



7^e Conférence EAU et SANTÉ

Les micropolluants liés aux pratiques de soin
caractérisation, impacts, moyens d'action et perspectives

7 et 8 novembre 2019 | Lyon



Sommaire

Avant-propos 5

Programme de la conférence 6

Supports d'interventions du 7 novembre

1 - ETAT DES CONNAISSANCES ET STRATEGIES
..... 11

D'un point de vue sanitaire, quels sont les risques ?
Yves LEVI, Professeur, Université Paris Sud 13

L'observatoire SIPIBEL : une approche territoriale innovante et
pluridisciplinaire
Jean-François CICLET, Syndicat des Rocailles et de Bellecombe
Jean-Luc BERTRAND-KRAJEWSKI, INSA Lyon 19

EFFLUENTS HOSPITALIERS : traiter ou raccorder ?

Effluents hospitaliers et urbains : Avancées dans la caractérisation
physico-chimique des effluents
Laure WIEST, Institut des Sciences Analytique – ISA UMR5280
..... 29

Effluents hospitalier en station d'épuration : de l'arrêté préfectoral à la
convention de déversement
Luc PATOIS, Syndicat des eaux des Rocailles et de Bellecombe
..... 39

La stratégie suisse Micropoll – de la réduction à la source au traitement
en stations d'épuration –premiers enseignements
Hélène BLENY, Office fédéral de l'Environnement (OFEV),
Suisse 45

MEDICAMENTS DANS L'EAU : flux et transferts en réseau, en station et dans les boues d'assainissement

Transferts en réseau d'assainissement - Suivis expérimentaux et
modélisation
Jean-Luc BERTRAND-KRAJEWSKI, INSA Lyon 53

Devenir et impact des contaminants organiques présents dans les
Produits Résiduaire Organiques (PRO)
Dominique PATUREAU, INRA Narbonne 65

DETERGENTS ET BIOCIDES : caractérisation et enjeux

Premiers résultats de la campagne "émergents nationaux 2018" dans
les eaux de surface
Azziz ASSOUMANI, INERIS 75

Les détergents dans les eaux usées urbaines : origine domestique ou
hospitalière ? analyse croisée des résultats des projets REGARD,
REMPAR et RILACT
Marion Justine CAPDEVILLE, LyRE SUEZ 87

VECTEURS D'ANTIBIORÉSISTANCE : comprendre et agir

Suivi de l'antibiorésistance à l'échelle d'une STEU et d'un BV
Christophe DAGOT, INSERM Université de Limoges 97

Plans d'action antibiorésistance et perspectives : vers une vision
intégrée One-Health dans les politiques publiques
Jean-Yves MADEC, ANSES 105

GRAND TMOIN

Gilles PIPIEN, inspecteur général, CGEDD 113

Posters ----- 129

**Supports d'intervention du 8 novembre
2 - REDUCTION A LA SOURCE :
des leviers existants et potentiels**

----- 147

**Médicaments : des indicateurs environnementaux
pour une "éco-prescription"**

Pour la connaissance et la réduction des impacts des produits
pharmaceutiques – contribution de l'industrie
Romain JOURNEL, Sanofi ----- 149

Eco-prescription : soigner sans polluer ?
Patrick BASTIEN, ASOQS ----- 155

**Détergents biocides : des changements de pratiques
déjà engagés**

Une démarche régionale de sensibilisation et d'accompagnement au
changement dans les établissements de soin
Philippe CARENCO, Centre Hospitalier d'Hyères----- 159

Accompagner le changement de pratiques domestiques : retour sur
l'expérience "Familles EAU Défi"
Sarah-Jane KRIEGER, LyRE SUEZ / UMR-Passages CNRS
Marion Justine CAPDEVILLE, LyRE SUEZ ----- 167

**Gestion séparative des urines :
quelles perspectives ?**

La séparation à la source – risques et potentialités
Yolaine BESSIERE, INSA Toulouse ----- 173

Perception et freins des professionnels de santé pour une gestion
séparative des excréta de patients à domicile (projet RILACT)
Anne-Claire MAURICE, Ingénieure de recherche SHS, projet Rilact
----- 179

Le projet Valurine : séparation des urines à la source et valorisation sur
une parcelle viticole
Benjamin CLOUET, Ecosec----- 187

Publications du Graie ----- 191

Avant - Propos

Contexte :

Cette manifestation s'inscrit dans le contexte fort du **plan national sur les micropolluants dans l'eau** et l'appel à projet correspondant (pilote par l'Agence française pour la biodiversité et les Agences de l'eau) qui visent notamment à accélérer le développement et l'expérimentation de solutions permettant **de réduire les apports dans l'environnement**.

Elle s'appuie également fortement sur la dynamique régionale engagée autour du **Site Pilote de Bellecombe, SIPIBEL**, sur les effluents hospitaliers et stations d'épuration, qui mobilise un collectif de scientifiques, de collectivités, un centre hospitalier et des partenaires autour de la question des micropolluants dans l'eau liés aux activités de soin.

Objectifs :

- **Restituer les connaissances** acquises depuis 2010 dans SIPIBEL, les projets en appui (Irmise, Rilact et MédiATeS) et d'autres recherches.
- **Elargir aux retours d'expériences** qui visent à réduire à la source les rejets de micropolluants dans l'eau
- **Echanger sur les perspectives de recherche et d'actions** pour une évolution réelle des stratégies dans ce domaine.

Comité de programme :

Agence de l'eau RMC - Céline LAGARRIGUE, **Agence française biodiversité** - Estérelle VILLEMAGNE, **ANSES** - Jean-Yves MADEC, **ASTEE** - Nicolas CHANTEPY, Marie Agnès CHAPGIER LABOISSIERE, **GRAIE** - Elodie BRELOT, **H2O'Lyon** - Christel SEBASTIAN, **HCL** - Jérôme DROGUET, **La Métropole de Lyon** - Elisabeth SIBEUD, **SIPIBEL** - Jean-Luc BERTRAND-KRAJEWSKI (INSA Lyon), Liana REUILLY (SM3A), Christophe DAGOT (INSERM - Université de Limoges), Yves LEVI (Université Paris Sud 11), Audrey ROCH (Syndicat des Eaux SRB), Laure WIEST (ISA - CNRS - UMR5280)

Programme - Jeudi 7 Novembre

1 - ETAT DES CONNAISSANCES ET STRATEGIES

09h30 Accueil

10h00 Ouverture et éléments de contexte

Jean Paul COLIN, Vice-président de la Métropole de Lyon
Laurent ROY, Directeur de l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse

Pierre-François STAUB, Chargé de Mission Pollution des écosystèmes et Métrologie, AFB

10h30 Du point de vue sanitaire, quels sont les risques ?

Yves LEVI, Professeur, Université Paris Sud

10h45 L'observatoire SIPIBEL : une approche territoriale innovante et pluridisciplinaire : historique, dynamique de projet, jeux d'acteurs, principaux résultats et messages, applications pratiques

Jean-François CICLET, Président du Syndicat des Rocailles et de Bellecombe,

Jean-Luc BERTRAND-KRAJEWSKI, Professeur, INSA Lyon

EFFLUENTS HOSPITALIERS : TRAITER OU RACCORDER ?

11h15 Effluents hospitaliers et urbains : Avancées dans la caractérisation physico-chimique des effluents

Laure WIEST, Institut des Sciences Analytique – ISA UMR5280

11h40 Effluents hospitalier en station d'épuration : de l'arrêté préfectoral à la convention de déversement

Luc PATOIS, Syndicat des eaux des Rocailles et de Bellecombe

12h00 Présentation des posters

12h30 déjeuner

14h00 La stratégie suisse Micropoll – de la réduction à la source au traitement en stations d'épuration – premiers enseignements

Hélène BLENY, Office fédéral de l'Environnement (OFEV), Suisse

MEDICAMENTS DANS L'EAU : FLUX ET TRANSFERTS EN RESEAU, EN STATION ET DANS LES BOUES D'ASSAINISSEMENT

14h25 Transferts en réseau d'assainissement - Suivis expérimentaux et modélisation

Jean-Luc BERTRAND-KRAJEWSKI, INSA Lyon

14h50 Devenir et impact des contaminants organiques présents dans les Produits Résiduaux Organiques (PRO)

Dominique PATUREAU, INRA Narbonne

15h15 Séance posters

DETERGENTS ET BIOCIDES : CARACTERISATION ET ENJEUX

15h40 Premiers résultats de la campagne "émergents nationaux 2018" dans les eaux de surface

Azziz ASSOUMANI, INERIS

16h10 Les détergents dans les eaux usées urbaines : origine domestique ou hospitalière ? analyse croisée des résultats des projets REGARD, REMPAN et RILACT

Marion Justine CAPDEVILLE, LyRE SUEZ

VECTEURS D'ANTIBIORÉSISTANCE : COMPRENDRE ET AGIR

16h35 Suivi de l'antibiorésistance à l'échelle d'une STEU et d'un BV

Christophe DAGOT, INSERM Université de Limoges

17h00 Plans d'action antibiorésistance et perspectives : vers une vision intégrée One-Health dans les politiques publiques

Jean-Yves MADEC, ANSES

17h20 GRAND TEMOIN - Gilles PIPIEN, CGEDD

17h45 Séance posters et mâchon lyonnais

Programme - Vendredi 8 Novembre

2 - REDUCTIONS A LA SOURCE : des leviers existants et potentiels

09h00 Accueil

09h30 Ouverture Introduction

MEDICAMENTS : DES INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX POUR UNE "ECO-PRESCRIPTION"

9h40 **Pour la connaissance et la réduction des impacts des produits pharmaceutiques – contribution de l'industrie**
Romain JOURNAL, Sanofi

10h10 **Eco-prescription – soigner sans polluer ? Etude prospective et comparative d'impact comportemental**
Patrick BASTIEN, Association ASOQS

10h40 Séance posters

DETERGENTS BIOCIDES : DES CHANGEMENTS DE PRATIQUES DEJA ENGAGES

11h30 **Une démarche régionale de sensibilisation et d'accompagnement au changement dans les établissements de soin**
Philippe CARENCO, Centre Hospitalier d'Hyères

12h00 **Accompagner le changement de pratiques domestiques : retour sur l'expérience "Familles EAU Défi"**
Sarah-Jane KRIEGER, LyRE SUEZ / UMR-Passages CNRS,
Marion Justine CAPDEVILLE, LyRE SUEZ

12h25 Déjeuner

GESTION SEPARATIVE DES URINES : QUELLES PERSPECTIVES ?

14h15 **La séparation à la source – risques et potentialités**
Yolaine BESSIERE, INSA Toulouse

14h40 **Perception et freins des professionnels de santé pour une gestion séparative des urines (projet RILACT)**
Anne-Claire MAURICE, Ingénieure de recherche SHS, projet Rilact

15h05 **Le projet Valurine : séparation des urines à la source et valorisation sur une parcelle viticole**
Benjamin CLOUET, Ecosec

COMMENT AGIR SUR LES EFFLUENTS DE SOIN DANS UNE LOGIQUE DE SANTE UNIQUE ?

15h30 **Grand Témoin - Synthèse et conclusion**

16h30 **Fin de la journée**

Posters

BIOTECH - Principaux émetteurs de produits biocides à l'échelle d'une agglomération : contribution d'un établissement hospitalier

Marie Deborde et al. – IC2MP ----- 123

COSMET'EAU - Dynamique des parabènes dans l'agglomération parisienne: de la substitution aux évaluation des effets

Adèle Bressy, ENPC ----- 124

LUMIEAU-Stra : lutte contre les micropolluants dans les eaux urbaines à Strasbourg

Maxime Pomies, Eurométropole de Strasbourg ----- 125

REGARD - Réduction et gestion des micropolluants sur la métropole bordelaise

Marion-Justine Capdeville, LyRE Suez ----- 126

REMPAR, le Réseau MicroPolluants du Bassin d'Arcachon

Jean-Philippe Besse, SIBA ----- 127

SIPIBEL-RILACT – principaux résultats sur les Risques et Leviers d'Actions relatifs aux rejets de médicaments, détergents et biocides dans les effluents hospitaliers et urbains

Elodie Brelot et al., SIPIBEL ----- 128

SMS – Improvement of micropollutants treatment and nutrients recovery by source separation of urine

Laetitia Cavallé et al., Université de Toulouse ----- 129



Traitement d'effluents hospitaliers par bioréacteurs à membrane retour d'expériences échelle pilote et discussion autour des abattements de toxicité

Laetitia Cavallé - Claire Albasi, CNRS ----- 130

Ecoprescription, se soigner sans polluer

Patrick Bastien, ASOQS ----- 131

Antibiotools : des outils pour caractériser et suivre les antibiotiques et antibiorésistance dans les écosystèmes aquatiques

Chloé Bonnineau, Irstea ----- 132

Vers des traitements des eaux usées plus durables : Prise en considération des Produits de Transformation des contaminants

Jean-Marc Choubert, Irstea ----- 133

Médicaments dans l'environnement : comment le risque des résidus médicamenteux se traduit en mode de gouvernement, en normes sociales, professionnelles ou organisationnelles ?

Joséphine Costes, GIS Médicament dans l'environnement ----- 134

Système d'Informations sur les Produits Pharmaceutiques dans l'Environnement (SIP2E)

Audrey Courtier - Benoit Roig, Université de Nîmes ----- 135

Les produits pharmaceutiques dans l'environnement : méthodologie de diagnostic environnemental pour les établissements de soins.

Audrey Courtier - Benoit Roig, Université de Nîmes ----- 136

Risque écotoxicologique lié aux rejets d'eaux usées urbaines

Antoine Gosset, Université de Lyon ----- 137

Plateforme "Technique de traitement des micropolluants"

Julie Grelot, VSA ----- 138

Assessment and fluxes of Rare Earth Elements in the Garonne River (SW France, 2003-2017): increasing Gd anomaly?

Antoine Lerat-Hardy, Université de Bordeaux ----- 139

Analyse comparée du cadre juridique de la gestion de l'eau en Allemagne, Suisse et Suède au regard de la pollution pharmaceutique	
Marie Marchand-Pilrad, Suez -----	140
Transfert des biocides à l'échelle de l'agglomération parisienne	
Claudia Paijens, ENPC -----	141
Réduction à la source des rejets en micropolluants : outil de diagnostic et d'aide à l'élaboration d'un plan d'actions	
Julie Savignac, IRH -----	142
Réduction à la source des micropolluants : l'exemple de la polyclinique Saint-Roch	
Nelly Talazac, Veolia -----	143
SIPIBEL-RISMEAU - 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	
Elodie BreLOT, Graie et al. -----	144
DoMinEau – une structuration pour capitaliser et partager les données autour des micropolluants dans l'eau	
Elodie BreLOT et al., SIPIBEL -----	145

Jeudi 8 novembre 2019

RESUMÉS et
SUPPORTS D'INTERVENTIONS

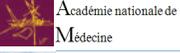
Du point de vue sanitaire, quels sont les risques ?

Yves LEVI, Professeur, Université Paris Sud



QUELS SONT LES RISQUES SANITAIRES ?

Yves Levi, Université Paris Sud, UMR 8079








Multi-exposition via les compartiments

INHALATION

Loisirs aquatiques
Hygiène corporelle
Aerosols

Dangers

Chimiques
Biologiques
Physiques

INGESTION

Boisson
Baignade
Aliments
Hygiène corporelle

CONTACTS CUTANÉS

Loisirs aquatiques
Professionnels
Hygiène corporelle

Air

Aliments

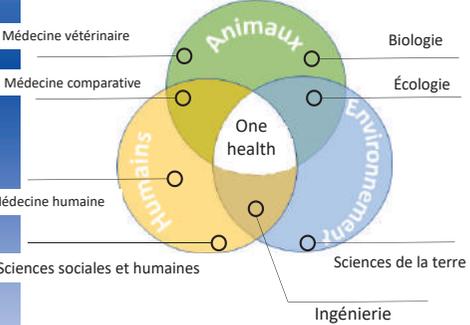
Médicaments
Cosmétiques

Quelle part de l'exposition liée à l'eau ??

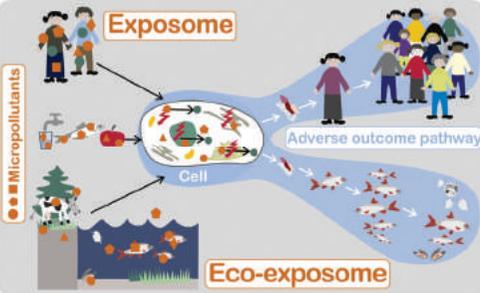
Matériaux

Deux grands concepts à intégrer aux décisions

One health-Une santé



Exposome



Escher *et al.*, 2017, Environment International, 99, 97-106





Hypothèse ? Extrapolation ?Exemple 1

Agénésie (ou hémimélie transversales) du membre supérieur : Druillat (Ain), (7 naissances entre 2009 et 2014), en Loire-Atlantique (3 naissances entre 2007 et 2008) et dans le Morbihan (4 naissances entre 2011 et 2013), à chaque fois dans un périmètre restreint.

«hypothèse la plus probable : une exposition à un tératogène commun à ces 7 mères (Ain)»

Juillet 2019



Avril 2019



11 oct 2019



Contactée, la Direction générale de la santé (DGS) affirme vouloir « améliorer la couverture de la surveillance des malformations congénitales sur le territoire français »

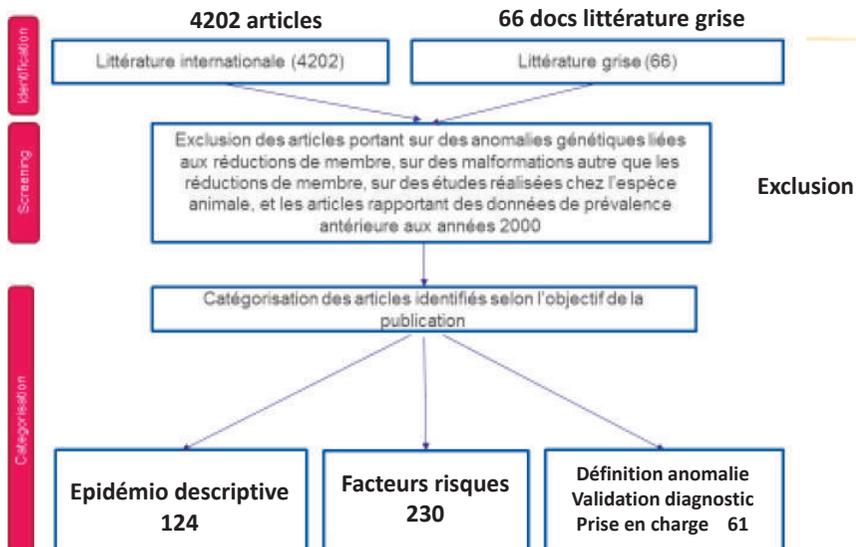


Tableau 5.5 : Première estimation du nombre d'articles issus de la recherche systématique portant sur les ATMS évoquant les facteurs de risque suggérés par les contributions citoyennes. Premier Rapport

Relativement faible incidence donc l'association « vraie » doit être assez forte (OR > 2) et l'exposition pas trop rare en population générale (de l'ordre de 20 % au moins) pour que la durée et le coût de l'étude soit raisonnable (2 ans dans ce cas pour les ATMS, 1 million d'euros par pathologie).

Si pourcentage d'exposés dans la population = 5 % et que l'OR « vrai » était de 1,5 (augmentation d'environ 50 % du risque), la mise en évidence du risque avec une probabilité de 80 % serait possible par un recrutement qui durerait **une vingtaine d'années**, ce qui n'est pas réalisable en pratique.

Malgré tout le soin qui serait apporté à la mise en place de cette étude, il est donc possible que l'étude ne débouche pas sur la mise en évidence de facteurs de risque. Cette possibilité doit être envisagée. Elle peut être liée au manque de puissance ou au fait que le facteur de risque ne figure pas dans la liste des facteurs considérés.

	antennas, antenna sites, radar waves, airport	3
Acte chirurgical	anesthesia, anesthetic, laparoscopy, pregnancy, surgery, surgical	1
Alimentation	cereal, corn, seed, sunflower, wheat	0

Legionella : Un risque connu et maîtrisé ? Exemple 2

Faits divers - Justice



L'enquête se poursuit après la mort d'un homme de légionellose à l'hôpital de Chambéry, fin septembre

Mardi 8 octobre 2019 à 19:37 - Par Anabelle Gallotti, France Bleu Pays de Savoie, France Bleu Isère, France Bleu



Cet homme de 54 ans est décédé après plusieurs jours de coma, d'une infection respiratoire, la forme la plus grave de la légionellose. Les services de l'État cherchent à savoir où cet homme a pu contracter la bactérie, dans un cadre privé ou professionnel.

Oct 2019



Santé - Sciences

Les Thermes de Saujon fermés provisoirement suite au décès d'une patiente atteinte de légionellose

Dimanche 27 octobre 2019 à 19:45 - Par Sonia Ghoiri, France Bleu La Rochelle, France Bleu

Oct 2019

Une gestion complète et éprouvée ?

Arrêté du 1er février 2010 relatif à la surveillance des légionelles dans les installations de production, de stockage et de distribution d'eau chaude sanitaire

Arrêté du 30 novembre 2005 modifiant l'arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, des locaux de travail ou des locaux recevant du public (JORF n°291 du 15/12/2005).

Instruction DGS/EA4 n° 2013-34 du 30 janvier 2013

relative au référentiel d'inspection-contrôle de la gestion des risques liés aux légionelles dans les installations d'eau des bâtiments

Circulaire N°DGS/EA4/2010/289 du 27 juillet 2010 relative à la prévention des risques infectieux et notamment de la légionellose dans les bains à remous (spas) à usage collectif et recevant du public

Circulaire DHOS/E4/DGAS/SD7A n° 2005-417 du 9 septembre 2005 relative au guide technique sur l'eau dans les établissements de santé

Circulaire DHOS/E4/E2/DGAS/2CDGS/7A n° 377 du 3 août 2004 relative aux matériels de prévention et de lutte contre les fortes chaleurs dans les établissements de santé et les établissements d'hébergement pour personnes âgées

Circulaire DGS/SD 7 A, DHOS/E 4 et DPPR/SEI n° 2003-306 du 26 juin 2003 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les tours aéroréfrigérantes des établissements de santé

Circulaire DGS n° 2002/273 du 2 mai 2002 relative à la diffusion du rapport du Conseil Supérieur d'hygiène publique de France relatif à la gestion du risque lié aux légionelles

Circulaire DGS/SD7A-DHOS/E4-DGAS/SD2 n° 2005-493 du 28 octobre 2005 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements sociaux et médico-sociaux d'hébergement pour personnes âgées

Circulaire DGS/SD7A/SD5C-DHOS/E4 n° 2002/243 du 22 avril 2002 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements de santé

Guide du Haut conseil de santé publique (HCSP) pour l'investigation et l'aide (...)

Guide pratique du CSTB relatif aux procédés de traitement des eaux à l'intérieur des bâtiments individuels ou collectifs.

Guide « l'eau dans les établissements de santé » - DGS-DGOS - 2005 :

Guide de l'eau dans les établissements de santé

Guides « Réseau d'eau destinée à la consommation humaine à l'intérieur des bâtiments » - DGS/CSTB/ASTEE- 2004-2005.

Guide sur la maîtrise du risque de développement des légionelles dans les réseaux d'eau chaude sanitaire - DGS-CSTB - 2012 :

Arrêté du 22 octobre 2013 relatif aux analyses de contrôle sanitaire et de surveillance des eaux conditionnées et des eaux minérales naturelles utilisées à des fins thérapeutiques dans un établissement thermal ou distribuées en buvette publique.

Arrêté du 19 juin 2000 modifiant l'arrêté du 14 octobre 1937 modifié relatif au contrôle des sources d'eaux minérales.

Circulaire DGS/VS 4 n°2000-336 du 19 juin 2000 relative à la gestion du risque microbien lié à l'eau minérale dans les établissements thermaux

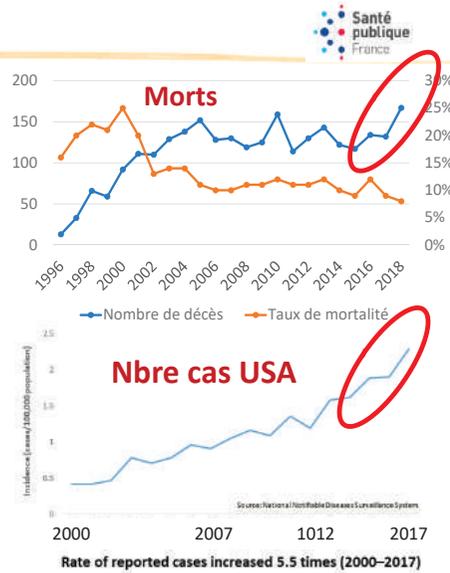
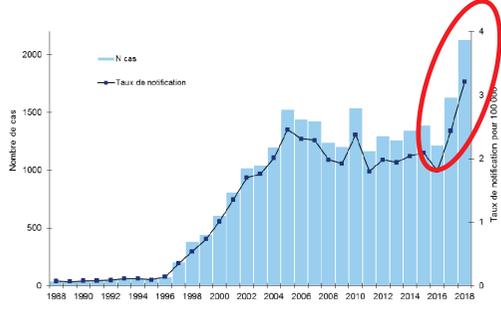
Articles L. 1335-3, L. 1335-4, L. 1335-5 et L. 1337-10 du code de la santé publique ;

Décret du 27 avril 2017 relatif à la prévention des risques liés aux systèmes collectifs de brumisation d'eau (Articles R. 1335-15 à 23 du CSP) ;

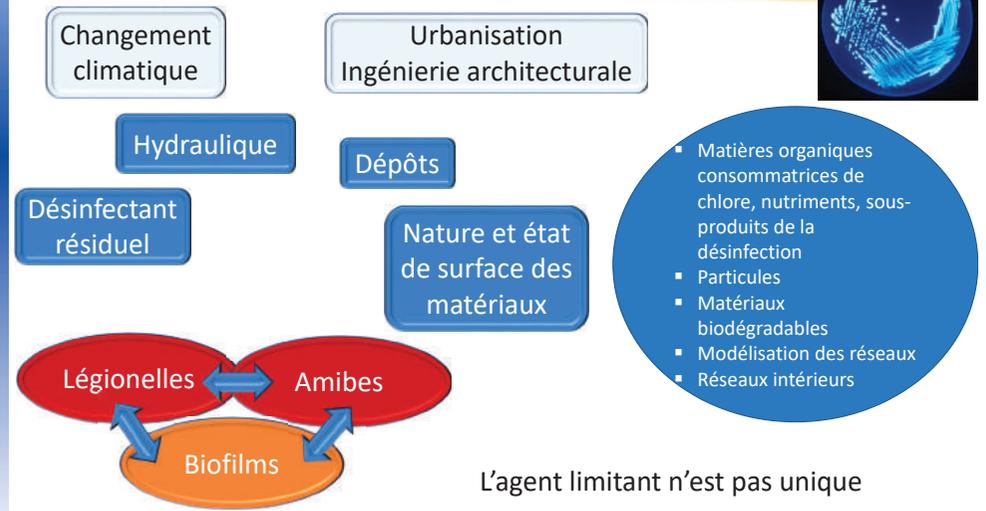
Arrêté du 7 août 2017 relatif aux règles techniques et procédurales visant à la sécurité sanitaire des systèmes collectifs de brumisation d'eau, pris en application des dispositions de l'article R. 1335-20 du code de la santé publique.

Une évolution inquiétante

Nbre cas, Taux incidence /100 000 (France 1988-2018)



Une écologie microbienne qui profite de nos développements



Une complexité extrême et des risques majeursExemple 3



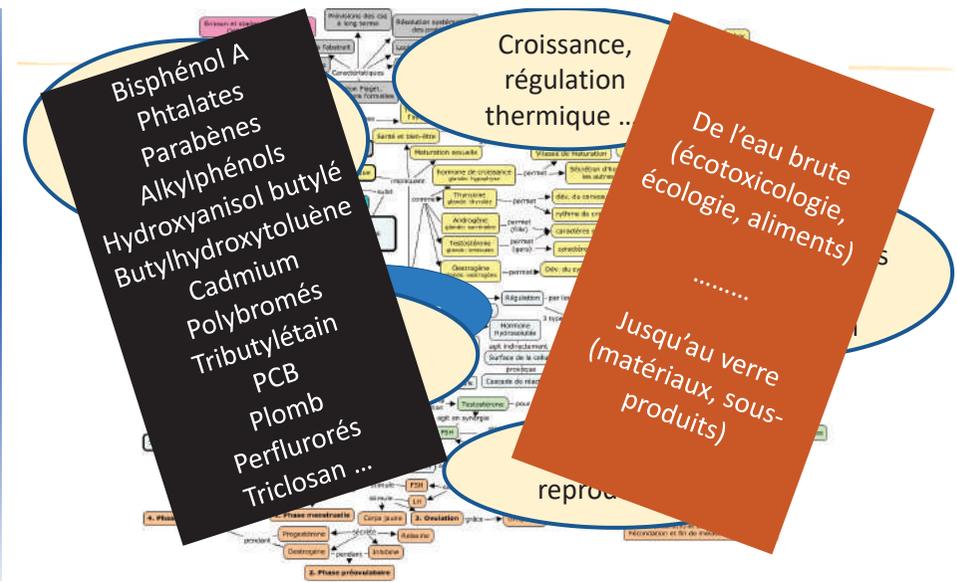
Deuxième Stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens

2019-2022



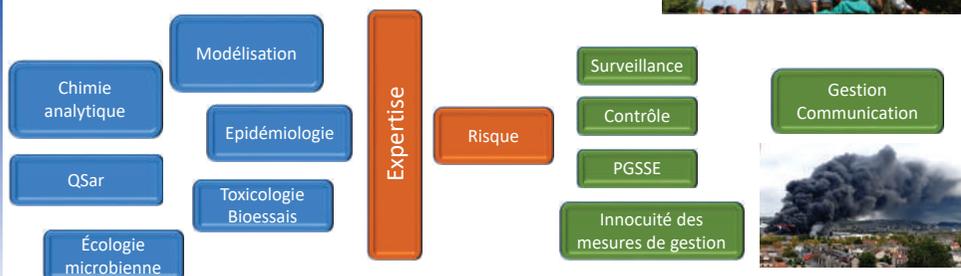
- Former et informer**, pour que chacun puisse agir en connaissance de cause.
 - 2020, une liste de PE sera publiée
 - Une campagne d'information grand public sera lancée
 - Site internet « Agir pour bébé » donnant des conseils pratiques.
 - Professionnels formés aux bonnes pratiques pour limiter l'exposition
- Protéger l'environnement et les populations** : agir sur les écosystèmes, c'est aussi agir sur notre santé.
 - Réviser les règlements européens qui s'appliquent aux objets du quotidien
 - Données de contamination environnementale centralisées sur data.gouv.fr
- Améliorer les connaissances en accélérant la recherche**, notamment sur les impacts des perturbateurs endocriniens sur la santé.
 - Appel à projets de recherche AFB ;

Stratégie qui s'intègre dans le dispositif « Mon environnement, ma santé » du Plan national Santé Environnement qui doit démarrer en 2020 et dont l'élaboration est en cours.



La liste est longue, les acteurs nombreux, les moyens insuffisants

- Sous-produits de la désinfection
- Utilisation des eaux usées plus ou moins traitées
- Métabolites de pesticides (eau 10 %)
- Perchlorates
- Chlorure de vinyle monomère
- Virus
- ...



Recherche publique et privée

Agences sanitaires indépendantes et irréprochables Avec des experts idem

Agences sanitaires internationales



Anticiper les risques avant réalisation ou politiques publiques

Éduquer et former décideurs et citoyens

Réduire les influences des lobbys

Réponse attendue : évaluation quantitative des risques

Pour l'environnement
Pour les structures



Pour la santé publique

Et pourtant :

- Incapables de gérer nitrates et pesticides
- Capteurs ?
- Matériaux nouveaux ?
- Désinfectant nouveau ?



Recherche publique (Universités, INSERM, CNRS ...)

Conclusion

- Des ressources largement contaminées et des systèmes urbains démesurés
- Très grands progrès en analyses chimiques et biologiques : dangers et effets
- Évolution du cycle des usages de l'eau
- Connaître la part de l'eau dans les expositions
- Mesurer les effets liés aux mélanges réels : un centre de compétence doté des moyens
- Évaluer les risques pour la population la plus sensible
- Un beau potentiel de compétences, d'expertise et de technologies de gestion en France
- Expertise collective indépendante + recherche + moyens
- Rétablir/renforcer la confiance dans l'expertise en santé environnementale
- Mieux former les professionnels à la santé environnementale
- **Renforcer significativement** la recherche pluridisciplinaire permettant **l'évaluation des risques en santé environnementale au service de la santé publique**
- **Une réussite lorsque les liens sont solides entre collectivités locales et les acteurs de la recherche**



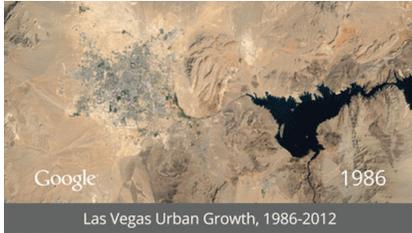
Merci de votre attention



Pressions sur la ressource

Pressions globales
Changement climatique (CO₂, Température)
Pollution chimique
 (Trop ou trop peu, irrigation, migrations espèces à risques ...)

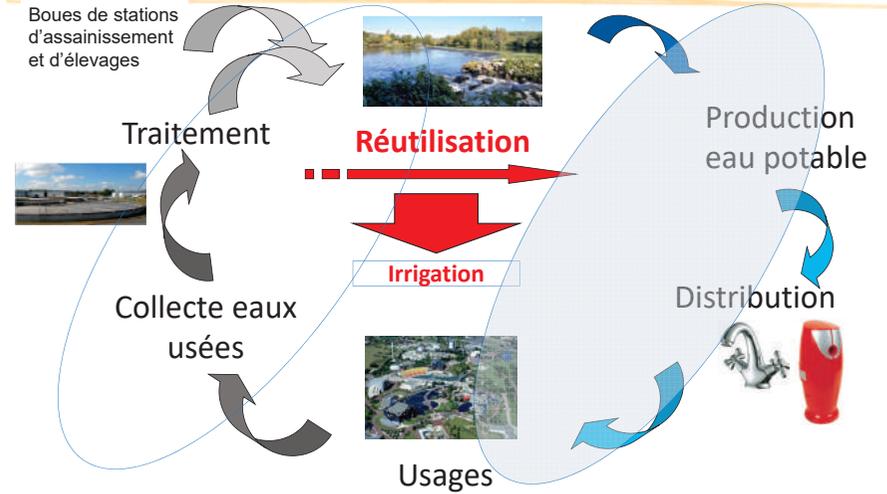
Démographie, urbanisation
 (Développements économiques, consommation, agriculture intensive, déchets, usages intensifs ...)



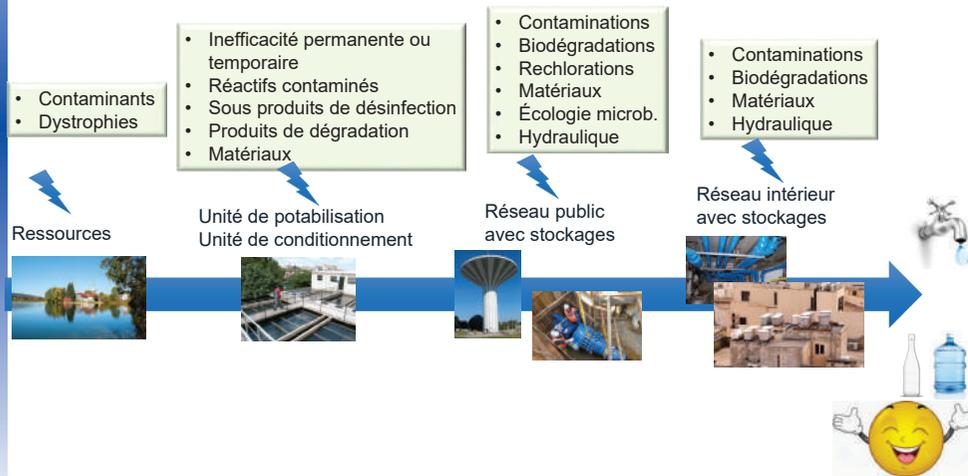
Usages inconsidérés
 (Eaux souterraines profondes, Las Vegas, déplacements masses d'eaux, utilisation des eaux usées mal traitées...)

Ressources dégradées
 (L'eau = réceptacle final de nos pollutions, manque d'assainissement, eutrophisations, barrages)

Évolution du cycle des usages de l'eau



Gérer le réacteur de la ressource au robinet / bouteille



L'observatoire SIPIBEL : une approche territoriale innovante et pluridisciplinaire : historique, dynamique de projet, jeux d'acteurs, principaux résultats et messages, applications pratiques

Jean-François CICLET, Président du Syndicat des Rocailles et de Bellecombe

Jean-Luc BERTRAND-KRAJEWSKI, Professeur, INSA Lyon

RÉSUMÉ

Le suivi de l'observatoire SIPIBEL a permis, d'une part, de mettre en évidence les spécificités de l'effluent hospitalier et, d'autre part, de caractériser la traitabilité et les impacts des deux types d'effluents sur le milieu.

Les conclusions de ce suivi et de l'expérimentation d'injection d'effluent urbain dans la filière hospitalière ont conduit le Syndicat des eaux des Rocailles et de Bellecombe, appuyé par le consortium scientifique, à solliciter une modification de l'arrêté préfectoral afin de revenir à une situation classique de traitement des effluents hospitalier et urbain au sein d'une filière unique. Cette autorisation a été accordée en avril 2016, suite à l'avis favorable du Conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques (CODERST).

La réalisation de campagnes de mesure en routine a permis de valider certains paramètres en tant qu'indicateurs (ex : 12 des 15 molécules de la liste des médicaments suivis, les intégrons de résistance, la batterie de bioessais sur organismes) et la non-pertinence d'autres paramètres, qui ont été retirés de la liste (ex : test d'Ames). Elle souligne également l'importance de l'association « analyses chimiques et biologiques », qui est un enrichissement considérable pour l'appréciation des risques. Enfin, elle confirme tout l'intérêt d'un observatoire, qui rend possible l'étude de la variabilité (en termes de concentrations,

flux, toxicité, etc.) et des évolutions relatives à la nature des effluents, au système d'assainissement et à l'impact des effluents sur le milieu, grâce à un suivi sur plusieurs années.

Les études et les actions de recherche développées en appui sur le site ont permis des avancées significatives concernant les potentialités de modélisation des flux de résidus de médicaments, l'efficacité des traitements complémentaires par ozonation, la compréhension du devenir des micropolluants au sein des boues d'épuration, le développement d'outils analytiques et la mise en évidence de leviers d'action pour réduire les rejets de résidus de médicaments dans l'environnement.

L'ensemble des résultats acquis confirment qu'une stratégie efficace de réduction des rejets de médicaments, détergents et biocides dans l'environnement nécessite des approches complémentaires de réduction à la source et d'optimisation du traitement, non centrées sur les seuls établissements de soin.

Au-delà de ces résultats, l'exemple de SIPIBEL démontre l'importance du rôle d'animation territoriale, qui a permis de mobiliser les acteurs de l'eau et de la santé, français et suisses, et de poursuivre cette dynamique avec l'engagement volontaire de tous, au travers notamment de l'étude MediATeS.



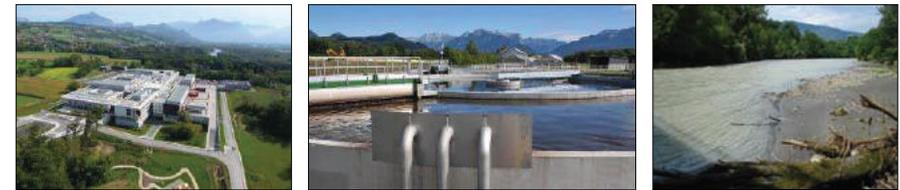
L'OBSERVATOIRE SIPIBEL : UNE APPROCHE TERRITORIALE INNOVANTE ET PLURIDISCIPLINAIRE

Jean-François CICLET, Syndicat des Rocailles et de Bellecombe

Jean-Luc BERTRAND-KRAJEWSKI, INSA Lyon



EFFLUENTS HOSPITALIERS ET STATIONS D'EPURATION URBAINES



CO-AUTEURS

	Rayan BOUCHALI		Agnès BOUCHEZ
	Elodie BRELOT		Claire BRIVET
	Christophe DAGOT		Pascal DI MAJO
	Adriana GONZALEZ-OSPINA		Jérôme LABANOWSKI
	Yves LÉVI		Anne-Claire MAURICE
	Luc PATOIS		Yves PERRODIN
	Claire TILLON		Laure WIEST



Acteurs du territoire



Scientifiques



Entreprises



Partenaires institutionnels



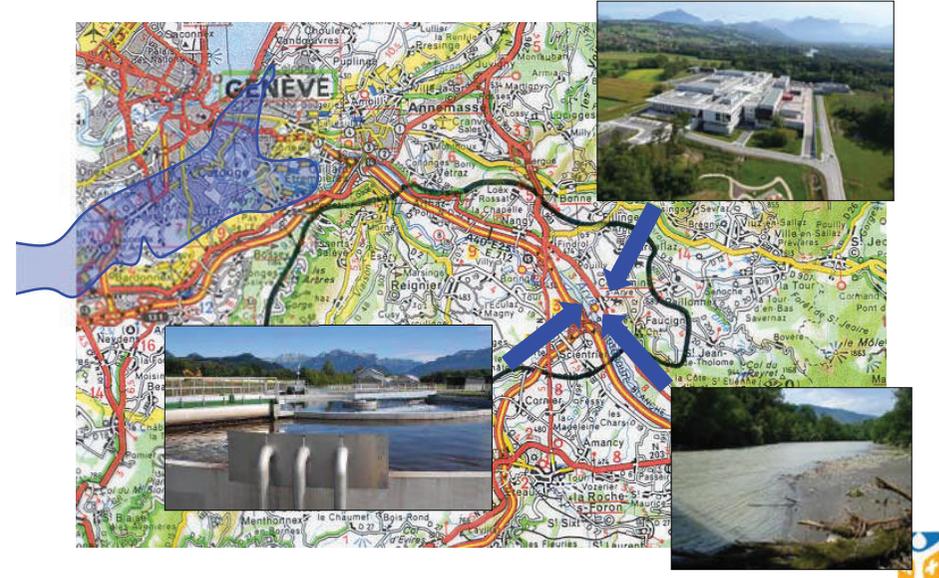
Coordination - animation



OÙ ?



POURQUOI ?



COMMENT TOUT A COMMENCE...

- **Arrêté préfectoral 7 mai 2009**
 - files eau et boues séparées urbain et hôpital
 - suivi effluents hôpital sur 3 ans minima avant décision
- **Questions clés**
 - teneurs des EUH en médicaments, détergents, biocides ?
 - conséquences sur épandage agricole des boues ?
 - file de traitement spéciale hôpital ?
- **STEU Bellecombe**
 - 1 file EU urbaines : 26000 EH
 - 1 file EU hôpital : 5400 EH pour 450 lits

07/11 à 11h25

COMMENT TOUT A COMMENCE...

- **Elus + techniciens SRB ► GRAIE**
- **Co-construction de l'observatoire**
 - avec CHAL, SM3A
 - avec scientifiques / chercheurs
 - soutien Agence Eau RMC, ARS, ministères Santé et Environnement, Onema / AFB, CG 74

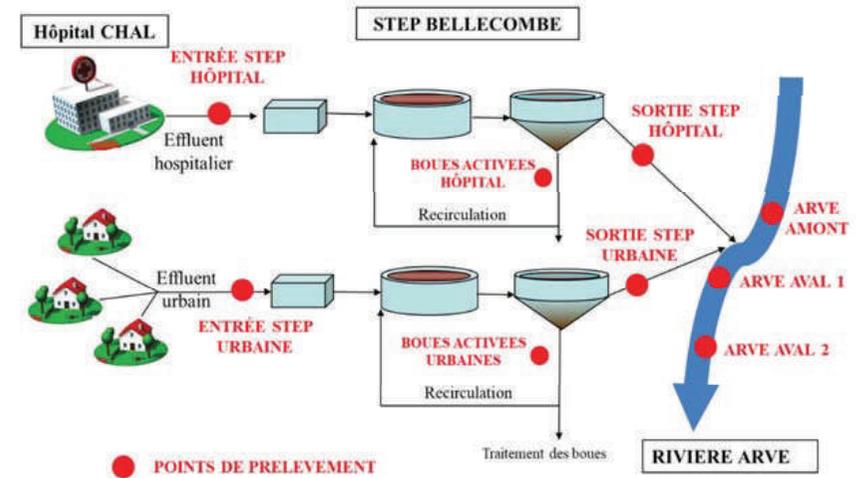


COMMENT TOUT A COMMENCE...

- Mars 2010 : création observatoire pluridisciplinaire
- 2011-2012 : 3 campagnes « état zéro »
- Février 2012
 - ouverture CHAL
 - fonctionnement standard observatoire SIPIBEL
 - questions scientifiques & questions opérationnelles



OBSERVATOIRE SIPIBEL



- 1 campagne/mois STEU
- 3 campagnes/an STEU + Arve

CAMPAGNES DE MESURE

- Polluants classiques (C, N, P...) + métaux
- Détergents & biocides
- 13 médicaments
 - dissous & particulaire, matrices eaux & boues
 - métabolites SMX et DCF



Source : <http://ici.radio-canada.ca/nouvelle/721487/investissement-argent-inspection-pharmacie-abus-drogue-medicament-rona-ambrose>



MOLECULES SUIVIES

- **Antidouleurs & anti-inflammatoires** : acide salicylique, paracétamol, diclofénac, ibuprofène, kétoprofène
- **Antibiotiques** : ciprofloxacine, sulfaméthoxazole, vancomycine
- **Betabloquants** : aténolol, propranolol
- **Antifongique** : éconazole
- **Estrogène** : éthynilestradiol
- **Antiépileptique** : carbamazépine



Peter-Hermes-Furjan (c)



CAMPAGNES DE MESURE

- Polluants classiques (C, N, P...) + métaux
- Détergents & biocides
- 13 médicaments
 - dissous & particulaire,
 - métabolites SMX et DCF
- Biologie
(écotoxicologie, perturbation endocrinienne, antibiorésistance...)
- Plus de 100 paramètres



QUATRE AXES DE RECHERCHE

- Axe 1 : Connaissance et modélisation des flux urbains et hospitaliers
- Axe 2 : Procédés de traitement des micropolluants en station de traitement des eaux usées
- Axe 3 : Risques écotoxicologiques, écologiques et sanitaires
- Axe 4 : Sociologie et changements de pratiques



Peter Hermes Furian (c)

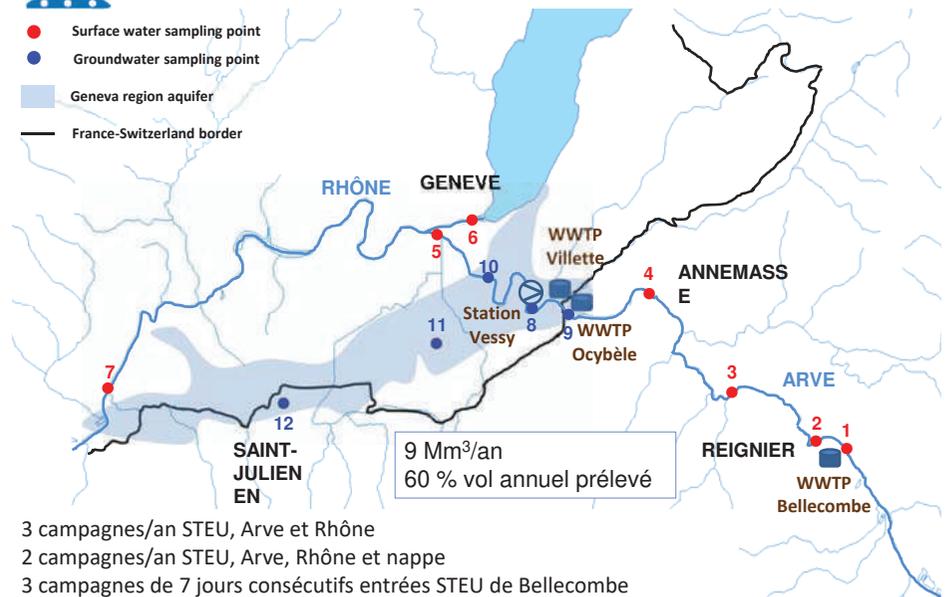


OBSERVATOIRE SIIBEL

- Février 2012 :
 - ouverture CHAL
 - fonctionnement standard observatoire SIIBEL
 - questions scientifiques & questions opérationnelles
- 2013 : projet franco-suisse Interreg IRMISE
 - extension vers Arve aval + nappe du Genevois



OBSERVATOIRE SIIBEL-IRMISE



OBSERVATOIRE SIPIBEL

- **Février 2012 :**
 - ouverture CHAL
 - fonctionnement standard observatoire SIPIBEL
 - questions scientifiques & questions opérationnelles
- **2013 : projet franco-suisse IRMISE**
 - extension vers Arve aval + nappe du Genevois
- **2018 :**
fin des campagnes de mesure



RESULTATS ET BASE DE DONNEES

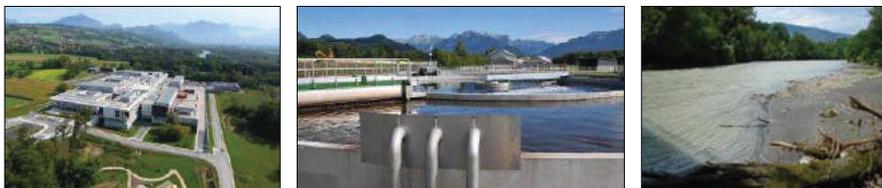
- **Près de 60 000 données bancarisées**
- **4 thèses, plus de 130 articles scientifiques et techniques en français et en anglais**
- **2 conférences de restitution**



Crédits photo : <https://fr.dreamstime.com>

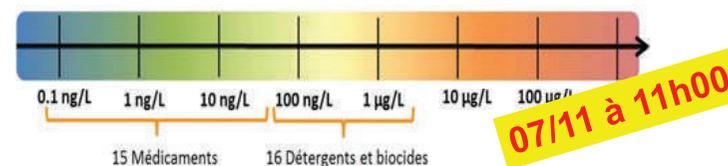


QUELQUES EXEMPLES DE RESULTATS



NOUVELLES METHODES ANALYTIQUES

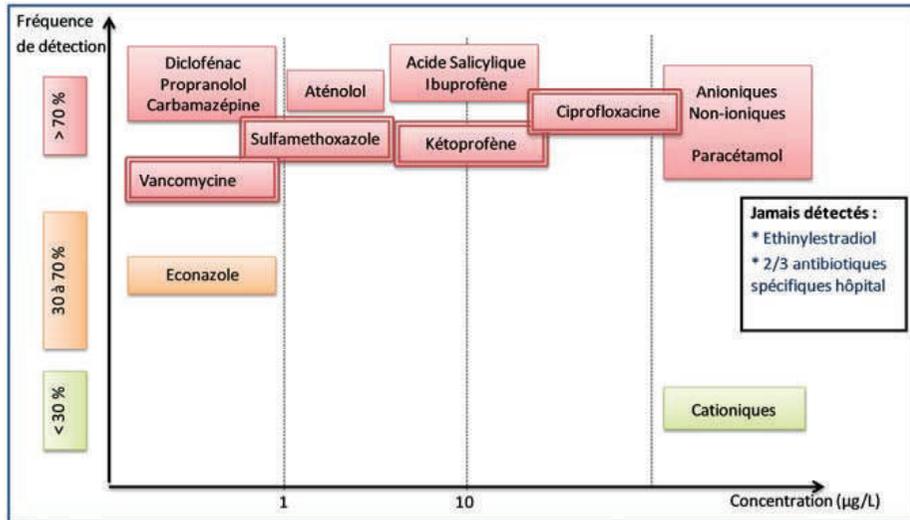
- **Fractions dissoutes et particulaires**
- **Matrices eaux usées, eaux de nappe, eaux de rivière, boues liquides, boues sèches...**
- **Métabolites**



LQ des médicaments, détergents et biocides dans les eaux usées

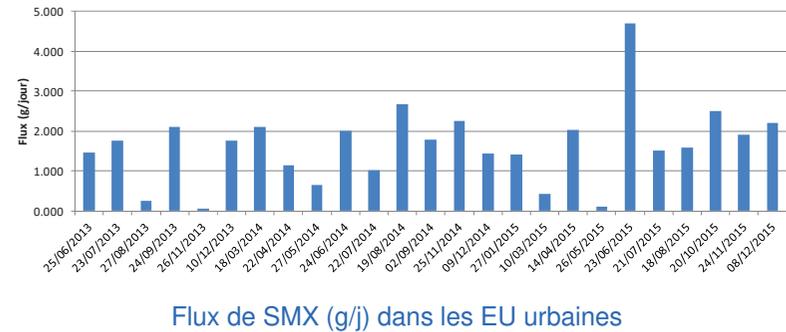


EAUX USEES HOPITAL

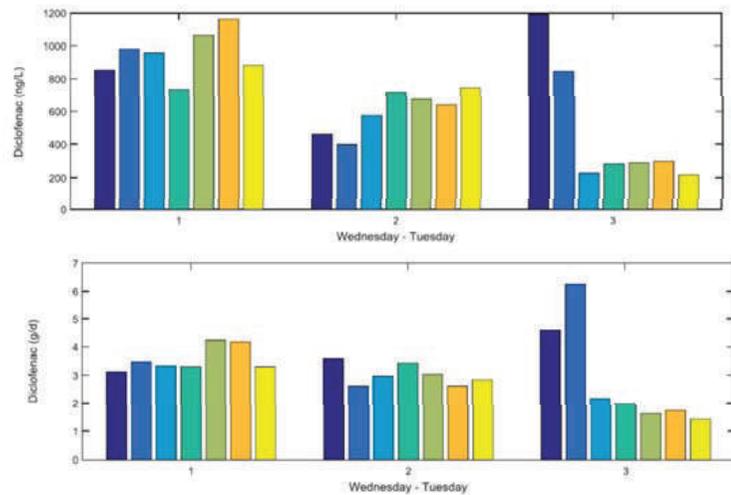


VARIABILITE CONCENTRATIONS & FLUX

○ Suivi de long terme indispensable

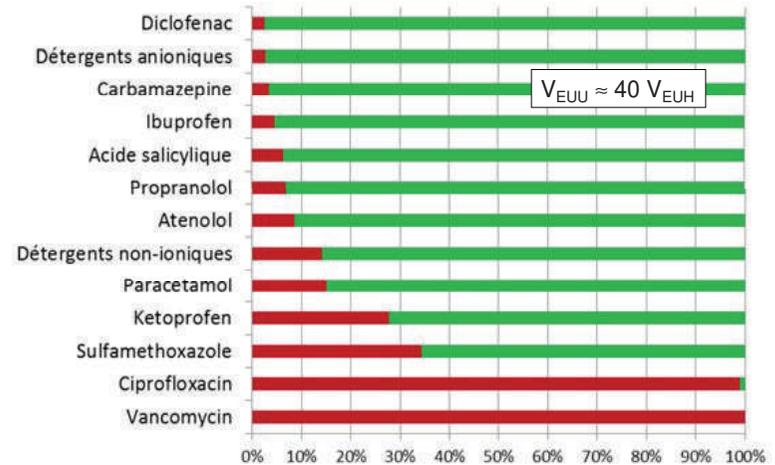


VARIABILITE CONCENTRATIONS & FLUX



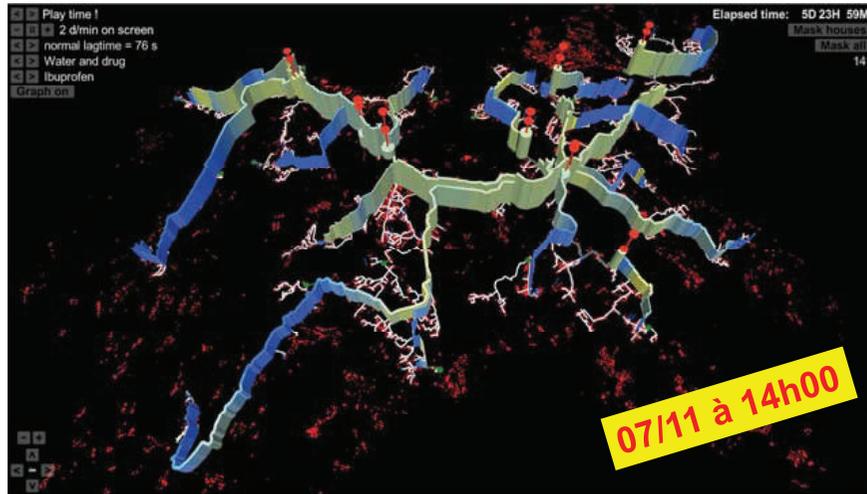
Concentrations (ng/L) et flux (g/j) de DCF dans les EU urbaines

FLUX URBAINS > FLUX HOPITAL



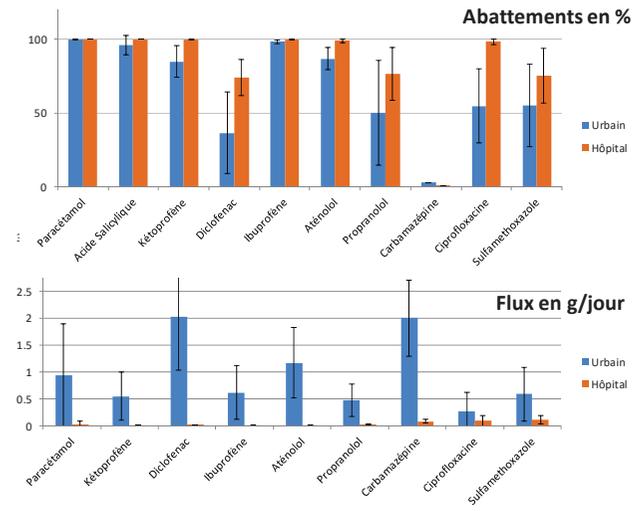
Fractions hospitalières (rouge) et urbaines (vert) des flux journaliers moyens arrivant à la STEU

MODELISATION & PROCESSUS EN RESEAU



EFFICACITE STEU

○ Décision avril 2016 : file de traitement commune



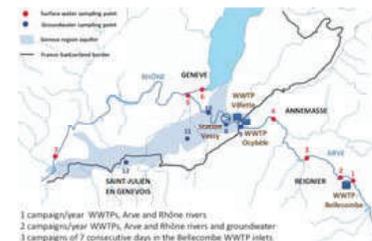
L'ARVE

	SIPIBEL			Concentrations médianes eaux de surface dans le monde	PNEC	NQE/VGE
	Arve amont	Arve aval 1	Arve aval 2			
Paracétamol	0,112	0,123	0,137	0,148	6,92	
Kétoprofène	0,003	0,007	0,003	0,097	2	
Diclofenac	0,010	0,017	0,012	0,136	0,02	0,1
Ibuprofène	0,017	0,018	0,016	0,504	0,2	
Aténolol	0,013	0,020	0,015	0,091		
Propranolol	0,003	0,005	0,003	0,019	0,05	
Carbamazépine	0,006	0,014	0,008	0,174	2	2,5
Sulfaméthoxazole	0,003	0,005	0,002	0,083	0,59	

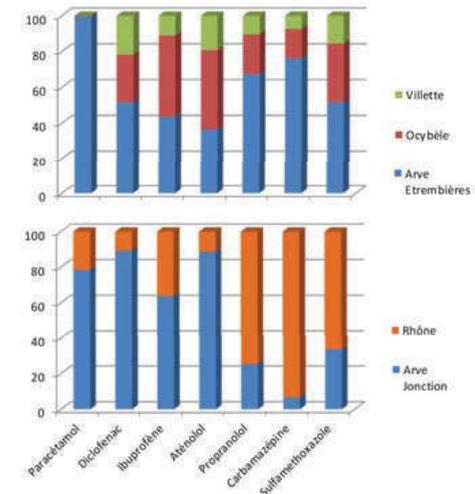
Rejet STEP Bellecombe



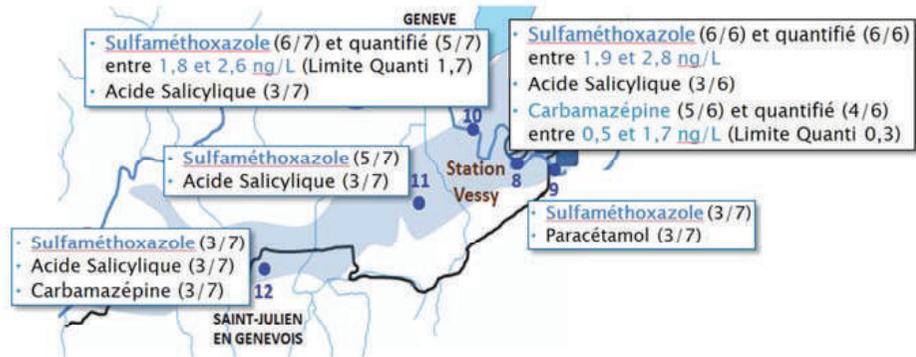
STEU ET EAUX DE SURFACE



9 campagnes



LA NAPPE DU GENEVOIS



4 détectées : SMX, PAR, SAL, CAR
1 quantifiée : SMX, << PNEC

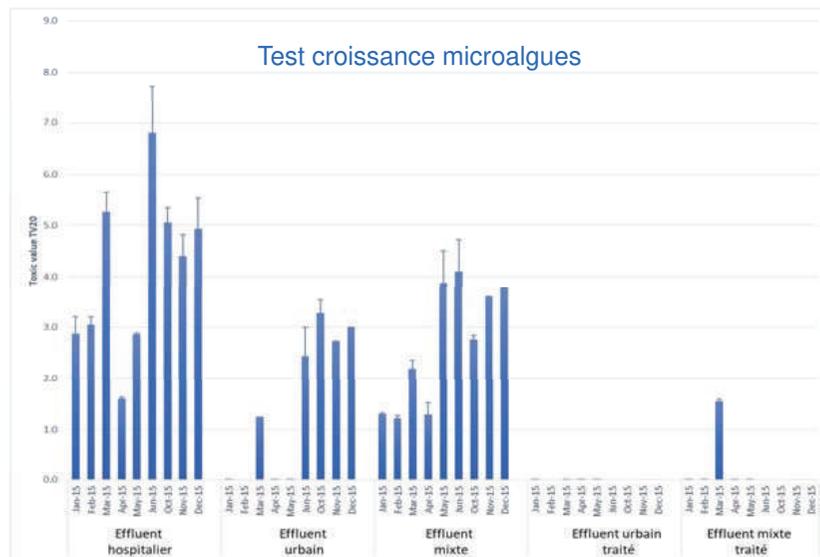


ECOTOXICITE

- Différents tests, adaptations
- 4 bioessais en routine
 - mobilité sur crustacé (Daphnia Magna)
 - croissance sur micro-algues (Pseudokirchneriella sub.)
 - reproduction sur rotifères (Brachionus calyciflorus)
 - génotoxicité (SOS chromotest)



ECOTOXICITE



ANTIBIORESISTANCE

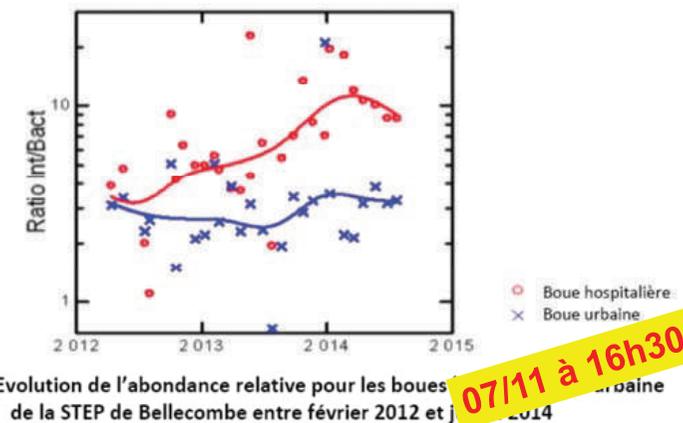


Figure 40 Evolution de l'abondance relative pour les boues hospitalières et urbaines de la STEP de Bellecombe entre février 2012 et janvier 2014

07/11 à 16h30



SOCIOLOGIE, ANTHROPOLOGIE



FORMATION / INFORMATION

- **MédiATeS** - Animation Territoriale et Sensibilisation à la question des Médicaments dans l'eau - www.medicamentsdansleau.org
- **Collaboration professionnels de la santé et de l'eau, élus et habitants du territoire**
- **Kits vidéos dessinées**
 - Mieux comprendre les phénomènes
 - Amorcer le changement des pratiques.



