalier.

Pour en savoir plus : [rapport de l'INSA Lyon](#), septembre 2019

- Une modélisation des flux de résidus de médicaments** entrant en STEU au pas de temps horaire en considérant la nature stochastique du phénomène. Un modèle stochastique a été proposé et évalué sur les deux sites. Les flux journaliers et horaires sont reproduits fidèlement pour un bassin versant urbain. Un hôpital reste difficile à modéliser du fait de sa spécificité et du relatif faible nombre de patients traités. De plus, le modèle est capable de reproduire les débits d'eaux usées d'un bassin versant urbain avec grande précision ;

Pour en savoir plus : [rapport de thèse de Tanguy Pouzol](#) (INSA Lyon), février 2018

- La mise en évidence de **phénomènes de dégradation/transformation** de certaines molécules en réseau d'assainissement, avec un effet positif du temps, de l'oxygène dissous et du biofilm sur ces phénomènes ; mais sans pouvoir en déduire de cinétiques de transformation.



Réseaux étudiés : en haut la galerie de Chouilly entre la France et la Suisse (conditions aérobies), en bas le Pôle Santé d'Arcachon (conditions anaérobies)

Le développement et la mise en application d'une batterie d'essais biologiques sur des effluents

- Les résultats de l'étude des effets biologiques (écotoxicité, génotoxicité, effets perturbateurs endocriniens et antibiorésistance) des échantillons prélevés en réseau d'assainissement urbain ne permettent pas de mettre en évidence de conclusions claires. Dans les limites des conditions expérimentales sélectionnées et des tests menés, il apparaît que l'évolution des effluents au cours de leur transport dans les réseaux étudiés est faible, même dans le cas du réseau hospitalier choisi de manière à maximaliser les possibilités de variation (réseau plus long, concentrations plus fortes).
- L'écotoxicité des effluents urbains et hospitaliers** : les effluents hospitaliers sont plus écotoxiques que les effluents urbains testés, ce qui est cohérent avec les résultats de la littérature scientifique, et avec les données de l'Observatoire SIPIBEL. Ces résultats confirment la complémentarité des différents bioessais de la batterie définie : ce ne sont pas toujours les mêmes bioessais qui sont les plus sensibles aux effluents testés. Ceci consolide les observations déjà effectuées sur le site pilote SIPIBEL.
- Une analyse du résistome** a été menée sur plusieurs centaines d'échantillons d'ADN bactérien provenant de la station d'épuration et de la rivière Arve. Elle a consisté à analyser les gènes de résistance présents, afin de comparer les résistances liées aux différentes sources de pression (hospitalière, urbaine...). Une analyse multivariée a notamment révélé que 70 % de la variabilité du résistome pouvait s'expliquer par les concentrations en éléments chimiques dans les effluents. En outre, les investigations menées sur le réseau d'assainissement ont confirmé que les biofilms sont un réservoir bactérien susceptible d'être le siège de transfert de gènes.

- La **caractérisation des effets perturbateurs endocriniens** : concernant les effets perturbateurs de la transcription des récepteurs aux estrogènes et aux androgènes, il apparaît un effet estrogénomimétique significatif et quelques effets androgénomimétiques plus faibles et non systématiques, le tout essentiellement dans la phase liquide. Aucun effet estrogéno ou androgéno-antagonistes n'a été constaté dans ces effluents.

Lieux	Activité œstrogénomimétique			Activité anti-œstrogénique			Activité androgénomimétique			Activité anti-androgénique			Génotoxicité	
	L	P	V	L	P	V	L	P	V	L	P	V	L	V
Galerie de Chouilly			NS			NS			NS			NS		NS
Pôle santé Arcachon			NS			NS	NM	NM	NM	NM	NM	NM		NS

Synthèse des résultats de mesures des effets perturbateurs endocriniens dans des conduites aérobie (galerie de Chouilly) et aérobie (Pôle de santé Arcachon) - L : phase liquide, P : phase particulaire et V : variation amont/aval. Effets biologiques : Vert : non significatif ; Jaune : moyen ; Rouge : très significatif - NM = non mesurable pour cause de toxicité. NS= variation amont/aval non significative

- La **corrélation entre indicateurs chimiques et biologiques** : l'identification des principales molécules responsables des effets sur les organismes, initiée dans cette étude reste un travail complexe. Le travail de corrélation effectué, avec toutes les précautions prises pour ce type d'étude, a néanmoins permis d'envisager des premiers « candidats » (en particulier certains détergents et principes actifs de médicaments), dont l'implication reste à consolider par des études mécanistiques poussées.