CONCLUSIONS

- **Observatoire original et innovant dès 2010**
- **Confiance et synergie entre acteurs opérationnels territoriaux et scientifiques pluridisciplinaires**
- **Nombreux résultats scientifiques et pratiques**
 - eaux, boues, base de données, collaborations
- **Nouveaux liens entre professionnels eau & santé**
- **Information publique et accessible www.sipibel.org**



Vidéo Mediates



Effluents hospitaliers et urbains : avancées dans la caractérisation physico-chimique des effluents

Laure WIEST - Alexandre BERGÉ - Maëva FIEU - Robert BAUDOT - Emmanuelle VULLIET,
Institut des Sciences Analytique – ISA UMR5280

RÉSUMÉ

Les projets en appui sur SIPIBEL nous ont permis de caractériser les effluents hospitaliers et urbains en substances pharmaceutiques et détergents/biocides (Wiest et al. 2018, Berge et al. 2018). Mais nous avons pu également constater des lacunes dans nos connaissances sur ces micropolluants. En ce qui concerne les substances pharmaceutiques, nous avons uniquement cherché les molécules actives parentes.

Or, entre le moment où elles sont ingérées par les patients et l'arrivée à la station d'épuration, elles subissent de nombreuses transformations d'abord à l'intérieur des êtres vivants puis également au sein des réseaux.

En ce qui concerne les détergents, généralement, les suivis ne portent que sur des indicateurs globaux : détergents anioniques, cationiques et non-ioniques, qui ne permettent pas de faire le lien avec les molécules présentes.

Grâce à la mise au point de nouvelles méthodes d'analyse (Berge et al. 2016,), nous avons réalisé un suivi dans les effluents d'un anti-inflammatoire (diclofénac) et d'un antibiotique (sulfaméthoxazole) et leurs métabolites, ainsi que de 16 molécules utilisées en tant que détergents et/ou biocides. Ces analyses révèlent la présence significative de quatre métabolites des pharmaceutiques ciblés dans les effluents.

Les concentrations en détergents/biocides sont environ 1000 fois supérieures à celles des pharmaceutiques, allant jusqu'au milligramme par litre pour les alkylbenzènes sulfonates.

Références:

Berge A, Giroud B, Wiest L, Domenjoud B, Gonzalez-Ospina A, Vulliet E (2016): Development of a multiple-class analytical method based on the use of synthetic matrices for the simultaneous determination of commonly used commercial surfactants in wastewater by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A* 1450, 64-75

Berge A, Wiest L, Baudot R, Giroud B, Vulliet E (2018): Occurrence of multi-class surfactants in urban wastewater: contribution of a healthcare facility to the pollution transported into the sewerage system. *Environmental Science and Pollution Research* 25, 9219-9229

Wiest L, Chonova T, Berge A, Baudot R, Bessueille-Barbier F, Ayouni-Derouiche L, Vulliet E (2018): Two-year survey of specific hospital wastewater treatment and its impact on pharmaceutical discharges. *Environmental Science and Pollution Research* 25, 9207-9218



EFFLUENTS HOSPITALIERS ET URBAINS : AVANCÉES DANS LA CARACTÉRISATION PHYSICO-CHI-MIQUE DES EFFLUENTS



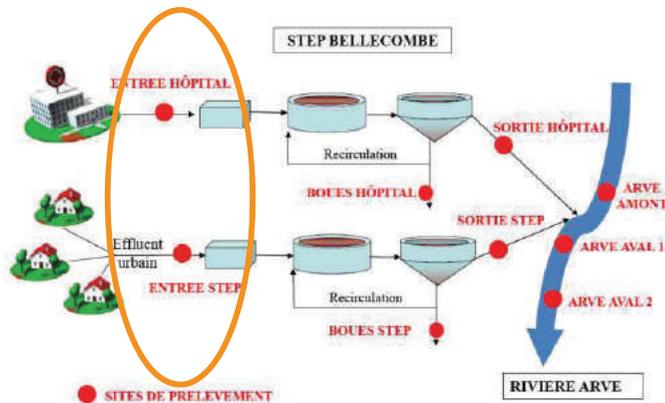
L Wiest, A Bergé, M Fieu, R Baudot, E Vulliet, Institut des Sciences Analytiques (ISA), UMR 5280



3 objectifs majeurs du projet RILACT

- Mieux connaître les sources de rejets de **médicaments, détergents et biocides** et leurs processus de métabolisation et de dégradation dans les réseaux d'assainissement urbains et hospitaliers
- Caractériser les risques sanitaires et environnementaux liés aux deux types d'effluents
- Identifier les leviers d'actions, en impliquant toute la chaîne de responsabilité d'usage

7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

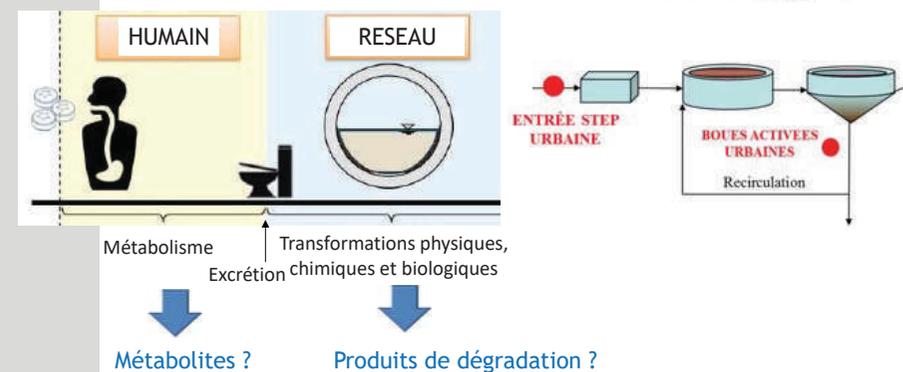


7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

SIPIBEL -> besoin de connaissances

- Substances pharmaceutiques

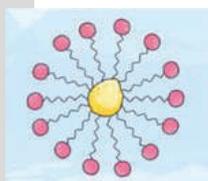
Figure adaptée de Mc Call (2016)



7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

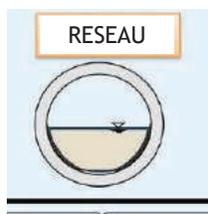


• Détergents/biocides



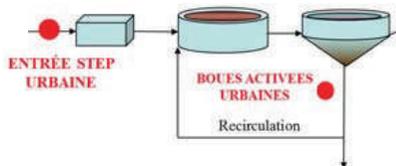
Cationiques
Anioniques
Non-ioniques

Quelles molécules ?



Transformations physiques,
chimiques et biologiques

Partition dissous/particulaire?



Substances pharmaceutiques

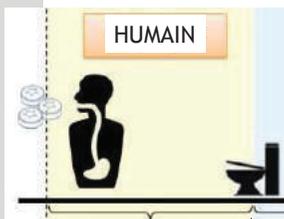


Pharmaceutiques

RILACT



■ Pourcentages d'excrétion en tant que molécules parentes



Diclofénac	15%
Carbamazépine	3%
Ibuprofen	15%
Paracetamol	5%
Sulfaméthoxazole	30%
Ciprofloxacine	76%

(Daouk, 2016)



Pharmaceutiques

RILACT



Anti-inflammatoire	
Diclofénac	15%
Carbamazépine	3%
Ibuprofen	15%
Paracetamol	5%
Sulfaméthoxazole	30%
Ciprofloxacine	76%

Antibiotique

- Faible taux d'excrétion inchangées
- Ubiquité
- Diclofénac dans la DCE
- Faisabilité analytique



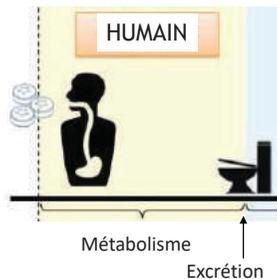
Pharmaceutiques

RILACT

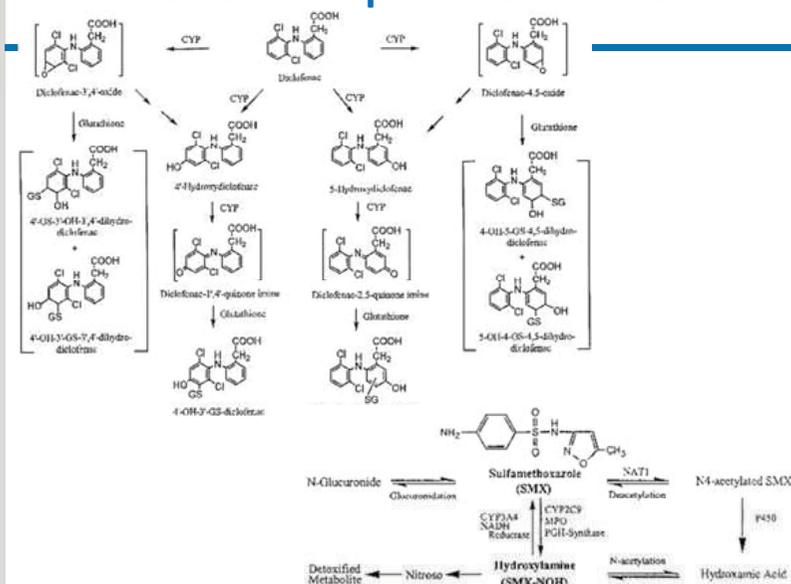


Fonctions:

- Hydrophobes
- Hydrophiles



Pharmaceutiques et métabolites



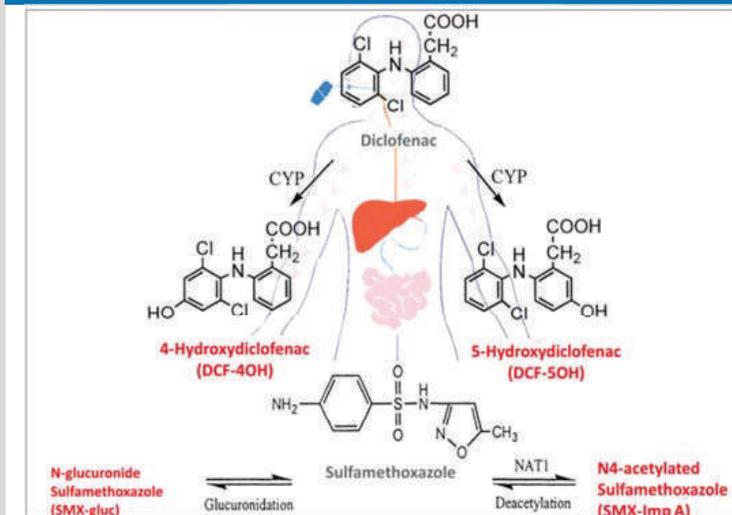
Pharmaceutiques et métabolites



- Liste des métabolites les plus pertinents dans la littérature
- Etalons commerciaux
- Optimisation de l'extraction et de la méthode d'analyse
- Validation de l'analyse de 9 métabolites du diclofenac et 5 du sulfaméthoxazole
- Limites de quantification entre 1 et 100 ng/L

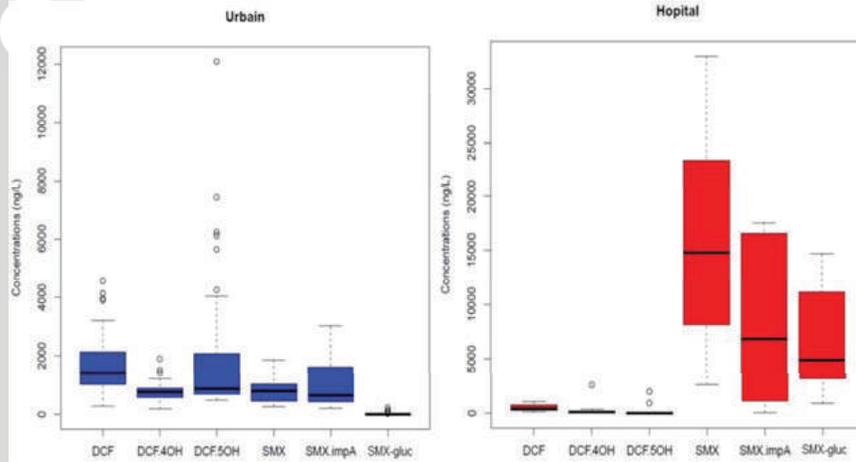


Pharmaceutiques et métabolites



Pharmaceutiques et métabolites

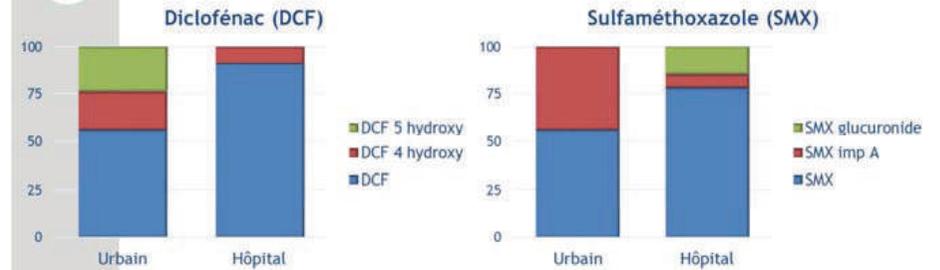
Concentrations en ng/L



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Pharmaceutiques et métabolites

Ratio en %



→ Concentrations en métabolites non négligeables

→ Différence entre urbain et hôpital

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Détergents / biocides

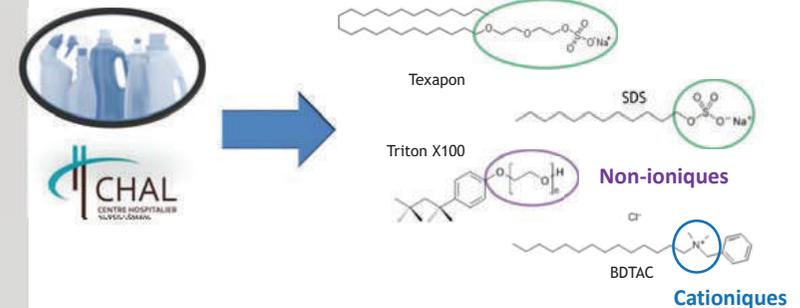


7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Détergents/biocides

RILACT

• Liste de 16 molécules



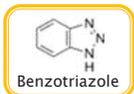
7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Molécules ciblées



TAN: Tensioactif anionique
 TAC: Tensioactif cationique
 TNI: Tensioactif non-ionique
 TAM: Tensioactif mixte



Désignation	Description	Type
BDDAC	Ammonium quaternaire	Cationique
BDTAC	Ammonium quaternaire	Cationique
Stepanquat GA 90	Ammonium quaternaire	Cationique
Lauryl pyridinium	Ammonium quaternaire	Cationique
Incromline SB	Stearamidopropyl diméthylamine	Cationique
Texapon N701 S	Sodium laureth sulfate	Anionique
LAS C ₁₀	Linear alkylbenzene sulfonate	Anionique
LAS C ₁₁		
LAS C ₁₂		
LAS C ₁₃		
Sodium 2-ethylhexyl sulfate	Sodium lauryl sulfate	Anionique
SDS	Sodium lauryl sulfate	Anionique
Cetyl betain	bétaïne	Zwitterionique
Comperlan 100	Coconut fatty acid monoethanolamide	Non-ionique
Triton X100	Alkylphénol éthoxylé	Non-ionique
Benzotriazole	-	Agent dispersif



Molécules ciblées



Bactéricide Anti-statique



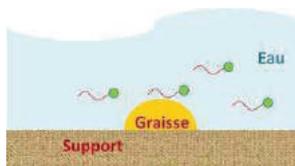
Désignation	Description	Type
BDDAC	Ammonium quaternaire	Cationique
BDTAC	Ammonium quaternaire	Cationique
Stepanquat GA 90	Ammonium quaternaire	Cationique
Lauryl pyridinium	Ammonium quaternaire	Cationique
Incromline SB	Stearamidopropyl diméthylamine	Cationique



Molécules ciblées



Détergence



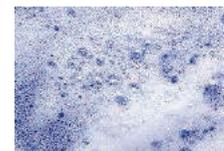
Désignation	Description	Type
Texapon N701 S	Sodium laureth sulfate	Anionique
LAS C ₁₀	Linear alkylbenzene sulfonate	Anionique
LAS C ₁₁		
LAS C ₁₂		
LAS C ₁₃		
Sodium 2-ethylhexyl sulfate	Sodium lauryl sulfate	Anionique
SDS	Sodium lauryl sulfate	Anionique



Molécules ciblées



Détergent Mouillant Anti-corrosif



Désignation	Description	Type
Cetyl betain	bétaïne	Zwitterionique
Comperlan 100	Coconut fatty acid monoethanolamide	Non-ionique
Triton X100	Alkylphénol éthoxylé	Non-ionique
Benzotriazole	-	Agent dispersif

Méthodes d'analyse et performance



Phase dissoute

- SPE
- LC-MS/MS

Limites de quantification
entre 0,1 et 5 µg/L



Phase particulaire

- QuEChERS
- LC-MS/MS

Limites de quantification
entre 0,01 et 1 µg/g

Bergé et al. (2016) Journal of Chromatography A

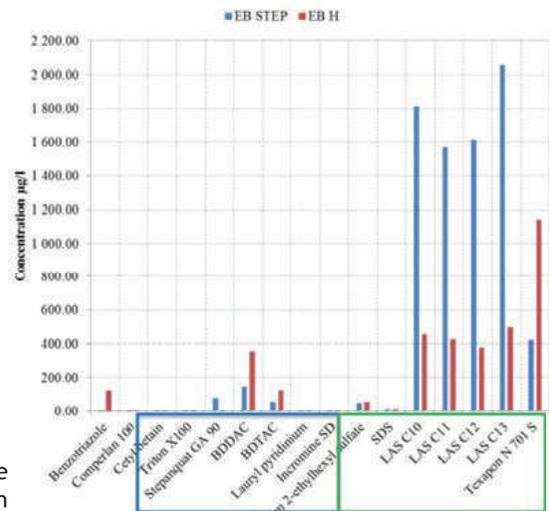
Effluents: STEP vs Hop

- Fréquence de quantification

Substance	STEP	H
Benzotriazole	14%	100%
Comperlan 100	71%	38%
Cetyl betain	86%	75%
Triton X100	86%	100%
Stepanquat GA 90	100%	50%
BDDAC	100%	100%
BDTAC	100%	100%
Lauryl pyridinium	71%	88%
Incromine SD	100%	88%
Sodium 2-ethylhexyl sulfate	100%	88%
SDS	100%	75%
LAS C ₁₀	100%	100%
LAS C ₁₁	100%	100%
LAS C ₁₂	100%	100%
LAS C ₁₃	100%	100%
Texapon N 701 S	100%	100%

Effluents: STEP vs Hop

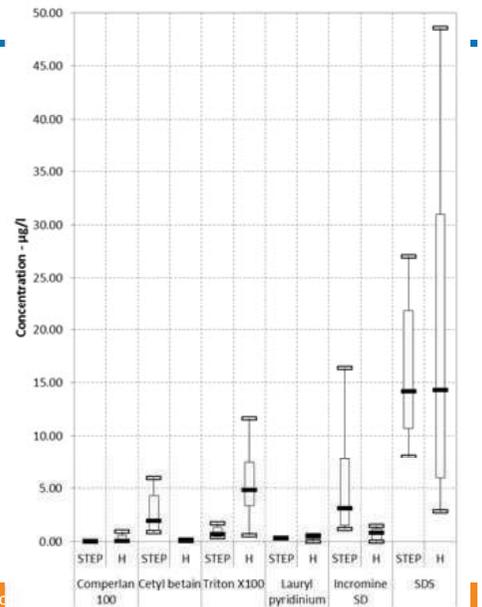
- Concentrations totales en µg/L



Bergé et al. (2017)
Environmental Science and Pollution Research

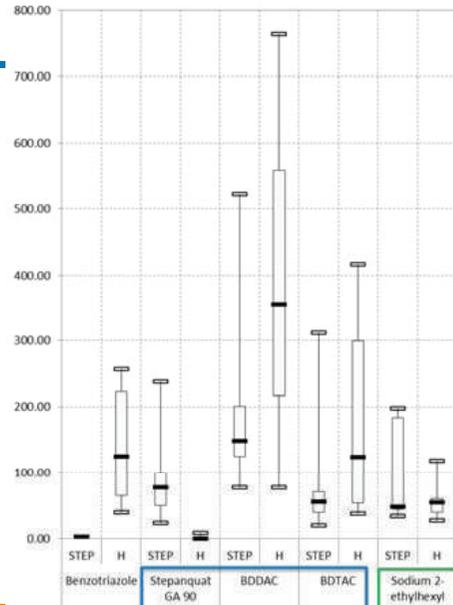
Effluents: STEP vs Hop

- Concentrations < 50 µg/L



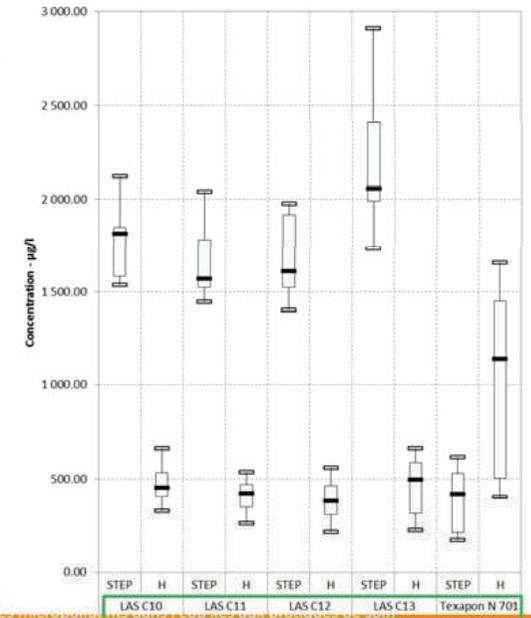
Effluents: STEP vs Hop

- Concentrations entre 50 µg/L et 800 µg/L



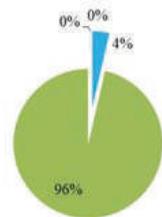
Effluents: STEP vs Hop

- Concentrations > 800 µg/L

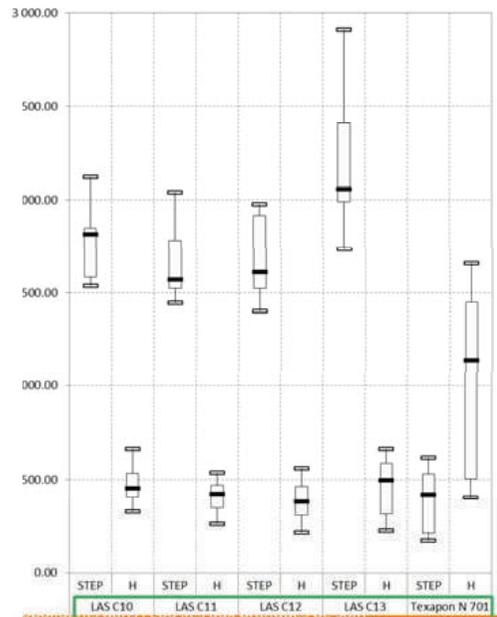
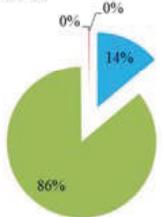


Effluents: STEP vs Hop

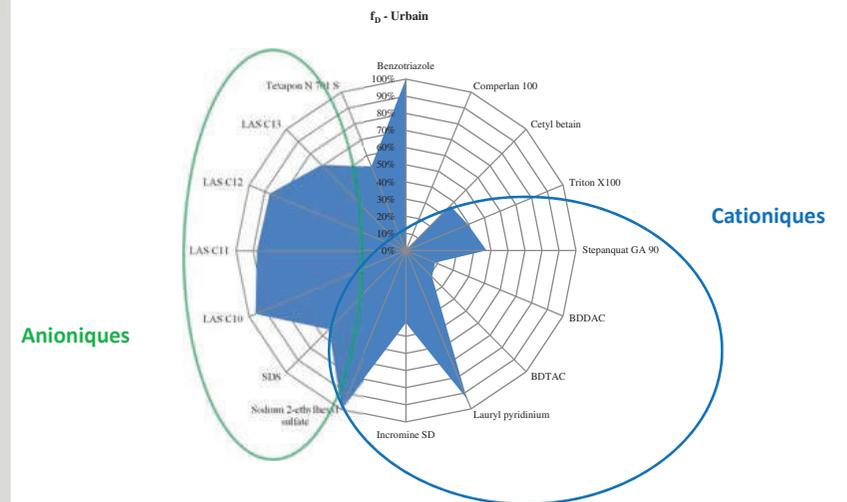
EB STEP



EB H



Partition dissous/particulaire



Eaux traitées – abattement

Substance	STEP	H
Benzotriazole	18%	75%
Comperlan 100	7%	> 99%
Cetyl betain	99%	94%
Triton X100	-58%	17%
Stepanquat GA 90	91%	73%
BDDAC	> 99%	> 99%
BDTAC	> 99%	> 99%
Lauryl pyridinium	7%	8%
Incromine SD	88%	81%
Sodium 2-ethylhexyl sulfate	99%	97%
SDS	98%	97%
LAS C ₁₀	99%	98%
LAS C ₁₁	> 99%	99%
LAS C ₁₂	> 99%	99%
LAS C ₁₃	> 99%	> 99%
Texapon N 701 S	99%	98%
Moyenne	72%	84%

Légende - Efficacité
< 0%
0 à 20%
20 à 40%
40 à 60%
60 à 80%
80 à 100%

Abattements
calculés sur les
concentrations

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Eaux traitées – abattement

Substance	STEP	H
Benzotriazole	18%	75%
Comperlan 100	7%	> 99%
Cetyl betain	99%	94%
Triton X100	-58%	17%
Stepanquat GA 90	91%	73%
BDDAC	> 99%	> 99%
BDTAC	> 99%	> 99%
Lauryl pyridinium	7%	8%
Incromine SD	88%	81%
Sodium 2-ethylhexyl sulfate	99%	97%
SDS	98%	97%
LAS C ₁₀	99%	98%
LAS C ₁₁	> 99%	99%
LAS C ₁₂	> 99%	99%
LAS C ₁₃	> 99%	> 99%
Texapon N 701 S	99%	98%
Moyenne	72%	84%

-> Adsorption
sur les boues ?

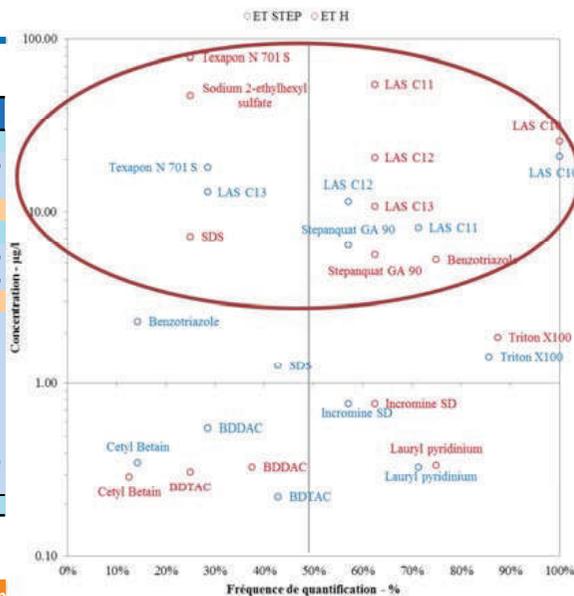
Légende - Efficacité
< 0%
0 à 20%
20 à 40%
40 à 60%
60 à 80%
80 à 100%

Abattements
calculés sur les
concentrations

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Eaux traitées

Substance	STEP	H
Benzotriazole	18%	75%
Comperlan 100	7%	> 99%
Cetyl betain	99%	94%
Triton X100	-58%	17%
Stepanquat GA 90	91%	73%
BDDAC	> 99%	> 99%
BDTAC	> 99%	> 99%
Lauryl pyridinium	7%	8%
Incromine SD	88%	81%
Sodium 2-ethylhexyl sulfate	99%	97%
SDS	98%	97%
LAS C ₁₀	99%	98%
LAS C ₁₁	> 99%	99%
LAS C ₁₂	> 99%	99%
LAS C ₁₃	> 99%	> 99%
Texapon N 701 S	99%	98%
Moyenne	72%	84%



7^e Conférence Eau et Santé

Conclusions

- Substances pharmaceutiques 
- Concentrations en métabolites de diclofénac et sulfaméthoxazole non négligeables
- Nécessité de ne plus étudier uniquement la molécule parente

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Conclusions

- Détergents/biocides
 - Concentrations très élevées en LAS, de l'ordre du mg/L, surtout en urbain
 - Présence d'ammoniums quaternaires dans l'effluent hospitalier
 - Importance de la fraction particulaire



Remerciements



Effluents hospitaliers en station d'épuration : de l'arrêté préfectoral à la convention de déversement

Luc PATOIS, Syndicat des eaux des Rocailles et de Bellecombe



EFFLUENTS HOSPITALIERS EN STATION D'ÉPURATION : DE L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL À LA CONVENTION DE DÉVERSEMENT



Luc PATOIS,
Syndicat des eaux des Rocailles et de Bellecombe



Le Syndicat des eaux des Rocailles et de Bellecombe

- Assainissement et alimentation en eau potable
- 30 communes - 50 000 habitants
- 600 km de réseaux d'assainissement
- 8 stations d'épuration dont STEP de Bellecombe (futur 75000EH)
- Un rejet dans l'Arve, rivière qui alimente une partie des ressources en eau destinée à la consommation humaine du Genevois



7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Rapide historique

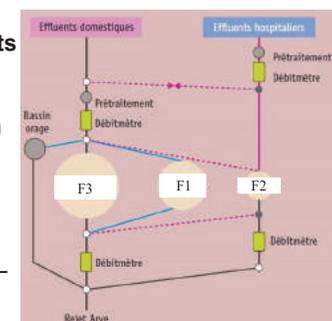
- En 2007, projet d'extension de la station d'épuration de Bellecombe, à 32 000 EH
- Projet de création du nouveau Centre Hospitalier Alpes Léman de 445 lits – à 600 m de la step



7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Arrêté préfectoral de 2009

- Deux obligations réglementaires :
 - Une collecte et un traitement spécifiques des eaux usées provenant de l'hôpital (pour une durée minimale de 3 ans)
 - Une étude de caractérisation des effluents de l'hôpital
- Filière 2 d'une capacité de 5 400 EH => **entièrement dédiée aux effluents hospitaliers pendant 3 ans**
- La volonté de mettre à disposition un site d'expérimentation
- Première réunion en mars 2010, réunissant les membres fondateurs et partenaires du futur projet SIPIBEL



7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Investissements spécifiques



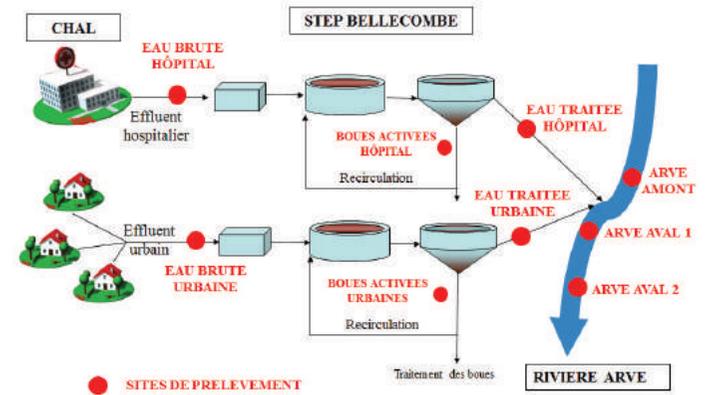
Raccordement séparatif Prétraitement (convention de mandat)



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Evolution des traitements et des mélanges

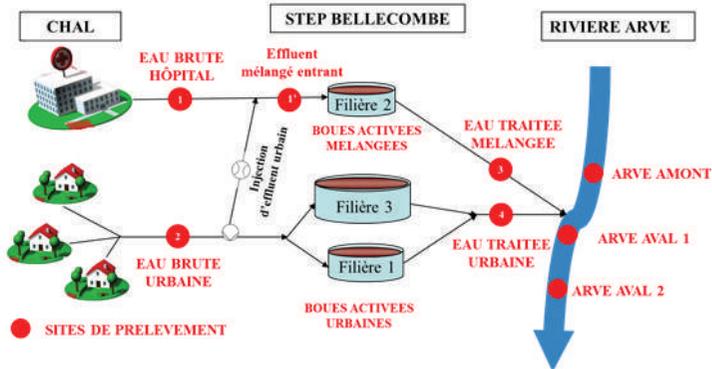


Configuration de l'Observatoire SIPIBEL entre février 2012 et septembre 2014

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Evolution des traitements et des mélanges

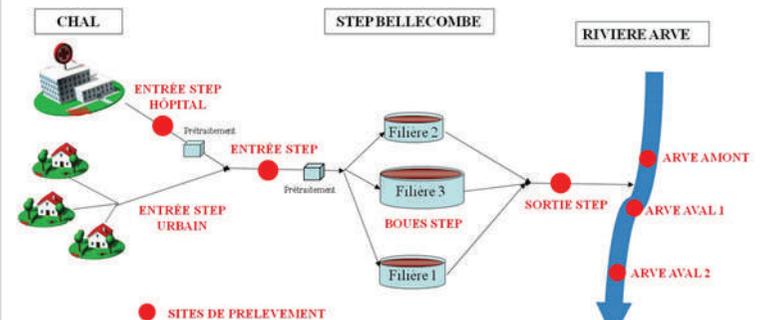


Configuration de l'Observatoire SIPIBEL entre septembre 2014 et avril 2016

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Evolution des traitements et des mélanges



Configuration de l'Observatoire SIPIBEL après mai 2016

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Le CHAL - Centre Hospitalier Alpes Léman



- Sur la commune de Contamine sur Arve
- Livraison fin Juillet 2011, ouverture au public en février 2012
- Un bâtiment Hospitalier de 445 lits et places,
 - ➔ Agrandissement en cours
- Un bâtiment Crèche (30 places) / Résidence (37 logements)
- Un bâtiment « pôle Energie »
- 1300 patients chaque jour / 1800 professionnels CHAL
- Volumes d'eaux usées brutes : **44 000 m³/an (120 m³/jour)**



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Le CHAL - ses activités



- Médecine / Chirurgie / Gynécologie – Obstétrique - Enfants
- Plateau interventionnel (salles d'opération, endoscopie, bloc obstétrical)
- Soins Critiques (Réanimation, Soins Continus, USIC, Néonatalogie)
- Un service de cancérologie
- Dialyse (16 postes)
- Hôpital de Jour (32 lits)
- 3 plateaux de Consultations externes
- Urgences (140 passages/jour) / Hélistation (15 rotations/mois)
- Imagerie (Radiologie, IRM, Scanner, Médecine Nucléaire)
- Laboratoire d'analyses Biologiques (14 millions de B/an)
- Pôle logistique (Pharmacie, magasin, transports, UCP, services techniques,...)
- ➔ Stérilisation et blanchisserie externalisées
- **Nombre de séjours en augmentation : + 10% par an depuis 2012**



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Le CHAL : Une politique Développement Durable



Engagée dès 2005, elle se traduit notamment par :

- Une politique d'achats responsables : produits écolabélisés, développement du nettoyage vapeur, équipements hydro-économes...
- Une dynamique de Qualité Environnementale et Sanitaire :
 - Maîtrise des consommations d'Energie et réduction des pollutions
 - Qualité sanitaire des matériaux de construction
 - Respect atouts naturels du site et préservation ressources en eau
- Un démarche volontaire / partenariats d'études :
 - SIPIBEL : Données de consommation et d'activités du CHAL aux équipes scientifiques, suivi des radionucléides dans les effluents de l'hôpital
 - GT ministériel (Guide Bonnes Pratiques déchets hospitalier)
 - RILACT : Analyse des pratiques dans 2 services de soins et propositions d'amélioration
 - MédiATeS : accueil de conférences et sensibilisation des personnels / Médicaments dans l'eau, détergents/biocides

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Le CHAL des installations techniques adaptées



- Réseaux séparatifs identifiés visitables et repris sur plans,
- Equipements hydro-économes,
- Comptages « fins » des postes de consommation d'eau,
- Valorisation d'une partie des eaux pluviales,
- Des dispositifs de traitement des polluants « classiques » à la source (séparateurs hydrocarbures, graisses, noues plantées de macrophytes),
- Médecine nucléaire : réseaux, dispositifs de stockage et de contrôle des eaux usées spécifiques,
- Une gestion technique centralisée (alarmes, suivi en temps réel, historisation des données,...)



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



La convention de déversement : le contexte règlementaire



- Les eaux usées hospitalières sont des eaux usées non domestiques
- Raccordement soumis à une autorisation de déversement (Code de la Santé Publique)
- Une étude de caractérisation des effluents de l'ancien hôpital d'Annemasse avant la mise en service du CHAL + un arrêté préfectoral obligeant l'exploitant de la STEP et le CHAL à assurer un suivi de la qualité des eaux brutes et traitées jusqu'en 2015
- Règlementation ICPE (arrêté du 02/02/1998)
- Règlementations spécifiques selon l'activité hospitalière (radioactivité)



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



La convention de déversement :



- Description des activités hospitalières, incluant les dispositifs de prétraitement éventuels
 - Laboratoire
 - Médecine nucléaire
 - Chambre mortuaire
 - Cuisines
- Modalités de surveillance des rejets :
 - Les paramètres de suivi
 - Un programme de contrôle
- Une veille permanente et des échanges réguliers selon les conditions d'exploitation des bâtiments du CHAL et/ou de la STEP (ex: chloration des réseaux d'eaux, présence anormale d'essuie-mains...)
- Convention révisée tous les 3 ans

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



La convention de déversement : 2011 Paramètres de suivi et programme de contrôle



Paramètres	Valeurs maxi mg/l	Flux maxi kg/jour	Fréquences de mesure / an
débits, pH, Température			en continu
MES, DCO, DBO5, DCO/DBO5	600 2000 800 2,5 (sans u)	120 400 160	12
Nglobal Ptotal	150 50	30 10	4
Radioactivité	1000Bq/l (Tc99) 100 Bq/l (autres éléments)		
Hydrocarbures totaux	10	2	3
Cuivre	0,50	0,10	
Zinc	2,00	0,40	
Nickel	0,50	0,10	
Cadmium	0,20	0,04	3
Plomb	0,50	0,10	
Mercuré	0,05	0,01	
Chrome	0,50	0,10	
AOX	1	0,2	3



La convention de déversement : évolutions 2018



Paramètres	Valeurs maxi mg/l	Flux maxi kg/jour	Fréquences de mesure / an
débits, pH, Température			en continu
MES, DCO, DBO5, DCO/DBO5	600 2000 800 2,5 (sans u)	120 400 160	12
Nglobal Ptotal	150 50	30 10	4
Radioactivité	6000Bq/l (Tc99) 3000Bq/l (Tc99) moyenne		
Hydrocarbures totaux	10	2	3
Cuivre	0,50	0,10	
Zinc	2,00	0,40	
Nickel	0,50	0,10	
Cadmium	0,20	0,04	3
Plomb	0,50	0,10	
Mercuré	0,05	0,01	
Chrome	0,50	0,10	
AOX	1	0,2	3



Perspectives : évolution de la Step



1978 - 5 400 EH



2009 - 32 000 EH

1995 - 16 000 EH



2021 - 75 000 EH

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants



Perspectives : recherches complémentaires

Enjeux :

- Qualité de l'eau
- Qualité des boues

RISMEAU
SIPIBEL
Site Pilote de Bellecombe



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Conclusion

- Un site particulier → des obligations particulières imposées par l'administration
- CHAL : partenaire public concerné et motivé
- Convention de déversement : pas de paramètres spécifiques pertinents à disposition en 2010
- GRAIE : fédérateur de l'étude, des équipes de recherche
- Etude sur 3 ans au départ qui s'est prolongée!
- Partenaires financiers fidèles (Agence de l'eau RMC, SM3A, Région Rhône-Alpes, Conseil Départemental 74, Ministères de la Santé et de l'Environnement)

Merci pour votre attention

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

La stratégie suisse Micropoll – de la réduction à la source au traitement en stations d'épuration – premiers enseignements

Hélène BLENY, Office fédéral de l'Environnement (OFEV), Suisse

RÉSUMÉ

La lutte contre les micropolluants constitue un défi majeur pour la protection des cours d'eau. Présents dans d'innombrables produits d'usage courant, ces substances peuvent porter atteinte aux organismes aquatiques même à très faible concentration. Au vu des connaissances actuelles, les concentrations relevées dans les eaux superficielles sont sans danger pour la santé humaine. Plusieurs études montrent cependant que la contamination des eaux par certains micropolluants a un effet dévastateur sur la biodiversité aquatique.

L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) élabore des stratégies visant à réduire la teneur en micropolluants dans les cours d'eau. Un large panel de mesures est pour cela employé telles que l'information du public, la mise en place d'une étape de traitement supplémentaire dans les stations d'épurations, des mesures à la source auprès de l'industrie et de l'agriculture, le traitement des eaux de chaussée, etc.



LA STRATÉGIE SUISSE MICROPOLL

Hélène Bleny
Office fédéral de l'environnement (OFEV)



Introduction

La Suisse, c'est quoi ?

Votre petit voisin au centre de l'Europe :
8 millions d'habitants sur 41'000 km²

- **Château d'eau de l'Europe** avec les sources du Rhin et du Rhône
- **Rhin**: source d'eau potable pour 20 millions d'habitants (www.iksr.org)
- **Lac Léman**: source d'eau potable pour 850'000 personnes (www.cipel.org)

→ **Responsabilité internationale de la Suisse au niveau de la qualité des eaux**

Page n° 2

Les Micropolluants

- **Situation**
 - Environ 100'000 **substances organiques de synthèse** dans l'UE
 - Composés individuels et **mélanges complexes de substances**
 - Effets à de très **faibles** concentrations (perturbateurs endocriniens ~1 ng/l)
 - Peu d'évaluation définitive des risques pour l'homme et l'environnement

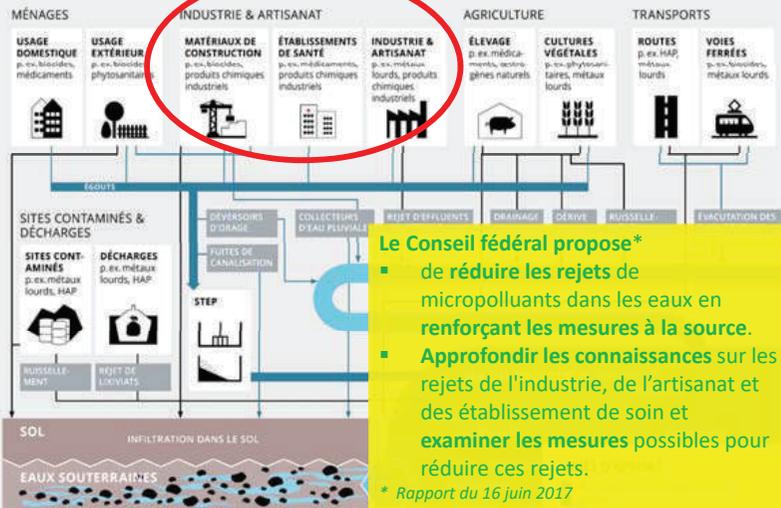
1mg/l = 1 morceau de sucre dans un bassin olympique

1ng/l = 1 grain de sel dans un bassin olympique

Composés traces dans les eaux une multitude de sources

Voir le rapport du Conseil fédéral «Mesures à la source visant à réduire la charge de micropolluants dans les eaux» du 16/06/2017

Micropolluants issus de l'industrie et de l'artisanat



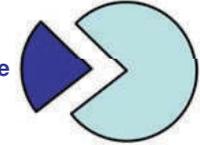
7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Estimation de la charge à l'échelle de la Suisse

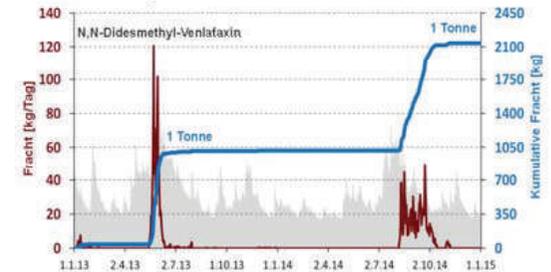
Station de surveillance du Rhein (RÜS) près de Bâle

Charges organiques identifiées: 110 tonnes* (2014)

Part industrielle de la charge (25 Tonnes)



- Un modèle pour le monde entier
- Techniques analytiques ultramodernes
- Surveillance des tendances et système d'alerte
- Détecte quotidiennement des substances connues et inconnues



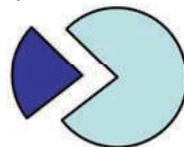
* ohne Komplexbildner; Quellen: Jahresbericht RÜS, 2014 und Mazacek et al., 2016 in Aqua&Gas

Estimation de la charge à l'échelle de la Suisse

Station de surveillance du Rhein (RÜS) près de Bâle

Charges organiques identifiées: 110 tonnes* (2014)

Part industrielle de la charge (25 Tonnes)



- Un modèle pour le monde entier
- Techniques analytiques ultramodernes
- Surveillance des tendances et système d'alerte
- Détecte quotidiennement des substances connues et inconnues

~20 % de la part de la charge provient de l'industrie

1 déverseur industriel: 1 tonne/an

Prises de mesures à la source



* ohne Komplexbildner; Quellen: Jahresbericht RÜS, 2014 und Mazacek et al., 2016 in Aqua&Gas

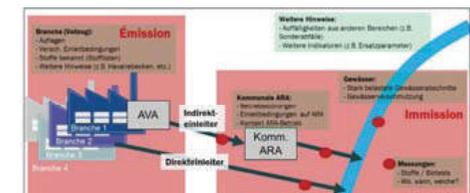
Objectifs de l'analyse de situation

- Compilation et systématisation des connaissances disponibles concernant les apports de substances provenant de l'industrie et de l'artisanat.
- Identification des branches pertinentes.
- Élaboration d'une marche à suivre sur l'évaluation des apports de substances issues de l'industrie et de l'artisanat.

Les établissements de soins, chantiers, décharges, sites contaminés, eaux de chaussées, piscines ne font pas partie du projet!

Produit

- Rapport technique du VSA, reposant sur un large consensus; pour fin 2019 (consultation au deuxième semestre 2019)



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Micropolluants issus de l'agriculture

MÉNAGES
USAGE DOMESTIQUE (p. ex. biocides, médicaments)
USAGE EXTÉRIEUR (p. ex. biocides, phytosanitaires)

INDUSTRIE & ARTISANAT
MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION (p. ex. biocides, produits chimiques industriels)
ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ (p. ex. médicaments, produits chimiques industriels)
INDUSTRIE ARTISANAT (p. ex. métaux lourds, produits chimiques industriels)

AGRICULTURE
ÉLEVAGE (p. ex. médicaments, antibiotiques, génétiques naturels)
CULTURES VÉGÉTALES (p. ex. phytosanitaires, métaux lourds)
ROUTES FERROVIAIRES (p. ex. HAP, métaux lourds)

TRANSports
VOIES FERREES (p. ex. biocides, métaux lourds)

VOIES D'APPORT
● Via l'évacuation des eaux urbaines
● Autres

7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Nombreuses voies d'émission de PPh

«court-circuit» hydraulique
Dérive
Lessivage
Infiltration
Drainages
Sources ponctuelles: stockage, remplissage, nettoyage

~ 1 g de substance active polluée
10 km de rivière*
(1 m de profond et 1 m de large)

*0.1 mg/L ou 0.1 ppm

7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Plan d'action visant à la réduction des risques et à l'utilisation durable des produits phytosanitaires

Réduction de l'utilisation et des émissions de PPh	Risque total
Objectif 2027: -30%	-50%

Protection des êtres humains	Protection de l'environnement	Protection des cultures

But	Les eaux superficielles et souterraines sont protégées des atteintes nuisibles. Les exigences concernant la qualité de l'eau (annexe 2 OEaux) sont respectées.
Objectif interm. 1	Le nombre de tronçons de cours d'eau ne remplissant pas les exigences chiffrées de l'OEaux est réduit de 50% d'ici à 2027 .
Objectif interm. 2	Le potentiel de risque pour les organismes aquatiques est réduit de moitié d'ici 2027 .
Objectif interm. 3	La contamination par des métabolites non pertinents des eaux souterraines utilisées diminue considérablement .

7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Micropolluants issus de voies de communication des sites contaminés et des décharges

MÉNAGES
USAGE DOMESTIQUE (p. ex. biocides, médicaments)
USAGE EXTÉRIEUR (p. ex. biocides, phytosanitaires)

INDUSTRIE
MATÉRIEL DE CONSTRUCTION (p. ex. biocides, produits chimiques industriels)

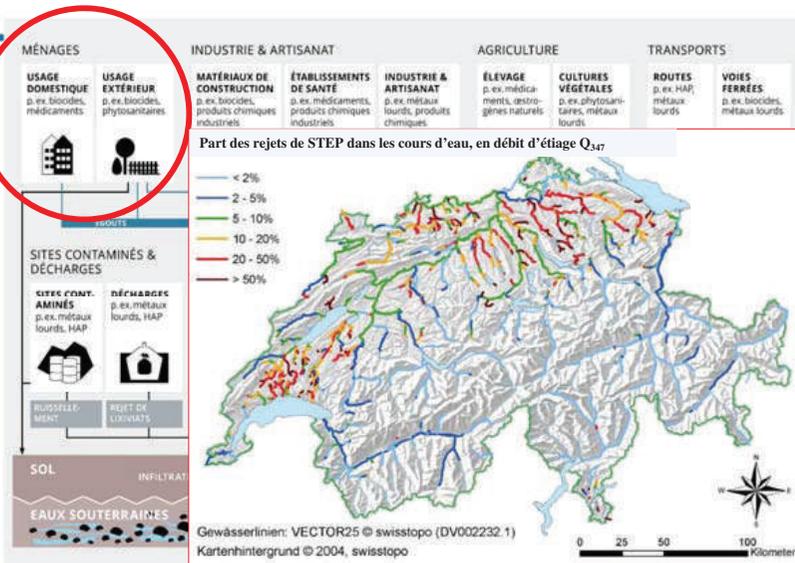
SITES CONTAMINÉS & DÉCHARGES
SITES CONTAMINÉS (p. ex. métaux lourds, HAP)
DÉCHARGES (p. ex. métaux lourds, HAP)

TRANSports
ROUTES (p. ex. HAP, métaux lourds)
VOIES FERREES (p. ex. biocides, métaux lourds)

VOIES D'APPORT
● Via l'évacuation des eaux urbaines
● Autres

7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Micropolluants issus de l'assainissement urbain



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Elimination des micropolluants dans les STEP Critères

Stratégie d'équipement selon 3 objectifs



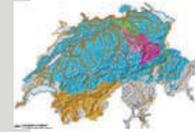
Protection des écosystèmes aquatiques

STEP > 8'000 hab. sur des tronçons de cours d'eau présentant une **part importante d'eaux usées (>10%)** (dès 2028 STEP > 1'000 hab. dans des cours d'eau à haute sensibilité écologique et part > 20%)



Protection des ressources en eau

STEP > 24'000 hab. dans le bassin versant des lacs
STEP > 8'000 hab. en zone karstique
(dès 2028 STEP > 1'000 hab. dans des cours d'eau servant à la production d'eau potable et part > 20%)



Responsabilité Amont-Aval

STEP > 80'000 habitants raccordés

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Elimination des micropolluants dans les STEP Coûts

- Env. **135 STEP**, **70% de la population**
- **Augmentation des coûts de l'assainissement**
 - Coûts d'investissement (total): env. **1.4 mrd €**
 - Coûts annuels supplémentaires: env. 100 mio €
 - = **6 %** des coûts actuels de l'assainissement urbain



Coûts actuels : 200 CHF/an/EH
Env. 1 café par semaine

- **Augmentation des coûts annuels** pour les STEP concernées
 - Petite STEP (>10'000 EH): 10% - 40%
 - Grande STEP (>100'000 EH): 5% - 15%

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Elimination des micropolluants dans les STEP Financement

Taxe sur les eaux usées basée sur le nombre d'habitants raccordés → Fonds de financement (LEaux: art. 60b et 61a en vigueur dès le **1.1.2016**)

- Alimentation d'un **fond de financement** spécial: **max. CHF 9.- / an / hab.** (2016 - 2040)
- **Exonération** pour les STEP équipées
- **Subventionnement** individuel par la Confédération de **75%** des coûts effectifs d'investissement des projets
- Procédés avancés de traitement (ou raccordement) pour les STEP de moyenne et forte capacité (petites STEP dans des cas particuliers)
- Réalisation des mesures sur **20 ans**

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



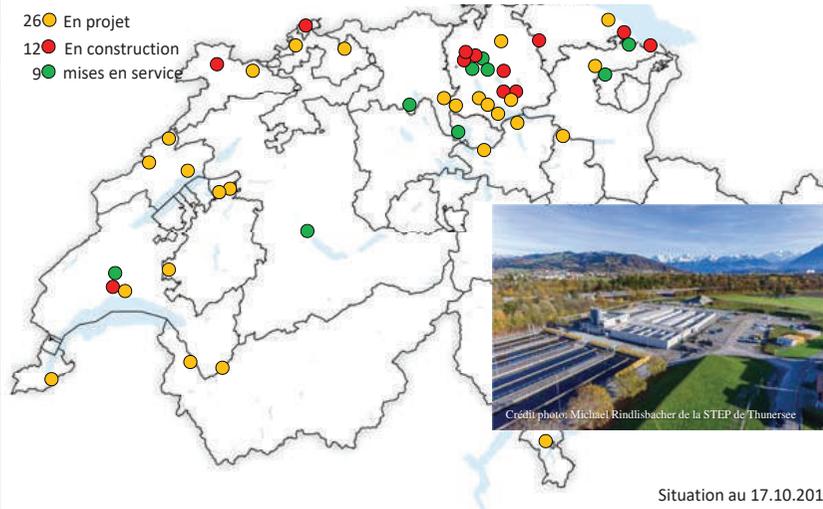
Où en sommes-nous aujourd'hui

47 projets (sur env. 130) ont déjà été soumis à l'OFEV

26 ● En projet

12 ● En construction

9 ● mises en service



7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Situation avant/après traitement des micropolluants ex. Diclofenac



Diclofenac
M-Zustand

● NA

● < 0.1

● 0.1 - 1

● 1 - 2

● 2 - 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

Diclofenac
M-Zustand

● NA

● < 0.1

● 0.1 - 1

● 1 - 2

● 2 - 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

Diclofenac
M-Zustand

● NA

● < 0.1

● 0.1 - 1

● 1 - 2

● 2 - 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

Diclofenac
M-Zustand

● NA

● < 0.1

● 0.1 - 1

● 1 - 2

● 2 - 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

Diclofenac
M-Zustand

● NA

● < 0.1

● 0.1 - 1

● 1 - 2

● 2 - 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

Diclofenac
M-Zustand

● NA

● < 0.1

● 0.1 - 1

● 1 - 2

● 2 - 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

Diclofenac
M-Zustand

● NA

● < 0.1

● 0.1 - 1

● 1 - 2

● 2 - 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

Diclofenac
M-Zustand

● NA

● < 0.1

● 0.1 - 1

● 1 - 2

● 2 - 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

Diclofenac
M-Zustand

● NA

● < 0.1

● 0.1 - 1

● 1 - 2

● 2 - 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

● > 10

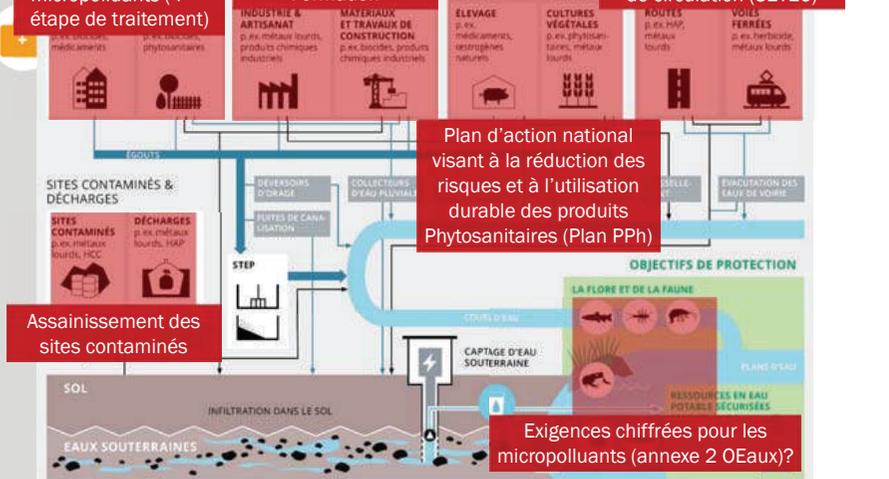


Nombreuses sources → Nombreuses actions

Optimisation des STEP pour éliminer les micropolluants (4^{ème} étape de traitement)

Concept d'évaluation Etat de la technique Formation

Traitement des eaux usées provenant des voies de circulation (SETEC)



Assainissement des sites contaminés

Plan d'action national visant à la réduction des risques et à l'utilisation durable des produits Phytosanitaires (Plan PPh)

Exigences chiffrées pour les micropolluants (annexe 2 OEaux)?



La stratégie suisse micropoll

www.bafu.admin.ch/micropoll

Plateforme «Techniques de traitement des micropolluants» - www.micropoll.ch



Merci de votre attention

Hélène Bleny
Office fédéral de l'environnement OFEV
CH – 3003 Berne
+41 58 463 28 65
helene.bleny@bafu.admin.ch
www.bafu.ch

Transferts en réseau d'assainissement - Suivis expérimentaux et modélisation

Jean-Luc BERTRAND-KRAJEWSKI, INSA Lyon



TRANSFERTS EN RESEAU D'ASSAINISSEMENT

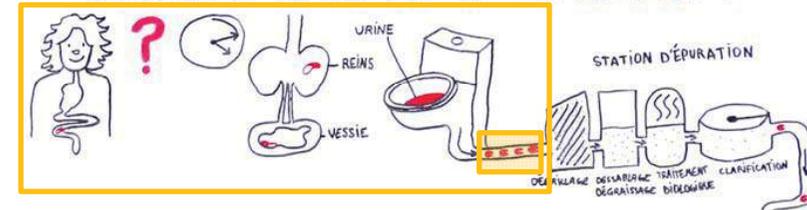
SUIVIS EXPÉRIMENTAUX ET MODÉLISATION

Jean-Luc BERTRAND-KRAJEWSKI



TRANSFERT EN RESEAU

QUE DEVIENNENT LES RÉSIDUS DE MÉDICAMENTS DANS L'EAU ?



- Que se passe-t-il durant le transfert ?
 - en réseau gravitaire aérobie ?
 - en réseau en charge anaérobie ?
- Peut-on modéliser les rejets et le transfert des médicaments dans les réseaux d'assainissement ?

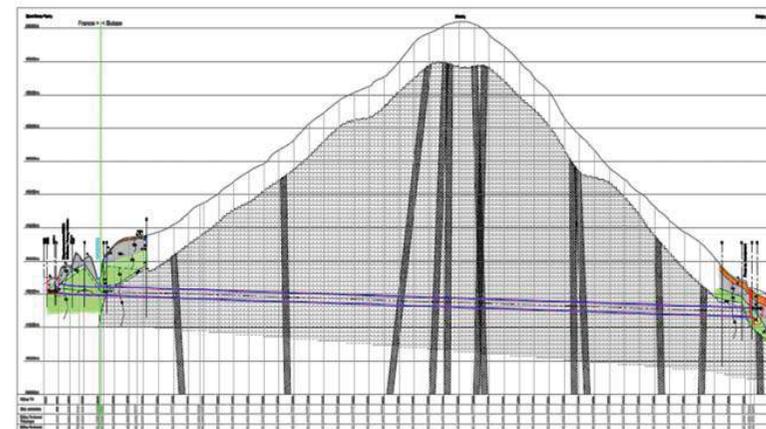


TRANSFERT EN RESEAU AEROBIE

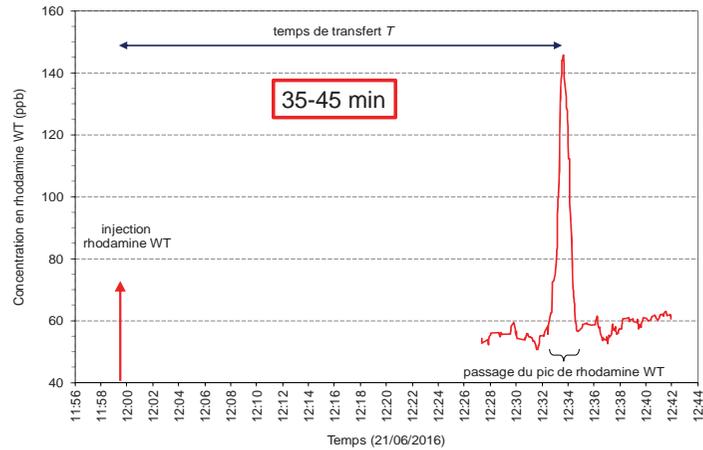
- Campagnes de mesure Galerie de Chouilly (F-CH)



GALERIE DE CHOULLY



TRACAGES ET TEMPS DE TRANSFERT

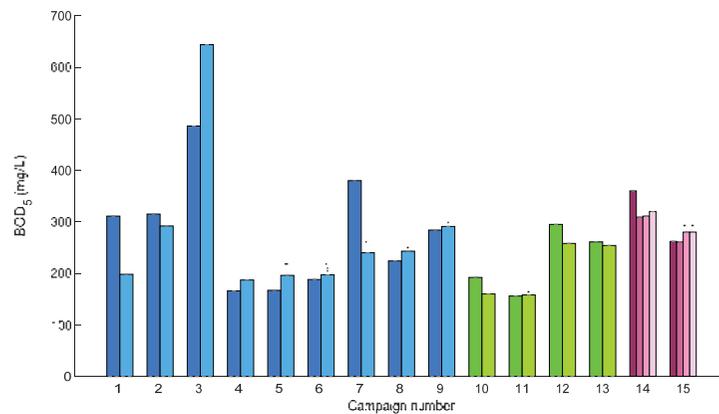


CAMPAGNES CHOULLY

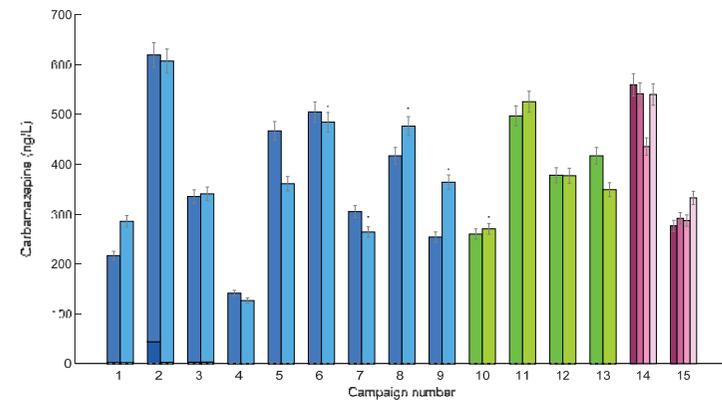
Campagnes ponctuelles		Campagnes en continu	
nr	Date	nr	Date
1	06/07/2016 09:22	10	15/03/2017 08:30
2	06/07/2016 10:23	11	15/03/2017 11:40
3	06/07/2016 10:45	12	05/04/2017 08:30
4	15/11/2016 08:35	13	05/04/2017 11:31
5	15/11/2016 09:32		
6	15/11/2016 10:30	Campagnes avec dopage	
7	08/12/2016 08:40	nr	Date
8	08/12/2016 09:30	14	10/05/2017 12:24
9	08/12/2016 10:30	15	10/05/2017 13:10



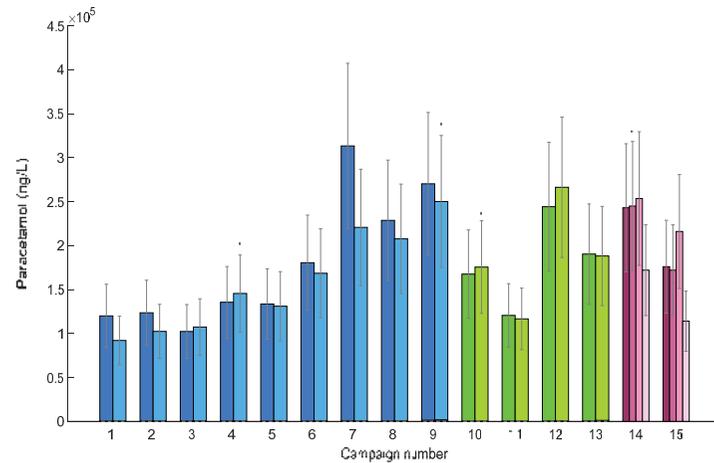
DBO₅



CARBAMAZEPINE



PARACETAMOL



CONCLUSIONS

- **Galerie de Chouilly**
 - pas d'évolution significative des concentrations en médicaments durant le transfert
 - si évolution : compatible avec les incertitudes de mesure et d'échantillonnage
 - hypothèse : temps de transfert (35-45 min) trop courts
- **Essais pilote en conditions contrôlées ?**



ESSAIS PILOTE EN CONDITION AEROBIE

- **Pilotes sur la STEP de Bellecombe**



ESSAIS PILOTE EN CONDITION AEROBIE

- **Deux pré-campagnes (O₂, rédox)**
- **Trois campagnes de suivi sur 24 à 30 h**
 - 03/2018 : 0.5 et 1.0 mg O₂/L
 - 04/2018 : 0.1 et 1.0 mg O₂/L
 - 05/2018 : avec ou sans biofilm



ESSAIS PILOTE EN CONDITION AEROBIE

○ Pilotes sur la STEP de Bellecombe

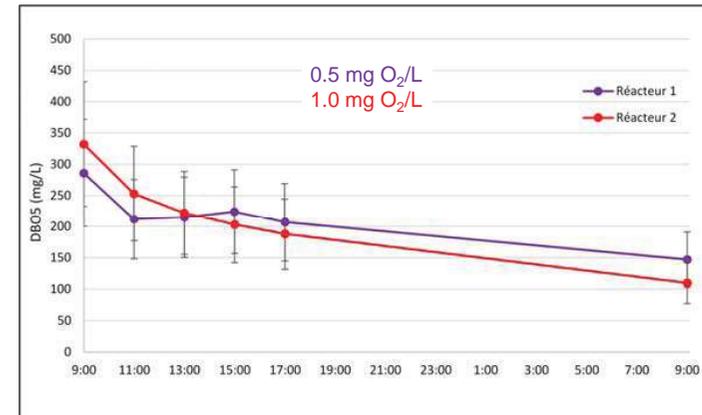
PILOTE SANS BIOFILM



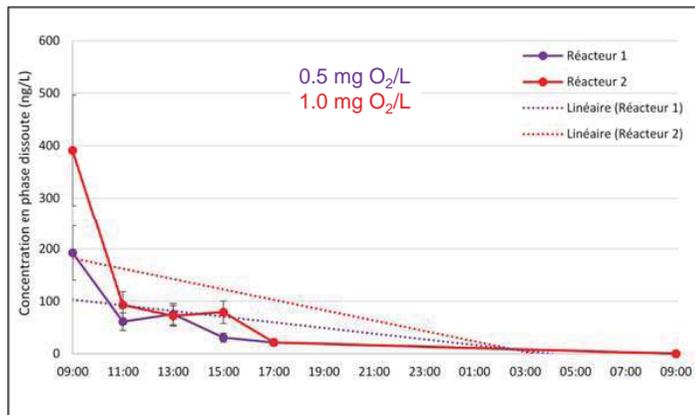
PILOTE AVEC BIOFILM



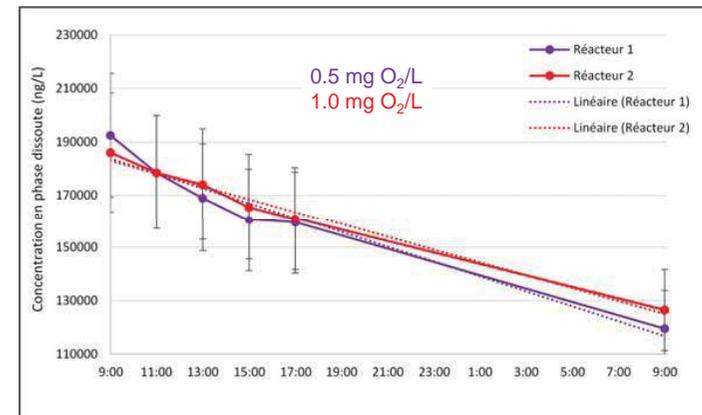
DBO5, campagne 1



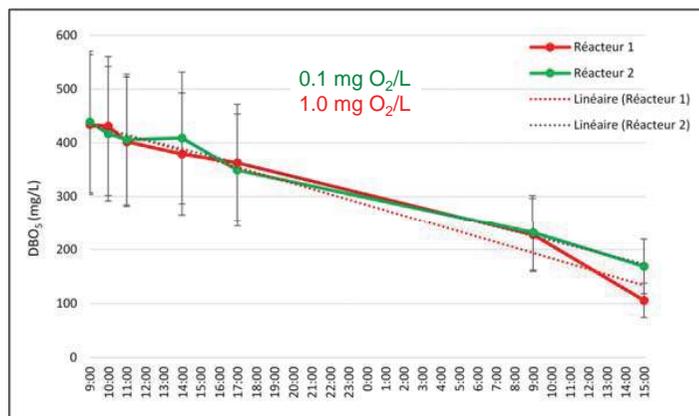
CIPROFLOXACINE, campagne 1



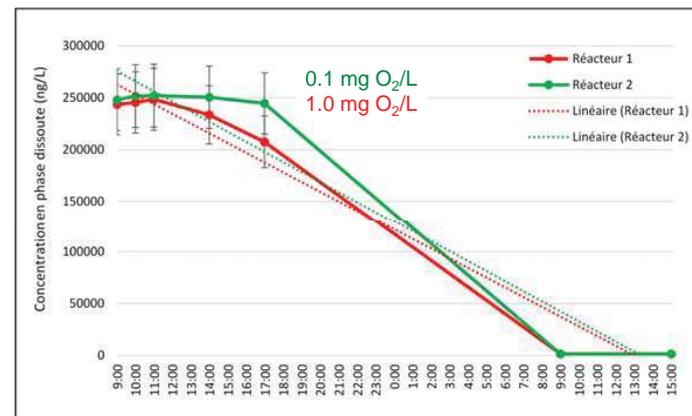
CIPROFLOXACINE, campagne 1



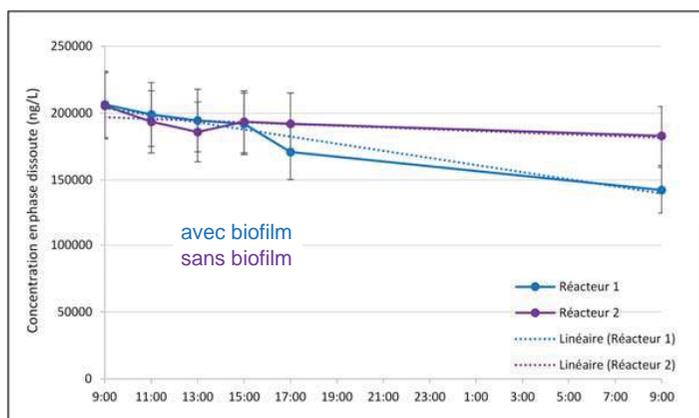
DBO5, campagne 2



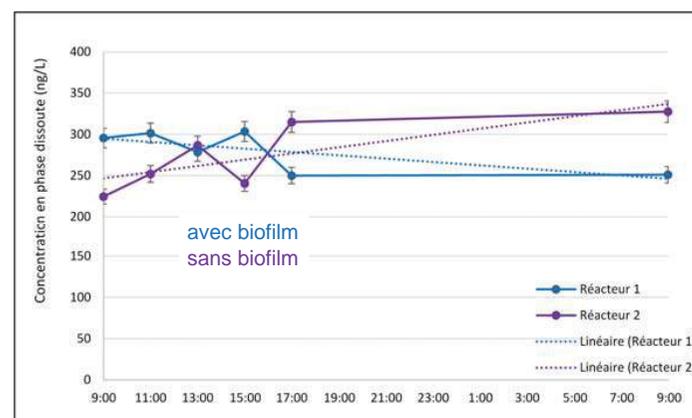
PARACETAMOL, campagne 2



PARACETAMOL, campagne 3



CARBAMAZEPINE, campagne 3



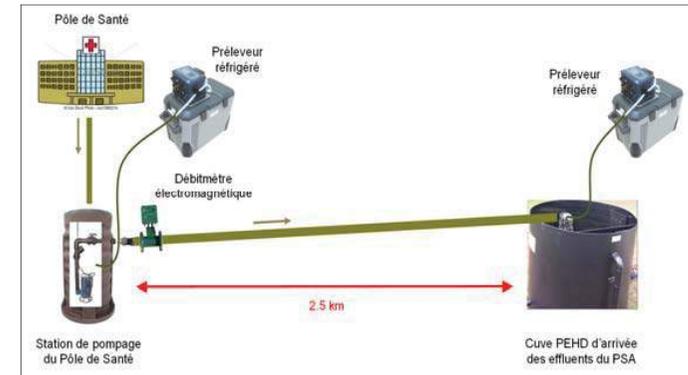
CONCLUSION

- Dégradation / transformation significative en **24-30 h** pour certaines molécules : PAR, CIP, SAL, SMX-impA, stabilité pour les autres
- Influence positive sur la dégradation / transformation
 - Oxygène dissous (cf. STEP)
 - Biofilm
- Campagnes principalement qualitatives, mise en évidence des processus

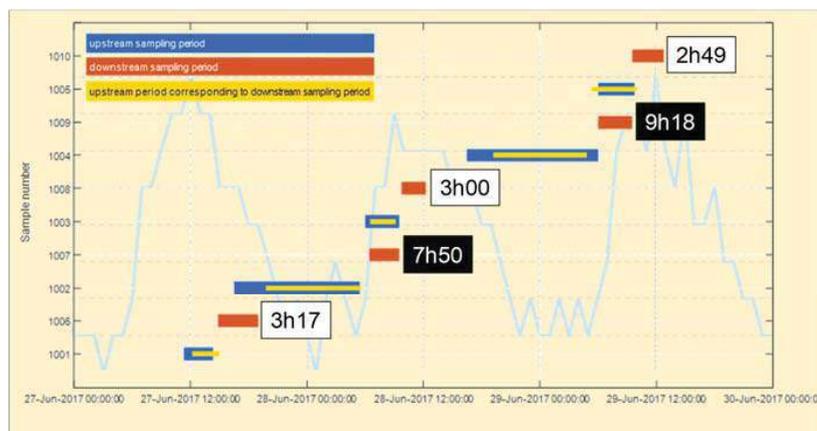


TRANSFERT EN RESEAU ANAEROBIE

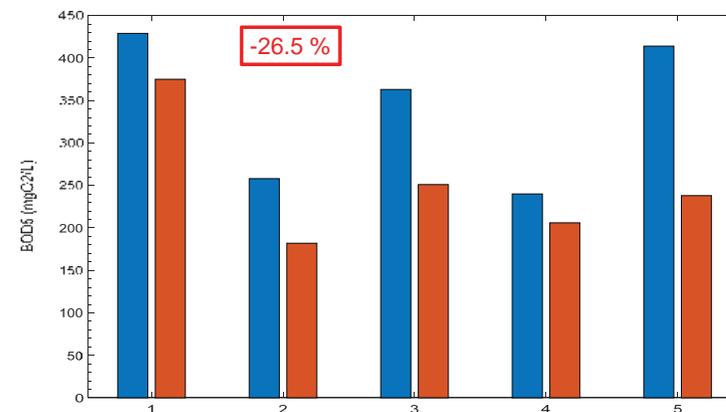
- Campagnes de mesure Pôle de Santé Arcachon



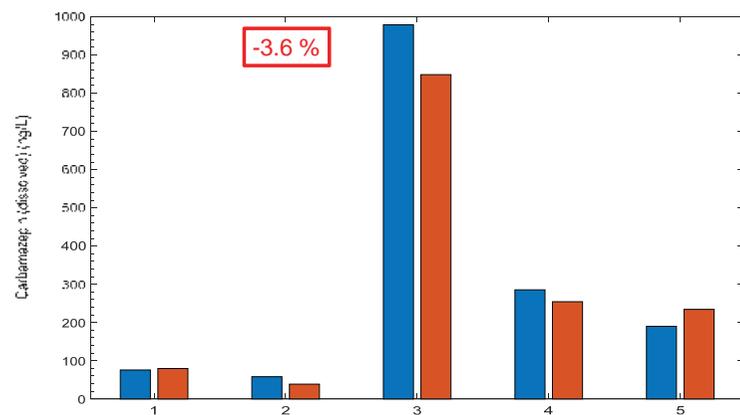
CINQ CAMPAGNES PSA 27-29 juin 2017



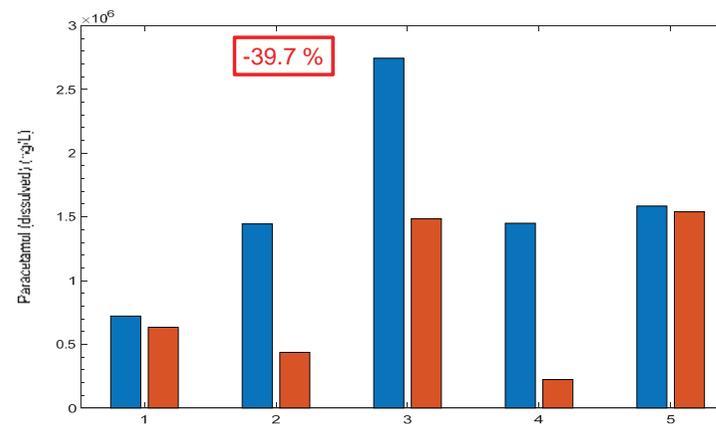
DBO₅



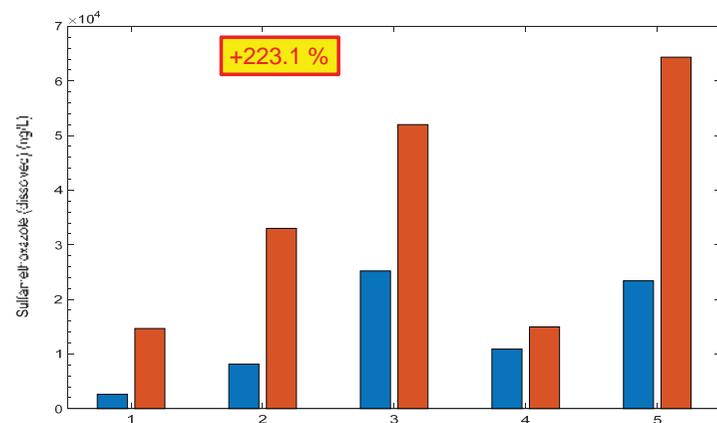
CARBAMAZEPINE



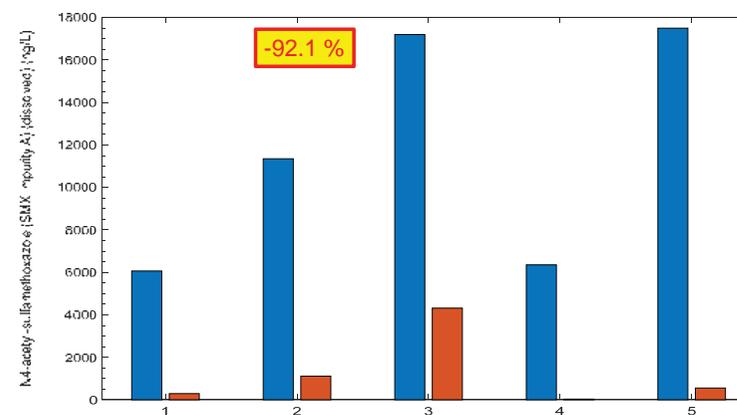
PARACETAMOL



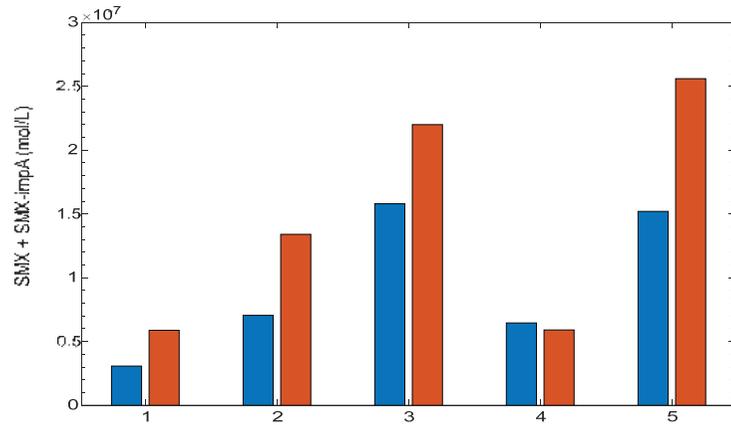
SMX



SMX-impureté A



SMX + SMX-impureté A ?



CONCLUSIONS

- Pôle de Santé d'Arcachon
- Bilan de masse en 3 groupes

	PC ID	Campagne 1 3 h 17 min	Campagne 2 7 h 50 min	Campagne 3 3 h 00 min	Campagne 4 9 h 18 min	Campagne 5 2 h 49 min	Toutes campagnes
SAL	102	253.5	268.5	132.4	170.8	115.1	186.2
ATE	94	-11.7	69.6	-1.2	12.7	-16.2	8.6
CAR	98	5.1	-33.4	-13.3	-10.9	23.4	-3.6
CIP	95	87.4	8.9	8.3	-38.7	-31.2	6.7
DCF	101	112.7	10.6	-10.5	87.6	-2.4	40.0
DCF-impE	185	104.8	37.5	73.9	4.7	-17.8	38.1
DCF-4HO	177	-8.9	21.6	160.1	36.5	31.1	43.4
ECO	-100	-42.1	136.4	-63.7	-50.9	-0.4	-4.0
IBU	103	-32.0	-9.3	-9.7	-22.6	13.3	-11.1
KET	99	-46.7	5.8	-27.0	16.6	-4.4	-11.4
PAR	93	-12.1	-69.8	-45.9	-84.6	-2.8	-39.7
PRO	97	102.4	56.0	57.4	81.8	0.7	57.2
PROp	-97	-42.9	40.7	-43.5	510.1	110.4	113.9
SMX	96	462.4	306.2	106.3	37.2	175.0	223.1
SMX-impA	174	-95.2	-90.2	-74.9	-99.5	-96.8	-92.1

- Importance des métabolites



MONITORING and MODELLING of pharmaceuticals in wastewater:

Daily and hourly loads
in both hospital and urban wastewater

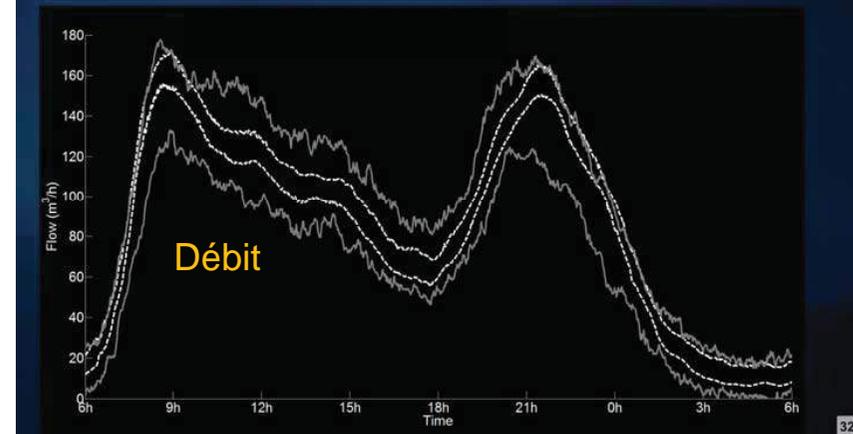
Tanguy POUZOL



Supervision: Yves LÉVI and Jean-Luc BERTRAND-KRAJEWSKI

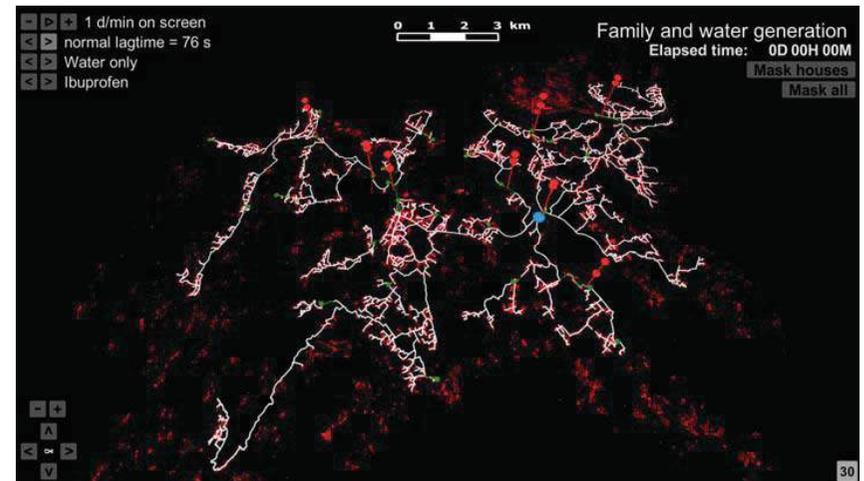
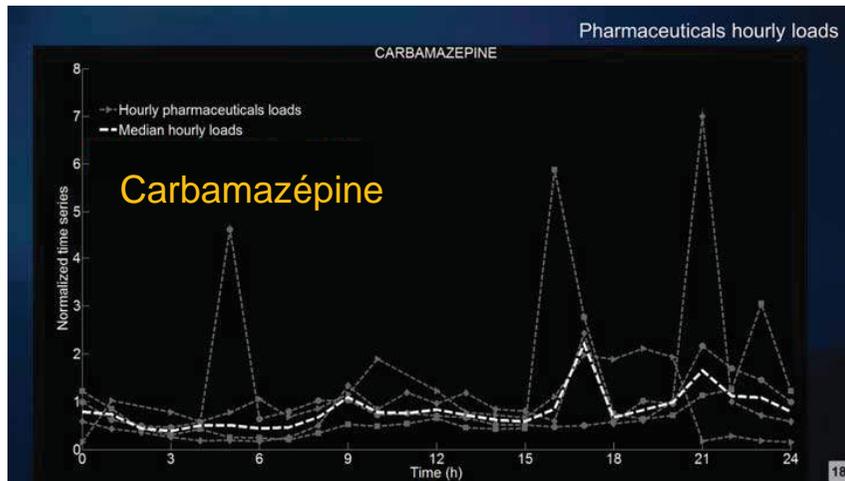
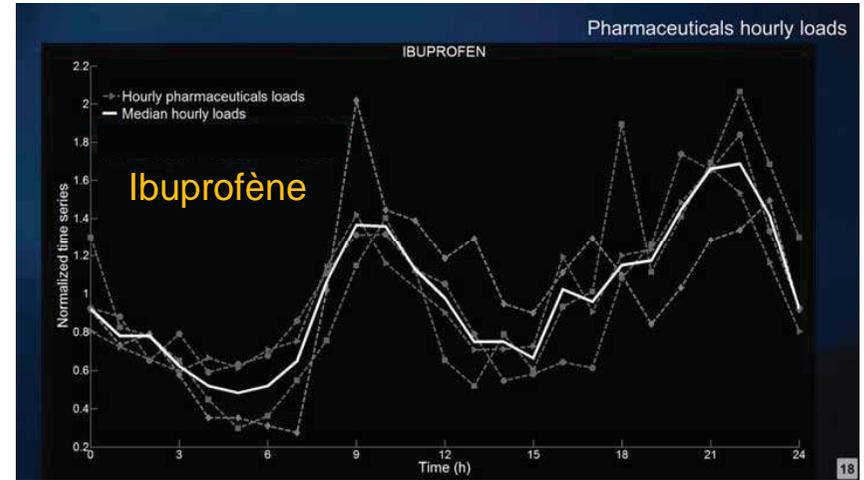
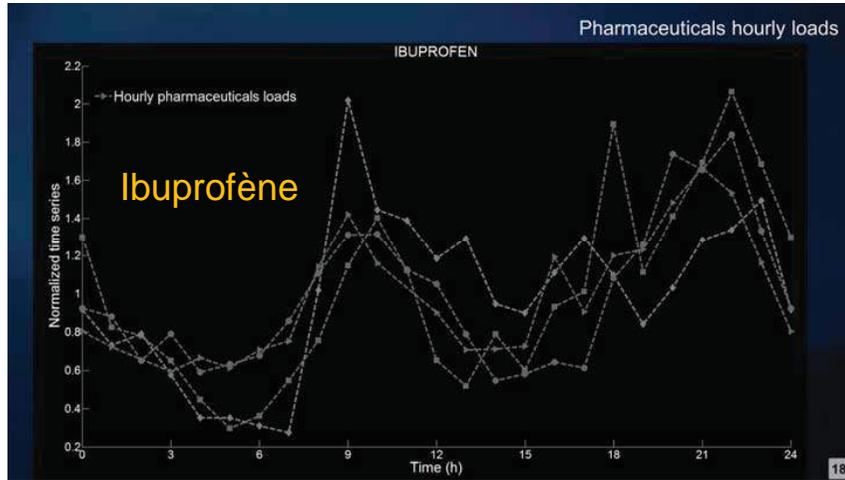


Model results



32





CONCLUSIONS

- **Processus pendant le transfert en réseau**
 - variables selon les conditions (aérobie, anaérobie, oxygène dissous, biofilm, temps de transfert, cinétiques)
 - possiblement significatifs pour certaines molécules
 - importance de la prise en compte des métabolites

- **Modélisation stochastique des flux horaires**
 - résultats positifs pour les molécules les plus consommées
 - validation de l'approche proposée



Devenir et impact des contaminants organiques présents dans les Produits Résiduaire Organiques (PRO)

Dominique Patureau¹, Quentin Aemig¹, Nicolas Sertillanges¹, Amine Ezzariai¹, Marjolaine Deschamps², Claire-Sophie Haudin², Sabine Houot²

¹LBE, Univ Montpellier, INRA, Narbonne

²UMR ECOSYS, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, Thiverval-Grignon

RÉSUMÉ

Les résidus organiques issus de l'activité humaine (boues, biodéchets, déchets verts, effluents d'élevage), quel que soit leur traitement, contiennent une grande diversité de micropolluants organiques, comme des détergents, des plastifiants, des retardateurs de flamme, des résidus de médicaments, que nous savons aujourd'hui mesurer (1).

Les boues présentent une plus grande diversité de molécules que les effluents d'élevage (essentiellement des antibiotiques, antifongiques). Les données sont beaucoup plus rares sur les autres matrices, comme les déchets verts et biodéchets (2).

Dans les systèmes de traitement des boues, la combinaison de la digestion anaérobie et du compostage permet à la fois une dissipation des molécules et une modification de leur disponibilité (3,4,5). Pour exemple, la digestion anaérobie favorise le transfert des nonylphénols (NP) vers des compartiments accessibles sans les dissiper, tandis que le compostage joue à la fois sur sa dissipation par minéralisation et sa stabilisation. Les abattements par la digestion anaérobie sont très variables en fonction dépendant de la structure des molécules (de 0 à 100%) (6), tandis que le compostage semble être plus efficace (7).

Il est essentiel de raisonner sur l'ensemble de la filière de traitement, car les digestats et les composts présentent des comportements variables une fois ramenés au sol, notamment du

fait de la minéralisation. De plus, des composés hydrophobes (hydrocarbures, NP) ou chargés (ciprofloxacine) sont aussi fortement retenus par les sols et peu dégradés (NP). Pour des composés plus hydrophiles et chargés comme la carbamazépine (CBZ) et l'ibuprofène (IBP), bien qu'en très faibles concentrations, ils sont quantifiés dans des lixiviats de tests laboratoires et sont aussi détectés ou quantifiés, dans les eaux du sol des essais au champ du SOERE-PRO.

Il est important aujourd'hui d'étudier ces phénomènes et l'influence du compostage pour caractériser les risques de contamination des ressources en eau souterraine, ou de lente accumulation dans les sols. L'IBP est une molécule plus dégradée que la CBZ, présentée comme récalcitrante à la dégradation biologique. Elles constituent donc de bons modèles pour poursuivre les études de transfert vers les nappes souterraines.

Références :

- (1) Bourdat-Deschamps, M., Ferhi, S., Bernet, N., Feder, F., Crouzet, O., Patureau, D., Montenach, D., Moussard, G.D., Mercier, V., Benoit, P., Houot, S. (2017) Fate and impacts of pharmaceuticals and personal care products after repeated applications of organic waste products in long-term field experiments. *Sci Tot Env*, 607, 271-280.
- (2) Patureau, D. Benoit, P., Deschamps, M., Luneau, M., Leang, S. Contaminants organiques dans les Mafor (Chapitre 2, 36 pages). In : Houot, S., Pons, M.N., Pradel, M., Caillaud, M.A., Tibi, A. (2014) Valorisation des matières fertilisantes d'origine résiduaire sur les sols à usage agricole ou forestier. Impacts agronomiques, environnementaux, socio-économiques. Rapport d'expertise scientifique collective Inra-CNRS-Irstea: <http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Expertises/Toutes-les-actualites/Expertise-Mafor-effluents-boues-et-dechets-organiques>
- (3) Lashermes, G., Barriuso, E., Houot, S. (2012) Dissipation pathways of organic pollutants during the composting of organic wastes. *Chemosphere*, 87, 137-143.
- (4) Aemig, Q., Doussiet, N., Danel, A., Delgenès, N., Jimenez, J., Houot, S., Steyer, J.P., Patureau, D. (2019) Organic micropollutants' distribution within sludge organic matter fractions explains their dynamic during sewage sludge anaerobic digestion followed by composting. *Env Sci Poll Res*, <https://doi.org/10.1007/s11356-018-4014-748>, 389-396.
- (5) Sertillanges, N., Haudin, C-S., Bourdat-Deschamps, M., Dupont, J., Houot, S., Patureau, D. Presence of organic contaminants in particle-size fractions all along a treatment tram of organic wastes. *Waste Management*, en soumission.
- (6) Patureau, D., Mailler, R., Delgenes, N., Danel, A., Vulliet, E., Gasperi, J., Rocher, V. Mass balance of organic contaminants on sewage sludge treatment processes: methodological challenge or real headache?. *Waste Management*, en soumission.
- (7) Ezzariai, A., Hafidi, M., Khadra, A., Aemig, A., El Fels, L., Barret, M., Merlina, G., Patureau, D., Pinelli, E. (2018) Human and veterinary antibiotics during composting of sludge or manure: Global perspectives on persistence, degradation, and resistance genes. *J Hazard Mat*, 359, 465-481.



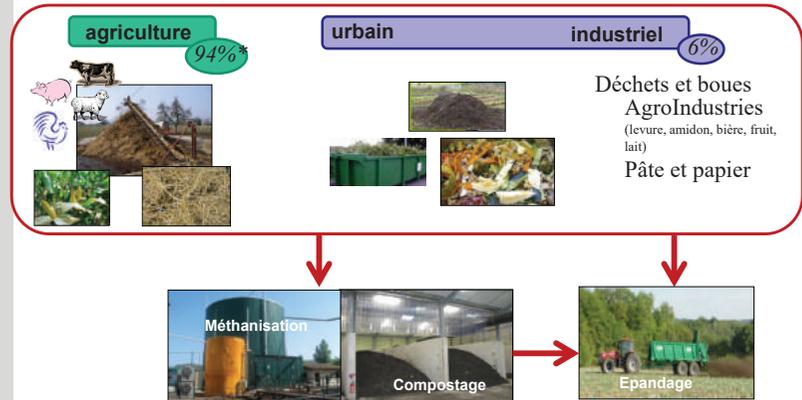
DEVENIR ET IMPACT DES CONTAMINANTS ORGANIQUES PRÉSENTS DANS LES PRO



D Patureau¹, Q Aemig¹, N Sertillanges¹, A Ezzariai¹, M Deschamps², CS Haudin², S Houot²
¹LBE, Univ Montpellier, INRA, Narbonne, France
²UMR ECOSYS, INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay Thiverval-Grignon, France



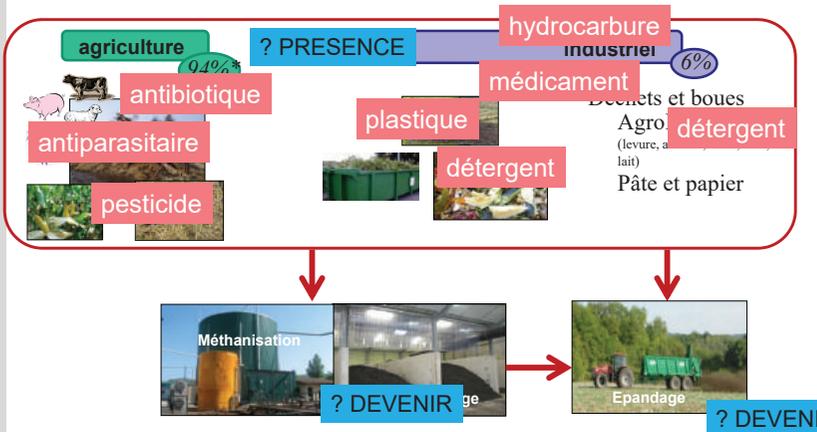
Diversité des produits résiduaire organiques apportés au sol en France



*Houot S., Pons M.N., Pradel M., Caillaud M.A., Savini I., Tibi A. (éditeurs), 2014. Valorisation des matières fertilisantes d'origine résiduaire sur les sols à usage agricole ou forestier. Impacts agronomiques, environnementaux, socio-économiques. Expertise scientifique collective, Inra-CNRS-Irstea (France). Data from 2011.

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

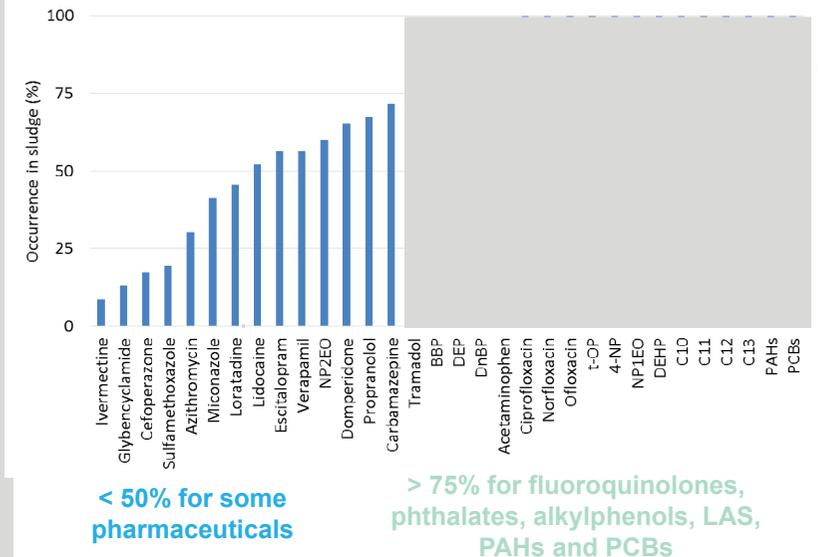
Diversité des produits résiduaire organiques apportés au sol en France



*Houot S., Pons M.N., Pradel M., Caillaud M.A., Savini I., Tibi A. (éditeurs), 2014. Valorisation des matières fertilisantes d'origine résiduaire sur les sols à usage agricole ou forestier. Impacts agronomiques, environnementaux, socio-économiques. Expertise scientifique collective, Inra-CNRS-Irstea (France). Data from 2011.

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

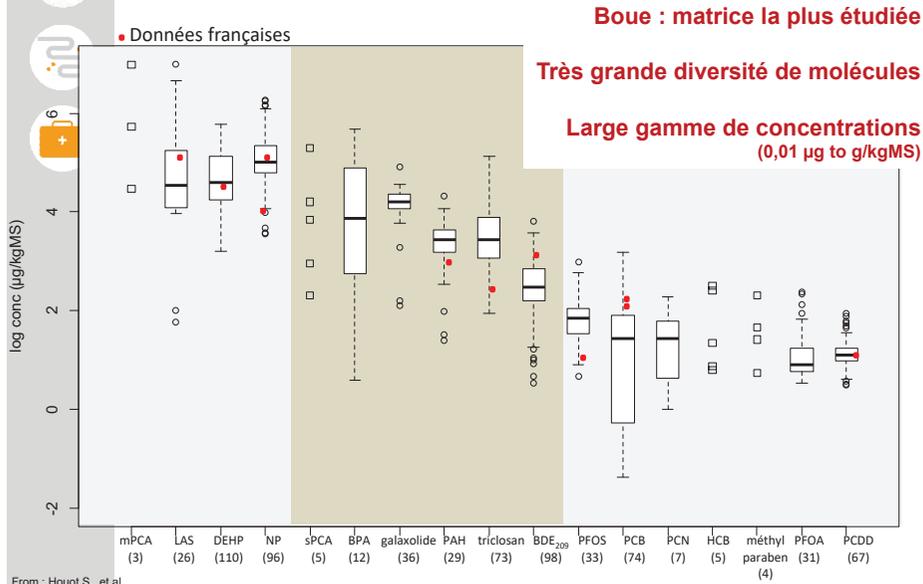
Présence dans des boues parisiennes



Mailler et al., 2017, Waste Management 59 (2017) 379–393,

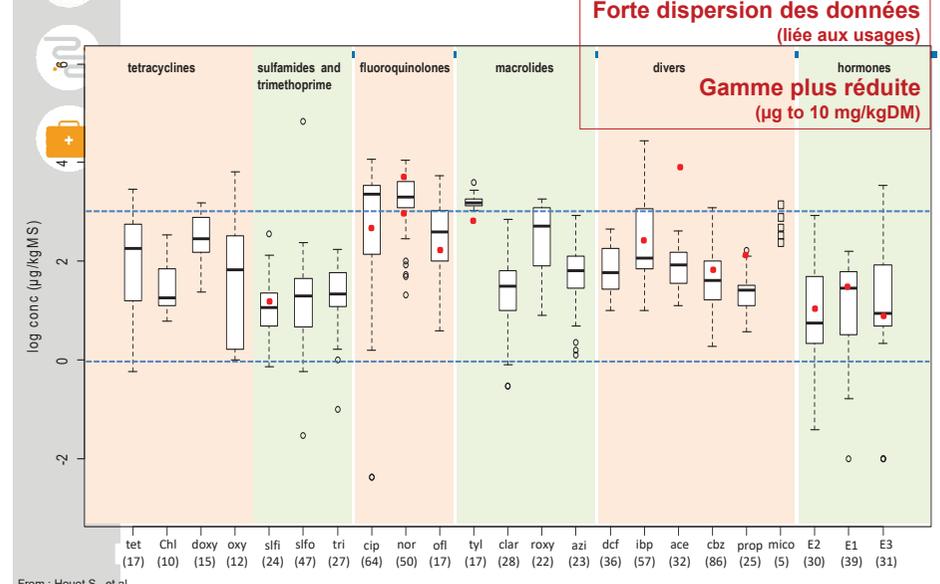
7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Présence dans des boues



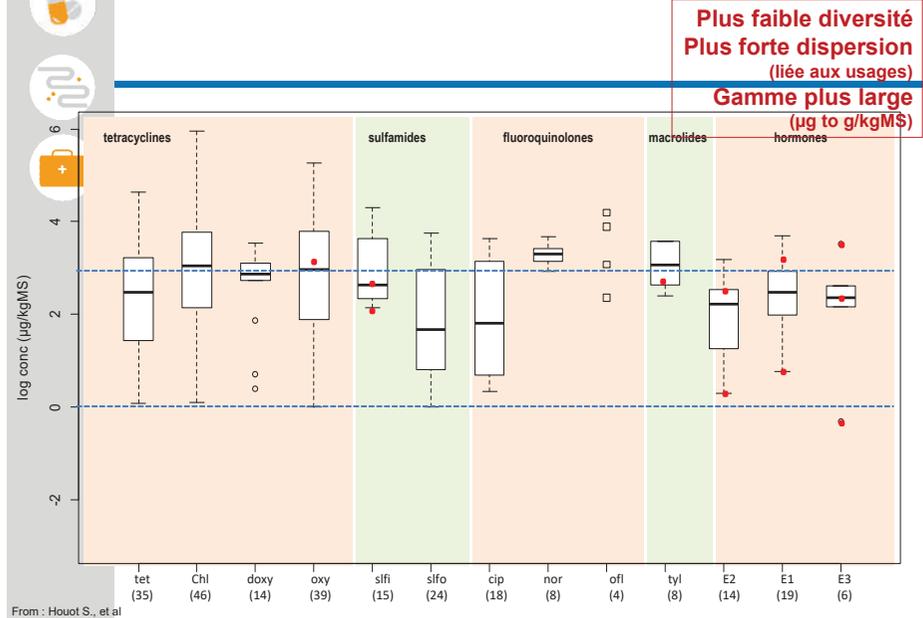
7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Présence dans des boues



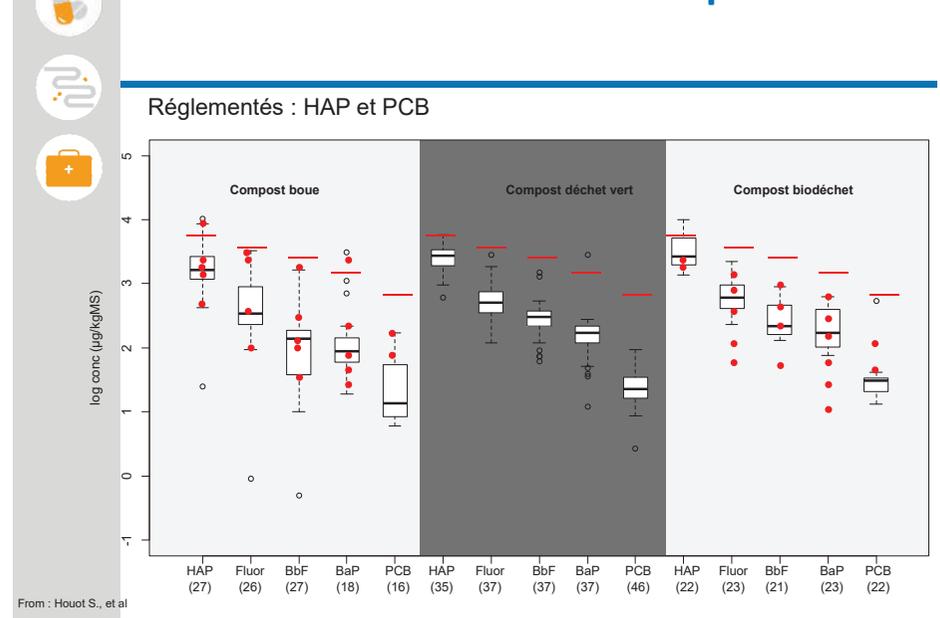
7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Présence dans des fumiers



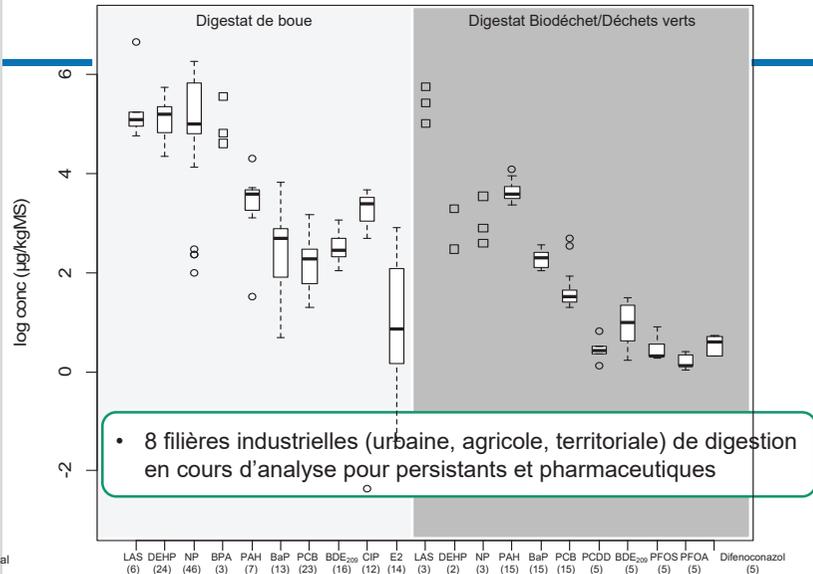
7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Présence dans des composts



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Présence dans des digestats

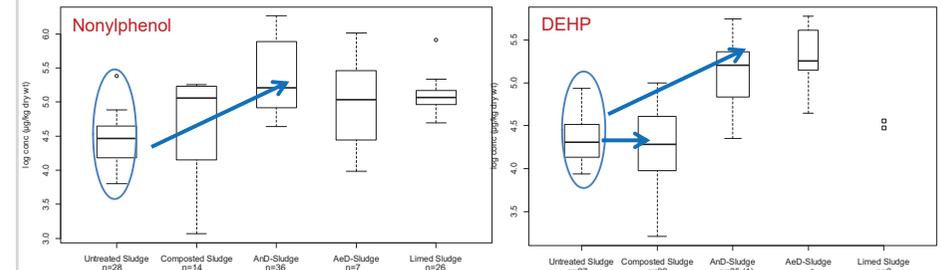


- 8 filières industrielles (urbaine, agricole, territoriale) de digestion en cours d'analyse pour persistants et pharmaceutiques

From: Houot S., et al

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Devenir au cours des procédés de traitement



- Augmentation des concentrations (en lien avec la réduction de la matière sèche)
- Nécessité d'établir de vrai bilan matière

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Abattement au cours de la digestion anaérobie

Classes d'abattement	X < 30	30 < X < 70	X > 70
Boue ¹	para, cbz, dcf, ibp, acid salicyclique , gem , ofl, nor, cip, LAS, NP , NP2EO, PAH , PCB, E1, E3, T, αEE2, αE2, βE2, DEHP, BBP, DEP, BPA, ahnt, hhcb, triclosan, triclocarban, diuron , benzotriazole , clozapine , benzophenone , iopromide , bisoprolol	pfoa , pfos, para, cbz, propra, smx, cefo, esci, lido, vera, citalopram , keto, ibp, dcf, diazepam , roxi, ctc, ofl, nor, cip, LAS, NP2EO, PCB, E1, E3, T, αEE2, αE2, βE2, DEHP, BBP, DEP, DnBP, BPA, ahnt, hhcb, triclosan, triclocarban	pfos, para, cbz, propra, smx, azi , cefo, esci, lido, lora , mico , trama , vera, domp , dcf, ibp, ate , caf , trim , nap , oxybenzone , roxi, otc, fix , citalopram , furosemide , clofibrac acid , keto, nor, cip, NP2EO, NP1EO, E2, E1, αEE2, DEP, DnBP, BPA, ahnt, hhcb, triclosan
Effluents ²	sulfathiazole, sulfamethazine, sulfadiazine, sulfaguandine , sulfamerazine, sulfapyridine , monensine , doxycycline , tetracycline	oxytetracycline , sulfachloropyridazine , Sulfathiazole, tetracycline	smx , sulfamerazine, sulfadiazine, sulfadiméthoxine , sulfaméthoxyvp , ridazine , triméthoprim , tylosine , fl , orfenicol , ampicillin , chlortetracycline , tetracycline

¹ Trably, 2002; De Mes, 2008; Carballa, 2007; Malmberg and Magner, 2015; Paterakis, 2012; Samaras, 2014; Barret, 2010; Narumiya, 2013; Gonzales-Gil, 2016; Muller, 2010; Phan, 2018; Ezzari, 2018

² Mohring, 2009; Arikian, 2006, 2008; Alvarez, 2010; Varel, 2012; Mitchel, 2013; Angenent, 2008; Akyol, 2016; Spielmeier, 2015, 2017, 2018

D'après Mailler et al., 2019, en soumission

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Abattement au cours de la digestion anaérobie

Classes d'abattement	X < 30	30 < X < 70	X > 70
Boue ¹	para, cbz, dcf, ibp, acid salicyclique , gem , ofl, nor, cip, LAS, NP , NP2EO, PAH , PCB, E1, E3, T, αEE2, αE2, βE2, DEHP, BBP, DEP, BPA, ahnt, hhcb, triclosan, triclocarban, diuron , benzotriazole , clozapine	pfoa , pfos, para, cbz, propra, smx, cefo, esci, lido, vera, citalopram , keto, ibp, dcf, diazepam , roxi, ctc, ofl, nor, cip, LAS, NP2EO, PCB, E1, E3, T,	pfos, para, cbz, propra, smx, azi , cefo, esci, lido, lora , mico , trama , vera, domp , dcf, ibp, ate , caf , trim , nap , oxybenzone , roxi, otc, fix , citalopram , furosemide
Effluents ²	monensine , doxycycline , tetracycline		orfenicol , ampicillin , chlortetracycline , tetracycline

- Performances positives pour certaines molécules
- Bilans de masse...un réel challenge, mais aussi un casse-tête
- Rare identification des produits de transformation et de leur impact
- Transformation anaérobie liée à la présence de groupe fonctionnel donneur d'électrons

¹ Trably, 2002; De Mes, 2008; Carballa, 2007; Malmberg and Magner, 2015; Paterakis, 2012; Samaras, 2014; Barret, 2010; Narumiya, 2013; Gonzales-Gil, 2016; Muller, 2010; Phan, 2018; Ezzari, 2018

² Mohring, 2009; Arikian, 2006, 2008; Alvarez, 2010; Varel, 2012; Mitchel, 2013; Angenent, 2008; Akyol, 2016; Spielmeier, 2015, 2017, 2018

D'après Mailler et al., 2019, en soumission

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Abattement au cours du compostage

Classes d'abattement	X < 30	30 < X < 70	X > 70
Boue ¹	cip, citaprolame, HAP, NP	cip, roxi, ahtn, triclosan, fluoxetine, sertraline	ctc, otc, roxi, hhcb, triclosan, DEHP, fluvoxamine, NP, LAS
Effluents ²	sulfamethazine, E2	Monensine, tylosin	tet, otc, ctc, trim, tilmicosine, tylosin, ery, enro, flum, nor, sulfa diazine, doxi, progesterone, salinomycine

¹ Ezzari, 2018; Poulsen and Bester, 2010; Sadeef et al., 2014; Vasskog et al., 2009

² Dolliver, 2008; Hakk and Sikora, 2011; Ho et al., 2013; Hu et al., 2011; Ramaswamy et al., 2010

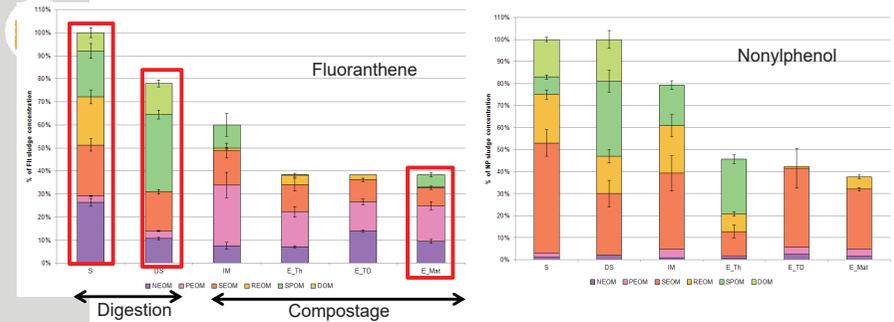
- Beaucoup moins de données
- Performances positives pour certaines molécules
- Rare identification des produits de transformation et de leur impact

Ezzari et al., 2018, J Haz Mat

Aller au-delà de la teneur totale...