Pour en savoir plus : [rapport de l'Université Paris Sud, Université de Limoges et ENTPE de Lyon](#), janvier 2019

L'identification de leviers d'action pour réduire les rejets de médicaments, détergents et désinfectants

- Une étude bibliographique et une enquête en laboratoire de chimie analytique rappelle que la **catégorie "résidus de médicaments"** n'a pas émergé comme telle et que son importance peut être perçue de façon très variée : les premières attentions ont été centrées sur certains types de médicaments, notamment des antibiotiques, et sont apparues dans les domaines de l'environnement, plutôt que de la santé. Enfin, la grande utilité qu'on attribue aux médicaments, comme produit d'origine, conduit à marginaliser la problématique des résidus, à des oppositions entre visions à dominante environnementale et vision à dominante sanitaire et une difficile prise en compte dans le domaine de la santé.

Pour en savoir plus : [rapport de l'EHESP](#), novembre 2016

- Une étude de la **réglementation sur les risques environnementaux pour le médicament à usage humain** fait un état des lieux des mesures d'atténuation et des perspectives. Les discussions avec les experts semblent se limiter à proposer de poursuivre et perfectionner les mesures, l'observation et le diagnostic, plutôt que de chercher des options contraignantes. L'évaluation des risques environnementaux réalisée dans le cadre de l'autorisation de mise sur le marché reste limitée et le médicament à usage humain bénéficie d'un régime singulier par rapport aux autres substances chimiques régulées dans le droit de l'Union européenne.

Pour en savoir plus : [rapport de l'EHESP, INSA Lyon et GRAIE](#), septembre 2018

- L'étude des infrastructures et des pratiques permettant de **limiter les rejets de médicaments, de détergents-biocides et la production de déchets** propose des pistes d'amélioration possibles en appui sur les pratiques du Centre Hospitalier Alpes Léman (CHAL). Ces propositions de bon sens et économiquement viables s'intègrent dans une démarche d'amélioration continue, qui sont tout à fait transposables à d'autres établissements et qui ont été partagées entre les personnels du CHAL.

Pour en savoir plus : [rapport du CHAL](#), octobre 2015

- Une étude sur les « **Résidus de médicaments et soins à domicile** : acteurs, objets et hypothèses de projection pour limiter les émissions » met en évidence les difficultés et freins à envisager une collecte à la source des excréta au regard des enjeux environnementaux.

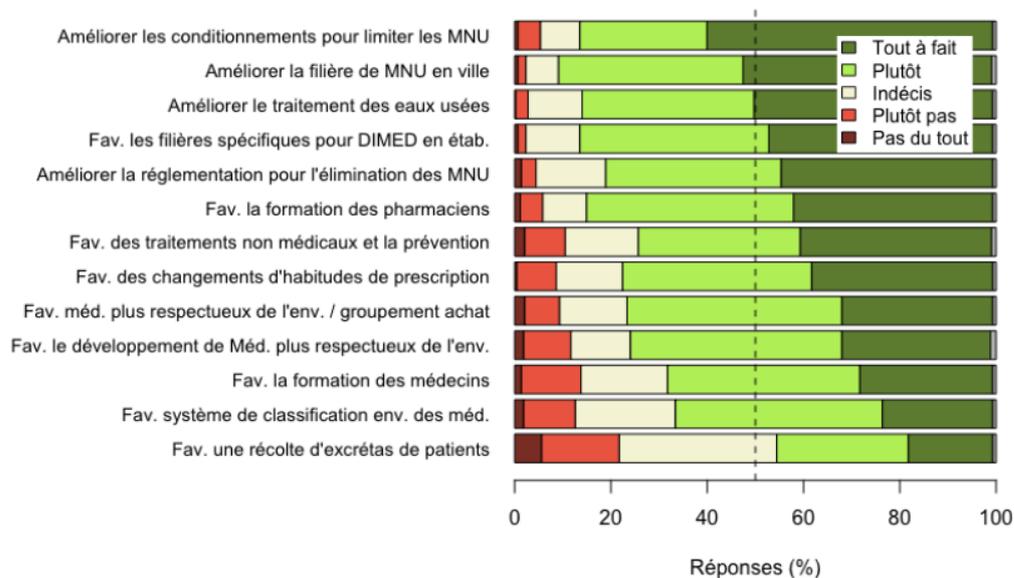
Pour en savoir plus : [rapport de l'EHESP, INSA Lyon et GRAIE, décembre 2017](#)



A Gauche : aux Etats-Unis, la Food and Drug Administration (FDA) recommande d'éliminer des restes de médicaments dans les toilettes, par sécurité et sur la base de l'argument que les scientifiques ont démontré que les médicaments dans l'eau proviennent en majeure partie des urines et fèces.

A droite : un dispositif artisanal de recueil d'urine pour sa valorisation disposé dans les toilettes d'un domicile © Fabien Esculier.