Contaminant ↔ matière

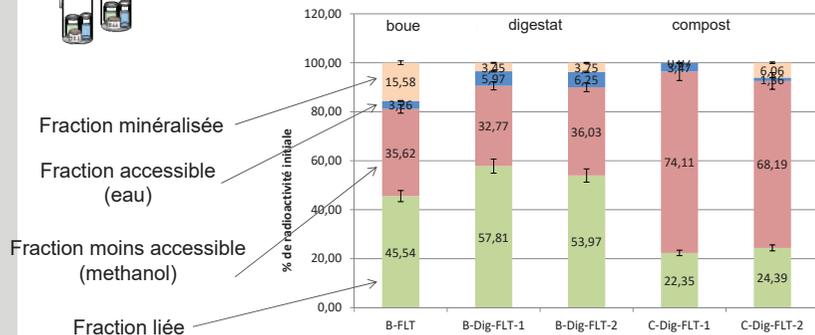


- De la concentration totale vers la concentration disponible
- Meilleure connaissance des phases porteuses (nature) et de leur réactivité au cours du traitement
- Impact de la partition sur le devenir après retour au sol

Aemig et al., PhD, 2014, 2016

Impact du traitement sur le devenir sol

Incubation boue/sol



- Le devenir dans les sols (minéralisation, formation de résidus liés) DEPEND du type de boue apportée

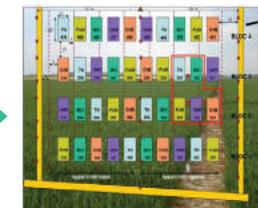
Devenir après retour au sol



Avec/sans molécules marquées (transformation/minéralisation)

PROCESSUS / PARAMETRES

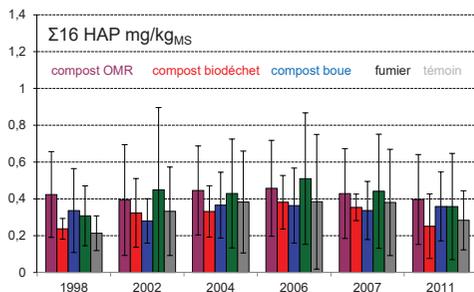
- Sorption/résidus liés : Kd, Koc, Kfoc
- Transformation (biotique et abiotique) : demies-vies, cinétiques (k)
- Transfert aux plantes : BCF, BCR
- Transfert vers eau : coefficient de lessivage (probabilité d'atteindre les nappes)



Site exp longue durée - SOERE-PRO + INERIS étude syprea (2011-2014) Eval risq Env Deschamps et al. (2017) Fate and impacts of pharmaceuticals and personal care products after repeated applications of organic waste products in long-term field experiments Science of the Total Environment 607-608 (2017) 271-280

Flux versus stock

✓ Essai Qualiagro : évolution des teneurs en HAP dans les sols



• Stock moyen en 16 HAP dans le sol: 1 500 g/ha

• Flux moyen en 16 HAP par épandage: 10 à 70 g/ha, soit 1 à 6 % du stock du sol (respectivement fumier et compost de biodéchet)

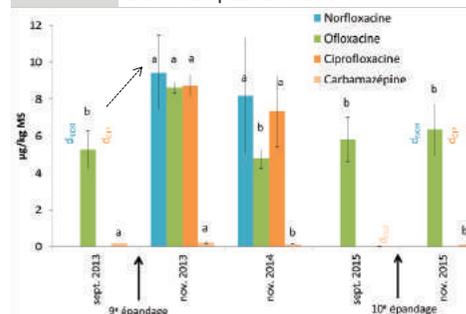
F << S

- Aucune différence significative entre les apports de composts, de fumier et les témoins.

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Flux versus stock

Sol + compost de boue



- Pas de détection dans des sols non amendés
- Composés retrouvés dans le sol sont aussi présents dans les produits MAIS pas de lien avec les flux apportés
- Augmentation des concentrations juste après épandage

Concentration mesurée (MEC) versus concentration prédite via les flux (PEC)

PEC >> MEC → dissipation (transformation, lixiviation, adsorption irréversible ...)

Persistance moyenne à forte

Composé	Demie vie estimée au champ
fluoroquinolones	1500 - 2500 j
doxycycline	
carbamazepine	900 j
diclofenac	150 - 1000 j
ibuprofène	190 - 300 j

$$MEC_{soil,n} = \sum_{i=1}^n \frac{[PPCP]_{OWP} \cdot APP_{OWP}}{DEPTH_{soil} \cdot RHO_{soil} \cdot 10,000} \cdot e^{-\frac{ln(2) \cdot t}{t_{1/2}}}$$

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin Deschamps et al. Stoten (2017)

Impact sur le sol ?

- Calcul du facteur de risque RF

$$RF = \frac{\text{soil measured concentration}}{\text{predictive non effect concentration (PNEC)}}$$

$$PNEC = \frac{\text{donnée écotox (EC50, NOEC)}}{\text{facteur}}$$

RF < 0,1 : faible 0,1 < RF < 1 : medium RF > 1 : fort

- Données ecotox sur organismes terrestres: *E. fetida*, vers; microorganismes; plantes // // peu de données; Sélection de la plus faible PNEC (cas le plus défavorable)

	MEC max µg/kg DM	EC50, NOEC mg/kg	PNEC µg/kg	RF	
Norfloxacin	9.4				
Ofloxacin	8.6				
Ciprofloxacin	8.7	0.54	10.8	0.806	croissance racine laitue (<i>Chetram, 1996</i>)
Doxycycline	<5	1.6	160	<0,031	activité microbienne (<i>Szatmari, 2014</i>)
Fluoxétine	<1				
Carbamazépine	0.5	12.5	125	0.004	reproduction collemboles (<i>Jensen, 2012</i>)
Diclofénac	<5	65.7	657	<0,008	reproduction collemboles (<i>Jensen, 2012</i>)
Ibuprofène	<1	64.8	648	<0,002	survie vers (<i>Pino, 2015</i>)

mesurée
<LOQ

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Transfert vers les eaux du sol

Modalité	Nb déterminations (nb ech)	Fréquence de détection	Fréquence de quantification	Concentration	Treatment	Main compounds
Sol + compost de boue	3684 (276)	7 %	0.5 %	~ 0.02 µg/L 0.27 µg/L (4 fois)	tous	carbamazepine ibuprofène

- Très faible fréquence de détection et de quantification (Topp 2008, Edwards 2009, Sabourin 2009)
- Très faible concentration – Pas de différence entre PRO épandus
- Carbamazépine, Ibuprofène – composés réfractaires (CBZ) et mobiles (Chabauty 2016, Topp 2008)

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Transfert vers les eaux du sol

- Calcul du facteur de risque RF

RF < 0,1 : faible 0,1 < RF < 1 : medium RF > 1 : fort

- Données de la littérature sur organismes terrestre / eau sol : *V. fischeri*, organisme modèle exposé à eau porale
Plus de données que sol mais grande variabilité;
Sélection de *PNEC* avec un temps de contact élevé

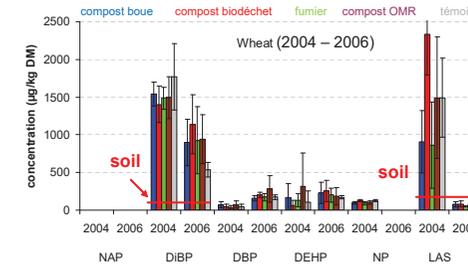
	MEC max	EC50	PNEC	RF	
	µg/L	mg/L	µg/L		
Ofloxacine	0.013	0.014	0.01	<0,928	(Backhaus, 2000)
Sulfaméthoxazole	0.005	1.77	1.77	<0,003	(Majewski, 2014)
Carbamazépine	0.011	94	94.00	0.000	(Di Nica, 2017)
Ibuprofène	0.27	18.3	18.30	0.015	(Di Nica, 2017)

mesurée
<LOQ

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Transfert vers les plantes

- ✓ Essai Qualiagro : persistants dans les blés



- Détection dans les grains récoltés sans relation avec les concentrations dans les sols
- Pas de différence entre les Traitements et Témoin
→ Autres origines des contaminants dans les récoltes ?

Données en cours d'acquisition sur les pharmaceutiques

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

conclusions

Présence

- Grande diversité de contaminants organiques (CO) présents dans les produits (bruts et traités) apportés au sol

boue	>	Effluents élevage	>	Biodéchets/déchets verts
Tout CO		Surtout antibio antiparasitaire		Persistant C + pesticides

Devenir /procédé

- Etre vigilant pour le calcul des performances (bilan de masse)
- Abatement par les procédés : performances variables selon les CO (structure moléculaire), selon les conditions redox (aérobie>anaérobie)
- Dissocier transformation et formation de résidus liés
- Biodisponibilité des CO, comme facteur limitant
- Importance des phases porteuses (aqueuse/particulaire) pour comprendre, optimiser et modéliser le devenir
- Produits de transformation peu étudiés

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

conclusions

Devenir sol-plante-eau

- Nombreuses études sous conditions variables (réelles, maximisantes)
- PEC/MEC et PNEC, mais peu de données en ecotox terrestre (aigue/chronique)
- Tests ecotox : pas d'effet aux doses conventionnelles
- Impact de traitement amont sur le devenir sol (laboratoire, terrain?)
- Persistance et mobilité des CO conditionnent leur devenir
- Faible accumulation des CO persistants (HAP¹, triclosan, fluoro)
- Faible transfert vers les plantes (modèle développé)²
- Faible transfert vers les eaux du sol (via matière organique dissoute ou particulaire?)
- Produits de transformation peu étudiés

¹Brimo et al., 2018

²Sabourin et al., 2012, Sci Tot Env, Uptake of pharmaceuticals, hormones and parabens into vegetables grown in soil fertilized with municipal biosolids
Prosser, R.S., Lissemore, L., Topp, E., Sibley, P.K., 2014a. Bioaccumulation of triclosan and triclocarban in plants grown in soils amended with municipal dewatered biosolids. Environmental Toxicology and Chemistry 33(5), 975-984.
Prosser, R.S., Sibley, P.K., 2015. Human health risk assessment of pharmaceuticals and personal care products in plant tissue due to biosolids and manure amendments, and wastewater irrigation. Environment International 75, 223-233.

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Remerciements



Ademe, Anses, Onema/AFB, ANR



Des Questions ?

Premiers résultats de la campagne "émergents nationaux 2018" dans les eaux de surface

Azziz ASSOUMANI, INERIS

RÉSUMÉ

Campagne Emergents Nationaux 2018 : Acquisition de connaissance pour l'évolution de la surveillance des eaux de surface

La campagne Emergents Nationaux 2018 constitue l'une des sept activités du Réseau national de Surveillance Prospective, dont l'objectif est de contribuer à l'évolution de la surveillance des masses d'eau françaises.

Cette campagne, dont la maîtrise d'œuvre est assurée par l'Ineris, fait intervenir Agences et Offices de l'eau, laboratoires académiques et AQUAREF.

Au total, 35 biocides et 17 surfactants, sélectionnés par le Comité d'Experts Priorisation, ont été ciblés dans cette campagne dans les eaux de surface, les sédiments, les eaux de rejet, les boues d'épuration et les matières en suspension.

Les premiers résultats sur la matrice « eau » montre des fréquences de quantification faibles pour les biocides et plus élevées pour les détergents, avec, pour certaines substances les plus quantifiées, des concentrations supérieures aux PNEC (Predicted Non Effect Concentration) correspondantes.

Les résultats de cette campagne alimenteront les exercices de priorisation des substances à l'échelle nationale pour le prochain cycle de la Directive Cadre sur l'Eau.



CAMPAGNE EMERGENTS NATIONAUX 2018 ACQUISITION DE CONNAISSANCE POUR L'ÉVOLUTION DE LA SURVEILLANCE DES EAUX DE SURFACE

Azziz Assoumani, INERIS



Contexte

- Mise en place du Réseau de Surveillance Prospective (2016)
 - Sous-ensemble du réseau de sites de surveillance DCE (Métropole et DROM)
 - Activités de R&D relatives à l'acquisition de connaissance : polluants émergents et nouveaux outils de surveillance
 - Objectif : Améliorer la surveillance des masses d'eau
 - Construit autour de 7 activités

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Contexte

- Activité #1 : Mise en œuvre de la liste de vigilance européenne (Watch List)
- **Activité #2 : Identification des contaminants émergents nationaux (EMNAT)**
- Activité #3 : Acquisition et traitement des données sur les substances pertinentes à surveiller au niveau national (SPAS)
- Activité #4 : Démonstration des capacités opérationnelles des échantillonneurs intégratifs passifs pour la surveillance des substances de l'état DCE (EIP)
- Activité #5 : Application des bioessais en accompagnement de la surveillance chimique DCE
- Activité #6 : Évaluation des supports possibles en support à la surveillance chimique sur poisson
- Activité #7 : Archivage physique ou virtuel d'informations chimiques sur les milieux aquatiques, et l'analyse rétrospective des échantillons

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Objectifs

Emergents Nationaux 2018

Campagne de surveillance des substances émergentes dans les eaux de surface
Contribue à l'évolution de la surveillance des masses d'eau

Alimenter en données de surveillance
l'exercice de priorisation des substances
d'intérêt émergent (2019-2020)

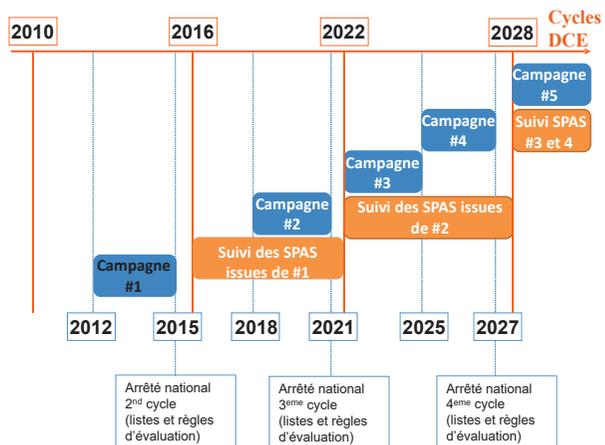
Mise à jour de la liste des Substances
Pertinentes A Surveiller (SPAS)

Mise à jour de l'arrêté de surveillance
en amont du SDAGE 2022-2027
Futurs programmes DCE

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Objectifs



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Objectifs

Activité #2 : Emergents Nationaux 2018

Campagne de surveillance des substances émergentes dans les eaux de surface
Contribue à l'évolution de la surveillance des masses d'eau

Priorisation des substances à l'échelle nationale

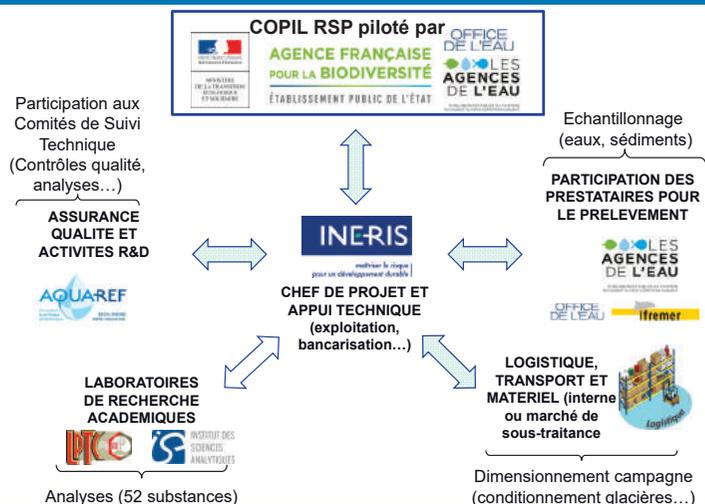


Articulation avec l'évolution de la liste des SP de la DCE

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Organisation générale d'EMNAT



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Mise en œuvre opérationnelle

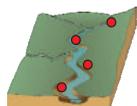
Sélection des sites

- Station du Réseau Référence Pérenne**
 - Aucun déclassement de l'état chimique et écologique (1^{er} cycle DCE)**
- Station de référence (AE/ODE)**
- 100 % de surface agricole en amont + absence de STEP**
 - Elevages et absence de STEP urbaine en amont**
- Pression agricole (AE/ODE)**
- Présence d'un hôpital en amont avec impact sur le cours d'eau**
 - Présence d'une STEP (10 000-20 000 EH - < 3km)**
 - Présence d'au moins 10 codes TEF pertinents sur le BV**
- Pression urbaine (AE/ODE)**

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Mise en œuvre opérationnelle

■ Sélection des sites



Continuum fluvial (AE/ODE)

- Sur un cours d'eau (4 points)
- Variation de l'occupation des sols



Eaux littorales (AE/ODE)

- Une station en Eaux littorales par bassin

Mise en œuvre opérationnelle

■ Sélection des sites



Eaux de rejet (AE)

- Un prélèvement par bassin
- Sur le continuum fluvial



MES (AERM)

- Cas spécifique du bassin Rhin-Meuse
- Sites anthropisés (urbain + agricole)

Mise en œuvre opérationnelle

■ Sélection des sites

Métropole	Stations urbaines	Stations agricoles	Continuum fluvial	Eaux de rejet	Eaux Littorales	Points de référence	Sites par AE
Artois-Picardie	3	2	5	1	1	1	13
Rhin-Meuse	5	1	7	2	0	1	15
Seine-Normandie	2	3	5	1	1	1	13
Loire-Bretagne	5	2	6	1	0	1	14
Adour-Garonne	4	2	4	1	1	1	13
Rhône-Méd.-Corse	3	2	3	1	1	1	11
TOTAL							79

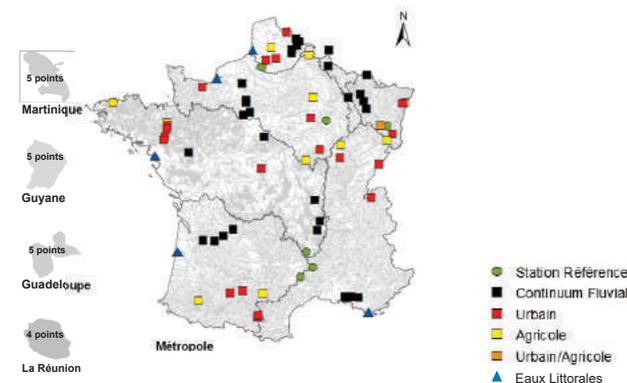
DROM	Stations urbaines + agricoles	Eaux Littorales	Points de référence	Sites par ODE
Martinique	3	1	1	5
Guadeloupe	3	1	1	5
La Réunion	3	0	1	4
Guyane	3	1	1	5
TOTAL				19

84 sites en eaux de surface continentale
 7 sites en eaux littorales
 7 sites eaux de rejets

98

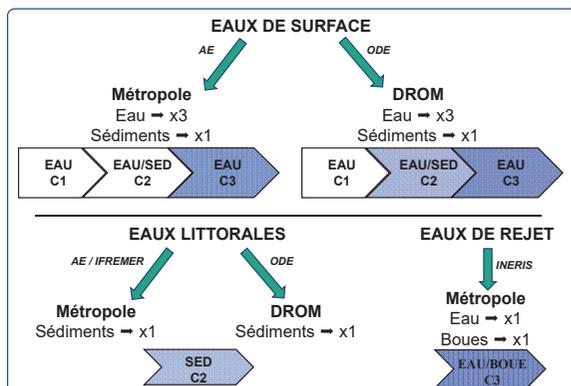
Mise en œuvre opérationnelle

■ Sélection des sites



Mise en œuvre opérationnelle

Matrices et nombre de campagnes d'échantillonnage



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Molécules analysées

Processus de priorisation (Comité d'Experts Priorisation)

52 substances retenues
 • 35 biocides
 • 17 surfactants



Laboratoires de recherche académiques

- Institut des Sciences Analytiques (Lyon) – 22 molécules
- Laboratoire de Physico et Toxico Chimie (Bordeaux) – 30 molécules
- Analyses selon un Cahier des Charges Analytique (validé par Aquaref)
- Nouveauté : contrôles qualités (LQ, blancs terrains)

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Molécules analysées

35 Biocides : 9 Eau – 20 Eau/Séd – 6 Séd

- Problèmes analytiques
 - 3 substances dans l'eau
 - 1 substance dans l'eau et les sédiments

17 Surfactants : 17 Eau/Séd

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Résultats Matrice Eau

Limites de quantification - 25 Biocides

Substance	PNEC eau [µg.L ⁻¹]	LQ atteinte [µg.L ⁻¹]
2-methyl-2H-isothiazol-3-one	0,006	0,050
4,5-Dichloro-2-n-octyl-4-isothiazolin-3-one	0,062	0,050
5-Chloro-2-methyl-4-isothiazolin-3-one (CMI)	0,280	0,200
2-Octyl-3(2H)-isothiazolone	0,006	0,005
Abamectin	0,001	0,001
Dodécyl diméthyl éthylbenzyl ammonium	1,00	1,0
Tétradécyl diméthyl éthylbenzyl ammonium	1,00	1,0
1,2-benzisothiazol-3(2H)-one	7,1	5,0
Brodifacoum	0,060	0,050
Difenacoum	0,002	0,002
Diclosan / 5-chloro-2-(4-chlorphenoxy)phenol	0,48	0,40
Chlorophen	0,54	0,50
Chlorfenapyr	0,03	0,03

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Résultats Matrice Eau

Limites de quantification - 25 Biocides

Substance	PNEC eau [$\mu\text{g.L}^{-1}$]	LQ atteinte [$\mu\text{g.L}^{-1}$]
Cetylpyridinium	0,025	0,020
Metofluthrin	0,024	0,020
Fipronil	0,0008	0,0003
Chlorhexidine	1	0,5
2-Hydroxybiphenyl	0,36	0,3
(benzothiazol-2-ylthio)methyl thiocyanate	0,002	0,002
Methyl nonyl ketone	0,23	0,1
Flocoumafen	0,09	0,09
DEET	41	0,1
Dodécyl diméthyl benzyl ammonium	1	0,06
Tétradécyl diméthyl benzyl ammonium	1	0,04
Didecyldiméthylammonium	0,2	0,05



Résultats Matrice Eau

6 Biocides quantifiés C1-C2-C3

- Fipronil (LQ : 0,3 ng.L^{-1} - PNEC : 0,8 ng.L^{-1})

AE / ODE	FQ (%)
Adour Garonne	48
Loire Bretagne	63
Seine Normandie	73
Rhône Méditerranée Corse	59
Rhin Meuse	68
Artois Picardie	77
Réunion	8
Guadeloupe	8
Martinique	30
Guyanne	40

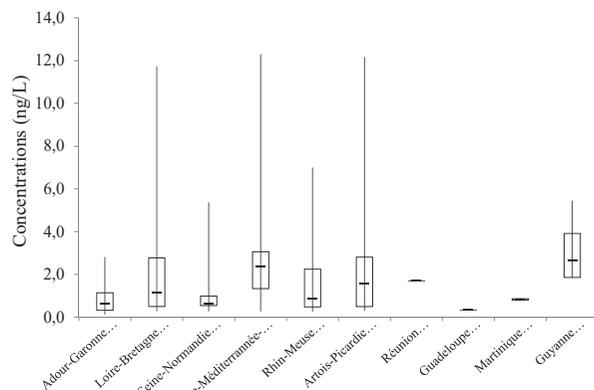
Résultats LPTC



Résultats Matrice Eau

6 Biocides quantifiés C1-C2-C3

- Fipronil (LQ : 0,3 ng.L^{-1} - PNEC : 0,8 ng.L^{-1})



Résultats LPTC



Résultats Matrice Eau

Méthylisothiazolinone (LQ : 0,050 $\mu\text{g.L}^{-1}$ - PNEC : 0,006 $\mu\text{g.L}^{-1}$)

- C1 : FQ = 8 % (uniquement Métropole) - Concentrations : 0,06 - 1,8 $\mu\text{g.L}^{-1}$
- C2 : FQ = 3 % (uniquement Métropole) - Concentrations : 0,08 - 0,18 $\mu\text{g.L}^{-1}$
- C3 : FQ = 0 %

Didécylidiméthylammonium (LQ : 0,050 $\mu\text{g.L}^{-1}$ - PNEC : 0,2 $\mu\text{g.L}^{-1}$)

- C1 : FQ = 5 % - Concentrations : 0,06 - 0,54 $\mu\text{g.L}^{-1}$
- C2 : FQ = 5 % - Concentrations : 0,06 - 0,25 $\mu\text{g.L}^{-1}$
- C3 : FQ = 7 % - (uniquement Métropole) - Concentration : 0,05 - 0,09 $\mu\text{g.L}^{-1}$

DEET (LQ : 0,1 $\mu\text{g.L}^{-1}$ - PNEC : 41 $\mu\text{g.L}^{-1}$)

- C1 : FQ = 1,5 % (uniquement Métropole) - Concentration : 0,18 $\mu\text{g.L}^{-1}$
- C2 : FQ = 0 %
- C3 : FQ = 4 % (uniquement DOM) - Concentrations : 0,12 - 0,72 $\mu\text{g.L}^{-1}$



Résultats Matrice Eau



- Dodécyl diméthyl benzyl ammonium (LQ : 0,06 µg.L⁻¹ - PNEC : 1 µg.L⁻¹)
 - C1 : FQ = 1,5 % (uniquement Métropole) - Concentration : 0,10 µg.L⁻¹
 - C2 : FQ = 3 % (uniquement Métropole) - Concentrations : 0,12 - 0,13 µg.L⁻¹
 - C3 : FQ = 1,5 % (uniquement Métropole) - Concentration : 1,28 µg.L⁻¹
- Tétradécyl diméthyl benzyl ammonium (LQ : 0,04 µg.L⁻¹ - PNEC : 1 µg.L⁻¹)
 - C1 : FQ = 1,5 % (uniquement Métropole) - Concentration : 0,04 µg.L⁻¹
 - C2 : FQ = 3 % (uniquement Métropole) - Concentrations : 0,06 - 0,24 µg.L⁻¹
 - C3 : FQ = 1,5 % (uniquement Métropole) - Concentration : 0,25 µg.L⁻¹

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Résultats Matrice Eau



- Limites de quantification : 17 Surfactants

Substance	PNEC [µg.L ⁻¹]	LQ atteinte [µg.L ⁻¹]
Comperlan 100	1,35	0,1
Incromine SD	0,51	0,05
Lauryl pyridinium	0,047	0,030
Hexadécylbétaine	1	0,10
Stepanquat ga 90 C16	1	0,50
Stepanquat ga 90 C18	1	0,50
Triton X-100	0,28	0,1
Surfynol 104	16	0,1
Ethylhexyl sulfate	11	0,05
Lauryl sulfate	65	0,5
2-Laureth sulfate	1	0,30
1-Laureth sulfate	1	0,40
Acide benzène décyl sulfonique LAS C10	1	0,01
Acide benzène undécyl sulfonique LAS C11	1	0,1
Acide benzène dodécyl sulfonique LAS C12	0,2	0,1
Acide benzène tridécyl sulfonique LAS C13	0,085	0,1
Acide benzène tétradécyl sulfonique LAS C14	0,12	0,1

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Résultats Matrice Eau



- Surfactants : Fréquences de quantification (Métropole)

Substance	C1 %	C2 %	C3 %
Hexadécylbétaine	0	0	0
Laurylpyridinium	0	0	1,5
Comperlan 100	0	0	3
Incromine SD	0	3	0
Stepanquat GA 90 (C16)	0	3	0
Stepanquat GA 90 (C18)	0	3	0
Acide benzène tétradécyl sulfonique LAS C14	4,5	0	3
Triton X-100	6,1	6,1	4,5
Surfynol 104	9,1	13,6	25,4
Ethylhexyl sulfate	10,6	12,1	31,3
Lauryl sulfate	30,3	7,6	14,9
2-laureth sulfate	34,8	3	6
1-laureth sulfate	47	15,2	10,4
Acide benzène décyl sulfonique LAS C10	74,2	83,3	88,1
Acide benzène tridécyl sulfonique LAS C13	74,2	81,8	89,6
Acide benzène dodécyl sulfonique LAS C12	81,8	86,4	92,5
Acide benzène undécyl sulfonique LAS C11	83,3	89,4	92,5

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Résultats Matrice Eau



- Surfactants : Concentrations médianes (Métropole)

Substance	PNEC µg.L ⁻¹	C1 µg.L ⁻¹	C2 µg.L ⁻¹	C3 µg.L ⁻¹
Hexadécylbétaine	1	< LQ	< LQ	< LQ
Laurylpyridinium	0,047	< LQ	< LQ	0,04
Comperlan 100	1,35	< LQ	< LQ	0,30
Incromine SD	0,51	< LQ	0,07	< LQ
Stepanquat GA 90 (C16)	1	< LQ	0,53	< LQ
Stepanquat GA 90 (C18)	1	< LQ	1,28	< LQ
Acide benzène tétradécyl sulfonique LAS C14	0,12	0,27	< LQ	0,14
Triton X-100	0,28	0,15	0,25	0,12
Surfynol 104	16	0,17	0,20	0,22
Ethylhexyl sulfate	11	0,14	0,09	0,13
Lauryl sulfate	65	1,07	0,62	0,92
2-laureth sulfate	1	1,35	0,52	2,74
1-laureth sulfate	1	1,39	0,57	0,58
Acide benzène décyl sulfonique LAS C10	1	0,07	0,16	0,14
Acide benzène tridécyl sulfonique LAS C13	0,085	0,27	1,32	0,65
Acide benzène dodécyl sulfonique LAS C12	0,2	0,59	1,10	1,07
Acide benzène undécyl sulfonique LAS C11	1	0,51	1,33	1,26

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Résultats Matrice Eau

■ Surfactants : Fréquences de quantification (DROM)

Substance	C1 %	C2 %	C3 %
Héxadécylbétaine	0	0	0
Laurylpyridinium	0	0	0
Comperlan 100	0	0	0
Incromine SD	0	0	0
Surfynol 104	0	0	0
Ethylhexyl sulfate	6,2	0	12,5
1-laureth sulfate	12,5	28,6	0
2-laureth sulfate	12,5	7,1	12,5
Triton X-100	12,5	21,4	6,2
Acide benzène tétradécyl sulfonique LAS C14	18,8	0	12,5
Lauryl sulfate	18,8	7,1	0
Stepanquat GA 90 (C16)	18,8	0	0
Stepanquat GA 90 (C18)	25	7,1	6,2
Acide benzène décyl sulfonique LAS C10	81,2	100	87,5
Acide benzène dodécyl sulfonique LAS C12	93,8	100	100
Acide benzène tridécyl sulfonique LAS C13	93,8	100	100
Acide benzène undécyl sulfonique LAS C11	93,8	100	100

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Résultats Matrice Eau

■ Surfactants : Concentrations médianes (DROM)

Substance	PNEC $\mu\text{g.L}^{-1}$	C1 $\mu\text{g.L}^{-1}$	C2 $\mu\text{g.L}^{-1}$	C3 $\mu\text{g.L}^{-1}$
Héxadécylbétaine	1	< LQ	< LQ	< LQ
Laurylpyridinium	0,047	< LQ	< LQ	< LQ
Comperlan 100	1,35	< LQ	< LQ	< LQ
Incromine SD	0,51	< LQ	< LQ	< LQ
Surfynol 104	16	< LQ	< LQ	< LQ
Ethylhexyl sulfate	11	0,50	< LQ	0,15
1-laureth sulfate	1	0,76	0,52	< LQ
2-laureth sulfate	1	0,69	1	0,40
Triton X-100	0,28	0,21	0,61	0,19
Acide benzène tétradécyl sulfonique LAS C14	0,12	0,30	< LQ	0,93
Lauryl sulfate	65	0,91	0,77	< LQ
Stepanquat GA 90 (C16)	1	0,35	< LQ	< LQ
Stepanquat GA 90 (C18)	1	0,40	0,32	0,75
Acide benzène décyl sulfonique LAS C10	1	0,05	0,31	0,15
Acide benzène dodécyl sulfonique LAS C12	0,2	1,22	2,72	1,02
Acide benzène tridécyl sulfonique LAS C13	0,085	0,44	3,66	0,77
Acide benzène undécyl sulfonique LAS C11	1	0,71	3,55	1,25

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Conclusion

- EMNAT : acquisition de connaissances sur des contaminants émergents
- 35 biocides et 17 surfactants ciblés
- Les premiers résultats sur la matrice eau montrent :
 - Faibles FQ pour les biocides. Six substances retrouvées, le fipronil est le plus fréquemment retrouvé en Métropole et dans les DROM
 - FQ plus fortes pour les surfactants. Les LAS sont les plus fréquemment retrouvés en Métropole et dans les DROM
 - Des niveaux de concentration supérieurs aux PNEC pour les substances les plus retrouvées

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Suite des travaux

- Interprétation des données eau, sédiment, eau de rejets, boues et MES
- Restitution complémentaire des résultats le 16 décembre à Irstea Lyon-Villeurbanne lors du 1^{er} Colloque du Réseau de Surveillance Prospective de la qualité chimique des milieux aquatiques

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



MERCI DE VOTRE ATTENTION



Molécules analysées

- 35 Biocides : 9 Eau – 20 Eau/Séd – 6 Séd

Substance	Matrice
1,2-benzisothiazol-3(2H)-one	Eau
2-methyl-2H-isothiazol-3-one	
5-Chloro-2-methyl-4-isothiazolin-3-one (CMI)	
→ Chloramine-T / Tosylchloramide sodium	
→ Dazomet	
DEET	
→ Methylene dithiocyanate	
Dodécyl diméthyl éthylbenzyl ammonium	
Tétradécyl diméthyl éthylbenzyl ammonium	

7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Molécules analysées

- 35 Biocides : 9 Eau – 20 Eau/Séd – 6 Séd

Substance	Matrice
(benzothiazol-2-ylthio)methyl thiocyanate	Eau/Séd
2-Hydroxybiphenyl	
2-Octyl-3(2H)-isothiazolone	
4,5-Dichloro-2-n-octyl-4-isothiazolin-3-one	
Brodifacoum	
Cetylpyridinium	
Chlorfenapyr	
Chlorhexidine	
Chlorophen	
→ Dichlofluanid	

7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Molécules analysées

- 35 Biocides : 9 Eau – 20 Eau/Séd – 6 Séd

Substance	Matrice
Diclosan / 5-chloro-2-(4-chlorphenoxy)phenol	Eau/Séd
Difenacoum	
Fipronil	
Flocoumafén	
Méthyl nonyl ketone	
Metofluthrin	
Abamectin	
Dodécyl diméthyl benzyl ammonium	
Tétradécyl diméthyl benzyl ammonium	
Didecyldiméthylammonium	

7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Molécules analysées

- 35 Biocides : 9 Eau – 20 Eau/Séd – 6 Séd

Substance	Matrice
Hexadécyl diméthyl benzyl ammonium	Séd
Octadécyl diméthyl benzyl ammonium	
1-(4-(2-cloro-a,a,a-p-trifluorotoloyloxy)-2-fluorophenyl)-3-(2,6-difluorobenzoyl) urea	
Bifenthrin	
Cyfluthrin	
d-Phenothrin	

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Molécules analysées

- 17 Surfactants : 17 Eau/Séd

Substance	Matrice
Acide benzène décyl sulfonique (LAS C10)	Eau/Séd
Acide benzène undécyl sulfonique (LAS C11)	
Acide benzène dodécyl sulfonique (LAS C12)	
Acide benzène tridécyl sulfonique (LAS C13)	
Acide benzène tétradécyl sulfonique (LAS C14)	
Triton X-100	
1-laureth sulfate	
2-laureth sulfate	
Comperlan 100	
Incromine sd	
Lauryl sulfate	
2-ethylhexyl sulfate	
Stepanquat GA 90 (C16)	
Stepanquat GA 90 (C18)	
Laurylpyridinium	
Héxadécylbétaine	
Surfynol 104	

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Cahier des charges des analyses

- Prescriptions
 - Réception des échantillons par les laboratoires
 - Préparation/traitement des échantillons (filtration des eaux, tamisage des sédiments...)
 - Identification/confirmation de l'identité de la substances analysée (critères de temps de rétention...)
 - Transmission et validation des résultats
- Contrôles Qualités
 - Blancs de flaconnage
 - Contrôle de la stabilité des échantillons
 - Contrôle du taux de récupération des substances analysées
 - Validation des LQ selon la NF T 90-210 – contrôle des LQ lors du processus analytique
 - Blancs Terrain (un par équipe de préleveurs)
 - Blancs Méthode

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Restitution et transfert des données

- Validation / Bancarisation des données
 - Contrôles automatiques de cohérence
 - Contrôle par jugement d'expert analytique
 - Validation par le Comité de Suivi Technique de l'étude
 - Bancarisation (SUPREMA)
- Mise à disposition des données au public
 - Via Eau France
 - Via le Gouvernement
 - Via les SIE des AE et OE
 - Transfert des méthodes d'analyses par les laboratoires académiques
- Exploitation
 - Priorisation des SPAS par le CEP pour le 3^{ème} cycle DCE (2021-2026)
 - Commission européenne (DG Environnement)
 -  Publications scientifiques

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



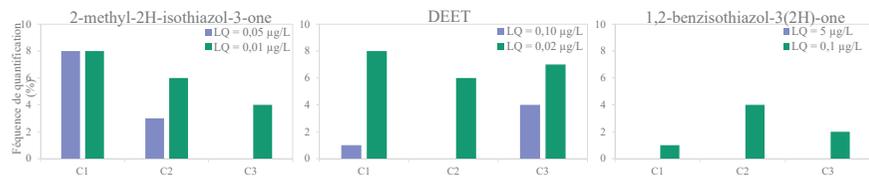
Faibles taux de quantification et limites de quantification



- C1-C2-C3 : Nouvelle analyse de certaines substances avec des LQ plus basses (à consolider)



	LQ contractuelle ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	Nouvelle LQ ($\mu\text{g.L}^{-1}$)
2-méthyl-2H-isothiazol-3-one	0,05	0,01
DEET	0,1	0,02
1,2-benzisothiazol-3(2H)-one	5	0,1



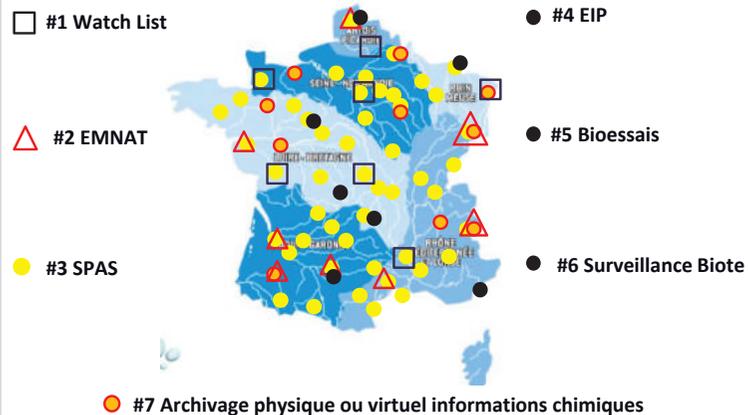
7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Contexte



- Sites du Réseau de Surveillance Prospective



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Les détergents dans les eaux usées urbaines : origine domestique ou hospitalière ? Analyse croisée des résultats des projets REGARD, REMPARG et RILACT

Marion Justine CAPDEVILLE, LyRE SUEZ

RÉSUMÉ

Les détergents dans les eaux usées urbaines : origine domestique ou hospitalière ? analyse croisée des résultats des projets REGARD, REMPARG et RILACT ».

Les projets REMPARG, RILACT et REGARD, tous 3 lauréats de l'appel à projet « Lutte contre les micropolluants des eaux urbaines, Innovations et changements de pratiques », ont analysé 16 détergents (ex. LAS C10-13) et détergents-désinfectant (ex. BDDAC, BDTAC) dans des échantillons d'eaux usées d'origine hospitalière (sortie hôpital), domestique (sortie habitation) et urbaines (entrée STEU).

Bien que ces études aient été réalisées dans des conditions différentes, les méthodes d'analyse pratiquées étant identiques, les résultats peuvent être comparés.

La grande conclusion commune aux 3 projets est que l'hôpital n'est pas le plus grand contributeur à la pollution des eaux usées par les détergents. Ces derniers proviennent majoritairement des effluents domestiques et urbains.



LES DÉTERGENTS DANS LES EAUX USÉES URBAINES : ORIGINE DOMESTIQUE OU HOSPITALIÈRE ? ANALYSE CROISÉE DES RÉSULTATS DES PROJETS REGARD, REMPAR ET RILACT

Marion-Justine Capdeville, Le LyRE-SUEZ



Contexte

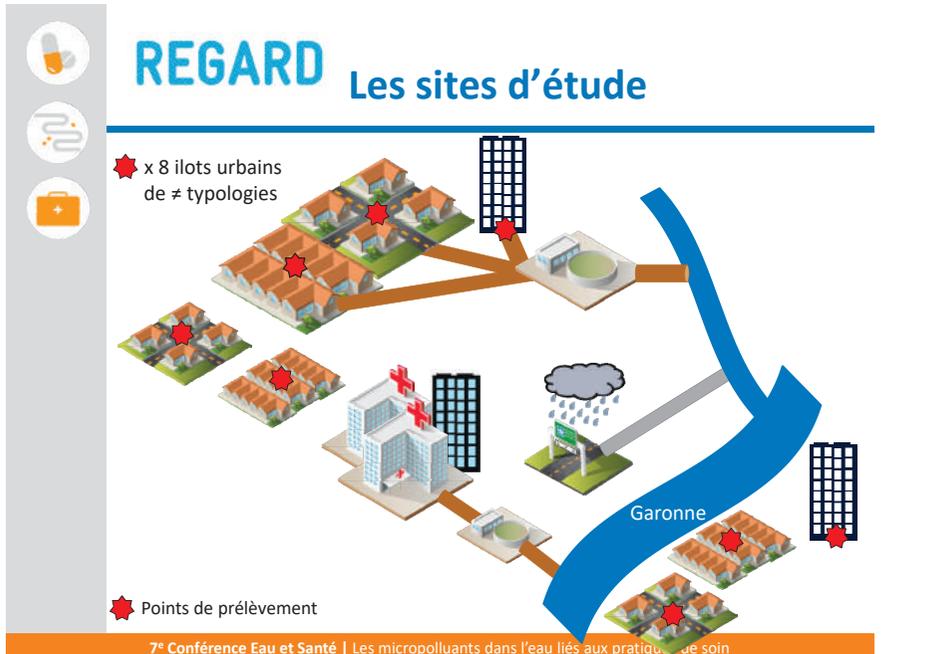
Micropolluants → détergents

7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

16 détergents analysés

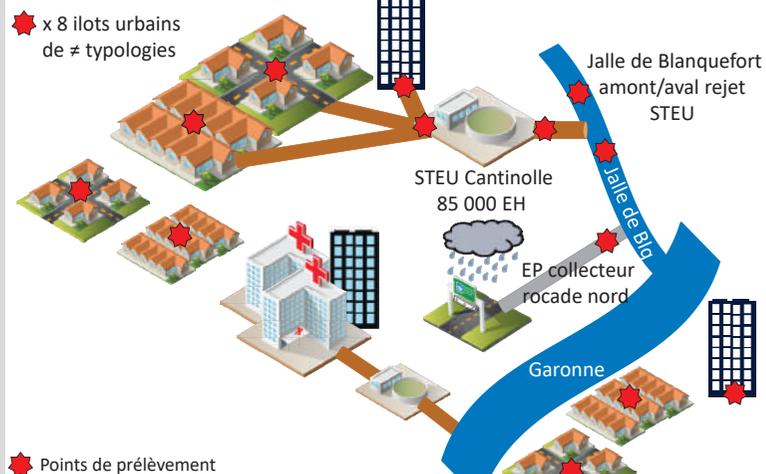
catégories	nom	nom chimique	propriétés	usages
agent dispersant	Benzotriazole		antimicrobien ¹	
détergents non-ioniques	Comperlan 100 cocamide MEA Triton X100	N-(2-hydroxyéthyl) dodécaneamide Octylphénol polyéthoxylate	émulsifiant, stabilisateur d'émulsion, synergiste de mousse, tensioactif, contrôle de la viscosité ¹	shampooing, gel douche
détergent zwitterionique	Cetyl betain	Héxadécylbétaine	antistatique, nettoyant, synergiste de mousse, conditionneur capillaire, entretien de la peau, tensioactif, contrôle de la viscosité ¹	shampooing
détergents cationiques	Stepanquat GA 90 BDDAC BDTAC	Ethananium Benzyl Dimethyl Dodecyl Ammonium Chloride Benzyl Dimethyl Tetradecyl Ammonium Chloride	ammonium quaternaire ammonium quaternaire ammonium quaternaire	assouplissant biocide biocide
détergents anioniques	Lauryl pyridinium Incromine SD Sodium 2-ethylhexyl sulfate Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) Texapon N 701 S LAS³ C10 LAS³ C11 LAS³ C12 LAS³ C13	N-[3-(diméthylamino)propyl] octadécaneamide sodium lauryl sulfate sodium laureth sulfate Acide benzène décyl sulfonique Acide benzène undécyl sulfonique Acide benzène dodécyl sulfonique Acide benzène tridécyl sulfonique	antistatique, émulsifiant, conditionneur capillaire, tensioactif ¹ nettoyant, dénaturant, émulsifiant, moussant, tensioactif ¹ nettoyant, émulsifiant, moussant, tensioactif ¹	après-shampooing, masque cheveux dentifrice, shampooing shampooing, liquide vaisselle, gel douche produits d'entretien et de nettoyage, produit d'hygiène corporelle, cosmétiques ²

1 : <https://incibeauty.com/ingredients>
2 : <https://echa.europa.eu/fr/substance-information/-/substanceinfo/100.079.513>
3 : Linear Alkylbenzene Sulfonate





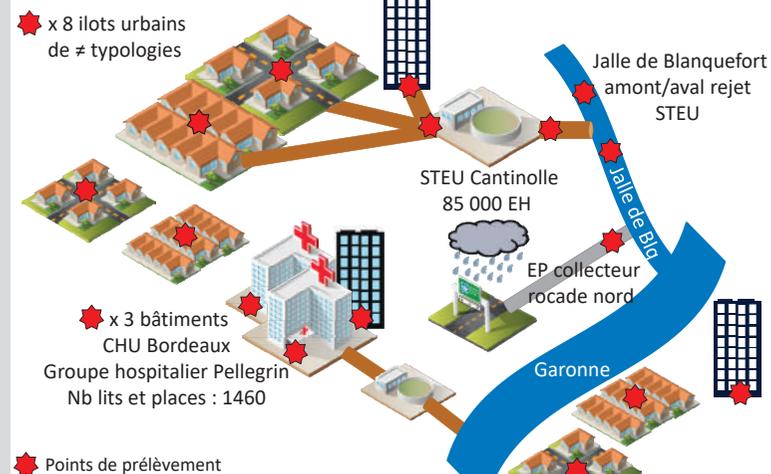
REGARD Les sites d'étude



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



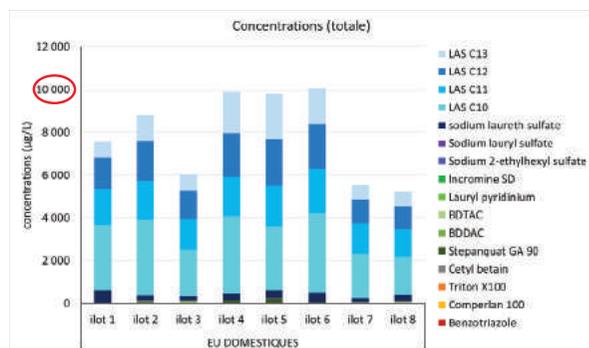
REGARD Les sites d'étude



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



REGARD Résultats

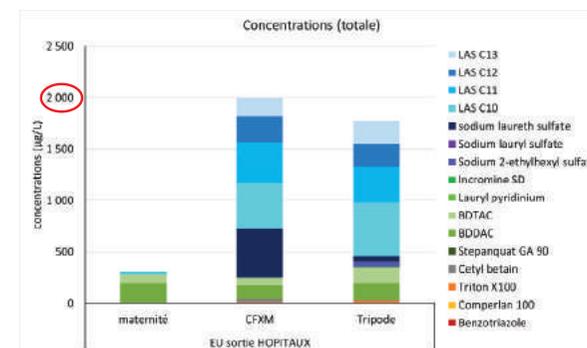


- Concentrations importantes (5 – 10 mg/L)
- Contamination dominée par les LAS (90%)
- LAS > sodium laureth sulfate > stepanquat
- Profils de contamination similaires quelque soit la typologie des ilots

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

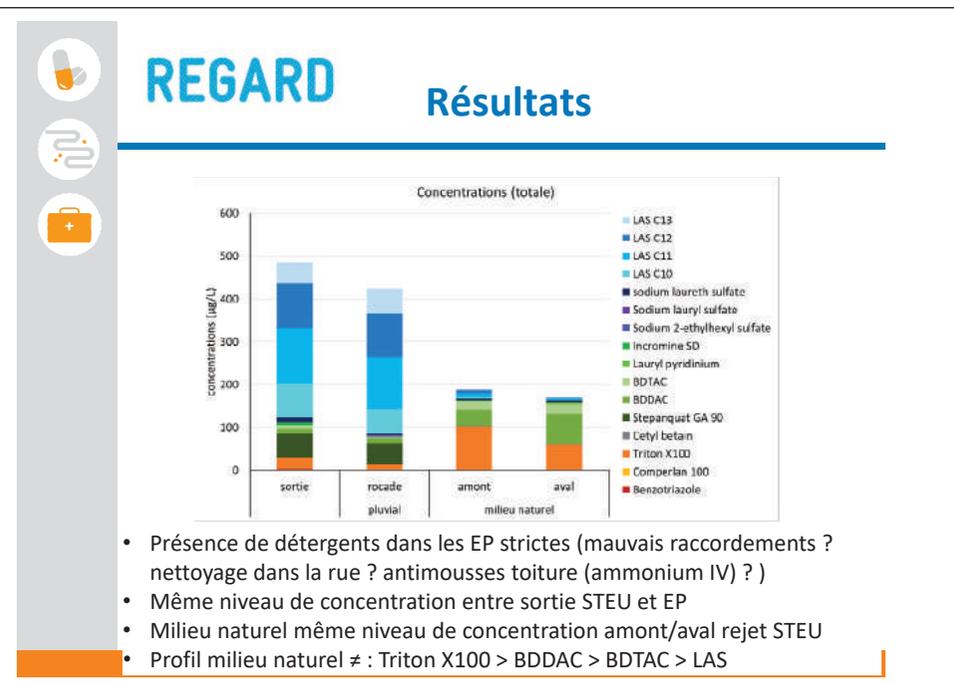
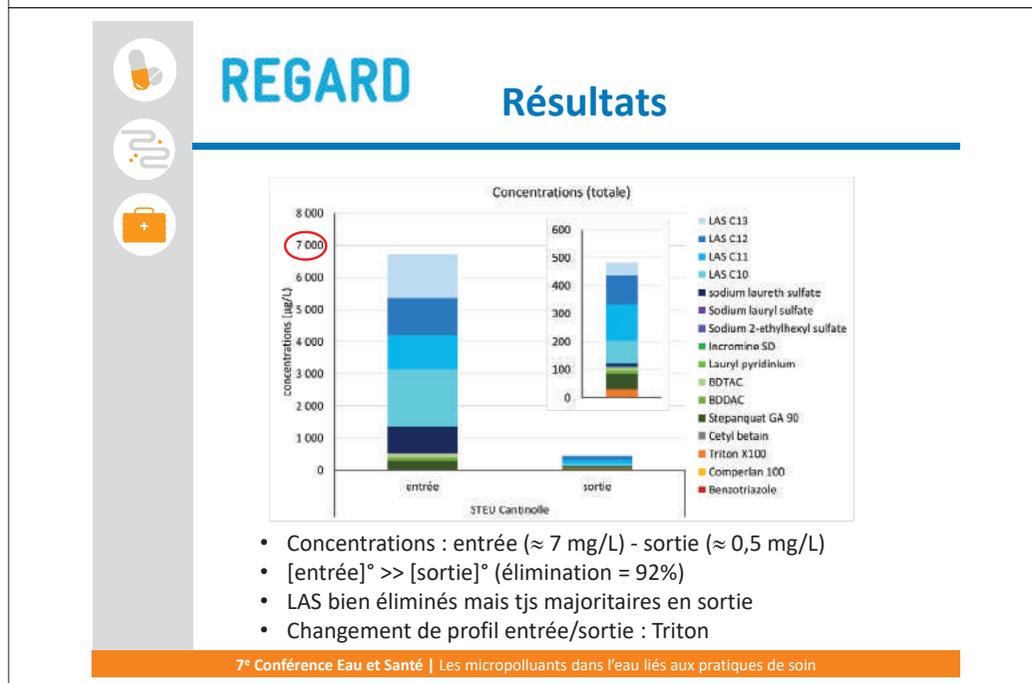
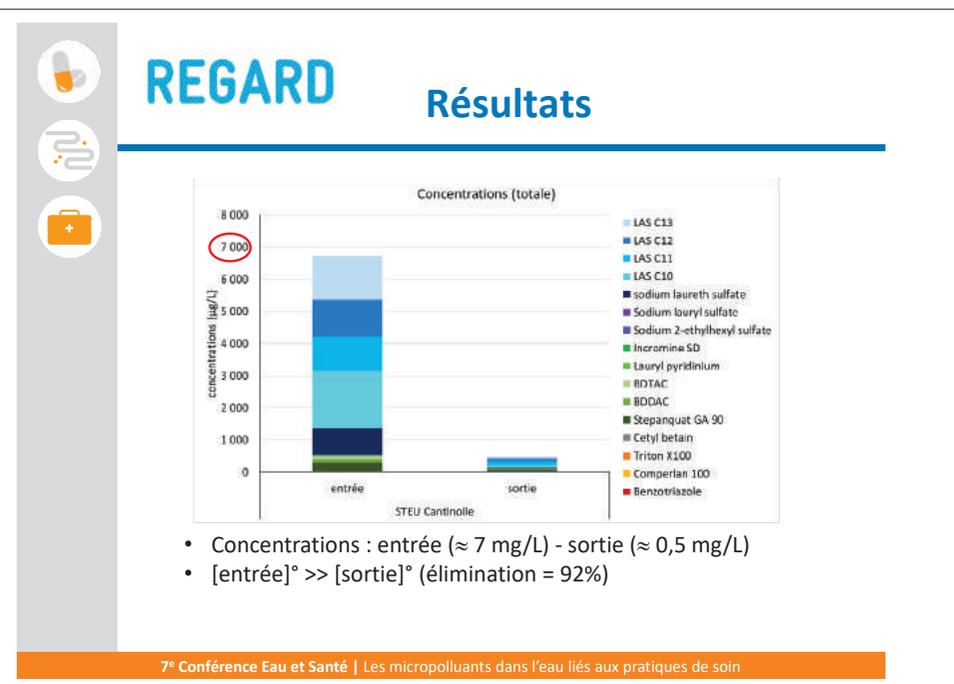
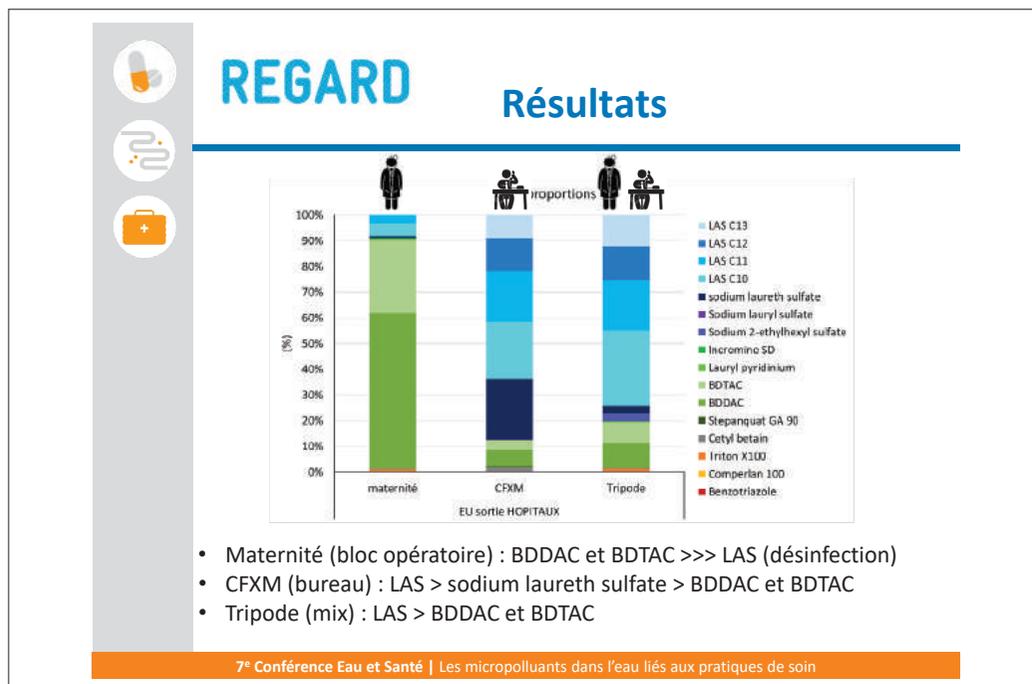


REGARD Résultats



- Concentrations plus faibles au CHU (0,3 – 2 mg/L) que dans les EU domestiques (5- 10 mg/L)
- Présence BDDAC et BDTAC

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



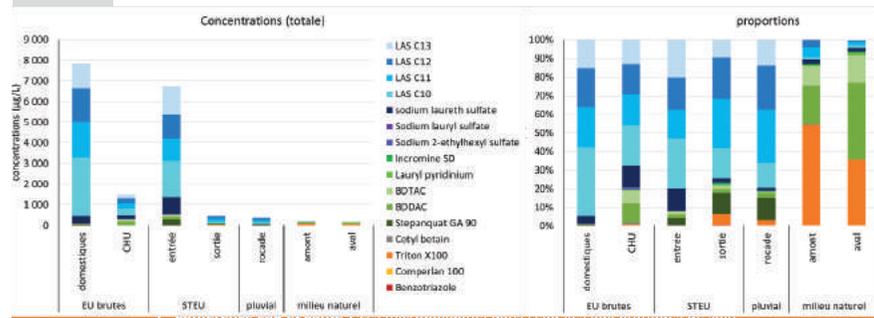


REGARD

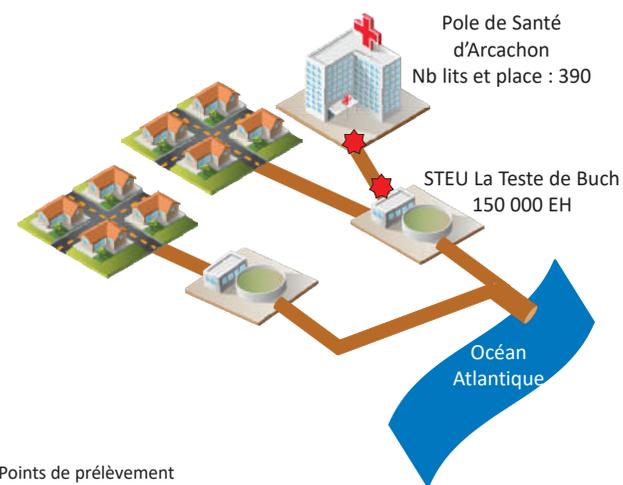
A retenir



- [détergents]° EU domestiques >> EU hospital
- Présence de détergents dans les EP
- EU et EP marquées par les LAS
- EU hôpital présence de biocides BDDAC et BDTAC
- Bonne élimination en STEU
- Profil milieu naturel totalement différent



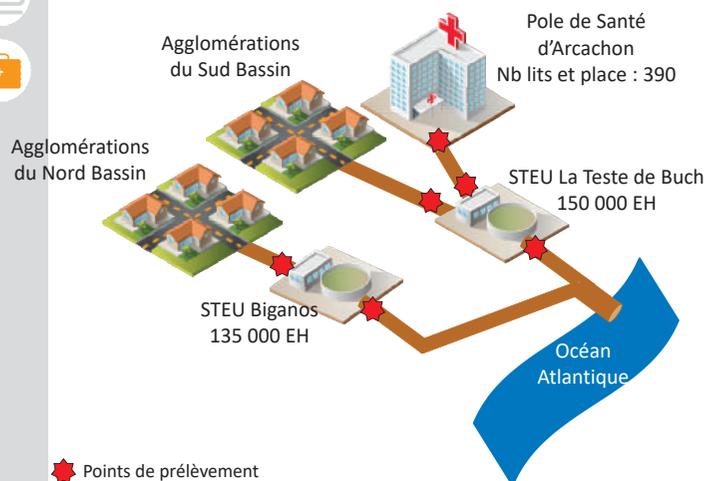
Les sites d'étude



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



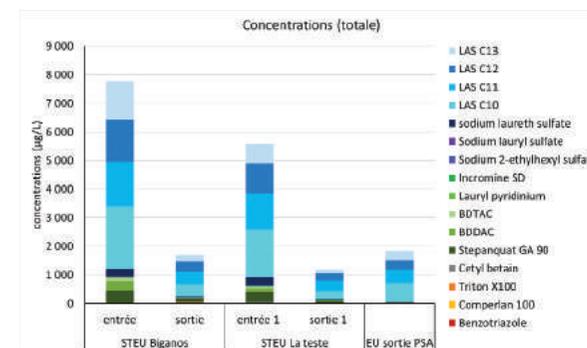
Les sites d'étude



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Résultats

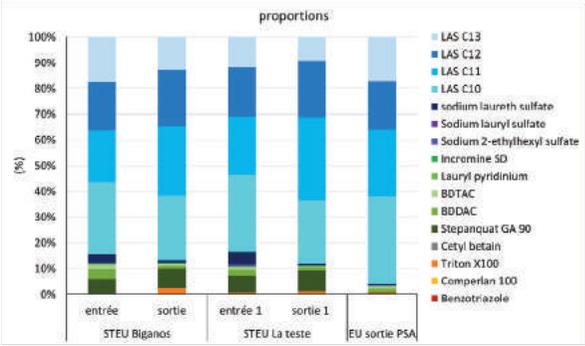


- Concentrations : entrée (5 - 8 mg/L) - sortie (1 - 2 mg/L)
- Entrée >> sortie
- [PSA]° << [entrée STEU – EU urbaines]°

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Résultats

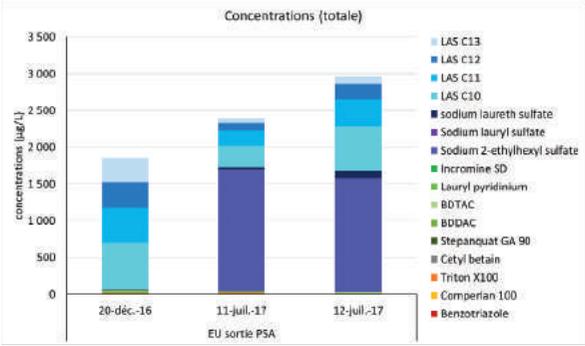


- Prédominance des LAS même dans effluent PSA (80%)
- STEU : LAS >> stepanquat > sodium laureth sulfate
- PSA : LAS >> BDDAC/BDTAC
- Sortie Biganos ≈ La Teste (pas d'influence des EU PSA)

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Résultats

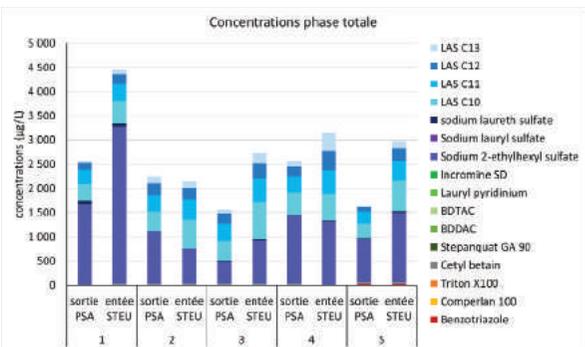


- Même ordre de grandeur des concentration (1,8 – 3 mg/L)
- Changement dans la composition → sodium 2-ethylhexyl sulfate prédominant (+ de 50%)

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Résultats



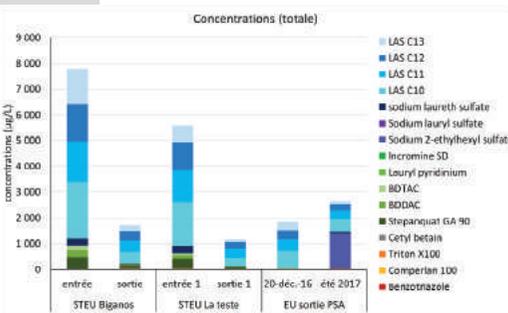
- Étude du comportement des détergents en réseau, suivi sur 3 j consécutifs
- Entée/sortie d'une canalisation dédiée effluents PSA (2,5 km; anaérobie; tps de séjour 3 heures le jour/8-10 heures la nuit)
- Pas de variation significative entre sortie PSA et entrée STEU

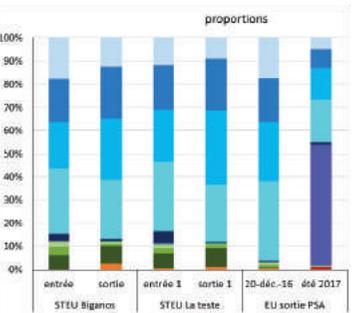
7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



A retenir

- [détergents]^o EU urbaines >> EU hopital
- EU marquées par les LAS
- Bonne élimination en STEU
- Changement profil EU PSA : sodium 2-ethylhexyl sulfate

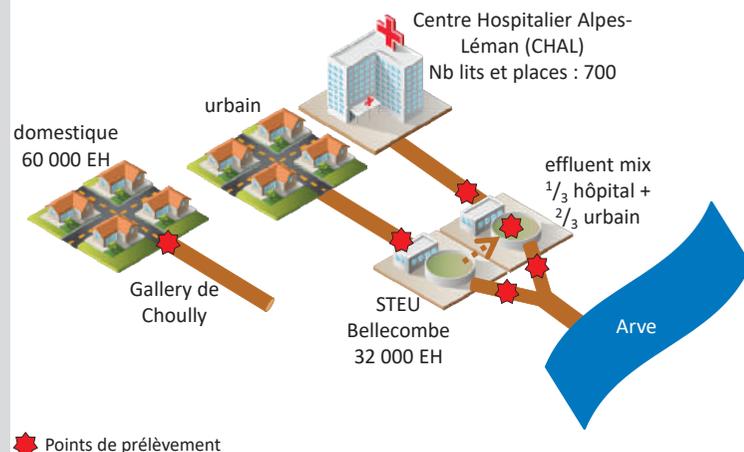




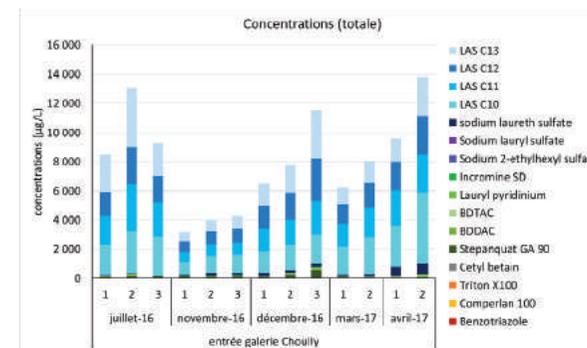
7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Les sites d'étude



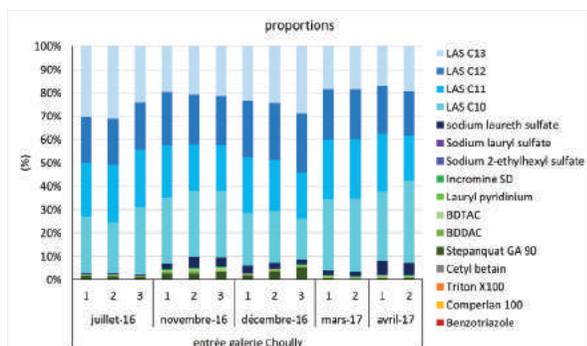
Résultats



- Concentrations importantes (2,5 – 14 mg/L)
- Contamination dominée par les LAS (90%)
- LAS > sodium laureth sulfate > stepanquat > BDDAC/BDTAC
- Profil de contamination similaire dans le temps



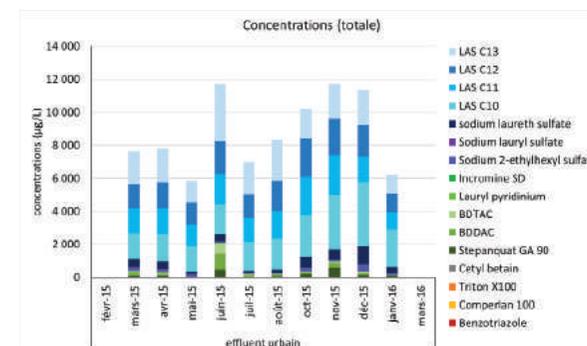
Résultats



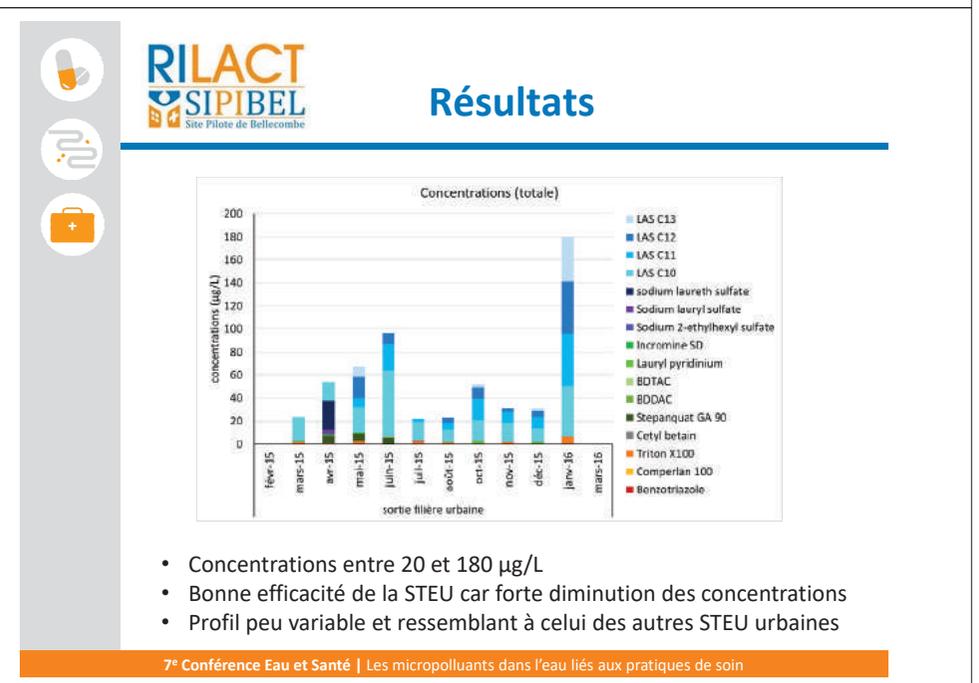
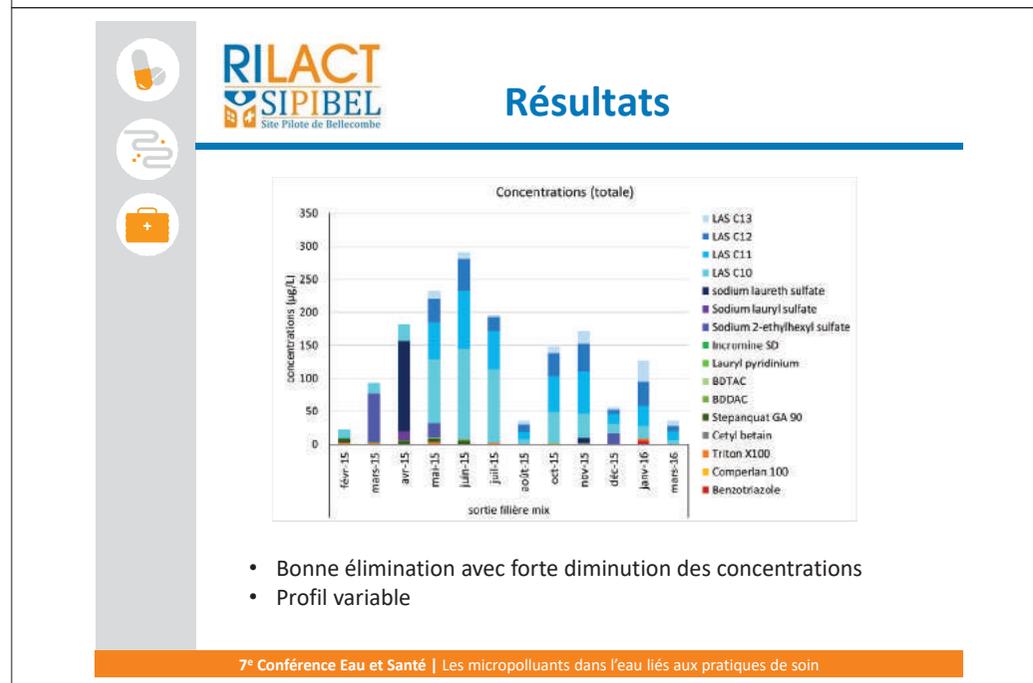
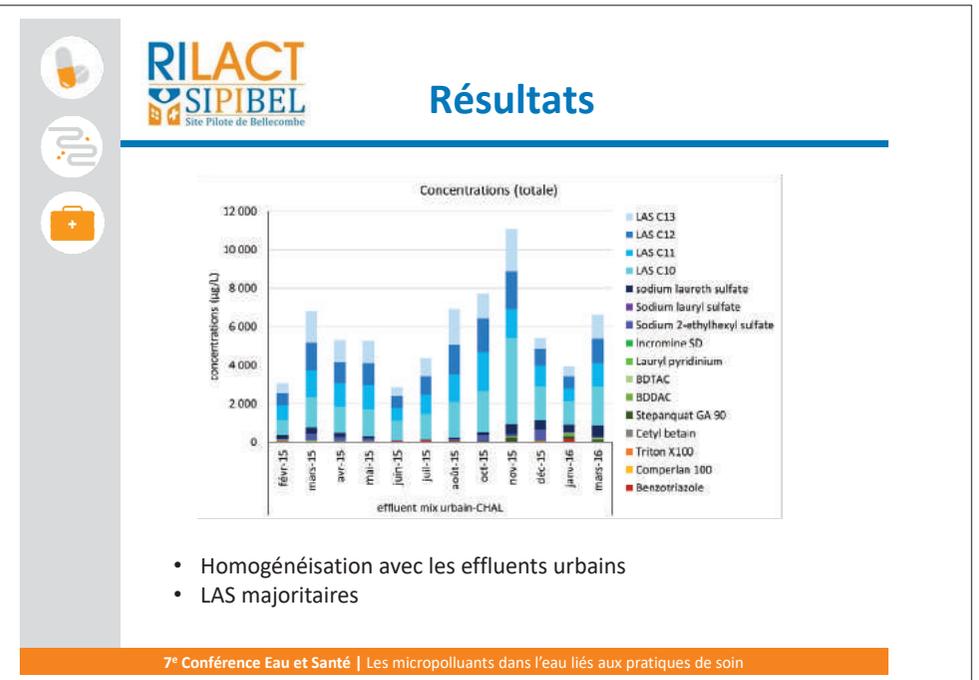
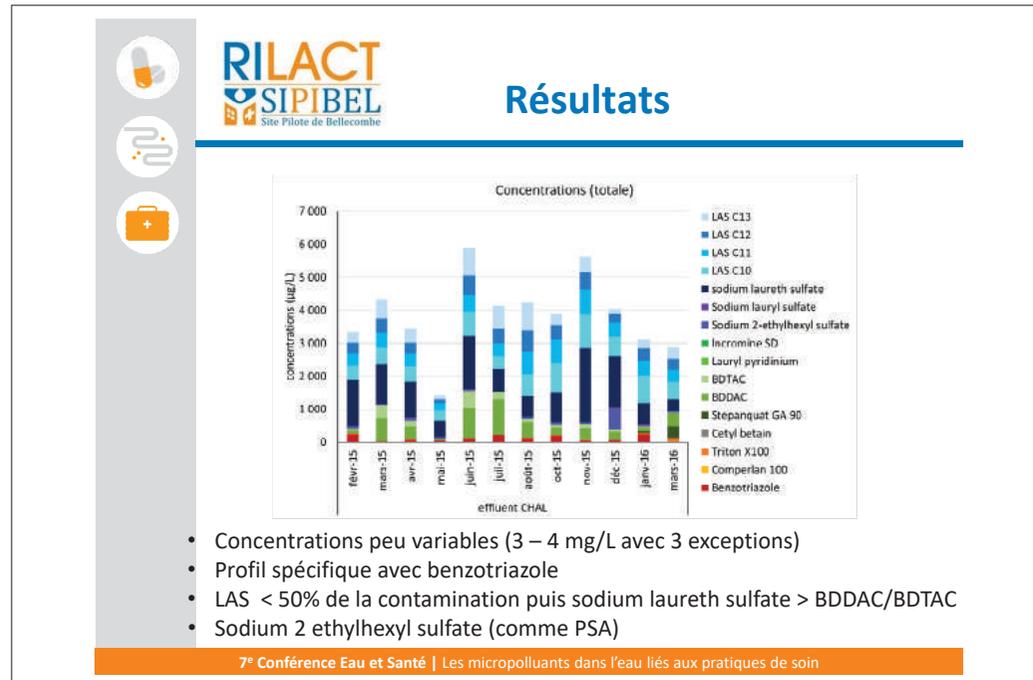
- Contamination dominée par les LAS : 90%
- LAS > sodium laureth sulfate > stepanquat > BDDAC/BDTAC
- Profil de contamination similaire dans le temps



Résultats



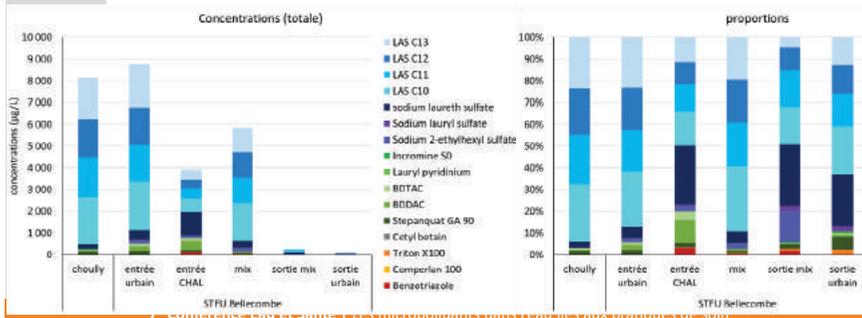
- concentrations importantes (6 – 12 mg/L)
- Profil similaire et même ordre de grandeur que EU domestiques (Chouilly)
- LAS > sodium laureth sulfate > stepanquat > BDDAC/BDTAC
- Sodium 2 ethylhexyl sulfate





A retenir

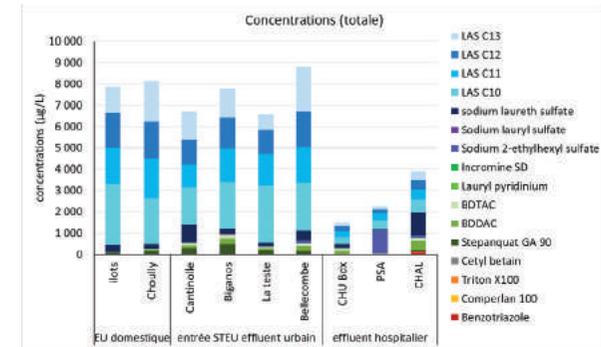
- [détergents]° EU domestiques et urbaines > EU hospital
- EU marquées par les LAS
- Bonne élimination en STEU
- Profil du CHAL spécifique avec benzotriazole



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Conclusions

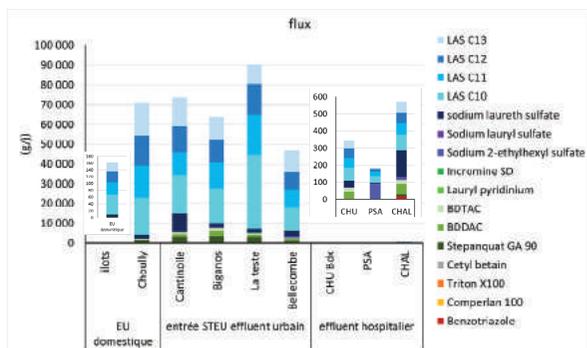


- En concentrations : EU urbaines (6 - 9 mg/L) >> hôpitaux (1,5 - 4 mg/L)
- En flux : EU urbaines (dizaine kg/j) >>>> hôpitaux (centaines de g/j)

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Conclusions

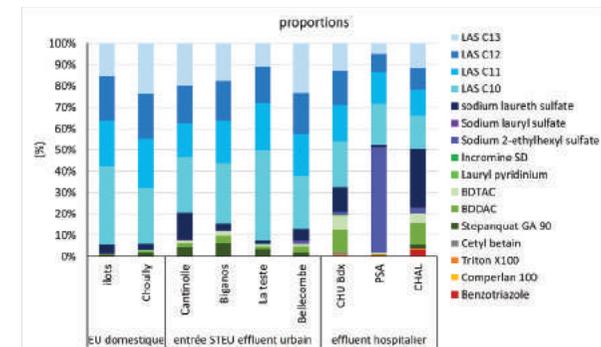


- En flux : EU urbaines (dizaine kg/j) >>>> hôpitaux (centaines de g/j)

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

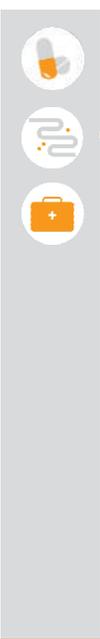


Conclusions



- LAS >>> sodium laureth sulfate/stepanquat/BDDAC-BDTAC
- Profil similaire des EU urbaines
- Profils différents entre les 3 hôpitaux → spécificité des usages

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



REMERCIEMENTS



Laure Wiest



Jean-Philippe Besse



Géraud Bournet
Jean-Luc Bertrand Krajewski

REGARD

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Suivi de l'antibiorésistance à l'échelle d'une STEU et d'un BV

Christophe DAGOT, INSERM Université de Limoges

RÉSUMÉ

Considérant que la résistance aux antibiotiques portée par les bactéries sera considérée comme un problème de santé publique , que les systèmes d'assainissement collectent, transportent, traitent la pollution urbaine, dont les micropolluants et les molécules d'activité de soins, qu'ils rejettent partiellement traitée dans les eaux superficielles, que les hôpitaux sont considérés comme des hot-spots pour leur contenu en microorganismes potentiellement résistants et en médicament, nous présentons les résultats du suivi pendant plus de 4 ans des effluents urbain et hospitalier du site de Sipibel.

La recherche des intégrons de résistance, plateforme génétique porteuse de gènes de résistance, l'identification du résistome et du microbiome des différentes typologies d'effluents (bruts, traités, rivière), les relations entre les gènes et l'exposome spécifique a permis de caractériser une signature des effluents, de remarquer la stabilité des évolutions des contenus génétiques, de caractériser l'effluent issu du mélange des rejets urbains et hospitalier et de confirmer l'impact des conditions environnementales sur le résistome et sur son expression.



SUIVI DE L'ANTIBIORÉSISTANCE

Christophe DAGOT, INSERM 1092
Université Limoges



L'environnement : poubelle *inerte* de gènes de résistance ou source de déterminants génétiques ?



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



L'antibiorésistance

- L'antibiorésistance : une pollution comme les autres ?
- Quels risques pour quelle gestion ?
- Caractérisation des relations avec l'environnement ?
- Comment observer ? mesurer ? Prévoir ?
- Comment éviter le superbug ?
- De l'intérêt de l'observatoire SIPIBEL...

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

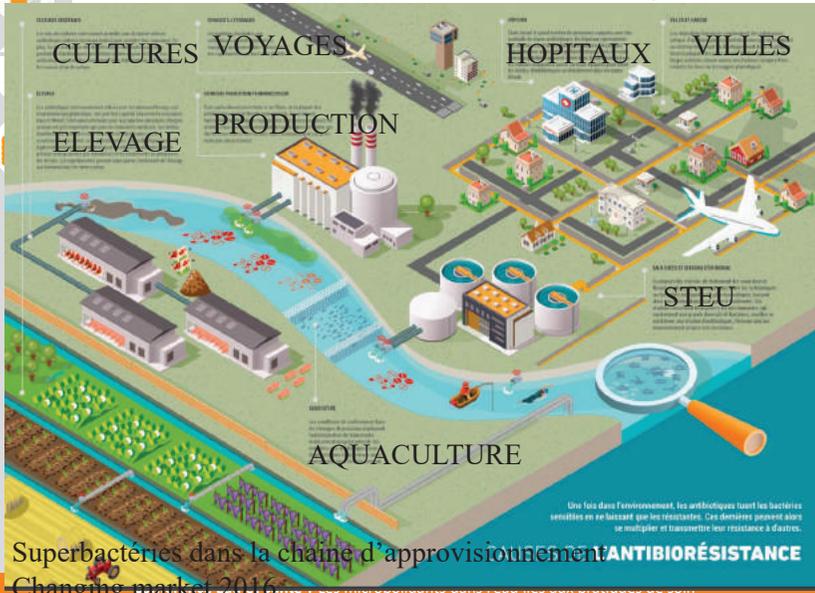


Les antibiotiques...



7^e Conféren

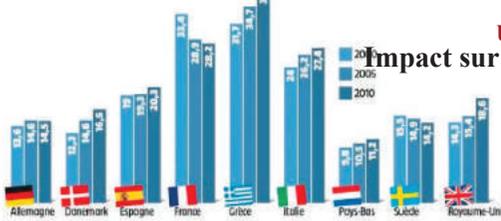
Identification des hot spot



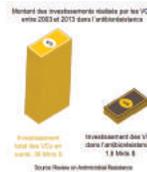
Une approche One-Health



Consommation



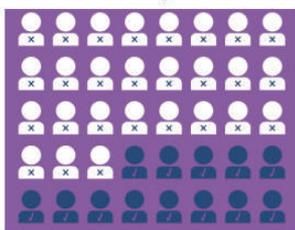
Un constat implacable un coût prohibitif...
Impact sur le PIB, la pauvreté, les soins



...et un faible investissement

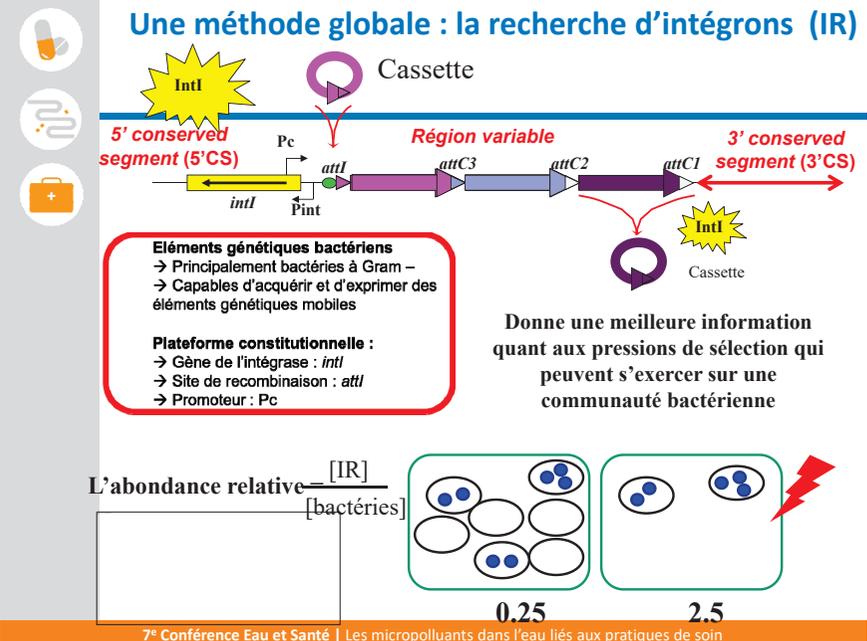


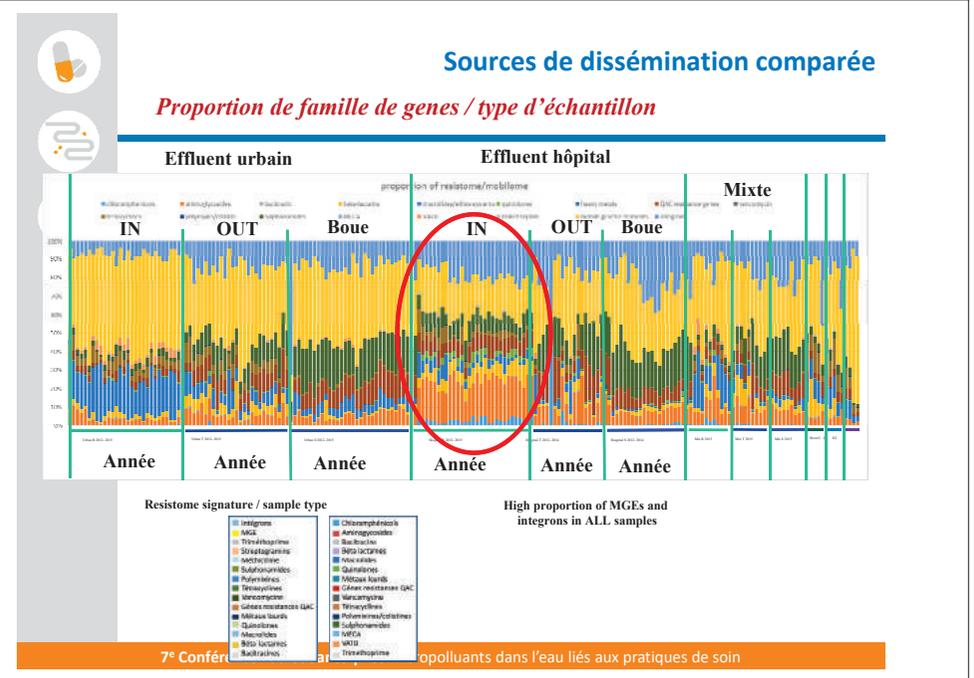
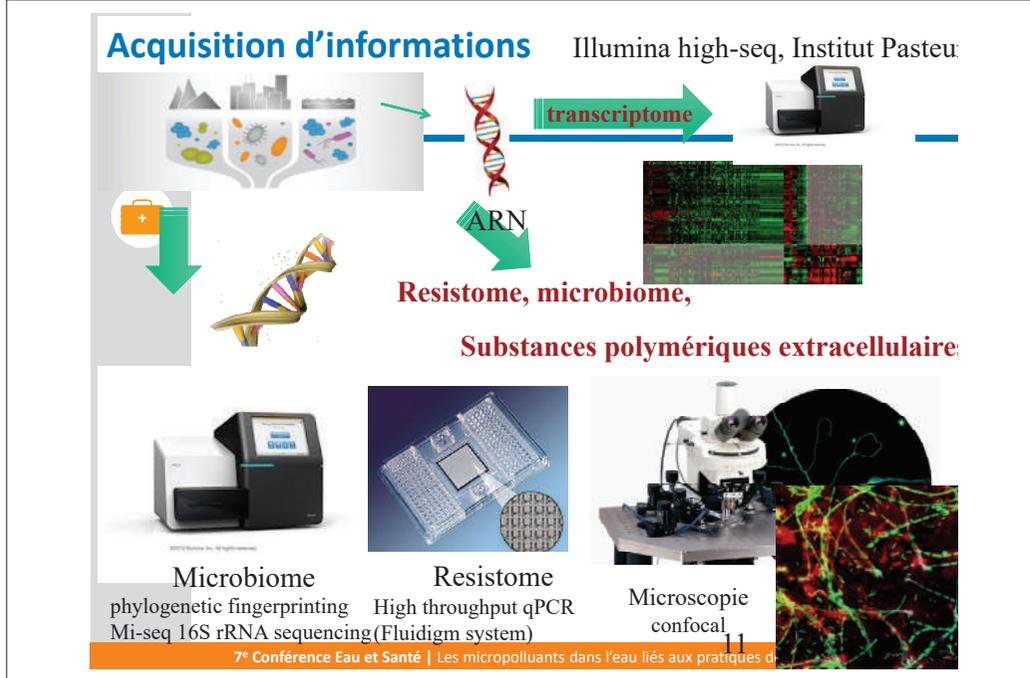
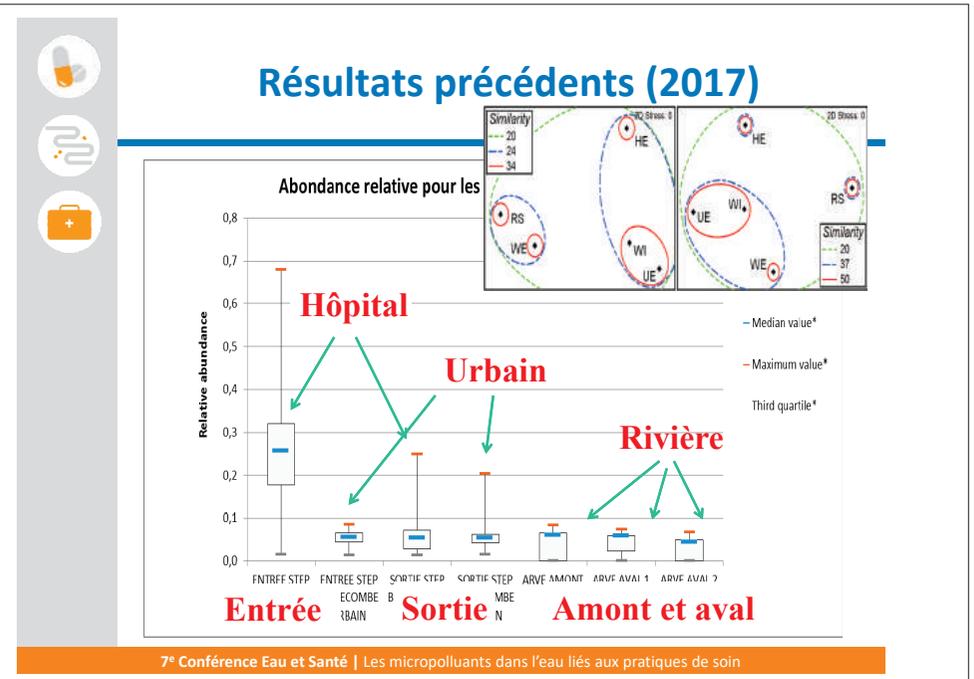
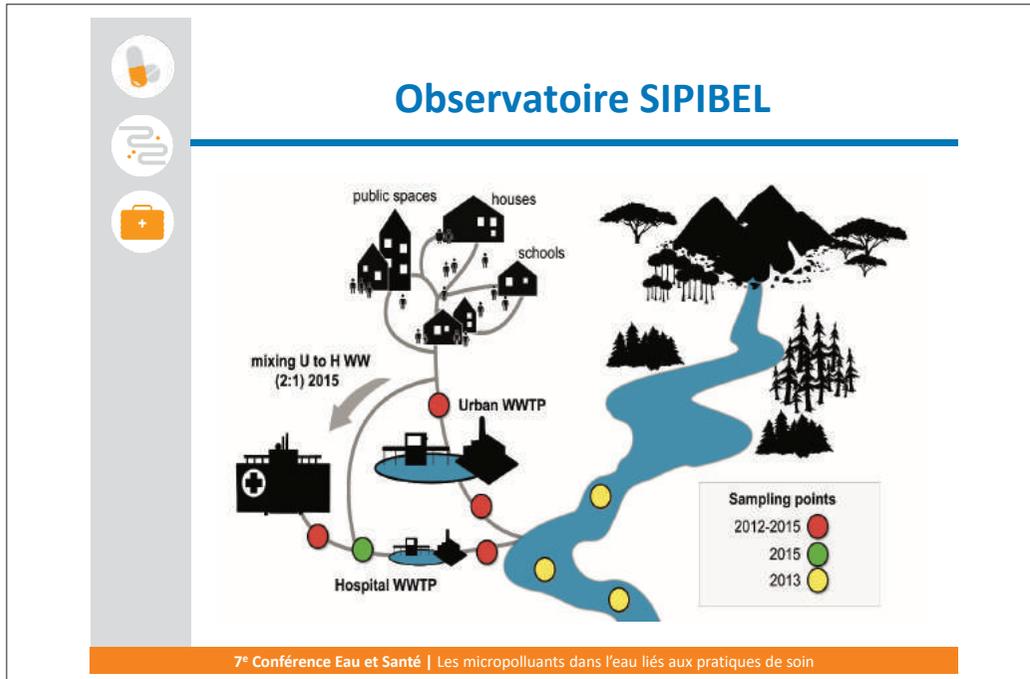
Mauvaise utilisation



Source: The review on antimicrobial resistance

Une méthode globale : la recherche d'intégrons (IR)

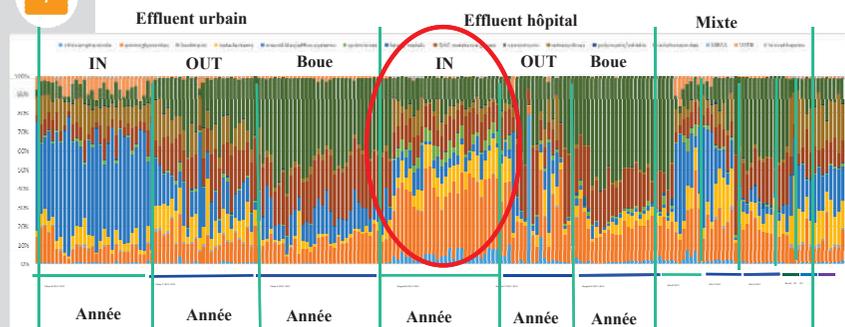




Sources de dissémination comparée

Proportion de famille de genes / type d'échantillon

Le résistome

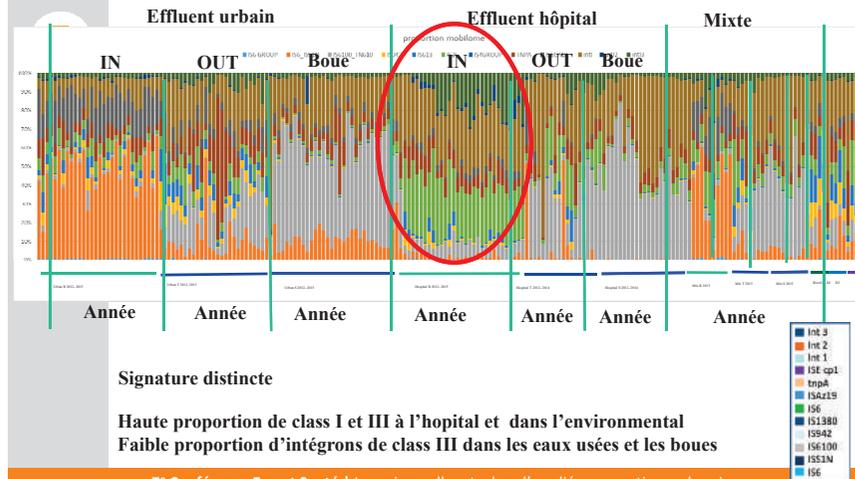


7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Sources de dissémination comparée

Proportion de famille de genes / type d'échantillon

Le mobilome



Signature distincte

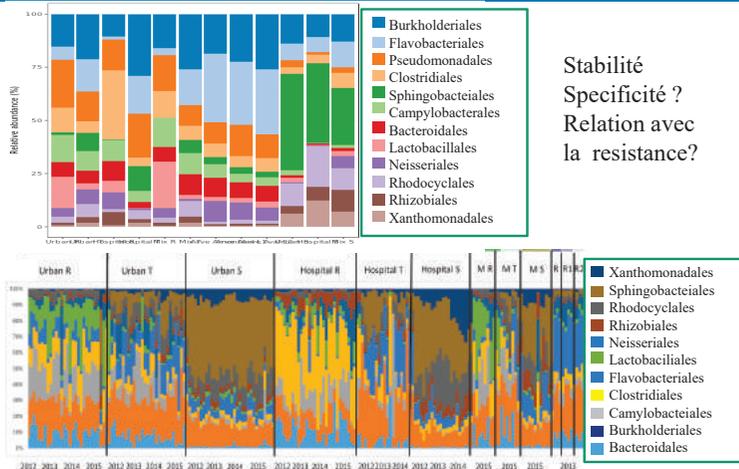
Haute proportion de class I et III à l'hôpital et dans l'environnement
Faible proportion d'intégrons de class III dans les eaux usées et les boues

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Sources de dissémination comparée

Le microbiome

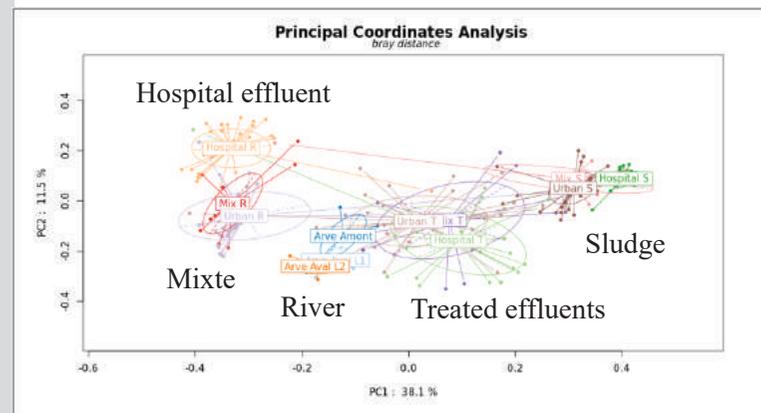
Proportion de famille de genes / type d'échantillon



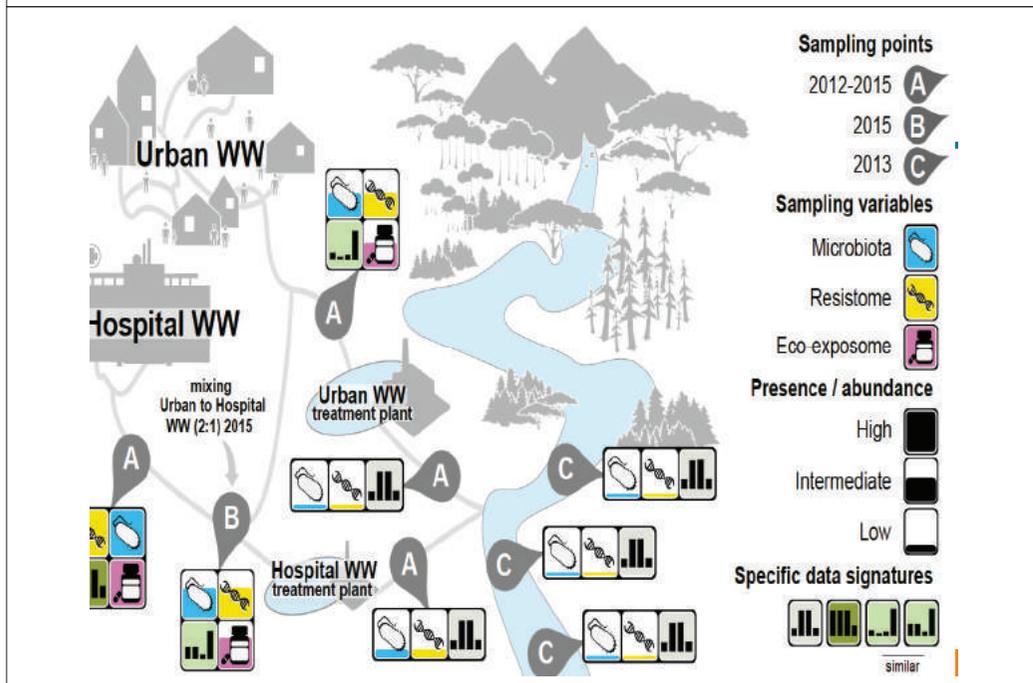
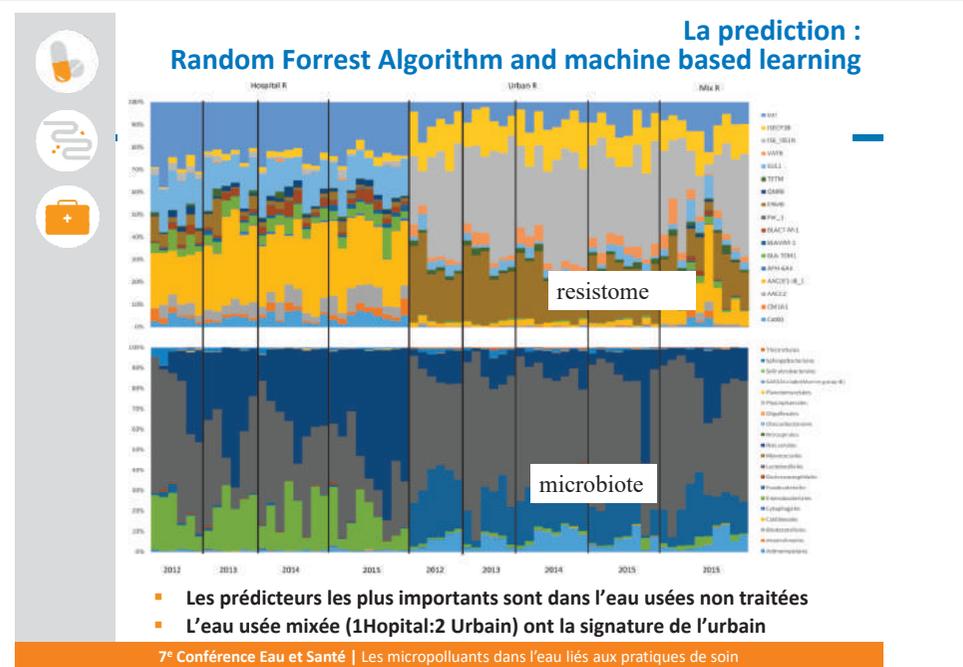
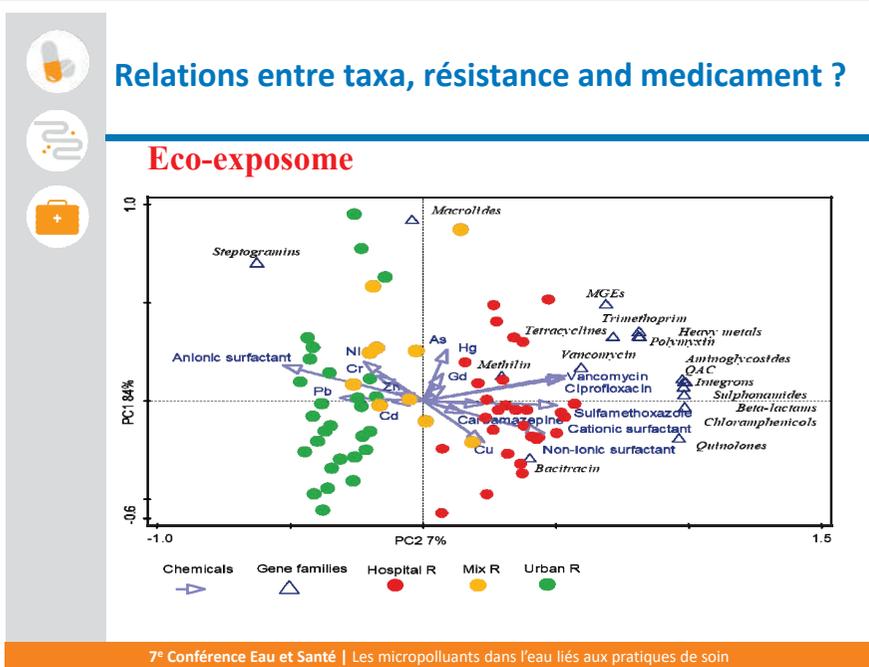
Corrélations significatives entre les gènes / familles de gènes et les ordres bactériens ?

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Spécificité du MICROBIOME



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Conclusion : Des apports de Sipibel

- Les effluents hospitaliers et urbains ont une signature distincte en resistome and microbiote
- La dynamique temporelle des effluents hospitaliers et urbains
- Le microbiote intestinal est enrichi dans les effluents hospitaliers
- Le résistome des effluents hospitaliers est significativement dilué dans les effluents urbains
- La station d'épuration réduit le résistome
- Pas d'impact évident des eaux usées traitées dans la rivière
- L'éco-exposome joue un rôle important en modélisant le résistome et le microbiote.

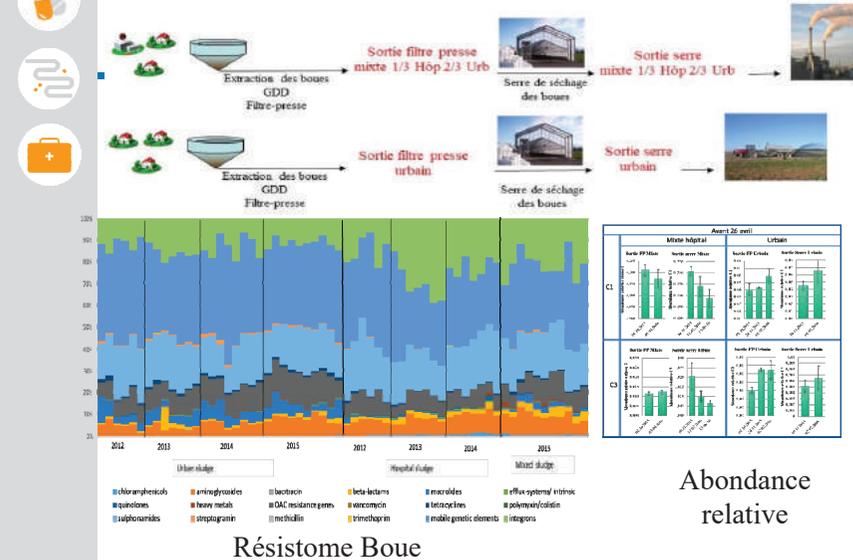
7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Allons plus loin



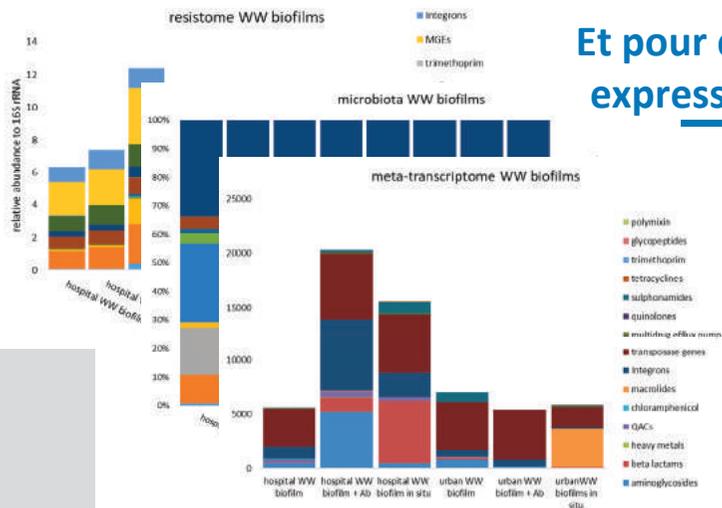
7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Et dans les boues



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Et pour quelle expression ?



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

L'antibiorésistance

- Le retour au sol, à la plante
- Les impacts des changements climatiques
- Modélisation - prévision – monitoring – risque
- Le superbug
- La recherche décrypte
- Les bonnes questions commencent à être posées
- Les caractérisations et les bilans sont produits
- Les mécanismes commencent à être appréhendés
- Des mesures de gestion sont évoquées (?)
- Les réseaux multidisciplinaires se construisent
- Besoin de recherche**

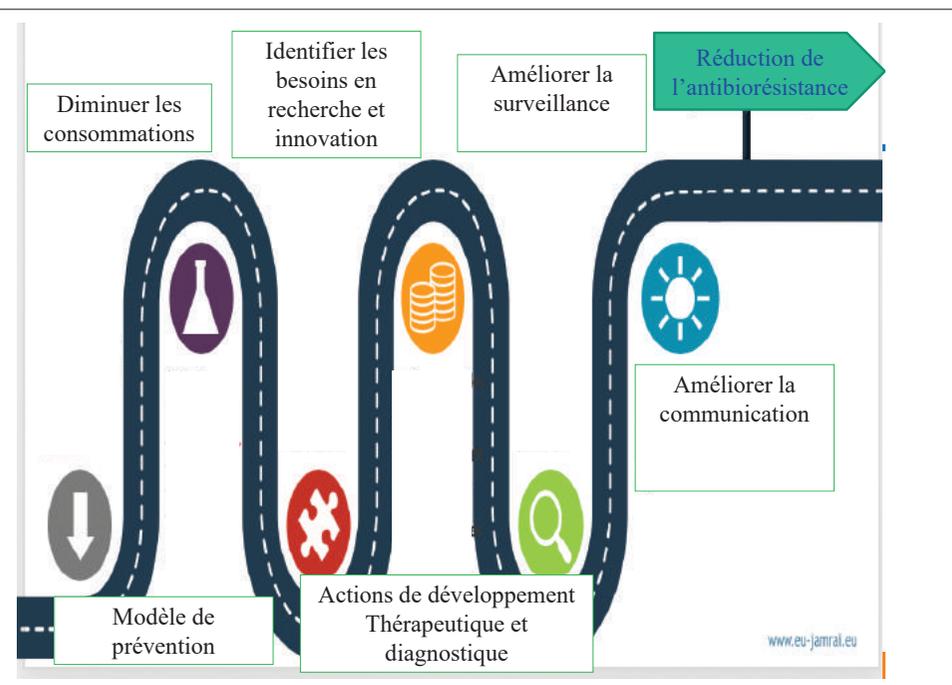
7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



ANTIBIOTIQUES

ILS SONT PRÉCIEUX, UTILISONS-LES MIEUX.

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Plans d'action antibiorésistance et perspectives : vers une vision intégrée One-Health dans les politiques publiques

Jean-Yves MADEC, ANSES

RÉSUMÉ

L'antibiorésistance est considérée par l'OMS comme un problème majeur de santé publique; en France, elle serait responsable de plus de 12 500 décès par an. Malgré certains succès des plans antibiotiques lancés au début des années 2000, la situation n'est toujours pas maîtrisée. De son côté en 2012, la médecine vétérinaire a lancé le plan EcoAntibio, qui a permis une forte diminution de l'utilisation des antibiotiques et de l'antibiorésistance chez l'animal. En 2015, la ministre de la santé a confié au Pr Carlet la coordination d'un groupe de travail devant proposer une nouvelle action nationale, qui s'est traduit par l'adoption d'une feuille de route interministérielle fin 2016.

Pour autant, malgré une vision One Health désormais plus marquée, la prise en compte de l'antibiorésistance dans le champ environnemental peine à s'inscrire dans une politique publique claire. Des enjeux restent entiers, tels que les effets de la dispersion des résidus d'antibiotiques ou des bactéries antibiorésistantes dans l'environnement, ou la co-sélection de l'antibiorésistance par des molécules non antibiotiques (détergents, biocides, métaux lourds, ...). Dans ce domaine, deux expertises scientifiques ont été lancées en 2018, l'une pilotée par la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité, l'autre par l'ANSES, dont les conclusions sont ou seront prochainement disponibles.



PLANS D'ACTION ANTIBIORÉSISTANCE ET PERSPECTIVES : VERS UNE VISION INTÉGRÉE ONE-HEALTH DANS LES POLITIQUES PUBLIQUES

Jean-Yves MADEC, Anses



Un enjeu de santé publique mondial

« ... le monde s'achemine vers une ère post-antibiotiques, où des infections courantes et des blessures mineures qui ont été soignées depuis des décennies pourraient à nouveau tuer. »



Dr Keiji FUKUDA, sous-directeur de l'OMS, 30 avril 2014

7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Alexander Fleming (1928)

- Septicémies à *Staphylococcus aureus*
- Mortalité : 82% > 18%



7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Résistance à la pénicilline



Self-Medication Decried
 "But the public will demand a preparation which can be taken by mouth, and doubtless they will get it. Then will begin an era of self-medication with penicillin, with all its abuses. The wrong source of infection will be treated, but this does not matter so much so long as large doses are not taken. It will only mean disappointment to one individual.
 "The greatest possibility of evil in self-medication is the use of too-small doses, so that, instead of clearing up the infection, the microbes are educated to resist penicillin and a host of penicillin-fast organisms is bred out which can be passed on to other individuals and perhaps from there to others until they reach someone who gets a septicemia or a pneumonia which penicillin cannot save.
 "In such a case the thoughtless person playing with penicillin treatment is morally responsible for the death of the man who finally succumbs to infection with the penicillin-resistant organism. I hope this evil can be averted."

L'utilisation de quantités trop faibles de pénicilline lors de l'automédication peut conduire à un effet inverse car au lieu de guérir l'infection, les microbes deviennent programmés pour résister à la pénicilline et un grand nombre de germes pénicillorésistants se multiplient, ceux-ci pouvant se transmettre à d'autres individus et... atteindre un patient souffrant d'une septicémie ou pneumonie qui ne pourront plus être guéris par la pénicilline.