- L'expérimentation d'une démarche de **sensibilisation auprès des cadres de santé** en formation à l'EHESP a permis de souligner l'importance de prendre en compte, dans une démarche de sensibilisation, le contrôle perçu sur les actions à mener. S'agissant des directeurs, ils identifient des pistes d'actions sur le long terme. Cette initiative montre que ces futurs grands cadres dans le secteur public de la santé sont intéressés par le sujet et qu'il serait important d'intégrer cette thématique dans leurs formations.



Perceptions des cadres de santé et futurs cadres de santé sur la pertinence de solutions identifiées par les experts pour limiter le rejet de médicaments dans l'environnement. MNU : Médicaments Non Utilisés ; DIMED : Filières spécifiques pour déchets issus des médicaments

Pour en savoir plus : [Medicamentsdansleau.org](#) et [rapport de l'EHESP-INSA Lyon et Graie, décembre 2018](#)

L'ancrage d'un projet sur un territoire

La spécificité des programmes engagés dans le cadre de cet appel à projet est l'ancrage sur les territoires. Le site pilote de Bellecombe – Sipibel - avait engagé ce partenariat depuis 2010. RILACT a bénéficié de cet historique de collaboration et de collecte des données. La thématique émergente des micropolluants dans l'eau a nécessité des travaux de recherche fondamentale ; mais ce partenariat avec les territoires a permis certaines expérimentations et le croisement des approches, notamment entre approches sociales et sciences dures.

De l'entrée "eau et activités de soin" à l'approche de "santé unique"

L'entrée "eau et activités de soin" est assez particulière. Si elle s'inscrit logiquement dans les approches relatives à la limitation des apports de micropolluants dans l'eau, elle appelle des réponses spécifiques liées aux pratiques de santé et de soin. Même intégré dans un grand programme "micropolluants dans l'eau", il ne faut pas perdre de vue que ce sujet particulier doit mobiliser des acteurs particuliers et des réponses spécifiques. Nous avons travaillé sur un sujet de niche, à l'interface entre deux mondes. Tous les efforts de formalisation des messages, d'élaboration de support et d'initiation de la sensibilisation des professionnels de santé (et de l'eau) à cette problématique méritent d'être poursuivis. Nous communiquons actuellement les résultats et les messages à destination de différents publics et nous nous interrogeons sur les suites à donner.

Un autre enseignement de ce projet est que l'établissement des passerelles entre environnement et santé humaine, en y associant très certainement la santé animale et l'alimentation, est une perspective essentielle pour faire évoluer les connaissances et les pratiques en vue de préserver la qualité de notre environnement dans un contexte de santé unique (approche One Health). Ces passerelles peuvent être établies entre les professionnels, les scientifiques et les partenaires institutionnels. Elles peuvent être développées à différents niveaux de connaissance et d'implication (sensibilisation, information, formation, expérimentation ou recherche) et à différentes échelles (en local, au plan national et au niveau européen). Enfin, la question de la sensibilisation et la mobilisation du grand public, des citoyens, sur une problématique émergente reste à discuter.

Trois axes de réflexion et d'actions de recherche complémentaires sont engagés suite à RILACT

Les boues :

[Le projet RISMEAU](#) prend la suite de RILACT sur le volet boues. Intitulé RISques liés aux résidus de Médicaments, biocides et antibiorésistance d'origine humaine et vétérinaire sur les ressources en EAU du bassin versant de l'Arve, il est engagé et financé par le SM3A (étude préalable et diagnostic de la présence de médicaments dans le bassin versant de l'Arve), l'AFB (projet Persephone) et l'agence de l'eau RMC (projet Telesphore) sur la période 2018-2022.

Les méthodes analytiques :

RILACT a été l'occasion de nombreux développements de méthodes analytiques qui doivent se poursuivre et être soutenus en chimie, en écotoxicologie, et en microbiologie, sur les différentes matrices de l'eau et des milieux aquatiques (eau, boues et matières en suspension, biofilms). La brèche ouverte sur les méthodes de caractérisation et de compréhension des phénomènes de dissémination de l'antibiorésistance et l'établissement de corrélation avec les autres paramètres, est un enjeu crucial de santé publique et largement porté par la communauté scientifique.

La capitalisation des données et les corrélations :

La base [DoMinEau](#) a favorisé l'analyse croisée des données analytiques, chimiques et biologiques. Cette mise en commun des données nécessite un effort de structuration, de bancarisation, de qualification et de partage de la donnée. C'est probablement un investissement temps initial nécessaire pour que les efforts analytiques et financiers associés à chaque projet puissent être mutualisés et valorisés par la suite : mise en commun et partage de résultats de différents projets, enrichissement de campagnes de mesures avec des données comparables (connaissance et respects des protocoles de mesure, ...).