New York Times du 26 juin 1945

7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



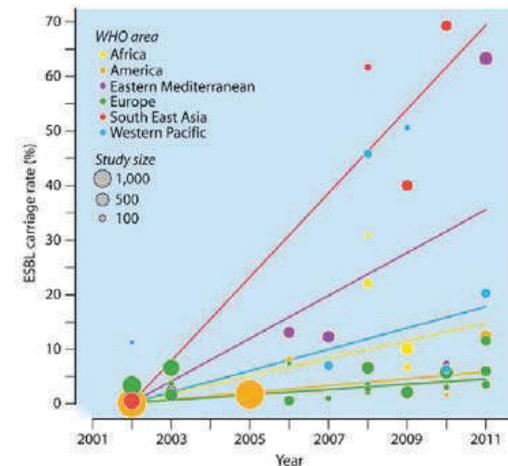
> 1 000 000 000 de personnes sont porteuses d'Entérobactéries multirésistantes (BLSE)



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Le portage est inégalement réparti dans le monde



Woerther *et al.* Clin Microbiol Rev, 2013;26:744-8

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Animal : antibiotiques promoteurs de croissance

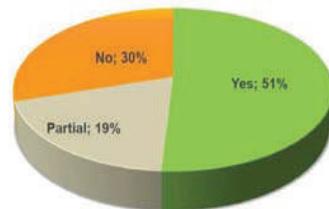


Organisation Mondiale de la Santé Animale

Antimicrobial use in animals:

Analysis of the OIE survey on monitoring of the quantities of antimicrobial agents used in animals

Proportion of OIE Member Countries banning the use of antimicrobial agents as growth promoters



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



L'eau est un vecteur majeur de dissémination



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Rejets d'effluents pharmaceutiques



Joakim Larsson

J Hazard Mat, 2007;148:751-755



31 mg/L



0,5 à 3,7 mg/L

7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Impact des biocides et détergents

frontiers in
MICROBIOLOGY

REVIEW ARTICLE
published: 15 January 2015
doi: 10.3389/fmicb.2014.00780

The impact of triclosan on the spread of antibiotic resistance in the environment

Daniel E. Carey and Patrick J. McNamara*

Department of Civil, Construction and Environmental Engineering, Marquette University, Milwaukee, WI, USA

7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Trois plans en médecine humaine

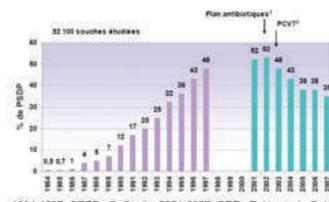


Bernard Kouchner

Les antibiotiques,
c'est pas
automatique.



Pneumocoques de sensibilité diminuée à la pénicilline (PSDP) en France



1984-1997: GEEP - P. Geslin; 2001-2007: CRP - E. Varon, L. Gutmann
*Plan national pour préserver l'efficacité des antibiotiques, juin 2001
100% (niveau sanitaire pour le pneumocoque) (1) (2) (3)
Introduction du vaccin conjugué hexavalent (PCV6)

7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Et les animaux ?



7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Un plan vétérinaire efficace



EcoAntibio 1 (2012-2016)



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Le 2^{ème} le sera-t-il aussi ?



En savoir plus : agriculture.gouv.fr/ecoantibio



EcoAntibio 2 (2017-2021)

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Ecoantibio 1

Le plan écoantibio2017

5 axes
40 mesures

Promouvoir les bonnes pratiques et sensibiliser les acteurs

Développer les alternatives évitant les recours aux antibiotiques

Renforcer l'encadrement des pratiques commerciales et des règles de prescription

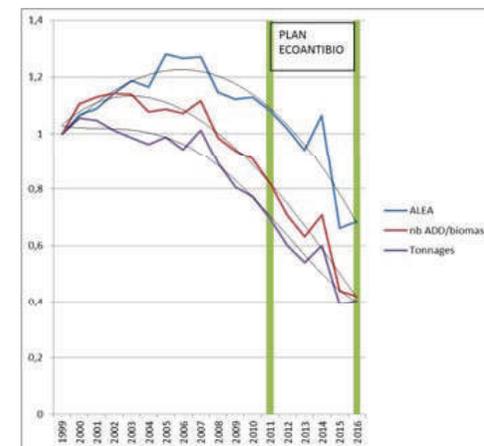
Améliorer le dispositif de suivi de la consommation des antibiotiques et de l'antibiorésistance.

Promouvoir la même approche à l'échelon européen et international

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Exposition des animaux aux antibiotiques



Suivi des ventes de médicaments vétérinaires contenant des antibiotiques en France en 2016

Rapport annuel

Octobre 2017 | Édition scientifique

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Exposition des animaux aux antibiotiques

- **36.6 %** pour tous les AB en 5 ans
- **81.3 %** pour C3/C4G en 3 ans
- **74.9 %** pour FQ en 3 ans



anses
agence nationale de sécurité sanitaire
alimentaire, environnementale, rurale
Connaître. évaluer. protéger.

Suivi des ventes
de médicaments
vétérinaires
contenant
des antibiotiques
en France en 2016

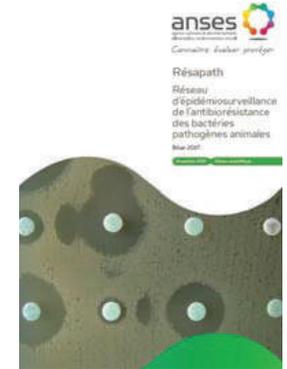
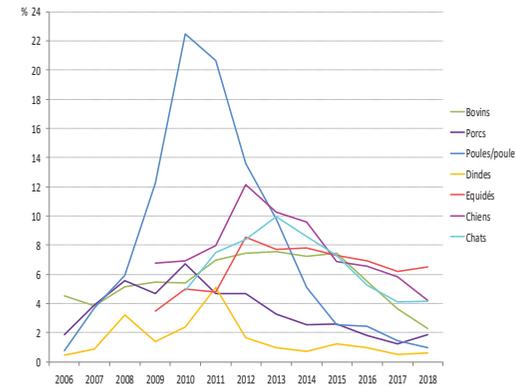
Rapport annuel

Octobre 2017 Édition scientifique

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



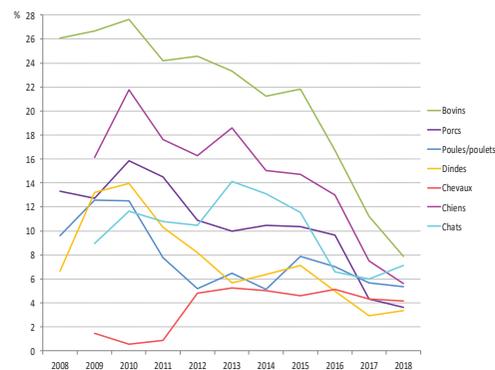
Résistance aux céphalosporines



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

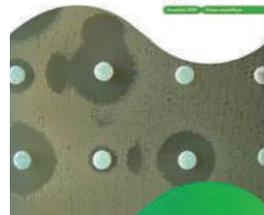


Résistances aux fluoroquinolones



anses
agence nationale de sécurité sanitaire
alimentaire, environnementale, rurale
Connaître. évaluer. protéger.

RÉSAPATH
Réseau
d'épidémiologie et de surveillance
de l'antibiorésistance
des bactéries
pathogènes animales
sur site



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Quels ont été les facteurs de réussite ?

- Plan spécifiquement vétérinaire
- Dispositifs de suivi en place et fiables (ventes et RÉSAPATH)
- Structuration de la profession vétérinaire
- Co-construction avec les vétérinaires et les éleveurs
- Suivi efficace (comités de pilotage)
- Appui financier de l'Etat (7,7M euros: recherche, formation, communication)
- Une certaine dose de réglementaire

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

La construction One Health

- Rapport Carlet (2015)
 - Feuille de Route Interministérielle (2016)



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

La construction One Health

- Rapport Carlet (2015)
 - Feuille de Route Interministérielle (2016)

Acteurs institutionnels

Il sera indispensable de renforcer la surveillance de l'émergence et de la diffusion des résistances, et d'évaluer leur impact sanitaire et économique, afin de guider l'action gouvernementale :

- Développer au niveau national et européen de nouveaux indicateurs pour mesurer l'exposition aux antibiotiques, l'antibiorésistance et ses coûts, conjointement chez l'homme, l'animal et dans l'environnement.
- Développer, en collaboration avec l'OMS et l'OIE, un réseau de surveillance de l'émergence et de la diffusion de l'antibiorésistance (homme, animal) dans les pays à faible revenu, en s'appuyant sur des réseaux français existants.
- Mettre en place une instance interministérielle de haut niveau dédiée à la coordination intersectorielle en matière de maîtrise de l'antibiorésistance.
- Affirmer la place de la France dans les initiatives internationales en matière d'innovation, de surveillance et de bon usage des antibiotiques.

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

L'environnement : parent pauvre ?



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Deux expertises en cours

- Revue systématique des solutions pour contrôler la dissémination de l'antibiorésistance dans l'environnement (2019)

A. GOULAS, D. BELHADI, A. DESCAMPS, A. ANDREMONTE, P. BENOIT, S. COURTOIS, C. DAGOT, N. GRALL, D. MAKOWSKI, S. NAZARET, S. NELIEU, D. PATUREAU, F. PETIT, C. ROOSE-AMSALEG, M. VITTECOQ, B. LIVOREIL, C. LAOUENAN



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Deux expertises en cours

- Mécanismes de dissémination de l'antibiorésistance dans l'environnement (2020)



FEUILLE DE ROUTE 2018
pour des politiques cohérentes de la Confédération européenne

Objectif n°4 : Surveiller et réduire les risques sanitaires liés à l'état des milieux, de la faune et de la flore

56. Une expertise sera conduite par l'ANSES afin d'objectiver les connaissances relatives aux mécanismes participant au développement de l'antibiorésistance dans l'environnement. Les résultats de l'expertise viseront, *in fine*, à définir de nouvelles actions de réduction du risque pour ce qui concerne l'interface entre médecines humaines, vétérinaires et environnement.



Quelles suites ?

- Réunion du 24 septembre 2019



Merci pour votre attention



Grand témoin

Gilles PIPIEN¹, CGEDD

La présentation, aujourd'hui, des résultats de 10 ans de suivi des résidus de médicaments, mais aussi des détergents et autres biocides, dans les effluents du centre hospitalier Alpes Léman (CHAL²), avec un regard sur d'autres expériences et recherches en matière de résidus de médicaments et biocides dans l'eau en aval d'établissements de santé, mais aussi de pôles urbains, illustre un volet mal connu des enjeux de santé vis-à-vis de l'environnement : l'impact des pratiques de soin sur l'environnement, et, in fine, sur la santé humaine en retour. Elle s'intègre dans une démarche nationale, cadrée par le plan national micro-polluants.

L'une des leçons importantes de cette démarche porte sur la richesse des regards croisés des professionnels et chercheurs mobilisés. Le champ d'investigation lui-même est innovant, en ciblant l'enjeu du fonctionnement des milieux naturels, c'est-à-dire de la « santé de la biodiversité ».

Cependant, j'attirerai l'attention sur un aspect mal appréhendé et méritant aussi recherche et préparation à l'action : l'impact du changement climatique sur la quantité d'eau disponible, et donc sur cette évolution préoccupante pour la santé.

Je conclurai en évoquant quelques sujets méritant débat et réflexion, pour se projeter au-delà de cette riche et passionnante étape, dont

Je salue le remarquable travail, en particulier à l'initiative du GRAIE.

¹ Inspecteur général, auprès du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD). A participé à l'évaluation des PNSE 2 (2013) et 3 (Plan national santé environnement) et au rapport « Carlet » (2015, « tous ensemble, sauvons les antibiotiques »)

²À Contamine-sur-Arve en Haute-Savoie (voir : <http://ch-alpes-leman.fr/>)

ENJEU SANTE / ENVIRONNEMENT

Le terme et la notion de « santé / environnement » semblent récents. Pourtant, n'est-ce pas Hippocrate qui, déjà il y a bien longtemps, écrivait un traité « de l'eau, de l'air et des lieux » ? En clair, ce maître pointait l'importance, pour la santé, de l'état des milieux naturels, et les spécificités de chaque territoire.

Au XIX^{ème} siècle, les médecins se mobilisèrent pour l'hygiène, et amenèrent les pouvoirs publics à mettre en place le ramassage des ordures en ville, les réseaux d'assainissement, etc., tout en conseillant aux citoyens des pratiques utiles à la santé, à commencer par se laver régulièrement. Et chacun a en tête la découverte des microbes, avec l'anecdote célèbre de Pasteur expliquant dans un dîner qu'il fallait laver les cerises avant de les manger, puis, distraitemment, buvant l'eau du verre qu'il venait d'utiliser pour sa démonstration !

Mais, ce n'est, en effet, qu'au début des années 2000 que cette notion entre dans le droit français, avec ces termes, santé et environnement, en relation directe : d'une part avec l'introduction de ce lien dans la Constitution en 2005, via la Charte de l'environnement ; d'autre part, avec la loi dite de santé publique de 2004, et sa définition du plan national santé environnement. Le code de la santé publique fait alors directement le lien entre hygiène et santé environnement : il suffit de

prendre connaissance des articles 1311-1 et 1311-6 du code de santé publique.

- **Charte de l'environnement** (dans Constitution), dont article 1^{er} :

« Chacun a le **droit de vivre dans un environnement équilibré et respectueux de la santé.** »

- **Code santé publique**, article L 1311-1, dont

« Sans préjudice de l'application de législations spéciales et des pouvoirs reconnus aux autorités locales, des décrets en Conseil d'État, ... fixent les **règles générales d'hygiène** et toutes autres mesures propres à préserver la santé de l'homme, notamment en matière :

-;
- de salubrité des habitations, des agglomérations et **de tous les milieux de vie de l'homme** ;
- ;
- d'évacuation, de traitement, d'élimination et d'utilisation des eaux usées et des déchets ;... »

- Code de santé publique, **article L1311-6** :

« Un plan national de prévention des risques pour la santé lié à l'environnement est élaboré tous les cinq ans. Ce plan prend notamment en compte les **effets sur la santé des agents chimiques, biologiques et physiques présents dans les différents milieux de vie**, y compris le milieu de travail, ainsi que ceux des événements météorologiques extrêmes.

UN PEU D'HISTOIRE... DES MEDICAMENTS AUX MICROPOLLUANTS

Le plan national micropolluants 2016 – 2021 « pour préserver la qualité des eaux et de la biodiversité », est issu de deux précédents plans : (i) le plan micropolluants 2010 – 2013 et (ii) le plan national résidus de médicaments 2010- 2015.

Ce dernier a été lancé, notamment, après un rapport du CGEDD de 2010 « *médicament et environnement / la régulation du médicament vis-à-vis du risque environnemental* ».

Voici des extraits de ce rapport : « L'ensemble de ces recommandations, d'abord destinées au ministre chargé de l'environnement, peuvent être utilement partagées par le ministre chargé de la santé en raison du lien étroit entre état écologique du milieu aquatique et qualité de la ressource en eau potable, comme de la relation entre dégradation des écosystèmes et signal pour la santé publique »

et« **Recommandation n°7: Organiser la recherche autour d'un programme national sur les résidus de produits pharmaceutiques (médicaments et cosmétiques) dans l'environnement**

... **Recommandation n°8 : Connaître les concentrations des résidus de médicaments dans les milieux aquatiques :**

- en les mesurant régulièrement dans les rejets des stations d'épuration les plus importantes et leur milieu récepteur et dans les milieux aquatiques sensibles
- en assurant la coordination appropriée entre **surveillance au titre de l'environnement et surveillance au titre des eaux de consommation** »

L'expérience SIPIBEL a très justement étendu le suivi dans les effluents au-delà des résidus de médicaments ; voici l'extrait de la présentation en début de conférence : « *campagnes de mesures :*

- **polluants** classiques (C, N, P, ...) + **métaux**
- détergents et biocides
- **13 médicaments** (*antidouleurs, anti-inflammatoires, antibiotiques, etc.*) »

Et ces mesures ont porté tant sur l'écotoxicité que sur l'antibiorésistance.

Ces mesures ont porté avec raison sur les effluents, y compris dans la rivière en aval de la station d'épuration, mais uniquement dans l'eau. Qu'en est-il des biofilms ?

Pour les boues, l'intervention de madame Patureau (INRA Narbonne) sur les PRO (produits résiduels organiques) a été très éclairante en ciblant l'enjeu de l'interrelation sol-plantes-eau : cet aspect mérite encore des recherches.

CROISEMENT DES REGARDS... DANS LES TERRITOIRES

L'expérience SIPIBEL, mais aussi toutes celles présentées, en particulier à Bordeaux, montrent l'importance, afin de mieux analyser, puis de mieux agir, d'une approche interdisciplinaire, de regards croisés, pour mener des politiques efficaces en santé environnementale.

Est-il besoin de rappeler à Lyon, le cas des allergies au pollen d'ambrosie ? Cette plante nord-américaine, arrivée en Europe à la fin du XIX^{ème} siècle, a fait exploser les services d'urgence de Lyon à la fin des années 1970, amenant les médecins urgentistes à demander pendant cette période de fin d'été des renforts significatifs en personnel, mais aussi des stocks d'antihistaminiques. Une surprise quand on examinait la progression de cette plante invasive, elle suivait les routes nationales et départementales ! Et d'ailleurs, les personnels en charge de la fauche des accotements souffraient dès la fin de l'été d'importantes allergies, occasionnant de nombreux arrêts de travail. Une étude écologique de la plante montre en fait qu'elle apprécie les friches, lui laissant du soleil pour croître et surtout une absence de concurrence : le fauchage des bords de route était en fait idéal pour sa propagation, lui dégageant de fait des friches, et allant même jusqu'à transporter pollen et graines avec les engins de fauche un peu plus loin. Une fois cette compréhension établie, entre l'impact sur la santé (médecins), l'écologie (écologues, botanistes) et les acteurs concrets (services d'exploitation des routes) une

³ Voir: <http://www.graie.org/>

prévention active a pu être mise en place : arrêt du fauchage en été, et même, arrêt du fauchage total, afin de laisser la biodiversité s'exprimer, et donc une concurrence forte gênant, voire empêchant le développement de l'ambrosie. L'ARS mène donc des campagnes de formation des services de voirie communaux et départementaux, en sus d'une information / sensibilisation du public.

Le GRAIE montre l'exemple. Plus globalement, le récent rapport d'évaluation du PNSE 3 a pointé cet enjeu essentiel.

- Le GRAIE³ :

L'essence même de cette association consiste à faire ses rencontrer des acteurs de diverses origines autour de la thématique commune de l'eau :

*« Une interface pour les acteurs de l'eau. Association d'intérêt général, **le Graie est le groupe de recherche, animation technique et information sur l'eau**. Il mobilise et met en relation des acteurs de la gestion de l'eau, des milieux aquatiques et de l'aménagement urbain. Créé en 1985, le Graie réunit plus de 300 adhérents : professionnels publics et privés, collectivités, entreprises et laboratoires de recherche.*

Notre vocation : L'action du Graie vise à développer une culture partagée, fondée sur la connaissance et l'échange d'expérience, afin d'améliorer les pratiques en matière de gestion de l'eau. Le Graie contribue ainsi à l'appropriation des connaissances et à l'évolution des pratiques et de la réglementation sur l'eau. »

- **rapport CGEDD d'évaluation du PNSE 3⁴**, dont :

Ce rapport suggère une nette évolution de la gouvernance de la politique publique de santé environnementale vers plus d'interdisciplinarité, de dialogue entre acteurs différents, tant au niveau national, que dans les territoires.

Il préconise ainsi :

⁴Rapport CGEDD N°011997-01 de décembre 2018 : <http://cgedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/document.xsp?id=Cgpc-CGEOUV00253731>

Recommandation 9 : « *Doter le GSE d'une capacité d'autosaisine, d'un pouvoir d'interpellation, d'un secrétariat général et de deux fonctions essentielles : assurer le suivi de la conception et de l'avancement et la réalisation du PNSE et des plans afférents et évaluer le fonctionnement de l'observatoire national...* »

On peut d'ailleurs citer deux actions exemplaires en région Auvergne-Rhône-Alpes (parmi tant d'autres), qui ont participé à inspirer aussi deux autres recommandations : celle conjointe de l'ORS (observatoire régional de santé Auvergne-Rhône-Alpes⁵) et du CEREMA pour établir un état des lieux santé environnement⁶ pour l'ensemble des bassins de vie de la région (avec des indicateurs de santé et des indicateurs environnementaux) ; le PTSE (programme territorial santé environnement) de la métropole lyonnaise⁷, s'appuyant sur les bureaux d'hygiène de Lyon et de Villeurbanne.

Recommandation 4 : « *Mettre en place un observatoire national de la santé environnement devant : assurer l'interopérabilité des données d'exposition ;....* »

et

Recommandation 11 : « *Afin de faciliter l'émergence de programmes territoriaux de santé-environnement, clarifier les compétences d'hygiène, santé publique et santé environnementale des EPCI...* ».....

La démarche de SIPIBEL s'inscrit directement dans cette volonté de croisement, de partage des compétences et visions :

« *Confiance et synergie entre acteurs opérationnels territoriaux et scientifiques pluridisciplinaires* » :

- **acteurs du territoire** : hôpital, collectivités territoriales locales, y compris en Suisse

- **scientifiques de diverses disciplines**, y compris sciences humaines (sociologie / changements de comportement)
- entreprises
- **institutionnels** : Collectivités territoriales, préfecture, ARS, AE, etc.

On a ainsi pu voir apparaître de « *nouveaux liens entre professionnels eau et santé* »

Et dans les acteurs, il y a les citoyens : la démarche a là encore apporté beaucoup à la réflexion en pointant l'enjeu de l'information / mobilisation des citoyens. C'est d'ailleurs ce qu'ont aussi exploré les acteurs des projets « COSMET'EAU » (voir poster) ou « familles EAU Defi » (dans le cadre du programme REGARD à Bordeaux).

Ce type de gouvernance permet alors la mise en place de plans d'actions globaux, à l'instar de la Stratégie Suisse Micropoll, approche globale, alliant plusieurs cibles : les ménages (40 % des apports via STEP : optimiser les STEP), l'industrie (20%), l'agriculture (40%; réduire l'utilisation des produits phytosanitaires), les transports, les sols contaminés.

Il apparaît d'ailleurs en général plus pertinent de travailler avec ces acteurs pour la réduction à la source des causes de pollutions. Il est surprenant que nos amis Suisses ne proposent rien pour réduire les usages par les ménages (détergents, surfactants, etc.), en se limitant dans ce cas à l'amélioration du traitement de l'assainissement.

Enfin, un autre regret : malgré les efforts du GRAIE, nous n'avons pas pu bénéficier en ouverture d'une introduction par un représentant institutionnel du monde de la santé, au-delà de la remarquable intervention d'Yves Levi, du Haut Conseil de Santé Publique⁸, et moins de 10 % des participants sont des professionnels de santé (et donc bravo et merci à eux d'être venus réfléchir et partager).

⁵Voir : <http://wd043.lerelaisinternet.com/>

⁶Voir : <http://www.auvergne-rhone-alpes.prse.fr/les-indicateurs-de-la-sante-et-de-l-environnement-a46.html>

⁷Plan métropolitain santé environnement adopté le 30 septembre 2019 :

https://www.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/media/pdf/environnement/plan-metropolitain-sante-environnement.pdf

⁸Voir : <https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/Personne?clef=3844>

ENJEU DES MILIEUX, EN CLAIR... DE LA BIODIVERSITE, DU VIVANT (ECOSYSTEMES, MICROBIOTE, ETC.)

D'une manière plus générale, vos travaux s'intègrent dans une problématique plus vaste des liens entre santé humaine et « santé » des écosystèmes, des milieux naturels, ... du vivant. Le cadre des réflexions internationales nous y invite, comme l'a rappelé Yves Levi, avec le concept « One Health », traduit dans des engagements par / pour la France lors de la conférence des parties de la Convention pour la diversité biologique. Un rapport CGEDD de 2013 a analysé l'enjeu et fait des recommandations. Plus spécifiquement, en matière de lien entre antibiorésistance et biodiversité / environnement, le rapport « Carlet » de 2015 faisait des propositions précises.

- Cadre international, dont :

↳ **One Health** / Un monde – une santé : mouvement créé au début des années 2000 qui promeut une **approche intégrée et unifiée de la santé publique, animale et environnementale** aux échelles locales, nationales et planétaire ; voir OMS⁹ :

« Cette approche est particulièrement pertinente dans les domaines de la sécurité sanitaire des aliments, de la lutte contre les zoonoses (maladies susceptibles de se transmettre de l'animal à l'homme et inversement, comme la grippe, la rage et la fièvre de la vallée du Rift) et de la **lutte contre la résistance aux antibiotiques** (qui survient quand les bactéries changent après avoir été exposées aux antibiotiques et deviennent plus difficiles à traiter). »

↳ 12^{ème} conférence des parties (octobre 2014) de la **Convention pour la diversité biologique**, dont sa recommandation XVIII/14¹⁰ :

« ...3 Encourages Parties and other Governments to promote **cooperation at the national level between sectors and**

⁹<https://www.who.int/features/qa/one-health/fr/>

¹⁰<https://www.cbd.int/recommendation/sbstta/default.shtml?id=13339>

agencies responsible for biodiversity and those responsible for human health;... »

↳ IPBES, rapport global / résumé pour décideurs (mai 2019)

Messages clés : A1 « ¹¹la nature est essentielle pour la vie humaine et une bonne qualité de vie..... La nature conditionne tous les aspects de la santé humaine... »

Références (« background ») : « 2 plusieurs apports de la nature aux populations sont essentiels pour la santé humaine... et leur baisse menace donc une bonne qualité de vie... La nature apporte une large variété ... de médicaments, et de l'eau pure...peut aider à maîtriser les pandémies...La nature est à l'origine des principales maladies infectieuses (impact négatif), mais aussi source de traitements médicaux et d'antibiotiques (apport positif) **La détérioration de la biodiversité et des fonctions écosystémiques ... ont ... des répercussions directes et indirectes sur la santé publique. ... »**

- **Rapport CGEDD « les liens entre santé et biodiversité » de juin 2013** (coordonné par Patrick Lavarde), dont :

« **les écosystèmes rendent des services qui sont bénéfiques à la santé.** Ils sont la source d'une majorité des médicaments encore utilisés actuellement et face à ce potentiel la préservation de la biodiversité est aussi un enjeu de santé. Même si les relations de cause à effet sont difficiles à établir, les écosystèmes contribuent positivement au bien-être humain...»

« Dans le cadre du PNSE 3, un soutien à l'expertise et à la mise en réseau des agences de veille sanitaire et environnementale serait opportun pour **explicitier les liens de causalité entre les risques pour la santé et l'état des écosystèmes.** »

ou : recommandation 24 : « Soutenir les efforts de l'ANSES pour renforcer son implication dans **l'analyse et l'évaluation des risques pour la santé liés aux altérations des écosystèmes** »

¹¹ Traduction de l'anglais G. Pipien : <https://www.ipbes.net/news/ipbes-global-assessment-summary-policymakers-pdf>

- conférence nationale « Notre santé dépend-elle de la biodiversité ? », Marcy l'Etoile, octobre 2014, dont déclaration finale :

«Réaliser, dans les territoires, des cartographies des pathologies en lien avec les facteurs environnementaux d'expositions

Réduire les multiples pollutions et contaminations des milieux naturels et de l'environnement qui favorisent l'antibiorésistance, en particulier **la consommation ... d'antiseptiques dans les milieux hospitalier et industriel.....**

Réduire les risques liés aux pesticides en interdisant les cancérigènes, mutagènes, reprotoxiques certains (CMR1A) et en réduisant les CMR probables (CMR1B), tout en encadrant mieux leur utilisation par la séparation du conseil et de la vente liée aux pesticides..... »

- rapport « Carlet », « tous ensemble sauvons les antibiotiques » (juin 2015), notamment :

« Cependant, la lutte contre la résistance bactérienne ne peut plus se limiter uniquement à l'indispensable évolution vertueuse des prescriptions des professionnels de santé. De fait, à la surconsommation tant en médecine humaine qu'animale, ou dans des usages non sanitaires comme dans l'élevage intensif, s'ajoutent **des effets écologiques liés à la dispersion de résidus d'antibiotiques dans l'environnement. La pollution des différents réservoirs de vie par les activités humaines** (anti-infectieux, métaux lourds, intrants agricoles chimiques, etc.) favorise la sélection des résistances dans les milieux naturels agressés. Par ailleurs, il est important de **ne pas restreindre les réflexions sur l'antibiorésistance uniquement à l'utilisation des antibiotiques.** Notamment, **l'utilisation immodérée des**

désinfectants et biocides, y compris par les particuliers, pourrait participer à la sélection croisée des résistances. »

À cette lumière, les enseignements des travaux présentés lors de la présente réunion sont très riches.

Ainsi, l'expérience SIPIBEL montre qu'il importe de suivre l'ensemble des impacts de l'ensemble des effluents, hospitaliers, mais aussi (surtout) urbains. L'un des diaporamas explicitait très simplement : « **flux urbains** > flux hôpital »

Il y a donc bien un enjeu de la médecine de ville, mais aussi de l'automédication des particuliers. Par ailleurs, apparaissent comme problématiques aussi en ville : les détergents (dont LAS¹²), et autres biocides. On pourrait d'ailleurs s'intéresser en priorités aux établissements recevant du public (crèches, écoles, etc.).

La campagne EMNAT (émurgents nationaux 2018) a aussi pointé l'importance de la surveillance eaux de surface, là encore pour les biocides, dont les surfactants : « **FQ les plus fortes pour les surfactants. Les LAS sont les plus fréquemment retrouvés... des niveaux de concentration supérieurs aux PNEC pour les substances les plus retrouvées** ». On retrouve les mêmes constats dans les projets REGARD (Bordeaux) et REMPARD (Arcachon).

Enfin, nous avons pu entendre les résultats d'un suivi de l'antibiorésistance à l'échelle d'une STEU et d'un bassin versant (Ch Dagot), centré en fait sur la consommation puis le déversement de résidus d'antibiotiques, via différentes voies (cultures et élevage ; aquaculture ; voyages ; production d'antibiotiques ; hôpitaux + villes

¹²Encyclopedia universalis : En Europe, les détergents contiennent des combinaisons de tensioactifs anioniques et non ioniques. Les tensioactifs anioniques sont des **alkylbenzènes sulfonates de sodium linéaires (LAS)** comportant une chaîne carbonée en C₁₂-C₁₅ d'origine pétrochimique.

Wikipedia : Ce composé est biodégradé rapidement en condition aérobie (sa demi-vie est alors d'environ 1 à 3 semaines); la dégradation par oxydation commence au

niveau de la chaîne alkyle. Inversement, en conditions anaérobies (dans le sédiment vaseux par exemple), il ne se dégrade que très lentement, voire pas du tout, ce qui peut conduire à une persistance à des taux élevées dans les boues d'épuration, ce qui n'est généralement pas considéré comme très préoccupant, car ces boues sont destinées à être fragmentées lors de leur retour au sol (la matière est alors en environnement aérobie, favorable à la biodégradation du Dodécylbenzènesulfonate de sodium).

= STEU). Les préconisations sont centrées sur la réduction de la consommation d'antibiotiques et des mesures alternatives (prévention des infections, nouvelles stratégies thérapeutiques) et la surveillance (homme / animal).

Mais, au-delà, ceci soulève **d'autres questions : et les impacts des biocides, pesticides, métaux lourds ? Quid des résistances croisées ? Dans l'eau ? Et les biofilms ? Et les sols ? Et la faune (sauvage, domestique) ? En clair, comment (où ? vecteurs ?) des humains acquièrent-ils des bactéries antibiorésistantes ? Et, comment peuvent-ils s'en prémunir (rôle du microbiote, par exemple) ?**

ENJEU DE LA QUANTITE D'EAU

Je note toutefois (une critique, mais limitée, à cette excellente conférence), une absence majeure à mon sens : les impacts du changement climatique sur la quantité d'eau disponible, et donc sur la santé.

Après deux ans d'échanges (2018 / 2019), les **Assises de l'eau** ont abouti à un programme national porté par le gouvernement, sous la forme d'« **un nouveau pacte pour faire face au changement climatique** », **annoncé le 1^{er} juillet 2019**, avec trois grands objectifs (protéger les captages, économiser l'eau, préserver nos rivières).

Ceci montre la prise de conscience de l'ensemble des acteurs que, comme l'a dit le ministre de la transition écologique et solidaire, « **on ne peut plus vivre, consommer et gérer aujourd'hui nos ressources comme nous le faisons auparavant : il nous faut intégrer qu'elles ne sont pas épuisables** ».

En effet, **le changement climatique** (extension progressive du climat méditerranéen vers le Nord, au détriment du climat océanique,

remettant en cause les limites climatiques connues) **n'induit pas seulement des épisodes de sécheresse estivale** de plus en plus marqués et longs, mais aussi **des précipitations d'avant et arrière-saison erratiques**, parfois trop abondantes (et catastrophiques), dont le bénéfice reste limité pour accumuler des réserves, et **une baisse, voire une disparition du stock glaciaire et du couvert neigeux**¹³, sources indispensables d'alimentation de rivières et nappes en régime nival (cf. Rhône, Durance, etc.), le tout avec des conséquences majeures sur les réserves utiles d'eau et leur gestion quantitative.

Mais, les **enjeux santé** sont trop négligés. Les études et actions internationales montrent qu'avant la qualité de l'eau, le manque d'eau est un facteur majeur de maladies et de leur transmission. Quand on a de l'eau, il est toujours possible de la traiter. Les institutions internationales (OMS, Banque Mondiale, etc.) ont donc ciblé la quantité d'eau comme un enjeu majeur : c'est d'ailleurs **le sixième objectif du développement durable (ODD) pour 2030**¹⁴ : « **Garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau** ».

Oserais-je suggérer au vice-président de la métropole lyonnaise, qui nous a fait l'honneur d'ouvrir nos travaux, d'engager une réflexion sur le sujet pour la sécurisation de l'approvisionnement en eau dans l'avenir ?

D'AUTRES REFLEXIONS A DEBATTRE

Je terminerai en partageant quelques réflexions qui me sont venues à l'écoute de ces excellents travaux, et en admirant le remarquable engagement de tous ces chercheurs, de tous ces professionnels, de tous ces élus, techniciens et citoyens : quelle belle journée d'espoir !

¹³Surtout en moyenne montagne. Voir par exemple : <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/impacts-du-changement-climatique-sur-les-phenomenes-hydropedologiques/changement-climatique->

et-enneigement , ou <https://www.atlasmontblanc.org/fr/le-changement-climatique-et-ses-impacts-dans-les-alpes>

¹⁴Voir : <https://www.agenda-2030.fr/odd/odd-6-garantir-lacces-de-tous-leau-et-l-assainissement-et-assurer-une-gestion-durable-des>

- Importance de **lieux de rencontres / partages entre les « mondes » santé et environnement** (eau, biodiversité), tant au niveau national (GSE par exemple, mais aussi GT1 santé – biodiversité du même GSE) qu'au niveau local, en s'appuyant sur l'exemple du projet SIPIBEL, associant tous les acteurs (État dont ses établissements publics, comme **ANSES**, etc., collectivités, entreprises, syndicats, ONG, chercheurs de toutes disciplines), **avec une institutionnalisation** (cf statut du GSE ; compétences EPCI en santé environnement) ;
- **généraliser les approches territoriales en matière de santé environnement** : observatoires locaux / indicateurs (cf directive cadre eau), obligation d'étude d'impact santé (EIS) des plans d'urbanisme, actions de recherches, PTSE, etc.¹⁵ De même serait-il indispensable de multiplier les « SIPIBEL », avec **d'autres « territoires-laboratoires »**, dans des contextes et avec des enjeux différents, notamment afin d'en tirer des indicateurs utilisables pour appréhender les enjeux santé / environnement-biodiversité, base de politiques locales pertinentes et adaptées. Le récent appel à manifestation d'intérêt « territoire engagé pour mon environnement, ma santé¹⁶ » est une première étape : comme le préconise le CGEDD, il serait préférable de **confier institutionnellement la compétence santé / environnement aux EPCI**. L'OFB pourrait aussi introduire un volet santé dans ses « territoires engagés pour la nature »¹⁷.
- introduire **des volets santé environnement dans divers plans nationaux**, outre le PNSE : plan biodiversité, politique de l'eau, etc. ;
- approfondir la **notion de santé des écosystèmes** en rapport avec la santé humaine ;
- une **action vigoureuse v/v des biocides** (dont détergents, surfactants, etc.) : recherche, autorisations de mises sur le marché incluant les effets sur l'environnement (voire interdiction), certification de professionnels les utilisant, restriction d'usage dans les établissements recevant du public, information des particuliers / consommateurs, avec proposition d'alternatives, etc. Elle doit être **partie intégrante de la future feuille de route 2020 de la lutte contre l'antibiorésistance**
- In fine, et comme dans toute politique visant l'environnement, **mieux vaut réduire à la source** les pollutions et nuisances (écoconception, économie d'énergie et efficacité énergétique, agriculture bio ou raisonnée, alternatives aux antibiotiques et aux biocides, etc.) quitte à traiter en fin de cycle ce qui reste (avec donc des moyens plus réduits et adaptés, et des résultats meilleurs) ;
- en ce sens, il est essentiel et prioritaire d'**informer / former les citoyens, et donc de réfléchir** (psychologie, sociologie, etc.) **aux meilleures modalités de mobilisation des citoyens, de les accompagner dans leurs engagements** (il ne suffit pas de s'en tenir à des slogans, aussi bons soient-ils, comme « les antibiotiques, c'est pas automatiques ») ;
- **la santé, ce n'est pas plus de soins !** Mais bien moins d'agressions du bien-être.

Rappel de la définition de l'OMS : « **La santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité.** »

¹⁵Voir : <https://territoire-environnement-sante.fr/>

¹⁶Voir : <https://solidarites-sante.gouv.fr/actualites/actualites-du-ministere/article/appele-a-manifestation-d-interet-territoire-engage-pour-mon-environnement-ma>

¹⁷Voir : <https://engagespourlanature.biodiversitetousvivants.fr/territoires/>

POSTERS

Principaux émetteurs de produits biocides à l'échelle d'une agglomération : contribution d'un établissement hospitalier

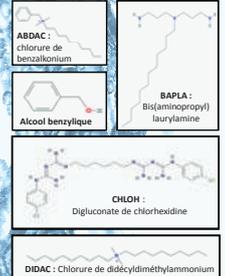
F.Lasek¹, M. Deborde¹, N. Karpel Vel Leitner¹, C. Printemps-Vacquier², T. Nicolas-Herman², P. Pagotto², P. Plaire², H. Reisser³, T. Trotouin², S. Ayraud-Thevenot⁴, L. Blanchier⁴, O. Castel⁴, S.Cormery⁵, N. Della-Valle⁵, G.Rauwel⁶

¹IC2MP – Institut de Chimie des Milieux et Matériaux de Poitiers UMR CNRS 7285 (Porteur du projet : M. Deborde : marie.deborde@univ-poitiers.fr)
²Véolia Eau ; ³Véolia Environnement ⁴Centre Hospitalier Universitaire de Poitiers ; ⁵Grand Poitiers, ⁶Laboratoires Anios *

Contexte :

Les biocides englobent les produits servant à repousser ou détruire les micro-organismes par voie chimique ou biologique. Ils sont très largement utilisés par les établissements de santé pour l'entretien et la désinfection des surfaces et de l'instrumentation médicale. Cependant, en raison de leurs propriétés biocides, ils pourraient rendre certains effluents toxiques, impacter les traitements biologiques des stations d'épuration (STEP) et perturber le milieu naturel.

Le projet BIOTECH retenu dans le cadre de l'appel à projets intitulé « Innovation et changements de pratiques - Lutte contre les micropolluants des eaux urbaines » est financé par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et l'Agence Française pour la Biodiversité. Les objectifs de la phase 1 de ce projet ont été d'identifier les principaux émetteurs de biocides à l'échelle d'une agglomération (Grand Poitiers), et de comparer les quantités consommées aux quantités retrouvées dans les rejets au niveau d'un établissement de santé (le CHU de Poitiers). Au cours de ce travail, réalisé de mars 2015 à juin 2016, 8 substances sélectionnées parmi les biocides les plus fréquemment utilisés en France par les établissements de santé ont été étudiées.



Structure chimique des 5 substances retrouvées dans le cadre du projet BIOTECH.

Principaux émetteurs de produits biocides à l'échelle du Grand Poitiers

1° : Identification (outil Actipol) et cartographie (outil QGIS) des émetteurs potentiels de biocides (3575 établissements émetteurs)

2° : Echantillonnage pour les enquêtes de terrain de 100 établissements potentiellement émetteurs

3° : Campagnes d'analyses en 10 points de prélèvements les plus pertinents (i.e. sortie CHU, entrée et sortie de STEP et au niveau des points où se trouveraient a priori les autres apports les plus importants)

Concernant les biocides retrouvés majoritairement :

- Le CHU est le plus gros contributeur en DIDAC (55,5 %) et en alcool benzylique (11,6 %)
- Toutefois, l'alcool benzylique, tout comme l'ABDAC, est émis de façon plus diffuse

Certains biocides sont rejetés par les particuliers qui à l'échelle du Grand Poitiers seraient :

- 1^{er} contributeur en ABDAC (45 %) et en alcool benzylique (88 %)
- 2^{ème} contributeur en DIDAC (14 %) loin derrière CHU (55,5 %)

Comparaison des quantités de biocides consommées et rejetées au niveau du CHU de Poitiers

DIDAC = détergent-désinfectant pour l'instrumentation et les surfaces

➔ 60 % à 90 % des consommations sont retrouvées à la sortie du site :

- Fixation sur les surfaces, l'instrumentation et les supports textiles utilisés pour l'entretien
- Adsorption sur les matières en suspension,...

➔ Les rejets sont plus importants au niveau du réseau 1 :

- Apports non négligeables via la blanchisserie : relargage lors du nettoyage des textiles, récupération du linge d'autres établissements,...

BAPLA = détergent-désinfectant pour les surfaces

➔ 10 % à 30 % des consommations sont retrouvées à la sortie du site et des rejets plus importants sont observés au niveau du réseau 1 :

- Fixation sur les surfaces et les supports textiles utilisés pour l'entretien
- Pratiques (utilisation sans rinçage, préparation au plus juste des quantités de produit nécessaire) limitant les rejets
- Relargage possible au niveau de la blanchisserie suite au nettoyage des textiles

CHLOH = détergent - désinfectant pour l'instrumentation et antiseptique pour la peau

➔ 100 % à 165 % de ce qui est consommé est retrouvé en sortie de site :

- L'usage antiseptique important (et non pris en compte pour les estimations des consommations car dépendant des activités de soins) pourrait en grande partie expliquer ces différences

Icones créés par Eucalypt, Freepik, cursor creative et fps agency (www.faticon.com)

*Autres partenaires impliqués dans le projet BIOTECH : Laboratoire de Chimie Moléculaire UMR CNRS 9168 (S. Bouchonnet, S. Bourcier, E. Nicol, S. Vuljovich) et Serep - Technovox (F. Pontlevoy)

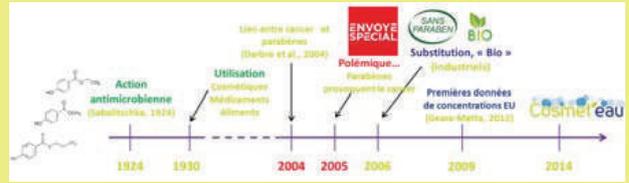
Dynamique des parabènes dans l'agglomération parisienne : de la substitution aux évaluation des effets, retour d'expérience du projet Cosmet'eau

Adèle Bressy¹, Catherine Carré^{1,2}, José-Frédéric Deroubaix¹, Laure Garrigue-Antar¹, Bernard de Gouvello^{1,3}, Romain Mailler⁴, Christophe Morin¹, Pascale Neveu⁵, Vincent Rocher⁴, Régis Moilleron¹

¹ Leesu (Université Paris-Est Créteil, École des Ponts ParisTech et AgroParisTech) ; ² Ladysy (Université Paris-Sorbonne) ; ³ CSTB ; ⁴ SIAAP (Direction de l'Innovation et de l'Environnement) ; ⁵ Ville de Paris (Services Techniques de l'Eau et de l'Assainissement)

Contexte et objectifs

Sur l'exemple des parabènes, conservateurs utilisés dans les cosmétiques et pour lesquels une étude scientifique a alerté le grand public sur les risques sanitaires, le projet Cosmet'eau (2014 – 2018, Bressy et al. 2016) a étudié les processus de lancement d'alerte, de sensibilisation des consommateurs et des pouvoirs publics. Il a également analysé les pratiques de consommation et les motivations au changement. La contamination chimique et écotoxicologique des eaux usées et du milieu récepteur a été suivie ainsi que son évolution suite aux changements de pratiques. Ce travail a permis de réfléchir au rôle des collectivités dans la réduction à la source des émissions de micropolluants.



Les objectifs de cette communication sont

- (i) de présenter l'occurrence des parabènes dans le continuum maison-milieu récepteur dans l'agglomération parisienne,
- (ii) d'évaluer l'impact des changements de pratiques sur cette contamination.

Contamination du continuum maison-milieu

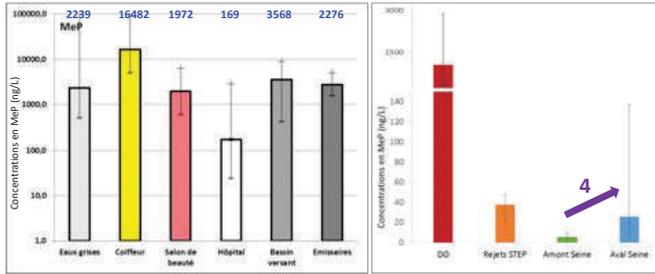


Fig. 1 : Concentrations en méthylparabène (MeP) dans le continuum maison-milieu (à gauche dans le réseau d'assainissement, à droite dans le milieu récepteur et dans les rejets)

Nous avons montré que les parabènes étaient ubiquistes à tous les niveaux du réseau d'assainissement et dans la Seine, avec une origine principalement domestique et artisanale. La variabilité des concentrations est importante en lien avec les différentes habitudes/pratiques de consommation. Cependant un lissage de cette variabilité est observé à l'échelle des émissaires. Concernant le milieu récepteur, nous avons observé une augmentation des concentrations entre l'amont et l'aval de l'agglomération parisienne en lien avec les déversoirs d'orage et rejets de STEU (malgré une efficacité épuratoire importante en STEU).

Impact de la substitution des parabènes sur la contamination des eaux usées?

- Les principaux émissaires parisiens (10 millions d'habitants) ont été échantillonnés avant et après les changements de formulation

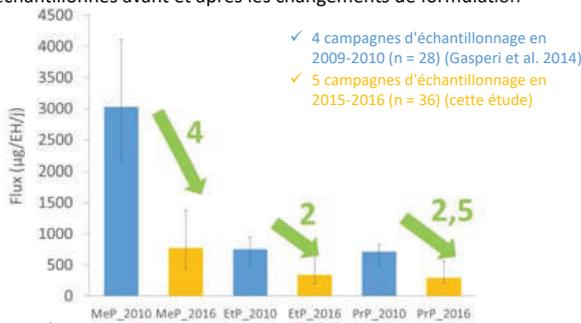


Fig. 4 : Évolution des flux de parabènes dans les eaux usées entre 2010 et 2016

- La forte diminution du nombre de parabènes dans les produits cosmétiques a entraîné une diminution d'un facteur 2 à 8 du flux de parabènes dans les eaux usées (Fig. 2)

Modifications des formulations industrielles

- Émergence des produits "sans parabènes" (Cf. Fig. 2)
- Substitution des parabènes (Cf. Fig. 2)
- Nouvelles gammes bio

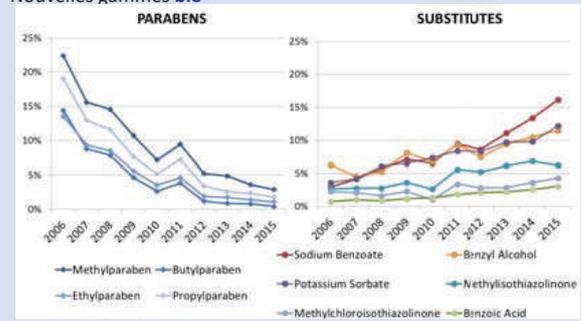


Fig. 2: Évolution du nombre de produits cosmétiques mis sur le marché contenant des parabènes (gauche) ou des substitués (droite) [Mintel database, 2015]

Perception des risques par le consommateur et changements de pratiques

- Enquête auprès de 143 consommateurs en 2015 (Fig. 3)
 - Méconnaissance des risques environnementaux
 - Changements de pratiques de consommation sont subis, suite aux changements de formulation des industriels (Fig. 2)
 - Une alerte chasse l'autre, une accoutumance au risqué est observée

EXISTE-T-IL DES RISQUES ASSOCIÉS AUX COSMÉTIQUES ? SI OUI LESQUELS ?

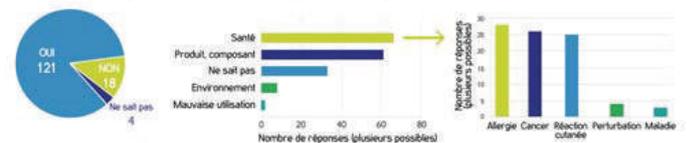


Fig. 3 : Avis de 143 parisiens interrogés sur les risques associés aux produits cosmétiques

- Entretiens avec des consommateurs avertis
 - Les « intermédiaires » sont aujourd'hui des prescripteurs privilégiés
 - Réseau interne des youtubeuses très maillé
 - En périphérie : blogueurs, entreprises, associations
 - Les raisons du changement
 - Un rejet de la « chimie/pétrochimie » opposée au « naturel »
 - Sphère d'influence territoriale : famille, voisinage, national
 - Un parcours pas forcément en rupture ni intégriste

Conclusion

La réduction des flux domestiques nécessite de déployer des approches différentes pour lesquelles les collectivités locales, un des moyens d'action potentiel, ne sont pas toujours armées. Dans le cas des parabènes, les changements de pratiques, de formulation ou de consommation sont apparus comme un levier d'action efficace d'une réduction à la source des micropolluants. Mais à quelles conditions ? Les conditions de réussite d'une telle approche passent par la sensibilisation du grand public sur les liens entre activités domestiques, exposition à des substances et impact sur l'environnement. Les consommateurs doivent être alertés sur la complexité et l'instrumentalisation des changements de formulation : les substitués ne sont pas toujours la solution car certaines formulations ont montré des effets écotoxicologiques au même niveau que les anciennes (Bressy et al., 2019 a et b).

Remerciements



Adèle BRESSY
Leesu - École des Ponts ParisTech
adele.bressy@enpc.fr



Contacts



Régis MOILLERON
Leesu - Université Paris-Est Créteil
moilleron@u-pec.fr

Bressy et al. (2016). Environmental Science and Pollution Research 23(13), 13581-13584.

Gasperi et al. (2014). Science of the Total Environment 493, 854-861.

Bressy et al. (2019a) Estimation des sources, des flux et des impacts de produits cosmétiques dans le milieu récepteur. Livrable 4.2 du projet Cosmet'eau.

Bressy et al. (2019b) Les collectivités locales ont-elles vocation à être des lanceurs d'alerte sur les micropolluants issus des produits de consommation, et si oui, à quelles conditions ? Livrable 5 du projet Cosmet'eau.

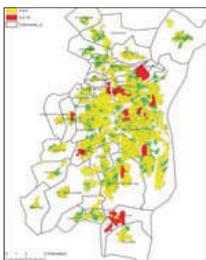
LUMIEAU-Stra : Lutte contre les micropolluants dans les eaux urbaines à Strasbourg (2015-2019)

Contexte

- Atteindre le bon état des masses d'eaux
- Suivre le Plan national Micropolluants
- Concevoir des outils pour répondre à la RSDE STEU
- Contribuer au Plan Climat Strasbourg 2030

Démarche

Diagnostic



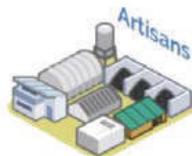
- Regrouper les données nationales (RSDE-ICPE et IREP) et locales
- Identifier les zones et les contributeurs potentiels
- Hiérarchiser en fonction des émissions et de la pression sur les milieux récepteurs
- Evaluer des outils d'investigation innovants
 - Echantillonneurs intégratifs
 - Outil d'analyse de toxicité simplifiée



Evaluation des solutions



- Renforcement des échanges avec les industriels conventionnés
- Partage des enjeux réglementaires et environnementaux



- Collaboration avec 4 métiers (garagistes, peintres, menuisiers, coiffeurs)
- Evaluation de procédés de prétraitement et du la substitution



- Complémentarité SHS et communication
- Campagne « Ménage au naturel » (multi-supports)



- Suivi d'une filière végétalisée
- Grille multicritères de choix des techniques alternatives



Plan d'actions

- Synthétiser les actions déjà étudiées (études technico-économique RSDE ICPE)
- Elaborer des scénarios et simuler l'impact des solutions de réduction
- Capitaliser sur les retours d'expérience
- Poursuivre et approfondir les actions
- Développer l'éco-exemplarité de la collectivité

Points-clés

- Valoriser les exemples de bonnes pratiques
- Partager les expériences au niveau national
- Favoriser la mobilisation citoyenne et des parties prenantes
- S'appuyer sur les opportunités du territoire

Contact : Maxime POMIES, Eurométropole de Strasbourg, maxime.pomies@strasbourg.eu,
Page web : www.strasbourg.eu/lumieau-stra





REGARD

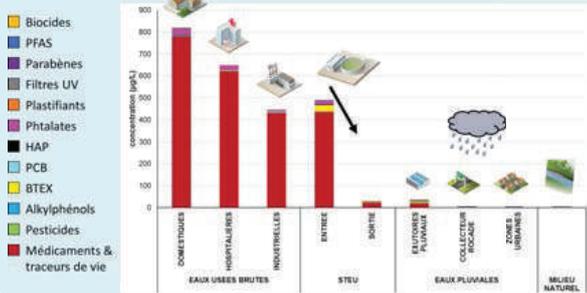
Réduction et gestion des micropolluants sur la métropole bordelaise

Introduction

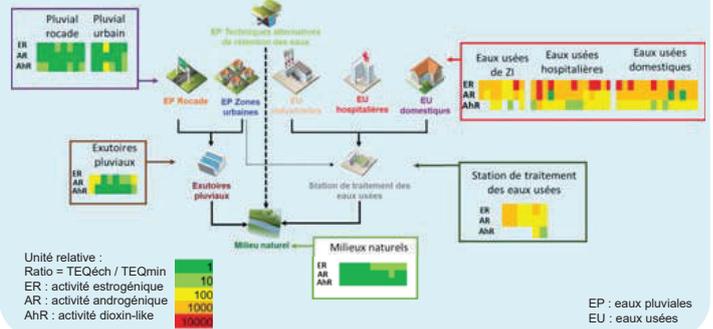
Le programme de recherche REGARD a pour objectif de réaliser, sur le territoire de la métropole bordelaise, un diagnostic intégré de la pollution des eaux urbaines (réseau d'assainissement et milieu naturel) par les micropolluants (MP) pour ensuite proposer des solutions de réduction adaptées aux risques en présence. Pour répondre à cet objectif, le projet a été découpé en 2 phases : une 1^{ère} 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 2^{ème} 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 (acceptabilité des solutions) et économiques (pour aider à l'orientation de l'action publique). C'est un projet pluridisciplinaire qui réunit un consortium de 9 partenaires pour une durée de 4 ans (2015-2019).

Le diagnostic

258 MP recherchés depuis les sources jusqu'au milieu naturel en passant par les STEU



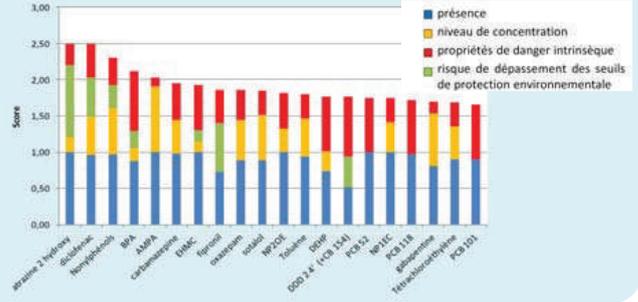
Evaluation des activités de type perturbateurs endocriniens et dioxin-like au moyen de bioessais *in vitro*



Comprendre les représentations sur les micropolluants, leurs origines (produits, usages, pratiques) et identifier des leviers d'action

Conséquences	probable	grave
Économiques	+	-
Environnementales	++	+
Sanitaires	+	++

Priorisation des molécules à enjeu du territoire pour un objectif de gestion



Les actions de réduction

Familles EAU défi : Changement de pratiques à domicile

Substitution

- Par un produit écolabellisé
- Par un produit simple (naturel ou fait maison)
- Par une pratique mécanique

Réduction

- De la diversité des produits
- De la dose utilisée
- De la fréquence de la pratique
- Arrêt de la pratique

Dératisation mécanique pour lutter contre les rats dans le réseau d'assainissement sans polluer

Evolution du nombre de rats tués au cours de l'implémentation de la dératisation mécanique

	Dératisation chimique	Dératisation mécanique
Cout	+++	---
Efficacité	---	+++
Écologique	---	++
Souffrance animale	---	++
Mise en œuvre	Tout type de diamètre	Limité au Ø 160 et 300mm

Traitement des eaux pluviales strictes

Polluant ou micropolluant	Phase	Performance	
		Chlorure ferrique 16 % + polymère anionique SNF EM630 à 1,6 %	Polymère cationique SNF EM840CT à 8 %
MES	Particulaire	80 %	80 %
	Particulaire	50 – 55 %	55 – 60 %
HAP	Dissoute	Pas d'abattement	Pas d'abattement
	Particulaire	80 – 85 %	85 – 90 %
Métaux	Dissoute	Pas d'abattement	Pas d'abattement
	Dissoute	0 – 20 %	0 – 30 %
Pesticides	Dissoute	0 – 20 %	0 – 30 %
	Dissoute	90 %	Pas d'abattement

Sensibilisation à l'hôpital

Démoussage zéro-phyto des terrains de tennis

REseau MicroPolluants du Bassin d'Arcachon – focus sur les actions en lien avec les résidus médicamenteux

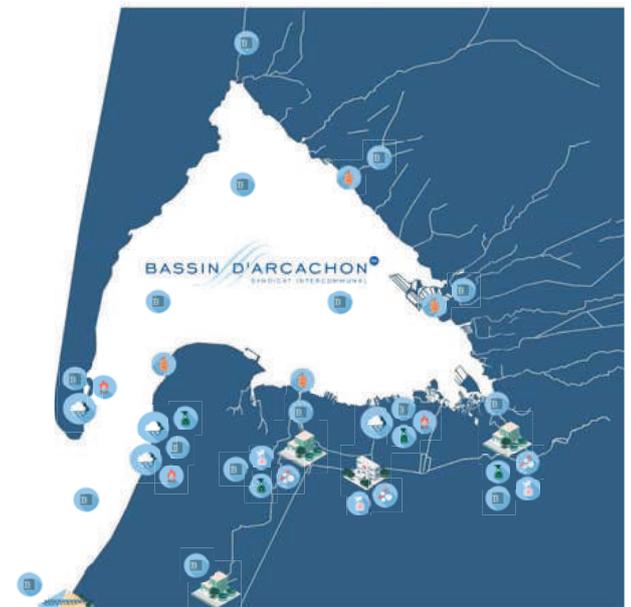
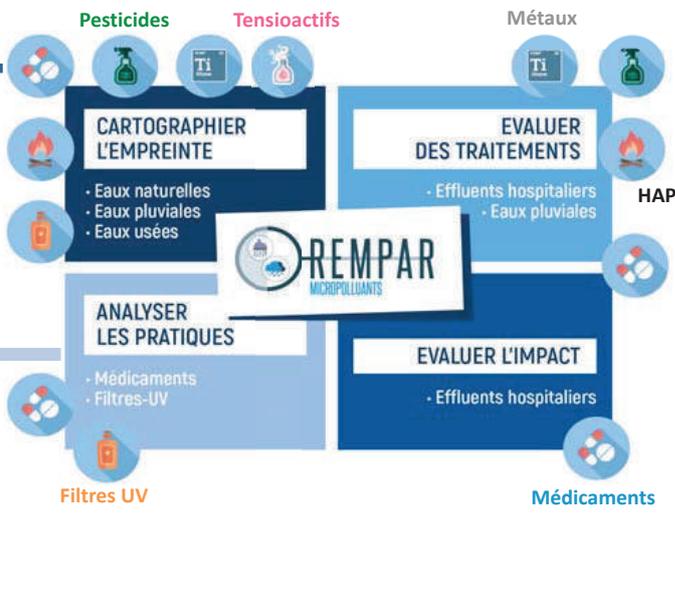
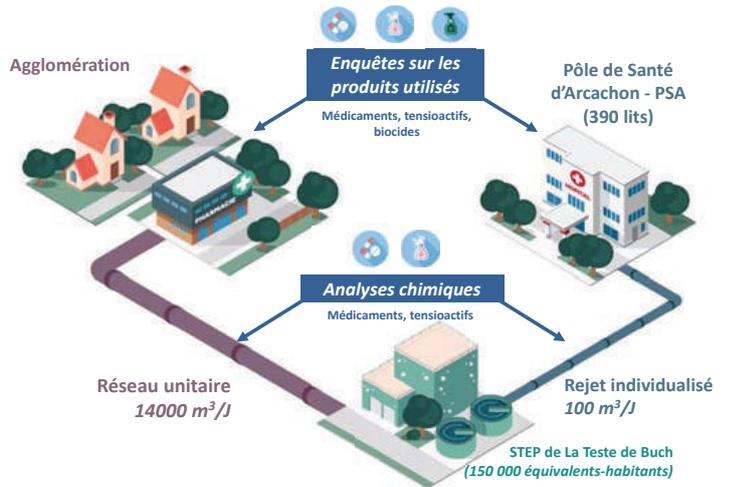
Jean-Philippe BESSE¹, Mohamed BENYAHIA¹, Adeline THEVAND, Tugdual DREAN¹, Hélène BUDZINSKI², Laura MOURET², Nathalie TAPIE², Claire ALBASI³, Delphine LACHASSAGNE³, Patrice GONZALEZ⁴, Clarisse CAZALS⁵, Sandrine LYSER⁵, Romain VALADAUD⁵, Sabine JEANDENAND¹
¹ Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon – SIBA, 16 allée Corrigan, CS 40002, 33311 Arcachon. ² Université de Bordeaux, EPOC, LPTC, UMR CNRS 5805, Laboratoire de Physico et Toxicologie de l'Environnement, 351 cours de la Libération 33 405 Talence. ³ Université de Toulouse, Laboratoire de génie Chimique LGC – UMR 5503, Campus INP-ENSIACET, CS 84234, 4 allée Emile Monso ; 31432 Toulouse cedex 4 ; ⁴ Université de Bordeaux, Laboratoire d'Ecotoxicologie Aquatique, UMR CNRS 5805, Place du Dr. Peyneau, 33120 Arcachon ; ⁵ IRSTEA, centre de Bordeaux, UR Environnement, territoires et infrastructures, 50 Avenue de Verdun, 33610 Cestas.



Les rejets du Pôle de Santé d'Arcachon (PSA) sont-ils spécifiques ? Faut-il les traiter séparément ?

- Peu de **MEDICAMENTS** à usage spécifique au PSA
- PSA ≈ 5% de la quantité totale de médicaments délivrés sur le Bassin
- Concentrations > dans les effluents du PSA
- Flux PSA << flux urbains
- **BIOCIDES** identifiés au PSA : alcools, acides, oxydants, ammoniums quaternaires, biguanides, thiazolinones
- Pas d'usage spécifique hospitalier, nombreux usages industriels et domestiques
- Pas de **TENSIOACTIFS** spécifiques au PSA identifiés
- Concentrations globalement < dans les effluents du PSA
- Flux Pôle de Santé < flux urbains

Il n'est PAS nécessaire de traiter les eaux usées du Pôle de Santé d'Arcachon séparément des eaux usées urbaines



Enquêtes de pratiques – soirées de sensibilisation



Quelle implication des professionnels de santé ?

Les professionnels sont encore peu sensibilisés à la thématique. Ils sont preneurs d'une information validée et portée par des experts.

Les messages de sensibilisation en lien avec les pratiques de récupération des médicaments non utilisés font consensus.

Supports de communication



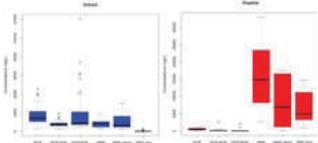
Des actions plus ambitieuses (comme la substitution d'un médicament sur la base de critères environnementaux) restent aujourd'hui freinées par le manque de retour d'expérience et par un regard qui tend encore à opposer «préservation de l'environnement» et «préservation de la santé publique». Ce type de démarche s'inscrit donc sur le long terme.

En tant que lauréat de l'appel à projets « Innovations et changements de pratiques – lutte contre les micropolluants chimiques des eaux urbaines », REMPAP est soutenu financièrement par l'Agence française pour la biodiversité et par l'Agence de l'eau Adour-Garonne.

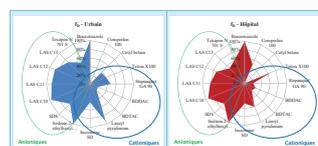


VOLET I – Développer des méthodes d'identification et quantification - Médicaments, Détergents et Biocides (DtB)

- **Caractériser Molécules mères - Métabolites - Produits de dégradation,**
 L'analyse rendue possible, dans les eaux usées, pour le Diclofénac et le Sulfaméthoxazole (SMX) – révèle les processus de transformation dans l'organisme et lors du transport en réseau
- **Distinguer les différentes familles de détergents**
 Le développement d'une méthode unique, sélective et sensible d'analyse, sur les fractions dissoutes et particulaires – méthode permettant une caractérisation de la contamination des différents effluents



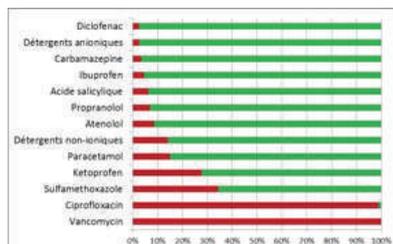
Médicaments et métabolites en ng/L dans les effluents urbains (bleu, n=34) et hospitaliers (rouge, n=12) 07/2016 à 06/2017



Détergents et biocides
 Partition des eaux usées urbaines et hospitalières pourcentage fractions dissoutes / particulaires

VOLET II – Caractériser finement les rejets de médicaments et leur dynamique dans les effluents hospitaliers et urbains

- **Etablissement des pollutogrammes horaires de résidus de médicaments :**
 une caractérisation plutôt reproductible sur les effluents urbains ; des compositions aléatoires dans les effluents hospitaliers
- **Une modélisation stochastique représentative des flux de médicaments pour un bassin versant urbain en fonction des ventes de médicaments**



Résidus de médicaments et détergents entrant dans la STEP de Bellecombe : prédominance des flux urbains sur les flux hospitaliers

- Hospitalier (red) ■ Urbain (green)
- Etablissement de soin / usage domestique :
- 23 % des ventes de médicaments (ANSM, 2014)
- 20 à 30 % de la charge de médicaments (PILLS, 2012)

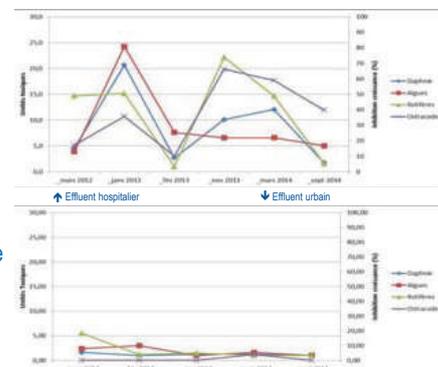
VOLET IV - Développer des approches sociologiques sur les pratiques hospitalières et les changements de pratiques

- **Réduire les rejets de médicaments, de détergents-biocides et la production de déchets dans les établissements -** Des propositions de bon sens, économiquement viables et s'intégrant dans une démarche d'amélioration continue, partagées entre les personnels du CHAL et transposables à d'autres établissements
- **Imaginer la collecte des excréta dans le cadre des soins à domicile :** analyse des freins liés aux objets techniques et à l'organisation des services
- **Réglementer ?** Un état des lieux de la réglementation et des mesures d'atténuation pour les médicaments à usage humain
- **Sensibiliser les professionnels de santé aux enjeux et aux leviers potentiels dans les pratiques de soin :** toutes les solutions proposées sont jugées majoritairement positives, sauf peut-être la collecte d'excréta. Mais aborder la thématique en l'absence de consignes ou obligations est plutôt anxiogène.



VOLET III – Contribuer à l'évaluation des risques environnementaux par l'évaluation des effets biologiques

- **Valider les bioessais pertinents et confirmer la spécificité des effluents hospitaliers bruts :**
 plus écotoxiques que les effluents urbains
- **Caractériser les effets perturbateurs endocriniens :** il apparait un effet estrogénomimétique significatif et quelques effets androgénomimétiques plus faibles et non systématiques, essentiellement dans la phase liquide. Aucun effet estrogène ou androgène-antagonistes n'a été constaté
- **Evaluer la dissémination de l'antibiorésistance :** la recherche des intégrons est une approche simple
- **Corréler les résultats acquis entre présences de molécules et effets constatés :**
 certains détergents et principes actifs de médicaments semblent sortir du lot ;
 → recherches à poursuivre





Improvement of micropollutants treatment and nutrients recovery by source separation of urine

Cavaillé L., Albasi C., Paul E., Bessiere Y., Mengelle E., Dubos S., Bounouba M., Kim C., Guigui C., Pic JS., Mottier A., Pinelli E., Mouchet F., Riboul D., Silvestre J., Savart B., Delrieu O., Lorain O., Rhouma M., Depasse J.

CONTEXT

Fate of pharmaceuticals with conventional WW treatments



PROBLEMATIC: Pollution by pharmaceuticals residues without adequate treatment / Low valorization of waste / Energy consuming treatment plant

1% of WW but 2/3 of evaluated toxicity
 100 - 150 L of drinking water dilute 1.5 L of urine
 1 person = 4 kg N/year = N for a plant culture of 400 m²

AN INNOVATIVE SOLUTION : SMS PROJECT

Source separation for a better treatment of our waste: A way to reduce ecotoxicological impact of our effluents

ADVANTAGES:

- To avoid mixing and dilution of wastewaters
- To facilitate micropollutants treatments
- Intensification of the nutrients valorization

- Pilots network building on a WWTP (Cugnaux, France)
- Effectiveness assessment of each process and global chain
- Development of QuEChERS method for quantification of 9 micropollutants *Diclofenac, Ofloxacin, Ibuprofen, 2OH-ibuprofen, Oxazepam, Carbamazepine, Propranolol, Caffeine, Sulfamethoxazole*

A DEMONSTRATION PLATFORM FOR A MULTI-CRITERIA ANALYSIS

1.2 L **Urine separating toilets under vacuum**

have been developed after optimization of: Vacuum suction / Hydraulic bowl / Separating barrier / Urine collection tube

Evaluated for 1 year under real conditions in our building
Installed in a musical festival with 600 uses and 150 interviewees

Urine → **Precipitation** → **Reverse osmosis** → **Ozonation**

Struvite: 97% P and 4% N, no micropollutant
No difference of micropollutant concentrations in permeate and retentate
Degradation rate: OFL, SMX, PRO, OXA, DIC, CBZ >> CAF, 2OH-IBP >> IBP
Necessity to recover ammonia before ozonation to decrease the consumed dose

Ecotoxicological evaluation

Using both normalized and mesocosms exposures in amphibians, diptera and micro-algae *AFNOR XP T 90-339-1 & ISO/FDIS 21427-1*

2 mesocosm references campaigns: "summer" & "winter"

Multiple biomarkers: growth, genotoxicity, teratogenicity, endocrine disruption, degradation of organic matter ...

Faeces (+ others) → **Membrane BioReactor** → permeate

15 L/d

Mesophilic Anaerobic Digester coupled to Thermophilic Aerobic Digester = **MAD-TAR**

SRT=22d

MBR reference « winter » & « summer »
 SRT=33d ; HRT=24h

MBR specific SRT=33d ; HRT=12h

Decrease of genotoxicity in *Xenopus laevis* larvae exposed to MBR effluent vs WWTP effluent

- The pollutants have been measured in liquid and solid fractions
- MBR induced a decrease of micropollutants and ecotoxycity potential
- This platform is a structuring and driver model for the community

Assessment of acceptability

Social / Technical / Economical





Vous avez dit ELIMINATION ? Des MICROPOLLUANTS ou de la TOXICITE?

Traitement d'effluents hospitaliers par Bioréacteur à Membrane

Claire ALBASI et les partenaires des projets PANACEE et REMPAP



MATERIEL et METHODES

Un pilote BaM pour traiter les effluents hospitaliers de Toulouse PURPAN (PANACEE) et du Pole de Santé D'Arcachon (REMPAP) + TT3



Site de Toulouse

Conditions opératoires	
Volume boues activées	400 L
Débit perméat	16 L/h
Débit recirculation boue	235 L/h
Age de boue (AB)	40 jours
Temps de séjour hydraulique (TSH)	24 h
Cycles d'aération et non aération (azote)	

Module membranaire

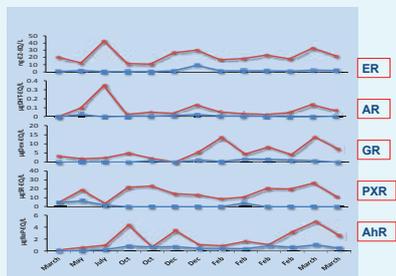
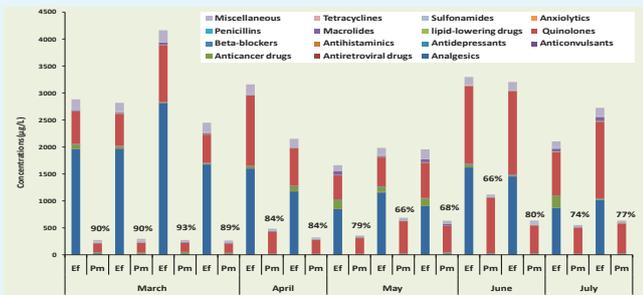
Surface totale	7,5 m ²
Porosité	0,2 µm
Filtration	3min « on » 3min « off »



Site d'Arcachon

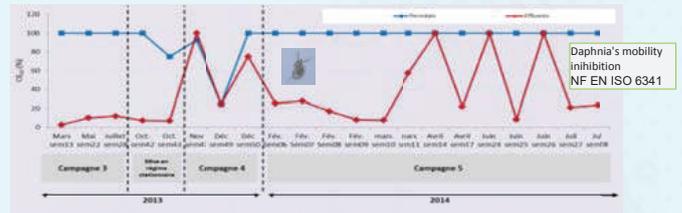
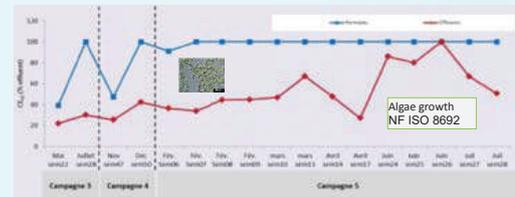
RESULTATS PANACEE – Service Hémato/Cancerologie

Campagne de janvier à août 2013(205 jours) soit 5 âges de boue



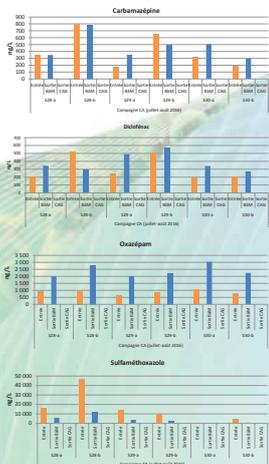
- ✓ La quantification de 125 à 60 molécules selon les essais, indique une élimination variable de ces dernières de totale à partielle jusqu'à une "production fictive" (déconjugaison? Reformation?)
- ✓ Une batterie de test ecotox et effets perturbateurs endocriniens met en évidence l'élimination globale des effets ecotoxicologiques et un abattement important des activités oestrogénique, androgénique et glucocorticoïde

Analyses Ecotox et Effet Perturbateur endocrinien



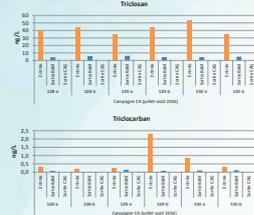
RESULTATS REMPAP – Hôpital généraliste

BàM : Campagne de janvier à août 2016 (202 jours) soit 5 âges de boue



(ng/L)	Eau brute	Perméat
CBZ	149 à 1014	172 à 1060
OXA	528 à 1402	1181 à 3413
TCS	29 à 72	< LQ = 5 ng/L

- Carbamazépine : réfractaire au traitement
- Triclosan : relativement bien éliminé par le BàM
- Concentration en oxazépam supérieure en sortie de BàM.
- Métabolite de plusieurs molécules dont le diazépam et le nordiazépam.



Analyses génétiques après exposition des organismes à l'effluent hospitalier (avant BàM) et au perméat (après BàM) dilués 10 fois

	Chez les bivalves	Chez le poisson zèbre
Effluent hospitalier	<ul style="list-style-type: none"> - Branchies : <ul style="list-style-type: none"> ➢ Stress oxydatif dans la cellule : expression modulée des gènes impliqués dans la neutralisation des espèces réactives de l'oxygène. ➢ Surexpression de gènes permettant la réparation de l'ADN. ➢ Surexpression de gènes impliqués dans le métabolisme mitochondrial : demande d'énergie accrue. - Masse viscérale : Peu de variation des résultats par rapport au témoin. 	<ul style="list-style-type: none"> - Réponses marquées dans tous les organes étudiés : <ul style="list-style-type: none"> ➢ Mise en place de mécanismes adaptatifs (les mêmes que chez les bivalves) pour réduire le stress oxydatif généré dans les cellules. ➢ Augmentation des mécanismes de détoxication et de production d'énergie sous forme d'ATP.
Perméat	<ul style="list-style-type: none"> - Disparition totale des effets pour <i>Corbicula fluminea</i>. - Diminution très importante des effets pour <i>Crossostrea gigas</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cerveau : nette diminution des effets. - Autres organes : persistance des effets toxiques.

CONCLUSION - L'analyse d'effets biologiques couplée à la quantification chimique permet d'apprécier le rôle réel joué par les molécules mères, de suspecter le rôle des produits de transformations et d'autres molécules non visées ou identifiées. L'action du traitement par bioréacteur à membrane permet de diminuer ces effets. Les traitements tertiaires les éliminent quasiment, tout comme les molécules.





Se soigner sans polluer

DIMINUER L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES MEDICAMENTS

T. Deblonde¹, E. Curien², A. Petit², P. Bastien²

1. 22b rue de l'abbé Paul Varney, 54 700 Norroy les Pont à Mousson

2. ASOQS, 22 bd Garnier, 88 400 Gérardmer



Info@ecoprescription.org

Introduction

L'Association pour l'Optimisation de la Qualité des Soins ASOQS, créée en 2009 à l'initiative de médecins généralistes Lorrains a souhaité initier une prise de conscience des prescripteurs et des patients vis-à-vis de l'action environnementale des molécules pharmaceutiques.

Objectif

Réduire l'impact négatif environnemental des molécules pharmaceutiques en amont et en aval de l'acte de prescription.

Matériel et méthode

- 1) Mise en place d'une étude d'impact, prospective et comparative d'une durée de 3 ans.
- 2) Population cible : 43 généralistes, 24 pharmaciens, 3 vétérinaires et la population d'une zone pilote composée d'environ 55 000 habitants de 15 communes situées sur le bassin versant de la Moselle et de la Moselotte, au sud des Vosges. Comparativement à une population témoin.
- 3) Il s'agit d'une étude déclinée en 2 phases simultanées, Ecop-MNU et Ecop-Rivière.

ECOP – MNU

(améliorer la récupération des médicaments non utilisés)

Les médecins

Distribution du kit de sensibilisation constitué d'un chevalet à poser sur le bureau, d'un tampon pour les ordonnances et d'une affiche pour la salle d'attente.

Les pharmaciens

Administration de 2 enquêtes (Pharma 1 et 2) auprès de la population concernant leurs habitudes de rapport des MNU, et des raisons de leur non utilisation)

Les vétérinaires

Organisation d'une collecte semestrielle pour les MNU vétérinaires et les DASRI, information auprès des éleveurs.



Résultats et constats

- Ont accepté de participer à l'action, 39 des 43 médecins de la zone pilote 18 des 24 pharmacies et 1 cabinet vétérinaire sur les deux présents sur le secteur.
- Le poids moyen des cartons de MNU récupérés dans les pharmacies les plus assidues reste stable malgré le changement de communication de Cyclamed sur le tri des emballages avant le retour en officine.
- Identification des motifs de non utilisation et des autres moyens d'élimination des MNU par la population.
- La collecte vétérinaire en juin 2018 auprès des éleveurs a permis de récupérer 400 litres de médicaments et DASRI.

ECOP – RIVIERE

(réduction des médicaments les plus impactants sur l'environnement)

Les médecins

Prescrire la molécule ayant le plus faible indice de risque PBT (persistance, bioaccumulation et toxicité) à efficacité et tolérance équivalent.

Exemple : au sein des médicaments anti-histaminiques disponibles, prescription de la desloratadine qui a un impact environnemental moindre par rapport aux autres médicaments de cette classe (4/9 versus 8/9)*

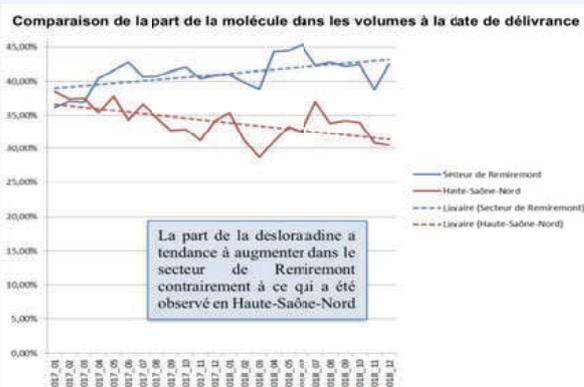
*Environmentally classified pharmaceuticals 2014. Stockholm County Council.

Les vétérinaires

Mise en place d'une analyse coproscopique avant administration d'Ivermectine afin de diminuer le traitement systématique des animaux (coût équivalent)

Résultats et impact

Augmentation sur zone pilote des ventes de la desloratadine indicatrice du changement comportemental pour les prescripteurs (Desloratadine)



Conclusions – Perspectives

- Mobilisation et prise de conscience des prescripteurs autour de l'impact environnemental des médicaments
- Modifications des pratiques possible.
- Nécessité et pertinence d'une base de données accessible sur la toxicité environnementale des produits pharmaceutiques.
- Proposition d'apposer un logo concernant l'impact environnemental des médicaments sur leur conditionnement à la disposition des patients, des médecins, des pharmaciens et des vétérinaires.





Antibiotools : Des outils pour caractériser et suivre les antibiotiques et antibiorésistances dans les écosystèmes aquatiques

Chloé Bonnineau¹, Agnès Bouchez², Anaïs Charton¹, Christophe Dagot³, Marion Devers⁴, Jérôme Labanowski⁵, Émilie Lyautey¹², Stéphane Pesce¹, Fabrice Martin-Laurent⁴, Leslie Mondamert⁵

¹UR RiverLy, Iristea, centre de Lyon-Villeurbanne, ²UMR CARTELE, INRA – Université Savoie Mont Blanc, ³UMR INSERM 1092, Université de Limoges, ⁴UMR Agroécologie INRA, Centre de Dijon, ⁵UMR 7285 IC2MP, Université de Poitiers

Les antibiotiques et résidus pharmaceutiques dans les écosystèmes aquatiques

Les résidus pharmaceutiques se **dispersent dans l'environnement aquatique** du fait de rejets diffus (agricoles suite aux traitements vétérinaires ou épandages des déchets, assainissements individuels...), et de leur transport massif via les eaux usées collectées dans les stations de traitement des eaux usées (STEU). Les antibiotiques vont ainsi contaminer les **eaux de surface**, à des concentrations allant du **ng/L au µg/L**, mais également les sédiments et le biote. La présence **d'antibiotiques** dans les **écosystèmes** exerce une pression de sélection sur les communautés microbiennes **favorisant la dissémination et la persistance d'antibiorésistance**. Cependant les connaissances sur la répartition des antibiotiques comme des antibiorésistances et leur dynamique temporelle dans les milieux aquatiques sont limitées.



Situation des sites étudiés sur le Léman et l'Arve



Site de Rovorée, Léman (L1)



Site aval sur l'Arve (L2)

OBJECTIF : Mieux comprendre la dynamique des antibiotiques / antibiorésistances dans l'environnement aquatique & améliorer les outils de suivi des antibiorésistances

AXE 1
ANTIBIOTIQUES ET ANTIBIORESISTANCES DANS LE MILIEU

Identifier et quantifier les antibiotiques & antibiorésistances dans différents compartiments aquatiques : **eau de surface, périphyton, sédiment**, pour identifier les compartiments **d'accumulation**.

AXE 2
DETECTER L'ANTIBIORESISTANCE

Comparer 3 méthodes différentes de **diagnostic** de la **résistance** des communautés microbiennes aquatiques aux **antibiotiques** pour mieux comprendre les liens entre **structure du résistome et fonctions** associées à ces résistances et pour définir les **spécificités & limites** de chaque méthode.

AXE 3
BIODEGRADATION DES ANTIBIOTIQUES

Estimer le **potentiel naturel de biodégradation** des antibiotiques par des communautés microbiennes du sédiment exposées à ces molécules.

METHODES

- 4 site d'études en lac et en rivière avec des niveaux contrastés d'exposition au rejet de STEU
- 8 campagnes de suivi sur 2 ans



POCIS et piège à biofilm

1. Pose des capteurs passifs (POCIS) et des pièges à biofilms

2. 15 jours après la pose, renouvellement des capteurs passifs



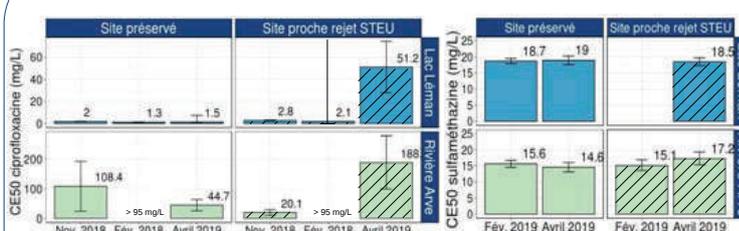
Prélèvement de sédiment

3. 30 jours après la pose, récupération des capteurs passifs, des pièges à biofilm, prélèvement de sédiment

4. Analyses

	Eau de surface via POCIS	Biofilm	Sédiment
Dosage des résidus pharmaceutiques (LC-MS/MS)	✓	✓	✓
Détection de gènes de résistance aux antibiotiques par qPCR	✓	✓	✓
Quantification des intégrons de classe 1, 2, 3 par qPCR	✓	✓	✓
Mesure de la tolérance à la sulfaméthazine et/ou ciprofloxacine	✓	✓	✓
Diversité bactérienne (ADNr 16S)	✓	✓	✓
Diversité des diatomées (gène rbcL) par approche métagénomique	✓	✓	✓
Mesure du potentiel de biodégradation de la sulfaméthazine par radiospirométrie			✓

PREMIERS RESULTATS



CE50 : concentration en antibiotique entraînant 50% d'inhibition de l'activité beta-glucosidase après 4h d'exposition

- Sur le lac Léman, une augmentation de la tolérance à la ciprofloxacine est observée au site proche du rejet STEU par rapport au site préservé. Sur la rivière Arve, la tolérance à la ciprofloxacine varie fortement d'un site à l'autre et d'une saison à l'autre. Les niveaux de tolérance à la sulfaméthazine des communautés microbiennes du sédiment sont similaires à toutes les saisons et sur tous les sites.

Conclusion & perspectives

Les résultats des 8 campagnes de suivis constitueront une base de données complète permettant de mettre en relation **teneurs en antibiotiques dans le milieu, tolérance** potentielle aux antibiotiques observée en laboratoire, **potentiel génétique d'antibiorésistance** et potentiel de **biodégradation**. L'analyse de ces résultats renseignera sur le devenir des antibiotiques dans l'environnement ainsi que sur la dynamique des antibiorésistances associées, permettant, par exemple, d'identifier un/des compartiment(s) réservoirs.



Ce projet de recherche est financé par le programme Environnement-Santé-Travail de l'Anses avec le soutien du ministère chargé de l'écologie (2017/3 ABR/22).

Contact : chloe.bonnineau@irstea.fr / www.irstea.fr

VERS DES TRAITEMENTS DES EAUX USÉES PLUS DURABLES : Prise en considération des produits de transformation (TPs) des micropolluants organiques – Projet ANR TRANSPRO

CONTEXTE

- Les eaux usées sont des sources importantes de micropolluants organiques (MP) vers le milieu aquatique
- Les stations d'épuration (STEU) éliminent de nombreux MP
- Les processus oxydatifs impliqués pourraient générer des produits de transformation (TP) relativement stables et toxiques
- Les TP sont retrouvés dans les boues et les effluents liquides rejetés rejoignant le milieu naturel, voire le sol

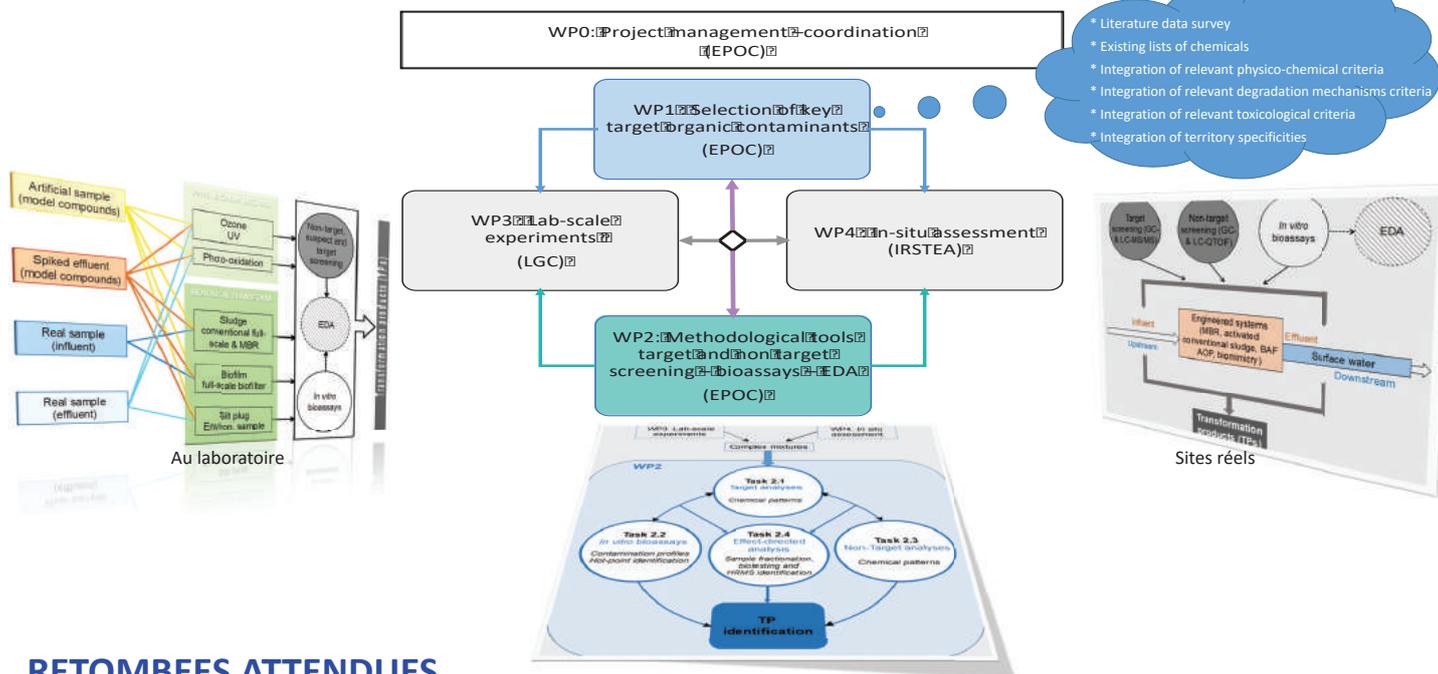
PARTENAIRES



OBJECTIFS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

- Etudier les possibilités de formation des TP de l'amont des systèmes de traitement des eaux usées jusqu'à leur entrée potentielle dans le milieu aquatique via les effluents des stations d'épuration : occurrence, niveau de concentration, formation et devenir
- Comprendre et hiérarchiser les types de traitement en fonction de leur capacité à générer des TP. Développer un modèle numérique
- Développer des méthodes de criblage innovantes utilisant à la fois des techniques de chimie analytique (spectrométrie de masse haute résolution) et biologiques (tests in vitro, approche dirigée par les effets ou EDA)

STRUCTURE



RETOMBÉES ATTENDUES

- Méthodologie de caractérisation des TP
- Amélioration des connaissances :
 - sur la nature, l'origine, la dynamique et l'effet toxique des TP
 - sur les processus de formation, de persistance, d'occurrence et donc de pertinence environnementale
 - quant aux procédés de traitement des eaux usées et au devenir des micropolluants (MP)
- Classement des procédés de STEU en fonction de leur capacité à générer des TP et aideront à sélectionner les processus les plus efficaces non seulement en termes de dégradation des contaminants natifs (MP) et mais aussi de formation minimale de TP
- Meilleure caractérisation de la qualité de l'eau (protection/amélioration)
- Etablissement de listes de MP/TP plus pertinents pour la surveillance des performances des STEP





Résidus médicamenteux dans l'eau, où en sommes nous ?

J. Costes¹, encadrant.e.s : G. Carrere², F. Géret³

¹ Master 2 PEPS, Université Toulouse 2 Jean-Jaurès

² CERTOP, Université Toulouse 2 Jean-Jaurès

³ BTSB, GIS médicament dans l'environnement

Contextualisation

Depuis les années 2000, des études scientifiques ont démontré la présence et l'impact des résidus de médicaments sur l'environnement (cas de disparition des vautours fauves en Asie, féminisation et malformations sexuelles des poissons...). Les résidus de médicaments sont depuis devenus une préoccupation sociale montante en santé environnement. Aussi, les pouvoirs publics se sont saisis de la question à travers différents plans (PNSE, PRSE, PNRM, Plan micropolluant) pilotés par le ministère des Solidarités et de la Santé ainsi que le ministère de la Transition écologique et solidaire.



De ces plans ont découlé un certain nombre d'actions sur les territoires impliquant différents acteurs venant de différents secteurs, public (Hôpitaux Portes de Camargue, CH Niort, CHU de Bordeaux...), privé (Suez, Véolia, La Saur), associatif (ASOQS, C2DS...). De multiples dispositifs sont mis en place, en amont et en aval, pour tenter de limiter le risque de contamination des milieux aquatiques par les médicaments. Ces dispositifs s'incarnent par des changements de pratiques (écoprescriptions, indice PBT, gestion filière des déchets issus des médicaments), par la mise en place de procédés techniques (charbon actif, ozonation...), et par la mise en œuvre d'actions de sensibilisation auprès du public et des professionnels de santé.

Commande du GIS médicaments dans l'environnement

Le GIS médicaments dans l'environnement existe depuis 2017. Il a pour but de fédérer les compétences scientifiques et techniques relatives à la problématique des rejets des principes actifs de médicaments et de leurs métabolites dans l'environnement afin de développer une connaissance pluridisciplinaire pour répondre à une demande sociétale en la matière. Les résultats présentés dans le cadre de ce poster sont issus d'un stage réalisé dans le cadre du GIS. L'objectif de ce stage était d'identifier les questions et les problèmes posés par les résidus médicamenteux dans l'eau. En somme, il s'agissait de réaliser un état des lieux des actions menées dans le cadre de la gestion de la pollution pharmaceutique des eaux afin d'en comprendre leur potentielles évolutions.

Méthodologie

Objectif : Mieux comprendre les modes de gouvernement du risque des résidus médicamenteux

Question de départ : Comment le risque des résidus médicamenteux se traduit-il en normes organisationnelles, sociales et professionnelles ?

Passation de 14 entretiens semi-directifs : acteurs.rice.s qui se sont saisis de ce risque et ont un mode de gestion de cette pollution



Trois terrains d'étude :



éco-prescription, gestion filière des déchets issus des médicaments.



études de caractérisation, traçabilité, dispositifs techniques de traitement : ozonation, charbon actif. Animations, opérations de sensibilisation sur l'impact de RM.



études sur la contamination des résidus médicamenteux dans leur cours d'eau, action de sensibilisation sur l'impact des RM auprès du professionnel.le.s de santé, promotion l'écoprescription.

Résultats

Résidus médicamenteux, vers un changement de la définition du problème ? Observons-nous un glissement d'un problème environnemental vers un problème de santé ?

Aujourd'hui le problème des résidus médicamenteux fait partie d'une liste d'attente de micropolluants (pesticides, métaux lourds, cosmétiques...). Dans cette liste d'attente, la question de la priorisation du problème de la contamination de l'eau par les médicaments se pose. Lorsque le problème est défini en tant que problème environnemental, celui-ci semble bénéficier d'un plus faible intérêt dans l'espace public. A l'inverse, il fait l'objet d'un intérêt accru lorsque celui-ci interroge les potentielles conséquences sanitaires des résidus de médicaments (incertitude effets cocktails). Ainsi, la dynamique des projets de recherche sur les antibiotiques et l'antibiorésistance ces dernières années en témoignent. Aborder le problème de la contamination de l'eau par les composés pharmaceutiques par la dimension santé tend à mobiliser et sensibiliser davantage

« Parce que les gens sont quand même sensibilisés à l'antibiotique, à l'antibiorésistance parce que il y a quand même un discours beaucoup plus soutenu dans la presse, la presse grand public. Détergents biocides, ce qui est intéressant c'est qu'on a le sentiment de pouvoir agir, c'est nos pratiques quotidiennes. C'est quelque chose où on est acteur [...] » #EB-060519-SIP

Quelles sont les nouvelles questions qui se posent dans la gestion de la pollution pharmaceutique ?

L'indice PBT et après ?

Malgré son utilisation controversée, l'indice PBT est utilisé par de nombreux acteurs.rice.s pour limiter la présence de médicaments dans les milieux aquatiques. Il est utilisé notamment par l'ASOQS ou les Hôpitaux des Portes de Camargue. Pour aller plus loin, selon les acteurs.rice.s rencontrés, plusieurs questions doivent trouver réponse : Quelles sont les limites de l'indice aujourd'hui et quel est l'état de la base de données environnementales des médicaments ? Où trouver ces données environnementales ? Peut-on densifier cette base de données pour généraliser l'application de l'indice PBT ?

« Donc une fois que j'ai traduit l'indice et que je me suis rendue compte qu'il nous manquait beaucoup de médicaments mais que quand même il y avait un certain nombre de médicaments communs avec la Suède parce que ils ont trois fois moins de références de médicaments que nous. Nous on a peu près 3000 molécules eux ils en ont 3 fois moins. Mais je retrouvais sur des médicaments phares et des molécules très utilisées ça avait quand même du sens.

Le tournant de l'ambulance en question ?

Aux vues du virage ambulatoire opéré par les hôpitaux, le problème des résidus médicamenteux devient source d'enjeu à travers la question de la gestion des déchets issus des soins et de la collecte des excréments. Les dispositifs pouvant être mis en place soulèvent des questions d'ordre organisationnelles et viennent questionner le rôle des infirmières hospitalières et libérales notamment. Si les acteurs.rice.s sont amenés à développer des dispositifs techniques visant à gérer le risque au domicile des patients, plusieurs questions se posent quant aux contraintes organisationnelles que cela pourrait engendrer : à qui revient la gestion de cette collecte ? Par qui peut-elle être financée et organisée ?

« [...] comment on trace le patient qui a tel médicament et on ajoute au soin de nécessité de gérer cet excréta. Et puis en fait le principal élément qui ressortait, c'était en fait dans l'idée des ingénieurs en environnement qui avait posé cette question : c'est que les soignants, avec un objet technique pourraient prendre en charge, mais le soignant il est inséré dans des contraintes organisationnelles, financières avec une tarification spécifique qui l'oblige à enchaîner [...] à prendre très peu en charge les déchets ne serait-ce que...non, non exposés c'est à dire tous les déchets de soin comme les emballages » #ANM-310519-SIP



Les médicaments et l'environnement

Notre but à travers ce site est d'informer le grand public sur la problématique des résidus de médicaments présents dans l'environnement, en donnant l'ensemble des informations aujourd'hui disponibles et accessibles par les scientifiques.

EN SAVOIR PLUS

Pourquoi des résidus de médicaments sont retrouvés dans l'environnement ?



Les produits pharmaceutiques

Les produits pharmaceutiques sont des substances chimiques, naturelles ou synthétiques utilisés à des fins médicales pour un usage humain ou vétérinaire. Ils ont des propriétés physiques et chimiques spécifiques.

[Voir la suite](#)



Le cycle de vie

L'ensemble des phases du cycle de vie du médicament, de sa conception à sa consommation, joue un rôle dans sa présence dans l'environnement. Il est essentiel que, les acteurs de chaque étape du cycle de vie, soient vigilants aux rejets.

[Voir la suite](#)



Environnement

Trois sources de contamination sont aujourd'hui bien connues. L'ensemble des compartiments environnementaux peuvent être exposés aux résidus de médicaments et induire des effets néfastes sur les organismes. Plus de 350 molécules ont déjà été retrouvées.

[Voir la suite](#)



La réglementation

Peu de réglementation existe, toutefois il existe des plans et programmes visant à réduire la présence des résidus de médicaments dans l'environnement.

[Voir la suite](#)



Santé

La présence des résidus de médicaments peut induire des effets directs et indirects sur les organismes. Cependant, pour l'instant aucun risque pour la santé humaine n'a été avéré.

[Voir la suite](#)



Liste des résidus retrouvés dans l'environnement

Liste des résidus de médicaments retrouvés dans l'environnement à travers le monde, établie à partir d'études scientifiques.

[Voir la suite](#)

Les bonnes pratiques

Valoriser les bonnes pratiques existantes en France mais aussi à travers le monde, dans le but de réduire les concentrations en résidus de médicaments retrouvés dans l'environnement.

Actualités récentes



Association Santé Environnement France

ASEF : Association Santé Environnement France, est une association de près de 2500 médecins en France qui réalisent des enquêtes, des études, des conférences sur différents sujets en lien avec la santé et l'environnement.

[En savoir plus](#)



Le Comité pour le Développement Durable en Santé

C2DS : Le Comité pour le Développement Durable en Santé rassemble des établissements de santé et médico-sociaux de tout type d'activité et de tout statut juridique confondus. En 2016, il compte environ 500 adhérents.

[En savoir plus](#)

Avec le concours de

La Région
Auvergne-Rhône-Alpes



Site complet et consultable à l'adresse suivante : resimede.info



Les produits pharmaceutiques dans l'environnement : méthodologie de diagnostic environnemental pour les établissements de soins.

Audrey Courtier¹, Catherine Taillefer², Amélie Sellier³, Philippe Carencou⁴, Florence Gélet⁵, Hélène Fenet⁶, Frédéric Orias⁷, Benoit Roig¹.



Contexte :

Depuis les années 1980, un intérêt croissant est né concernant la présence des produits pharmaceutiques dans l'environnement. En effet, leurs concentrations environnementales varient du gramme au nanogramme et leurs sources de contamination sont aujourd'hui bien connues : **effluents domestiques** >> **effluents hospitaliers** > **effluents industriels**. Généralement, le flux en médicaments provenant des effluents hospitaliers représente 1 à 9% du flux total en produits pharmaceutiques retrouvés à l'entrée des stations d'épuration (STEP). Cependant dans certains cas, ce flux peut être de 100% pour les molécules utilisées uniquement à l'hôpital.

Dans ce contexte, les établissements de soins ont un besoin d'anticiper une réglementation potentielle car ce sujet devient de plus en plus une préoccupation pour les politiques de développement durable.

Objectifs :

- Augmenter les connaissances des établissements de soins sur leur potentiel impact sur l'environnement tout en évitant des campagnes de mesures onéreuses.
- Développer une méthodologie de diagnostic reproductible (indicateur) appliquée aux établissements de soins, dans l'objectif de contrôler (évaluer et réduire) les résidus de médicaments rejetés dans l'environnement. **Étude de cas** d'un hôpital dans les Bouches-du-Rhône.

• **Établissement** : gériatrie, 216 lits.

• **Données fournis par l'hôpital** : consommation en médicaments (66 molécules) et en eau.

• **Autres données** : données d'excrétion (Thériaque) et valeurs d'abattement par les STEP avec traitement biologique (articles scientifiques)

	Molécules	Moyenne annuelle PEC effluent hospitalier (mg/L)
1	Macrogol	12,3
2	Levetiracetam	0,2
3	Amoxicilline	0,17
...
48	Nebivolol	2,41.10 ⁻⁶
49	Alprazolam	1,47.10 ⁻⁶
50	17β-estradiol	8,03.10 ⁻⁹

$$PEC^* \text{ "affinée"} = \frac{\text{Conso médicaments} * \text{Excrétion} * \text{Abatement}}{\text{Consommation en eau}}$$

*PEC = Predicted Environmental Concentration- Concentration Environnementale Prédite

→ La PEC est calculée pour les 66 molécules les plus consommées.

• Le quotient de risque (QR) n'est pas représentatif car la toxicité seule ne permet pas de définir une molécule dangereuse.

• L'indicateur doit donc prendre en compte, en plus de la toxicité, deux facteurs d'expositions :

la **bioaccumulation (B)** et la **persistance (P)**.

• P, B et T sont modélisées à l'aide du logiciel "PBT profiler" afin de pallier au manque de données et de travailler avec des données homogènes. P et B sont normalisées et l'indicateur est défini comme suit :

$$\text{Indicateur molécules} = \frac{PEC}{\text{Toxicité}} + B + P$$

$$\text{Indicateur final} = \sum \text{indicateurs molécules}$$

$$\text{Indicateur site pilote} = \sum 66 \text{ indicateurs} = 23$$

	Molécules	Indicateur
1	Tropatépine	1,2
2	Azithromycine	1,1
3	Citalopram	1,08
...
57	Levodopa	0,08
58	Lactulose	0,05
59	Esoméprazole	0,008

Site Pilote

Indicateur

Etablissement de soins

Discussion

- L'indicateur est en cohérence avec le risque environnemental pour chaque molécule (les molécules ayant un faible risque pour P, B et T ont un faible indicateur et inversement).
- Une question se pose concernant l'importance de chaque paramètre (en particulier la toxicité) dans le calcul.
- Un tel mode de calcul permet de comparer les valeurs entre elles car elles contiennent les mêmes incertitudes.



Perspectives

- Appliquer cette méthode à d'autres établissements avec des capacités et spécialités différentes (en cours)
- Déterminer des valeurs de repères afin que les établissements puissent se situer par rapport à l'indicateur (bon ou mauvais)
- Construire une base de données avec les valeurs d'excrétion, d'abattement et de PBT pour chaque molécule.
- Ajouter à la démarche les détergents et biocides qui caractérisent également les effluents hospitaliers.

Conclusion

Cet indicateur a pour but d'aider les établissements de soins à contrôler leurs effluents et à anticiper une potentielle réglementation. Cette démarche permet d'avoir une vue d'ensemble sur le rejet des produits pharmaceutiques à un moindre coût. Elle répond aux besoins exprimés par les établissements de soins concernant la gestion de leurs effluents. Une fois finalisé, l'indicateur vise à aider les hôpitaux à réduire et contrôler leur impact sur l'environnement et, si nécessaire, à impliquer des changements de pratiques et de gestion des déchets et des effluents.

¹ EA7352 CHROME, Université de Nîmes, Rue du Dr Georges Salan, 30021 Nîmes, France.

² Hôpital des Portes de Camargue, route d'Arles, 13150 Tarascon, France.

³ EHESP Rennes, Sorbonne Paris Cité, Avenue du Professeur Léon Bernard- CS 74312, 35043 Rennes Cedex, France INSERM U1085-IRSET, LERES, France.

⁴ Centre hospitalier Marie José Treffot, avenue Maréchal Juin, 83407 Hyères, France.

⁵ EA7417, Institut National Universitaire Champollion, Biochimie et Toxicologie des Substances Bioactives, Place de Verdun, 81012 Albi, France.

⁶ UMR 5569 'Hydrosciences Montpellier', Université de Montpellier, 15 avenue Charles Flahault, 34000 Montpellier, France.

⁷ ENTPE, Université de Lyon 1, CNRS, UMR 5023 LEHNA, 2 rue Maurice Audin, 69518 Vaulx-en-Velin, France.

Risque écotoxicologique lié aux rejets d'eaux usées urbaines - « Suspect screening » de polluants émergents dans les effluents de stations d'épuration

Antoine Gosset^{1,2*}, Laure Wiest^{3**}, Aurélie Fildier³, Christine Libert⁴, Myriam Hammada¹, Thérèse Bastide¹, Barbara Giroud³, Laurence Campan⁴, Emmanuelle Vulliet³, Philippe Polomé^{2#}, Yves Perrodin^{1#}

¹ Université de Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS, ENTPE, UMR5023 LEHNA, F-69518, Vaulx-en-Velin, France ; ² Université de Lyon & Université Lyon 2, Lyon, F-69007, France ; CNRS, UMR 5824 GATE Lyon Saint-Etienne, Ecully, F-69130, France ; ³ Univ Lyon, CNRS, Université Claude Bernard Lyon 1, Institut des Sciences Analytiques, UMR 5280, 5 Rue de la Doua, F-69100 Villeurbanne, France ; ⁴ Métropole de Lyon, Département Eau et Assainissement, 69003 Lyon, France ; [#]Co-porteurs de l'étude

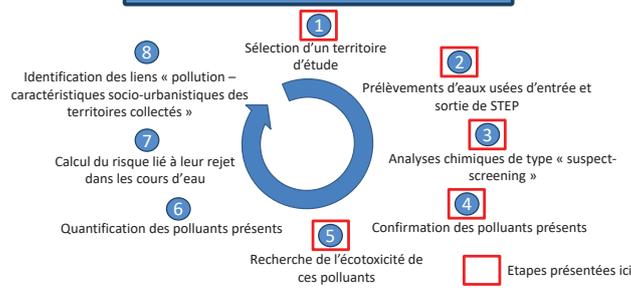
Introduction

- L'émission de polluants émergents n'a cessé d'augmenter au cours des 15 dernières années.
- Beaucoup présentent une écotoxicité aquatique importante (Brus et Perrodin, 2017).
- Le traitement des eaux usées par les stations d'épuration est limité pour certains polluants.
- Une fraction d'entre eux est rejetée dans les milieux aquatiques récepteurs → Risque.

Objectifs

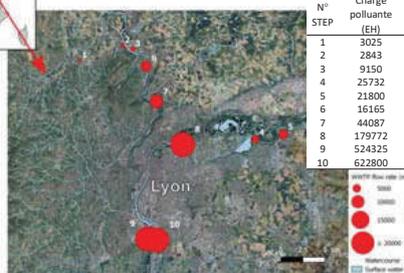
- Améliorer l'évaluation du risque écotoxicologique lié à ces effluents : réalisation d'une méthode d'analyse chimique innovante de type « suspect-screening » afin d'identifier les polluants émergents écotoxiques de manière plus exhaustive.
- Application aux polluants de type « pharmaceutiques » et « pesticides ».

Démarche générale du projet Eco-Risks



Matériels et Méthodes

1 Territoire et stations d'épuration de l'étude



N° STEP	Charge polluante (EH)	Débit moyen annuel de la STEP (m³/jour)	Traitement principal
1	3025	235	Boues activées
2	2843	679	Boues activées
3	9150	1300	Boues activées
4	25732	4016	Biofiltre
5	21800	5544	Boues activées
6	16165	6745	Boues activées
7	44087	8980	Biofiltre
8	179772	38388	Boues activées
9	524325	156962	Boues activées
10	622800	215092	Boues activées

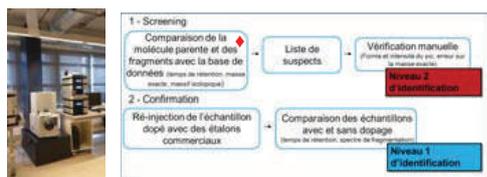
EH : équivalent habitant

2 Prélèvements d'eaux usées d'entrée et sortie de STEP

- 3 campagnes planifiées dont 1 réalisée.
- Echantillons prélevés sur 24 H avec asservissement au débit par temps sec.

3 4 Analyses chimiques de type « suspect-screening » et confirmation

- Pré-concentration des échantillons filtrés (0,7 µm) sur phase solide (SPE) et stockage à -18°C.
- Analyse par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse haute résolution (UHPLC-QToF) (Pinasseau et al., 2019).
- Utilisation de la méthodologie de screening et confirmation suivante :



♦ comparaison à 2 bases de données : PesticideScreeners et ToxScreeners (1200 pesticides et 800 médicaments environ), Database TASQ™ (Bruker Daltonics®)

5 Recherche de l'écotoxicité des polluants identifiés

- Classification des polluants identifiés selon leur écotoxicité, via l'utilisation de leur PNEC (Predicted No Effect Concentration).



Résultats et discussion

Identification des polluants par « suspect-screening » et confirmation par étalons analytiques :

- Environ 100 molécules ont été suspectées présentes (Niv. 2) (Schymanski et al., 2014).

- 44 molécules ont été confirmées (Niv. 1).

- ✓ 40 composés pharmaceutiques
- ✓ 4 pesticides

- Grande variété de familles de composés pharmaceutiques identifiés (10).

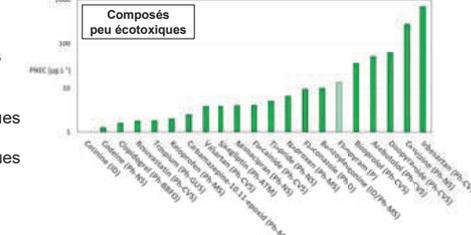
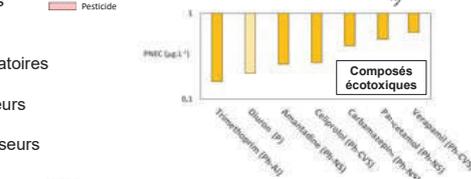
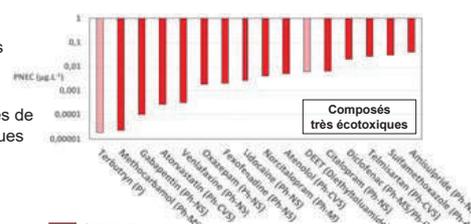
- Parmi les familles de pharmaceutiques les plus représentées :

- ✓ Les anti-inflammatoires (Ph-MS/D)
- ✓ Les antidépresseurs (Ph-NS)
- ✓ Les antihypertenseurs (Ph-CVS)

- Une grande variabilité du danger de ces composés identifiés :

- ✓ 16 très écotoxiques
- ✓ 7 écotoxiques
- ✓ 21 peu écotoxiques

Classification des polluants émergents	Abréviation
Pharmaceutiques	
<i>(classification ATC (anatomique, thérapeutique et chimique))</i>	
Anti-infectieux (usages systémiques)	Ph-AI
Médicaments dermatologiques	Ph-D
Métabolites	Ph-M
Sang et organes hématopoïétiques	Ph-BBFO
Système cardio-vasculaire	Ph-CVS
Système génito-urinaire et hormones sexuelles	Ph-GUS
Système musculo-squelettique	Ph-MS
Système nerveux	Ph-NS
Tractus digestif et métabolisme	Ph-ATM
Autres	
Drogues et dérivés	ID
Pesticides	P



Conclusion provisoire

- Ce projet a permis la mise en place de prélèvements journaliers couplés à la réalisation d'analyses chimiques permettant un screening représentatif des polluants émergents présents.
- 44 polluants émergents identifiés : grande majorité de pharmaceutiques (40) et peu de pesticides (4)
- 16 des 44 composés (14 pharmaceutiques et 2 pesticides) détectés sont très écotoxiques.

Etapas futures

- Quantification des composés identifiés → caractérisation de l'efficacité des STEP et de la pollution émise.
- Evaluation du risque écotoxicologique de chaque polluant et de leur mélange.
- Identification des sources d'émission (activité urbaines, industrielles, population, ...) → leviers d'action pour une diminution de leur concentration/du risque.

Références

- Brus et Perrodin (2017). Identification, assessment and prioritization of ecotoxicological risks on the scale of a territory: Application to WWTP discharges in a geographical area located in northeast Lyon, France. *Chemosphere*, 189, 340-348.
- Pinasseau et al. (2019). Use of passive sampling and high resolution mass spectrometry using a suspect screening approach to characterise emerging pollutants in contaminated groundwater and runoff. *Science of The Total Environment*, 672, 253-263
- Schymanski et al. (2014). Identifying Small Molecules via High Resolution Mass Spectrometry: Communicating Confidence. *Environmental Science & Technology* 48, 2097-2098.

Soutiens et Financements

- L'Ecole Urbaine de Lyon, elle-même soutenue par l'Agence Nationale de la Recherche (Programme Investissements d'Avenir (ANR-17-CONV-0004)).
- Le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire via l'ENTPE.
- L'Université Lyon 2.
- Le Grand Lyon.



Auteurs correspondants : * antoine.gosset@entpe.fr
** laure.wiest@isa-lyon.fr



De la recherche à la pratique

Plateforme «Techniques de traitement des micropolluants»

OBJECTIF: Réduction de l'apport en micropolluants dans les eaux de surface
La plateforme soutient tous les acteurs!

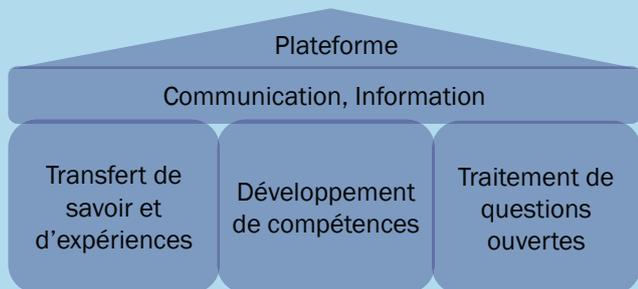


Plateforme «Techniques de traitement des micropolluants»

- Une initiative commune au VSA, à l'OFEV et à l'Eawag
- Un centre de compétence et point de contact indépendant
- Situé à l'interface entre la science, la législation et la pratique



- «Employeur»
- Stratégie
- Réseau professionnel



- Financement
- Stratégie



- Echanges techniques avec les départements
- Lieu de travail

www.micropoll.ch

Pour plus d'informations:

Abegglen et al. (2012), Aqua & Gas N° 11, p. 88-91. / Wunderlin et al. (2015), Aqua & Gas N° 2, p. 14-19.

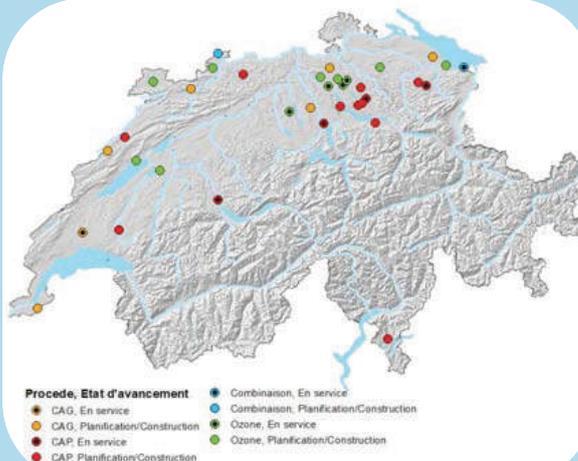
Bases légales



Depuis le 1.1.2016

- Les STEP à équiper sont sélectionnées en se basant sur des critères spécifiques (protection des ressources en eau potable et des masses d'eau sensibles, réduction de la charge)
- Environ 100 des 750 STEP suisses seront équipées: elles traitent 50% des eaux usées municipales
- Financement de 75% des coûts initiaux d'investissement par une nouvelle taxe sur les eaux usées jusqu'en 2040 (coûts totaux estimés à 1.2 milliards de CHF)

Acquisition d'expériences dans les STEP



CAP = charbon actif en poudre; CAG = charbon actif en grains

2019: dix installations de traitement réalisées - 11% de la population Suisse !

Une trentaine de projets en planification ou en construction

Contexte

Voies d'entrée des micropolluants



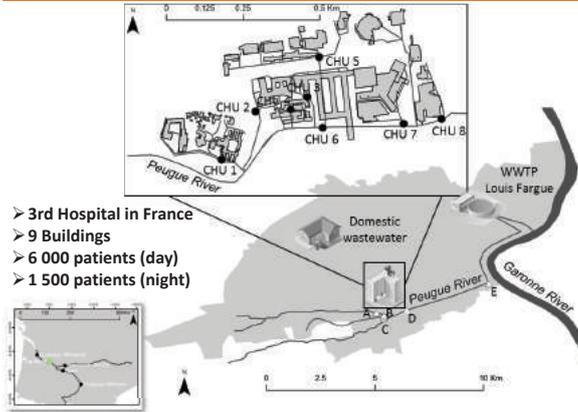
Différentes mesures sont prises

- A la **source**: interdictions, restrictions, campagnes d'information (p.ex. Plan d'action Produits phytosanitaires), diminution des débordements de déversoirs d'orage, etc. → effets limités
- **End-of-Pipe**: Les **stations d'épuration sélectionnées** sont équipées avec des traitements des micropolluants comme **l'ozonation ou le charbon actif**

Context and Objectives

- Control of urban pollutants → major issue in a context of rapidly growing urbanization
- New developing technologies → emission of emerging potentially highly toxic contaminants (e.g. Rare Earth Elements REEs)
- REEs → Technology Critical Elements (TCEs) and excellent tracers of urban activities
- REEs → Multiple anthropogenic urban sources (domestic wastewater, hospital wastewater, highway run-off, ...)
- What is the contribution of urban sources and especially hospital source on a major fluvio-estuarine system?

Study area and Methods



- Hospital samples → Spatial campaign in June 2015
- Garonne River → Monthly sampling in 2003, 2005 and 2010-2017

Bordeaux Métropole: ~ 1 000 000 inhabitants

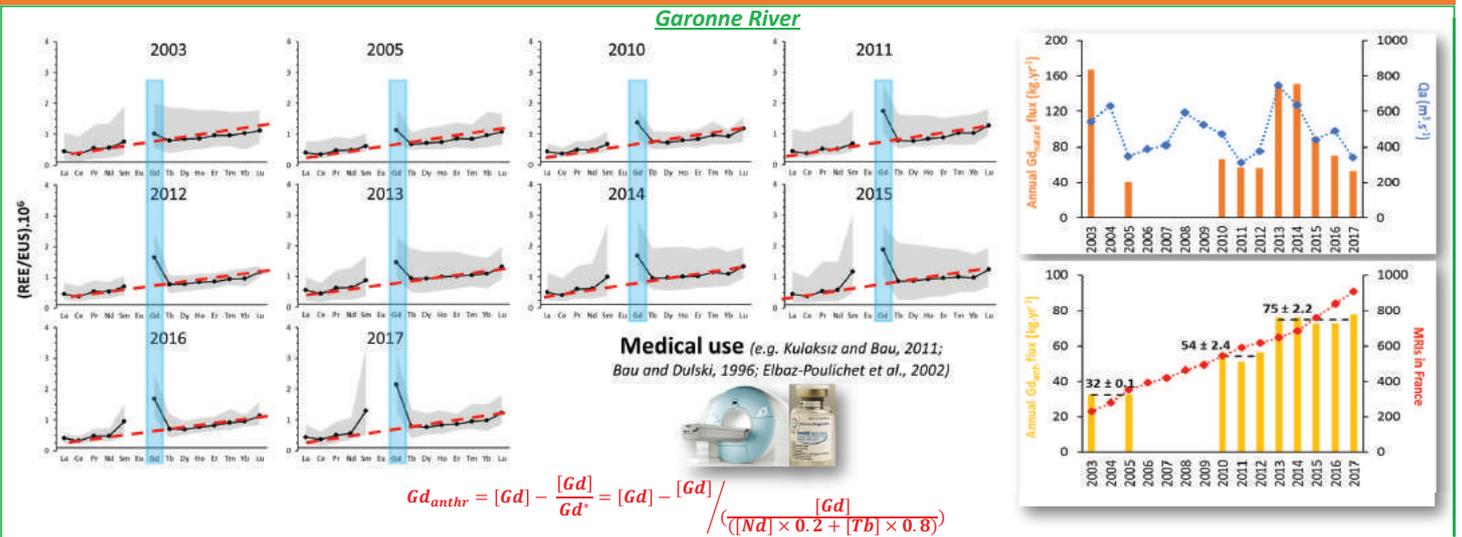


- Samples collected and analysed by TQ-ICP-MS: Dissolved (<0.2 μm)

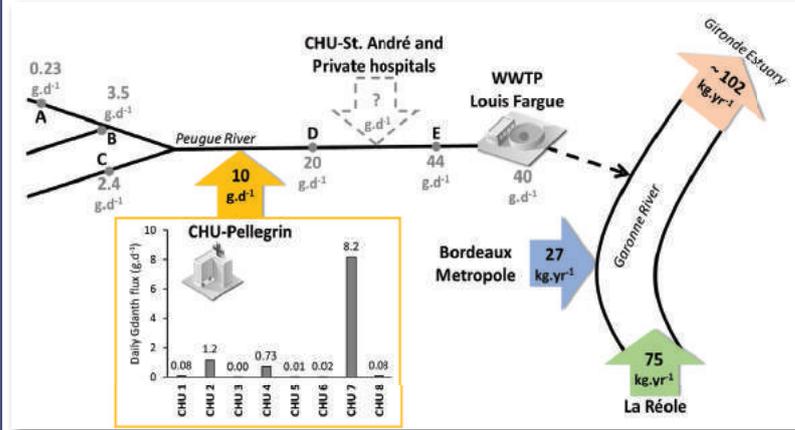
%Correction:
8.0% < La < Ce < Tb < Ho < Pr < Nd < Sm
< Gd < Lu < Dy < Er < Tm < 1.6%



Results and Discussion



Bordeaux Métropole: Hospital samples



Significant anthropogenic Gd concentrations (44 → 98,000 ng.L⁻¹)

Increased daily flux between upstream (A,B and C) and downstream part of Peugeot River → CHU-Pellegrin contribution (25% of the daily flux coming to WWTP Louis Fargue)

Annually 27 kg of anthropogenic Gd coming to the Garonne River from Bordeaux Métropole (102 kg to the Gironde Estuary)



Conclusion

- Significant impact of the urban area of Bordeaux Métropole on the Garonne/Gironde fluvio-estuarine system
- Increased anthropogenic Gd flux → public health policy (prevention and diagnosis of cancer)

Perspectives

- Evaluation of ecotoxicological impact (e.g. bioaccumulation in bivalves)
- Studying anthropogenic Gd stability in an estuarine environment (e.g. turbidity and salinity gradients)
- Future anthropogenic impact for other REEs (e.g. Sm (e.g. Girard et al., 1980; Hajra et al., 2007; Hammond, 2011) and Ce → catalytic converter (e.g. Wiseman et al., 2016) ?

Acknowledgments

This study is based on a biogeochemical observation network funded by the Regional Water Agency (Agence de l'Eau Adour-Garonne – AEAG) and supported by UMR EPOC (TGM Team). This work has also benefited from the support by the AEAG and "Agence Française pour la Biodiversité" with the National Project REGARD: "Comprehensive and Integrated programme against micropollutants (city of Bordeaux)". The authors acknowledge Sophie Boulanger, Jean-Yves Cendrey, Master's and PhD students that have contributed along these years to field work. Antoine Lerat-Hardy thanks the French Ministry of "Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation" for his PhD grant.

ANALYSE COMPAREE DU CADRE JURIDIQUE DE LA GESTION DE L'EAU EN ALLEMAGNE, SUEDE ET SUISSE AU REGARD DE LA POLLUTION PHARMACEUTIQUE

Marie Marchand-Pilard

Jean-François Loret

Xavier Litrico

Romain Journal

Béatrice Parance

SUEZ CIRSEE,
38 rue du Président Wilson,
78230, Le Pecq, France

SUEZ,
Tour CB21, 16 place de l'Iris,
92040, Paris La Défense, France

SANOFI,
82 avenue Raspail,
94250 Gentilly Cedex, France

Université Paris 8,
ED Sciences Sociales, CRDPDS,
2 rue de la Liberté,
93526 Saint-Denis Cedex, France

Contact : marie.marchandpilard@suez.com

Introduction

- Les effets indésirables de certains médicaments sur l'eau et les milieux aquatiques sont bien établis
- La question est plus compliquée lorsqu'il s'agit d'appréhender leurs effets sur la santé humaine par une exposition à long terme voire par effet cocktail
- Dans les pays occidentaux, ces molécules se retrouvent principalement dans les eaux usées domestiques et arrivent dans l'environnement car les stations d'épuration (STEP) n'ont pas été conçues pour les traiter
- L'Union européenne (UE) et ses Etats membres n'ont pour le moment pas établi de cadre juridique visant à réduire les rejets de médicaments dans l'eau et les milieux aquatiques

Objectifs de l'étude :

- Identifier et comparer les approches techniques et scientifiques étudiées ou adoptées par les différents pays en matière de pollution pharmaceutique dans l'eau
- Analyser les instruments politiques, juridiques et financiers utilisés ou envisagés pour réduire cette pollution
- Appréhender les évolutions possibles des normes européennes en matière d'eau et de médicaments

Objets d'Etude & Méthode

Trois pays européens ont été sélectionnés pour l'étude : Allemagne, Suède (deux Etats membres de l'UE) et Suisse. Tous ont des projets en cours pour réduire la présence de résidus de médicaments dans l'eau. Les documents analysés dans le cadre de cette étude comprennent des rapports et communications gouvernementales ; les lois et règlements européens et nationaux ; des revues scientifiques, juridiques et environnementales ; et les sites des différentes agences environnementales nationales.

L'étude a suivi une démarche en quatre étapes :

ORGANISATION POLITIQUE

- Prise de décision
- Autorités compétentes
- Répartition des pouvoirs

GESTION DE L'EAU

- Cadre juridique
- Différents niveaux d'action
- Autorités compétentes

POLLUTION MEDICAMENTEUSE

- Importance de l'enjeu et conséquences
- Solutions et actions

SIMILARITES

- Organisation politique
- Gestion de l'eau
- Sensibilité environnementale
- Questions et actions

Résultats

Actions contre les rejets de résidus de médicaments dans le milieu naturel en discussions ou mises en places

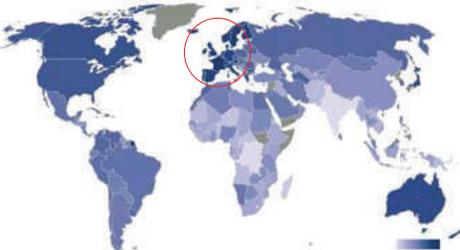
		Allemagne	Suède	Suisse
Action Préventive	Locale	Pas d'information	Ecoprescription à Stockholm en 2003	Pas d'information
	Nationale	Rapports gouvernementaux précisent la nécessité de cumuler actions préventives et curatives	Ecoprescription étendue à tout le pays en 2010. Surveillance écotoxicologique importante sur l'ensemble du territoire pour les molécules pharmaceutiques (entre autres)	Rapports gouvernementaux précisent la nécessité de cumuler actions préventives et curatives
Action Curative	Locale	Traitements avancés en place ou en cours de construction en Rhénanie du Nord-Westphalie (RNW) et à Bade Wurtemberg (voir carte)	Traitements avancés en place ou en cours d'expérimentation dans certaines STEP	
	Nationale	Rapports gouvernementaux sur les modes de financements de l'installation de traitements avancés dans certaines STEP ciblées. Sont suggérées : • Taxe nationale annuelle des usagers au titre du principe pollueur-payeur • Contribution du secteur pharmaceutique au titre de la responsabilité élargie du producteur (REP)	Rapports gouvernementaux sur les modes de financements de l'installation de traitements avancés dans certaines STEP ciblées.	Cadre juridique (2014) Obligation d'installer des traitements avancés dans une certaine de STEP sélectionnées pour atteindre un taux d'abattement de 80% des micropolluants. Les investissements sont financés à 75% par une taxe nationale annuelle imposée aux résidents suisses.



Carte des STEP municipales de RNW faisant l'objet d'études ou de travaux de réhabilitation en vue de l'élimination des micropolluants.
Source : Ministère de l'environnement, de l'agriculture, de la protection de la nature et des consommateurs du Land de Rhénanie-du-Nord-Westphalie (2018)

Résumé des différentes incitations

		Allemagne	Suède	Suisse
Nationale	Environnementale	• Masses d'eaux sensibles au résidus pharmaceutiques (et aux micropolluants) : Mer Baltique • Problème de pollution des milieux naturels et d'eutrophisation importants • Sensibilité environnementale (ex. 2018 EPI rang : 13/180)	• Masses d'eaux sensibles au résidus pharmaceutiques (et aux micropolluants) : Mer Baltique • Forte sensibilité environnementale (ex. 2018 EPI : rang 5/180)	• Cours d'eau transfrontaliers (objectifs oncosés pour justifier la réforme de 2014) • Forte sensibilité environnementale (ex. 2018 EPI : rang 1/180) • Problème de pollution des milieux naturels et d'eutrophisation importants
	Démocratie participative locale	• Engagement fort des citoyens à la vie communale • Gestion des services de l'eau souvent publique • Compétence historique des communes • Autonomie locale importante	• Engagement fort des citoyens à la vie communale • Gestion des services de l'eau majoritairement publique • Compétence historique des communes • Autonomie locale importante	• Engagement fort des citoyens à la vie communale • Gestion des services de l'eau majoritairement publique • Compétence historique des communes • Autonomie locale importante
Européenne	Cadre juridique de l'UE	• Cadre de plus en plus contraignant pour la protection de l'environnement et de la santé, laissant présager des évolutions en ce sens dans les années à venir • Donne une base minimale seulement, laissant aux Etats membres le choix d'aller plus loin • Principe de précaution		
	Pression des Etats européens	• Suède semble s'orienter vers des mesures curatives et préventives dans ce domaine • Pays-Bas et Danemark sont également en train d'étudier la question • Réforme déjà adoptée en Suisse	• Allemagne semble s'orienter vers des mesures curatives et préventives dans ce domaine • Pays-Bas et Danemark sont également en train d'étudier la question • Réforme déjà adoptée en Suisse	



Indice de Performance Environnementale 2018 (EPI).
Source : Universités de Yale et Columbia, en collaboration avec le Forum Economique Mondial
Note : Les teintes les plus foncées indiquent des scores plus élevés

Conclusions

- L'absence de réglementation européenne n'est pas une excuse pour limiter les efforts dans ce domaine
- Au regard du **principe de précaution**, le doute entourant les effets des produits pharmaceutiques sur la santé humaine et les effets observés sur la faune aquatique devrait inciter les gouvernements à agir
- L'Allemagne et la Suède semblent s'orienter vers un cadre juridique plus exigeant pour les médicaments dans l'eau, à la fois pour s'imposer comme leaders dans ce secteur et pour anticiper les évolutions réglementaires
- Ce contexte général peut suggérer des pressions futures sur le législateur européen et donc des évolutions normatives



Claudia Paijens^{1,2}, Adèle Bressy¹, Bertrand Frère², Laure Garrigue-Antar¹, Romain Mailler³, Pascale Neveu⁴, Vincent Rocher³, Régis Moilleron¹

¹Leesu, UMR-MA-102, École des Ponts ParisTech, Université Paris-Est Créteil, AgroParisTech, Champs-sur-Marne / Créteil, France. (claudia.paijens@enpc.fr, adele.bressy@enpc.fr, moilleron@u-pec.fr)

²Laboratoire Central de la Préfecture de Police, Paris, France.

³SIAAP, Direction de l'Innovation et de l'Environnement, Colombes, France.

⁴Mairie de Paris, Direction de la Propreté et de l'Eau, Service Technique de l'Eau et de l'Assainissement, Paris, France.

CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

En milieu urbain, les biocides sont très utilisés et de manière diverse (pesticides, désinfectants, conservateurs dans les matériaux de construction ou dans les cosmétiques...). Leur émission dans les eaux usées, leur lixiviation par temps de pluie sont bien connues, de même que leur toxicité potentielle pour les milieux aquatiques récepteurs. Cependant, peu d'études se sont intéressées aux biocides dans les eaux (Paijens *et al.* 2019a). Les biocides font partie des préoccupations émergentes (Dulio *et al.* 2015) mais seule une partie de leurs utilisations est soumise au Règlement des Produits Biocides et ces molécules sont peu concernées par les programmes de surveillance dans les eaux.

Dans ce contexte, les objectifs de notre étude étaient de :

- déterminer l'occurrence des biocides dans les diverses eaux de l'agglomération parisienne
- étudier leur transfert vers le milieu récepteur (la Seine)



Figure 1 : Localisation des sites de prélèvement

CONCENTRATIONS DANS LES EAUX URBAINES ET LE MILIEU RÉCEPTEUR

- Composés avec les plus fortes concentrations : **benzalkoniums** dans toutes les eaux ; MIT & BIT en STEU ; diuron, MIT, carbendazime & mécoprop dans les DO (tableau 1).
- Comparaison des concentrations en Seine avec les concentrations prédites sans effet (PNEC) : **risque potentiellement élevé pour les populations aquatiques**, notamment dû au diuron, à la carbendazime, à la DCOIT et aux benzalkoniums.

Tableau 1 : Concentrations moyennes (en ng/L) des 18 biocides étudiés (sélection décrite dans Paijens *et al.* 2019b) dans les eaux de l'agglomération parisienne

Biocides	DO Clichy	Eaux usées	Rejets STEU	Marne	Seine (amont)	Seine (aval)
Diuron	119	18	24	7,8	5,1	14
Isoproturon	8,9	1,6	1,3	1,5	1,2	1,9
MIT	119	609	155	29	33	42
BIT	33	370	32	2,5	2,9	6,6
CMIT	36	< 54	< 16	2,3	2,7	5,5
OIT	29	5,9	0,84	0,6	0,5	0,9
DCOIT	4,0	4,6	2,1	0,9	1,0	5,1
BZK C12	2840	1860	552	190	373	349
BZK C14	1005	973	137	30	46	54
BZK C16	212	96	16	9,3	6,7	6,6
Terbutryne	44	11	19	1,6	1,9	3,6
Cybutryne	1,8	0,1	0,1	0,2	0,1	0,4
Terbutylazine	6,6	1,4	1,0	7,0	3,5	3,3
Carbendazime	96	28	20	7,9	7,6	7,9
IPBC	< 10	7,8	3,4	2,9	0,06	0,9
Thiabenzazole	11	15	19	1,4	1,1	3,4
Tébuconazole	38	6,8	7,8	20	8,0	8,2
Mécoprop	185	33	21	6,3	3,2	7,5

ORIGINES DES BIOCIDES DANS LES DÉVERSOIRS D'ORAGE (DO)

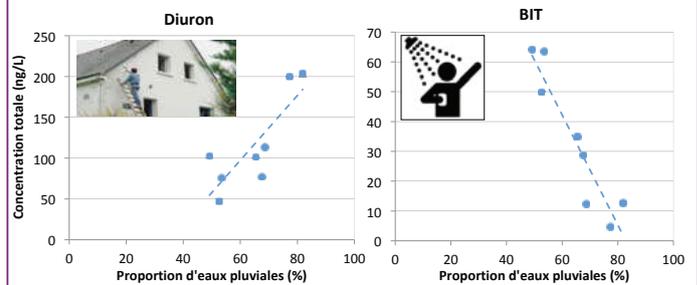


Figure 2 : Évolution de la concentration du diuron et de la BIT dans les DO en fonction de la proportion d'eaux pluviales

Utilisation diverse des biocides (produits domestiques et matériaux de construction) → **origines mixtes** dans les DO (eaux usées et eaux pluviales) :

- Apport majoritaire par les eaux usées : MIT, BIT (figure 2) & IPBC
- Apport majoritaire par les eaux pluviales : diuron (figure 2), isoproturon, terbutryne, carbendazime, tébuconazole & mécoprop
- Aucune tendance : CMIT, OIT, DCOIT, benzalkoniums, cybutryne, terbutylazine & thiabendazole

APPORT DES DO ET DES STEU À LA CONTAMINATION DU MILIEU AQUATIQUE

- Échelle ponctuelle et locale : rejets ponctuels des DO > rejets continus de STEU (figure 3)
- Échelle annuelle et de l'agglomération parisienne : rejets de temps de pluie < rejets de STEU par temps sec (figure 4)

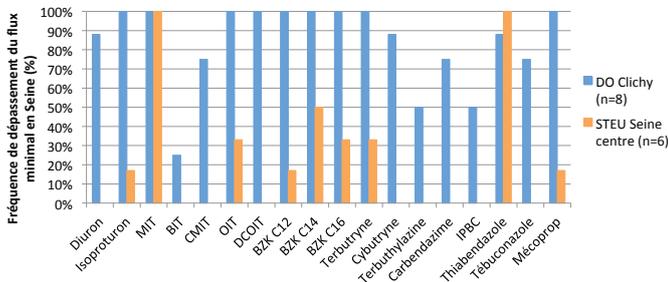


Figure 3 : Proportion d'événements pour lesquels les rejets étudiés contribuent à l'enrichissement de la Seine en biocides (flux rejeté ponctuellement par le DO ou continuellement par la STEU supérieur au flux minimal transitant en Seine)

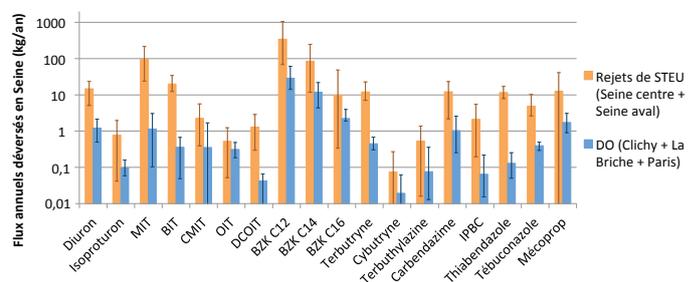


Figure 4 : Flux annuels de biocides déversés en Seine par temps sec et temps de pluie à l'échelle de l'agglomération parisienne

RÉFÉRENCES

- Dulio, V., von der Ohe, P., Botta, F., Ipolyi, I., Ruedel, H., Slobodnik, J., 2015. The NORMAN Network - Special view on biocides as emerging substances, presentation Workshop NORMAN, 25-26 juin 2015, Berlin, Allemagne. URL <http://www.norman-network.org/?p=nodes/230>
- Paijens, C., Bressy, A., Frère, B., and Moilleron, R. (2019a). Biocide emissions from building materials during wet weather : identification of substances, mechanism of release and transfer to the aquatic environment. *Environmental Science and Pollution Research*. Acceptée en septembre 2019
- Paijens, C., Bressy, A., Frère, B., and Moilleron, R. (2019b). Priorisation des biocides émis par les matériaux de construction en vue de leur surveillance dans le milieu aquatique. *Techniques Sciences et Méthodes*. Acceptée en août 2019.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les brigades fluviales de la Gendarmerie (78) et de la Préfecture de Police (75) qui nous ont permis d'obtenir les échantillons de rivière. Nous remercions également le Laboratoire Central de la Préfecture de Police pour le financement de ce travail, ainsi que l'AESN, le SIAAP, la Mairie de Paris, les CD 92, 93 et 94 pour leur soutien financier au programme OPUR (Observatoire des Polluants Urbains en Île-de-France).

À RETENIR

Les biocides et leur potentiel impact sur l'environnement ont été sous-estimés par les actions de surveillance de la qualité des milieux aquatiques. Notre étude a montré que certaines substances (diuron ou terbutryne par exemple), également utilisées en tant que pesticides et interdites pour cet usage, contribuent de manière importante à la contamination de la Seine en raison de leur utilisation en milieu urbain, notamment dans et sur l'habitat.



LUMIEAU-Stra : Réduction à la source des rejets en micropolluants : outil de diagnostic et d'aide à l'élaboration d'un plan d'actions

Objectifs

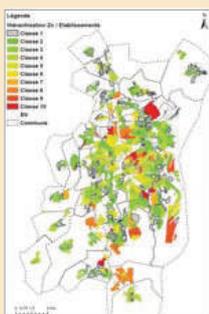
Un outil logiciel évolutif d'aide au diagnostic territorial des micropolluants transférés dans les réseaux d'assainissement basé sur deux étapes :

- Localisation et estimation des émissions
- Evaluation de l'impact de la mise en place d'actions de réduction à la source des émissions de micropolluants

Démarche

Caractérisation des Emissions

- Industries & Artisanat
 - ✓ Données de mesures nationales et locales
- Ménages
 - ✓ Données bibliographiques nationale et internationale
- Ruissellement pluvial urbain
 - ✓ Données bibliographiques nationale et internationale



Cartographie des émissions potentielles du Zinc par les établissements par bassins versants sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg (gris : faibles ; rouge : fortes)

IPP : Indice de Pression Potentielle

Sensibilité du Milieu Récepteur

- Détermination des caractéristiques physiques et hydrologiques des biefs :
 - ✓ Petit lac, gros ruisseau de plaine, ...
- Détermination des usages spécifiques des biefs :
 - ✓ Eaux de baignade, zone captage eau potable, ...
- Pondération par la réglementation et/ou les enjeux locaux :
 - ✓ État des masses d'eau, Site Natura 2000, ...

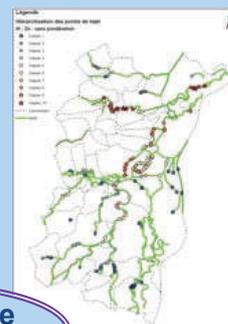
ISM : Indice de Sensibilité Milieu

Simulation de Plan d'actions

- Evaluation de l'impact des solutions de réduction des émissions de micropolluants
 - ✓ « Boîte à outils » de solution
- Elaboration de scénarios
 - ✓ Réduction de rejets en micropolluants
 - ✓ Réduction des impacts sur l'environnement

Hiéarchisation des pressions

- Résultats de la modélisation hydraulique du réseau d'assainissement pour estimer localement les pressions au milieu récepteur
- Ratio entre IPP et ISM permet la hiérarchisation des sources de pollution



Cartographie des IH sans pondération sur le milieu récepteur - 10 classes

IH : Indice de Hiérarchisation



Conclusion

- Diagnostic micropolluants
- Limites liées à la bibliographie restreinte
- Outil non quantitatif
- Transposable à d'autres territoires
- Transposable à la problématique du diagnostic vers l'amont RSDE

Contact : Jolanda BOISSON, IRH Ingénieur Conseil - Anteagroup, jolanda.boisson@irh.fr

Page web : www.strasbourg.eu/lumieau-stra



Réduction à la source des Micropolluants

L'exemple de la Polyclinique St Roch

Montpellier Méditerranée Métropole, Veolia Eau, Polyclinique Saint-Roch (Oc santé), UMR HydroSciences Montpellier

Etude multi partenaires en trois actions

Objectif : Evaluer les impacts de changement des pratiques sur les rejets assainissements des 2 établissements



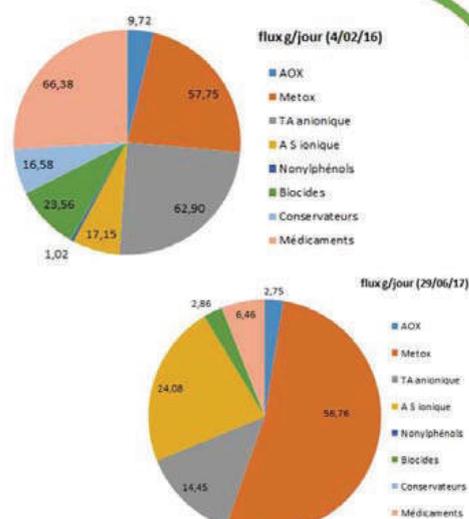
Ancien établissement Nouvel établissement

Veolia a lancé en 2016, dans le cadre des actions de R&D des contrats de délégations d'assainissement de la Métropole de Montpellier, une étude multipartenaire (Polyclinique Saint-Roch, UMR HydroSciences Montpellier, Montpellier Méditerranée Métropole et Veolia Eau), pour caractériser les rejets d'assainissement de l'ancien et du nouvel établissement de soins. Ce dernier a mis en œuvre de nouvelles pratiques pour diminuer ses rejets dans le nouvel établissement. Cette étude se décline en plusieurs actions : la sélection préalable des molécules susceptibles d'être représentatives de l'activité de soins, leur quantification dans les eaux usées et la prédiction de la concentration d'une des molécules médicamenteuses représentative (par le calcul d'un PEC: concentration prédite dans l'environnement) et leur comparaison aux valeurs mesurées.

Lits	221	235
Visiteurs/an	12 000	38 000
Consommation Eau potable (moy/j)	85m ³ /j	58 m ³ /j

Bilan et résultats des mesures : molécules sélectionnées & caractérisation des rejets d'eaux usées (bilans 24h)

Paramètres & micropolluants "classiques"	DCO, DBO5, MES, NTK, Pt, NH4+, matières inhibitrices, AOX, Métox (As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg), détergents anioniques et cationiques indice phénol
Micropolluants émergents	
Biocides	DIDAC, ADBAC, chlorhexidine, laurylamine
Conservateurs	MIT (2-méthyl-2H-isothiazole-3-one), MIT/CMIT (mélange de 2-méthyl-2H-isothiazol-3-one et de 2-méthyl-4- isothiazolin-3-one), méthylparabène, alcool benzylique, acide peracétique
Médicaments	un anesthésique général : propofol ; - un cytotoxique (hormone de synthèse) : ocytocine ; - deux anti-inflammatoires (non stéroïdiens et stéroïdiens) : kétoprofène, prednisolone ; - deux antibiotiques : céfazoline, ofloxacine ; - deux antalgiques : codéine, paracétamol (antipyrétique) - un antiépileptique, neurotrope : carbamazépine



Comparaison des résultats des deux sites

Changement de Pratiques :

- désinfection vapeur,
- recyclage de l'eau des autoclaves
- suppression de la Bétadine ,
- prescriptions médicamenteuses ajustées
- réduction des produits de nettoyage

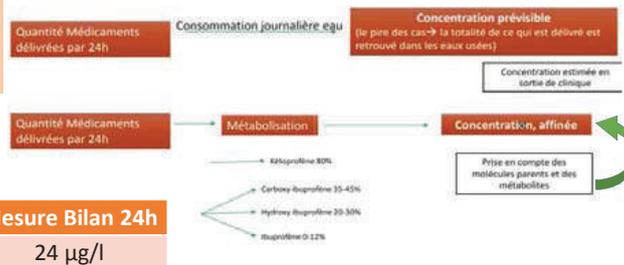
- Capacité d'accueil
- Charge déversée
- 58% du flux de micropolluants classiques et émergents & -91% des émergents

Prédiction des concentrations de molécules médicamenteuses représentatives (calcul d'un PEC : Concentration Prédite dans l'environnement) et comparaison aux valeurs mesurées

• Connaître les consommations pharmaceutiques de l'établissements et leurs évolutions



DCI	PEC Brute	PEC affinée	Mesure Bilan 24h
Kétoprofène	48 µg/l	0,5-35 µg/l	24 µg/l



- Le changement des pratiques a une répercussion significative sur la réduction des flux de micropolluants.
- La démarche de diagnostic réalisée est transposable aux autres établissements de soins de la Métropole.
- La méthode de calcul des PEC dans les eaux usées, est prometteuse et intéressante pour un diagnostic préalable et/ou une approche globale des émissions & reste à valider à un ensemble de molécules.
- Perspectives : une étude équivalente est en cours sur 2 EHPADs du territoire de Montpellier Méditerranée Métropole.



AUTEURS: F. FUCHS(3M), B. LESPINASSE, A. LORENTE, A. BENASSAYA(Oc Santé), B. GORAL, N. TALAZAC, N. RAMPNOUX, C. PAGOTTO(Veolia Eau), E. GOMEZ, H. FENET (HSM)

Projet initié à partir des résultats de l'observatoire Sipibel



Objectifs

- **Caractériser** et **comparer** les différents types d'intrants agricoles et urbains épanchés sur le bassin versant d'étude, en termes de concentrations en résidus de médicaments et présence de bactéries résistantes
- **Evaluer les impacts environnementaux** en prenant en compte l'effet des substances en mélange en utilisant la batterie de bioessais et l'expertise développées dans le cadre de l'observatoire SIPIBEL (effluents et boues de STEP), avec un axe de recherche spécifique sur la bioaccumulation (vers de terre et cultures)



Structure

RISMEAU s'articule en 3 projets, menés en synergie sur 42 mois

- **Diagnostic de la présence dans les eaux du BV de l'Arve**
- **Télesphère** – Etude des transferts liés aux épandages
- **Perséphone** – Impacts à court et long termes sur des organismes terrestres

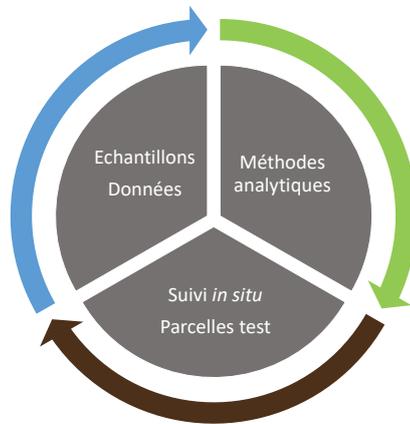


Télesphère

ÉVALUER LES TRANSFERTS DE RÉSIDUS DE MÉDICAMENTS ET BIOCIDES LIÉS À L'ÉPANDAGE

- **Caractériser**
Différents types de boues urbaines et intrants agricoles
- **Quantifier les apports**
Urbains – Hospitaliers – Agricoles
- **Évaluer les transferts des molécules**
Persistance – Dissipation – Mobilité – Biodisponibilité
Suivi pluriannuel en plein champ

INSA DEEP – INRA LBE – ISA CNRS
Chambre d'Agriculture Savoie Mont Blanc – SRB



Mutualisation

Analyse croisée et interprétation des données obtenues sur l'ensemble des projets

Diagnostic BV Arve

- Evaluer la présence de médicaments d'origine humaine et vétérinaire dans les eaux de surface
- Sélectionner un nombre limité de molécules
- Mobiliser les acteurs locaux, sensibiliser
- Identifier les pressions et enjeux

INSA DFFP – ISA – SM3A



2018 - 2019

Perséphone

ÉVALUER LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX LIÉS À L'ÉPANDAGE

- **Batterie de bioessais**
Sur vers de terre et microorganismes terrestres
Effet des substances en mélange
- **Étudier la bioaccumulation**
Essais en laboratoire – Bioessais *in situ*
Suivi pluriannuel en plein champ
- **Évaluer la dissémination de l'antibiorésistance**
Suivi pluriannuel en plein champ

ENTPE LEHNA – ISA CNRS
INRA UMR 1402 Ecosys – UNILIM UMR INSERM 1092



2019 - 2022

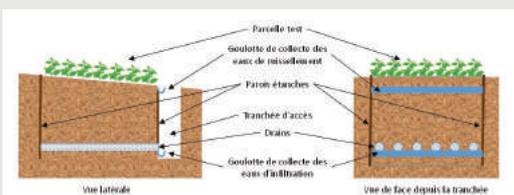


Schéma de principe

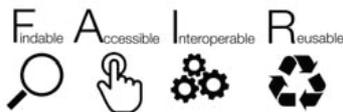


Travaux d'excavation – juillet 2019



OBJECTIFS – des données F.A.I.R.

- Bancarisation de toutes les données acquises dans un projet pluridisciplinaires
- Qualification et validation ces données
- Interopérabilité des données
 - Mettre à disposition des outils pour exploiter et partager ces données
 - Contribuer à la dynamique d'échanges inter-projets



UNE BASE DE DONNEES ACCESSIBLE

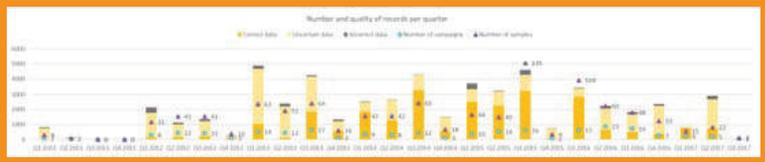
- Développée sous Excel, pour être utilisable par tous
- Structurée à partir de la base NORMAN, pour un format interopérable
- Accompagnée d'un dictionnaire de données, pour en faciliter l'usage

SIPIBEL – Site pilote de Bellecombe 2011-2018



55 000 données bancarisées, exploitées et partagées entre 10 équipes de recherche de disciplines différentes : 250 paramètres suivis, dont : 15 médicaments, 13 métabolites, 18 détergents, 23 bioessais (sur micro-crustacés, micro-algues, génotoxicité et perturbation endocrinienne), 19 paramètres microbiologiques (Pseudomonas, Intégrons de multirésistances, parasites et bactéries)...

► **En perspective pour SIPIBEL** : verser les données dans la base Norman et publier un data paper



STRUCTURE DE LA BASE

4 fichiers excel liés :

- 1-Sites-parameters-and-methods
- 2-Campaigns-and-results
- 3-Statistics-and-graphics
- 4-Extraction-Matlab



Site	Paramètre	Méthode	Unité	Statut
...

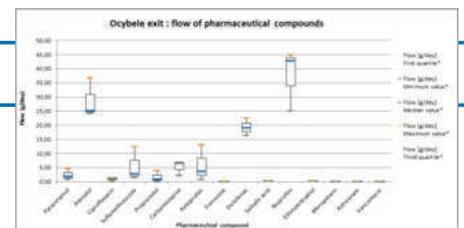
1-Sites-parameters-and-methods
 > Points de prélèvement
 > Paramètres analysés
 > Méthodes d'analyse

UNE CO-CONSTRUCTION INTER-PROJETS



Une liste de paramètres et méthodes validée par les porteurs de cinq projets.

- Paramètres :
 - 400 paramètres physico-chimiques
 - 19 paramètres - microbiologie
 - 70 bioessais
 - 4 indices hydrobiologiques
- Plus de 1000 méthodes proposées et caractérisées



FACILITER L'UTILISATION DES DONNEES

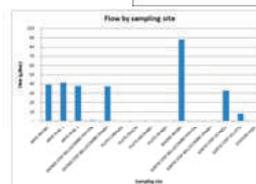
Pour la visualisation des données

- Graphiques automatiques de présentation des données
- Graphiques croisés dynamiques

Pour l'exploitation et l'interopérabilité des données

- Moulinette d'extraction au format MatLab

Site	Paramètre	Méthode	Unité	Statut
...



REX et PERSPECTIVES

Produire des données FAIR pour tout projet pluridisciplinaire autour des micropolluants dans l'eau = Intégrer systématiquement un volet bancarisation qualification et partage des données

- Prévoir (imposer) les moyens et outils nécessaires: (1) une structure de bancarisation, commune et imposée en amont; (2) des moyens humains; (3) une stratégie de gestion des données pour aller jusqu'à l'OpenData (data paper, DOI, ...)
- Faire valoir l'intérêt de données FAIR aux producteurs de la donnée !

DoMinEau | une première expérience sur cette voie !

Vendredi 9 novembre 2019

RESUMÉS et
SUPPORTS D'INTERVENTIONS

Pour la connaissance et la réduction des impacts des produits pharmaceutiques – contribution de l'industrie

Romain JOURNEL, Sanofi



POUR LA CONNAISSANCE ET LA RÉDUCTION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DES PRODUITS PHARMACEUTIQUES – CONTRIBUTION DE L'INDUSTRIE

Romain Journal, SANOFI



Evaluation de Risque Environnemental (ERA) et AMM : en bref



Evaluation du risque environnement lié à l'utilisation du médicament



Les nouveaux médicaments et les anciens médicaments (sous conditions)... avec des exemptions



Lancement en début de phase III des études cliniques



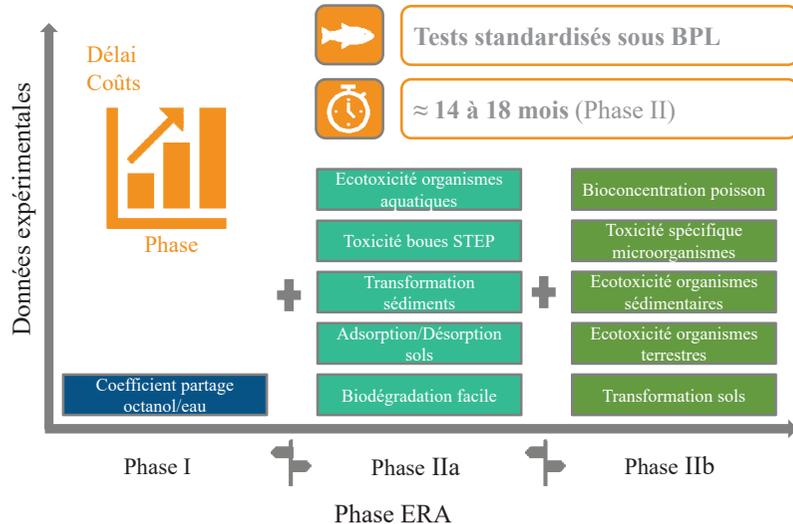
Procédure échelonnée décrite par une ligne directrice de l'Agence Européenne du Médicament (EMA) publiée en 2006



Requis pour demande d'AMM en Europe... ainsi que d'autres pays



Evaluation de Risque Environnemental (ERA) et AMM : quelles données ?



Evaluation de Risque Environnemental (ERA) et AMM : communication des données

- Données de l'ERA publiquement accessibles via les EPARs (European Public Assessment Reports)

Substance (INN/Invented Name):		Value	Unit	Conclusion
[CAS-number (if available)]		0.125	µg/L	> 0.01 threshold
PBT screening				
Bioaccumulation potential = log K _{ow}	OECD107	Log K _{ow} = 1.73		Not potentially PBT, nor vPvB
Phase II Physical-chemical properties and fate				
Parameter	Result relevant for conclusion	Conclusion		
Bioaccumulation	log K _{ow}	Log K _{ow} = 1.73		not B
Persistence	DT50 or ready biodegradability	Not readily biodegradable		
	DT50 parent	DT _{50, water} = 2.3/2.1 d (r/p) DT _{50, sediment} = 4.9/3.6 d (r/p) DT _{50, whole system} = 2.5/2.5 d (r/p)	r=river, p=pond, DT ₅₀ values corrected to 12°C; Conclusion: not P	
	DT ₅₀ metabolite M3	DT _{50, sediment} = 169/125 (r/p)	DT ₅₀ values corrected to 12°C; Conclusion: p	
Toxicity	NOEC or CMR	2.4 mg/L		not T
PBT-statement				
empagliflozin is considered not PBT, nor vPvB empagliflozin forms a persistent metabolite (M3)				



Niveau d'information très variable
De plus en plus d'informations disponibles

Exemple d'EPAR



Evaluation de Risque Environnemental (ERA) et AMM : information sur le risque



- Mentions dans le RCP lorsque l'utilisation du médicament présente un risque pour l'environnement



Exemples de mentions de risque :

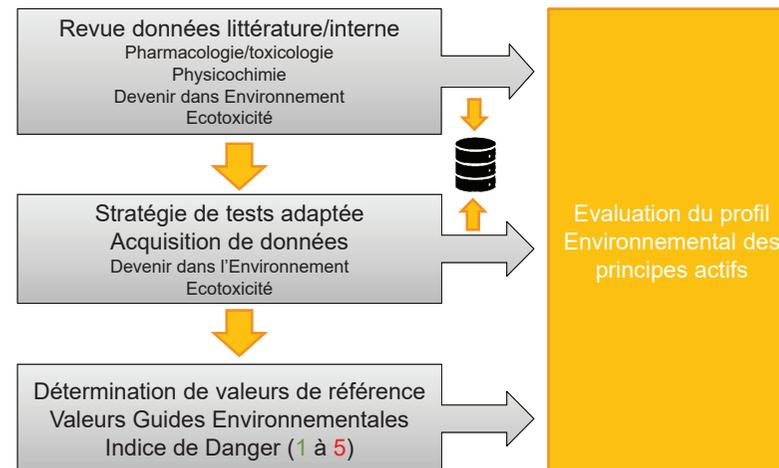
- « La substance active A montre un risque environnemental pour le poisson »
- « Une évaluation des risques environnementaux a démontré que B peut poser un risque pour l'environnement aquatique »
- « La substance active C présente un risque environnemental pour les organismes vivant dans les sédiments. »

RCP: Résumé des Caractéristiques du Produit

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



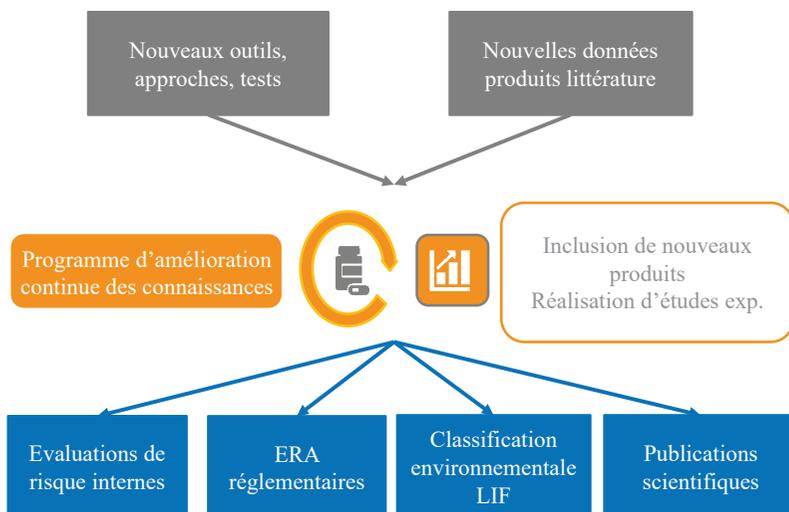
Evaluation volontaire des « anciens » médicaments : initiative d'un industriel



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Evaluation volontaire des « anciens » médicaments : initiative d'un industriel



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Classification Environnementale des médicaments du LIF : généralités

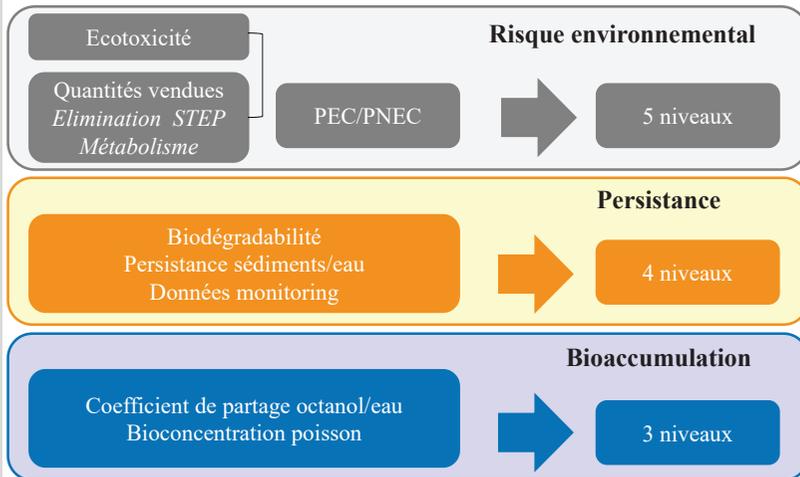


- Initiative **volontaire** des entreprises du Médicament en Suède (LIF) lancée en 2005 en lien avec les parties prenantes de la Santé
- Evaluation du **Danger et du Risque** Environnemental des médicaments commercialisés en Suède
- Classification basée sur les **données de la littérature et les données des entreprises**
- Référentiel s'appuyant sur les **lignes directrices de l'EMA et de l'ECHA**
- Classification revue par un **tiers expert indépendant** avant publication
- Classification et données **mises à jour régulièrement et publiquement accessibles** (www.fass.se)

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Classification Environnementale des médicaments du LIF: principe

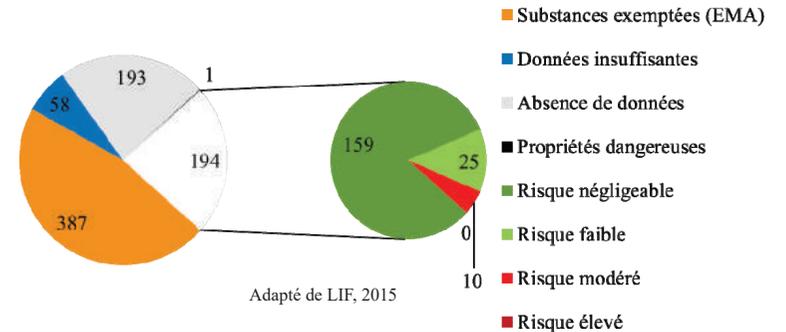


Classification Environnementale des médicaments du LIF : quelques chiffres



Classification Risque Environnemental

- 581 substances classées (y compris substances exemptées)
- 2% des substances classées présentent un risque élevé ou modéré
- 4% des substances classées présentent un risque faible
- 94% des substances classées présentent un risque négligeable

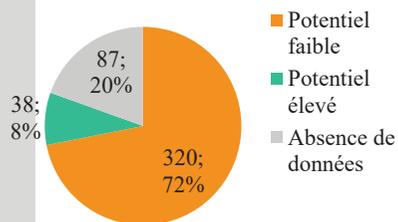


Classification Environnementale des médicaments du LIF : quelques chiffres

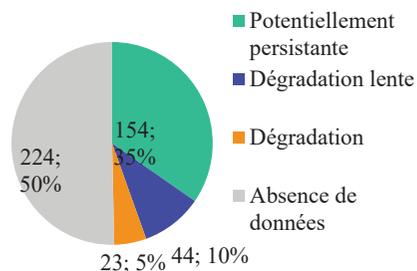


Autres critères

Bioaccumulation



Persistence



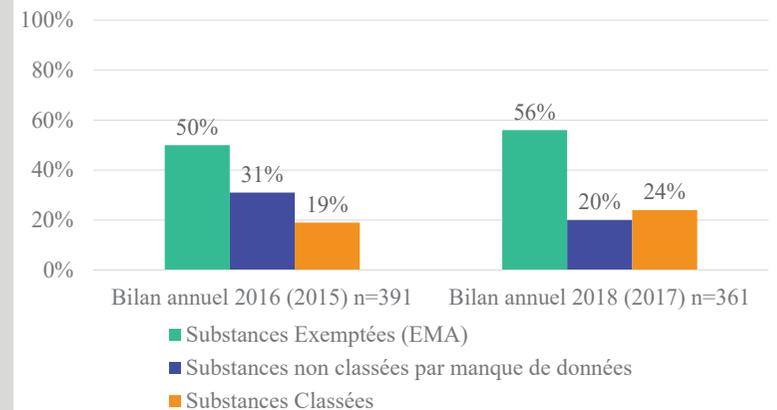
Adapté de LIF, 2015



Classification Environnementale des médicaments du LIF : quelques chiffres



Evolutions



Adapté d'IVL, 2016, 2018



Classification Environnementale des médicaments du LIF et du Stockholm County Council (SCC)



- Historique de l'indice PBT
 - 2003: Développement du concept de classification environnementale des médicaments par le SCC
 - 2005 : Publication de la première classification
- Principe de l'indice PBT :
 - Classification basée sur le danger



Stockholm County Council, 2005

Paramètre		Score
Persistence	+	0 à 3
Bioaccumulation	+	0 à 3
(eco)Toxicité	+	0 à 3



Classification Environnementale des médicaments du LIF et du Stockholm County Council (SCC)



- Classification SCC actuelle
 - Indice de danger environnemental : grille de toxicité

Classification of acute toxicity		
LC/EC/C ₅₀	<1 mg/L	Very high toxicity
LC/EC/C ₅₀	1- < 10 mg/L	High toxicity
LC/EC/C ₅₀	10-100 mg/L	Moderate toxicity
LC/EC/C ₅₀	>100 mg/L	Low toxicity

Classification of chronic toxicity		
NOEC/EC ₁₀	<0.01 mg/L	Very high toxicity
NOEC/EC ₁₀	0.01- < 0.1 mg/L	High toxicity
NOEC/EC ₁₀	0.1-1 mg/L	Moderate toxicity
NOEC/EC ₁₀	>1 mg/L	Low toxicity

Tests standardisés
(Algue, Daphnie, Poisson)

Exposition aigue
Exposition chronique



Classification Environnementale des médicaments du LIF et du Stockholm County Council (SCC)



- Classification SCC actuelle
 - Indice de danger environnemental : pondération

Persistence	
Is degraded slowly or is potentially persistent	3
Is degraded	0
Bioaccumulation	
Has high potential for bioaccumulation	3
Has low potential for bioaccumulation	0
Toxicity	
Very high toxicity	3
High toxicity	2
Moderate toxicity	1
Low toxicity	0



Manque de données:
majoration des sous-indices



Classification Environnementale des médicaments du LIF et du Stockholm County Council (SCC)



- Classification SCC actuelle :
 - Classification du Danger (indice) Et Mention du Risque
 - Prise en compte de la classification du LIF (données, mentions risque)
 - Publication en ligne: <https://janusinfo.se>

DANGER
Indice de danger
(ex PBT)

RISQUE
Mention de risque

Données
EPAR
FASS
Littérature



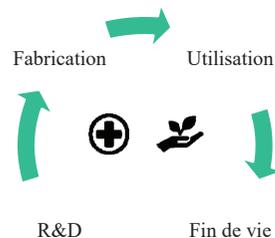
FASS

Élevé
Modéré
Faible
Non significatif
Ne peut être évalué
Exempté

Académique → Autre(s) document(s)



Agir sur l'ensemble du cycle de vie : approche globale d'un industriel



Évaluer les risques environnementaux liés à l'utilisation des médicaments

- ERAs réglementaires
- ERA volontaires

Développer les connaissances scientifiques

- Partenariats avec des universités
- Collaborations inter-entreprises
- Implication dans des programmes Européens

Être une partie prenante active

- Mise à disposition d'informations environnementales sur les médicaments

Favoriser le bon usage des médicaments et une gestion appropriée des médicaments non utilisés

- Communication public
- Soutien des programmes de collecte des médicaments non utilisés

Évaluer et Maitriser l'impact des sites

- Développement de méthodes analytiques chimiques
- Utilisation d'outils de biosurveillance
- Evaluation, prévention et réduction des risques



Conclusions et perspectives

- Présence de médicaments dans l'environnement, un enjeu pour l'ensemble des parties prenantes
- Importance de maintenir l'accès aux médicaments pour les patients tout en agissant
- Des initiatives volontaires des Industriels pour développer, disséminer les connaissances et prévenir, réduire les impacts potentiels
- Nécessité d'agir de manière collaborative entre l'ensemble des acteurs du médicament
 - Bon usage des médicaments
 - Gestion des médicaments non utilisés
- Des évolutions à venir
 - Révision de la ligne directrice de l'EMA sur les ERA
 - Stratégie de la Commission Européenne sur les Médicaments dans l'Environnement

Ecoprescription – soigner sans polluer ?

Patrick BASTIEN, ASOQS



ECO-PRESCRIPTION SOIGNER SANS POLLUER ?

Dr Patrick BASTIEN, ASOQS



Soigner sans polluer ?



Médicaments et environnement.
Etude prospective et comparative d'impact comportemental.
Hautes Vosges, de Janvier 2016 à décembre 2018.

7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Se soigner sans polluer

- La genèse.
- Les objectifs principaux.
- Les résultats.
- Les propositions.

ASOQS P. Bastien , E. Curien , A. Petit , T. Deblonde
info@sesoignersanspolluer.org

7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Action interventionnelle Prospective et comparative

- Problématique populationnelle intégrant un raisonnable principe de précaution sanitaire.
- Proposition d'action trans-professionnelle.
- Evaluation d'impact nécessaire à la vérification de notre hypothèse de travail.
- Méthodologie innovante et développement territorial inédit.

ASOQS P. Bastien , E. Curien , A. Petit , T. Deblonde
info@sesoignersanspolluer.org

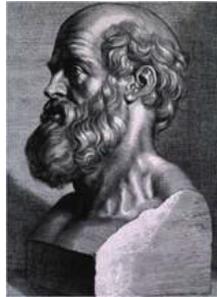
7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Un sujet... des sujets

Primum non nocere..

Des *Épidémies* (I, 5) Hippocrate 410 av. J.-C



ASOQS P. Bastien , E. Curien , A. Petit , T. Deblonde
info@sesoignersanspolluer.org

Une démarche régionale de sensibilisation et d'accompagnement au changement dans les établissements de soin

Philippe CARENCO, Centre Hospitalier d'Hyères

RÉSUMÉ

L'ARS PACA a soutenu entre 2009 et 2017 une action visant réduction de l'usage des produits biocides et détergents utilisés pour l'entretien des locaux dans les établissements de santé et médicosociaux.

267 établissements ont pris part à cette action, qui a conduit à une réduction de 45% en volume de produits. L'action en trois phases consistait en réunions départementales de sensibilisation des décideurs (directions, achats, cadres de la fonction entretien, hygiénistes) suivies de formation in situ des cadres et hygiénistes en groupes pluri-établissements, enfin une évaluation réalisée par l'ARS.

Au-delà des connaissances techniques et des enjeux (environnementaux, sanitaires et socioprofessionnels), les méthodes et technologies alternatives aux produits étaient présentées : Textiles microfibrés, méthode vapeur, mécanisation par les monobrosses, autolaveuses et machines à brosses rotatives.

Les mesures spécifiques d'entretien en situation à risque épidémique n'étaient pas remises en question. La surveillance des infections nosocomiales n'a pas montré d'augmentation au décours de l'action.



UNE DÉMARCHÉ RÉGIONALE DE SENSIBILISATION ET D'ACCOMPAGNEMENT AU CHANGEMENT DANS LES ÉTABLISSEMENTS DE SOINS



Philippe Carencio, Médecin hygiéniste
Centre Hospitalier de Hyères



Enjeu environnemental : Les rejets liquides

- ❖ Biocides et détergents > 50% des intrants de l'effluent ¹
- ❖ Volumes importants : pour 1000 lits/an ²
 - 5 à 10 m³ de détergents
 - 2 à 4 m³ de désinfectants
 - 7 à 10 m³ de savons doux et antiseptique
 - 13 tonnes de lessive
 - 4 tonnes de détergents pour lave-vaisselle
- ❖ Impacts environnementaux de l'effluent
 - Biocides → pauvreté microbologique → dégradabilité faible
 - Germes multi-résistants → diffusion environnementale ³
 - Résistances croisées désinfectants-antibiotiques ⁴

1. Clotilde Boillot – Evaluation des risques écotoxicologiques liés au rejet d'effluents hospitaliers dans le milieu aquatique - Thèse en Sciences de l'Environnement Industriel et Urbain – INSA de Lyon, 2008
 2. DRASS Nord Pas de Calais - Les rejets liquides hospitaliers – Guide méthodologique- 2001
 3. Thibault STALDER, thèse Sci.Env. Limoges 2012
 4. SCENIHR – Assessment of the antibiotic resistances effect of biocides - 2009

Risques liés à l'exposition professionnelle aux biocides

Asthme professionnel



Les produits biocides entrant dans la composition des désinfectants sont des molécules très réactives, irritantes et potentiellement sensibilisantes :

- les ammoniums quaternaires
- le glutaraldéhyde
- le formaldéhyde
- la chlorhexidine
- les amines aliphatiques
- la chloramine-T

sont des causes reconnues d'asthme professionnel. Peuvent être également responsables d'allergie respiratoire l'oxyde d'éthylène et les enzymes protéolytiques.

Source : INRS, <http://www.inrs.fr/media.html?af=INRS:TR2026> sept2015

Risques liés à l'exposition professionnelle aux biocides

Dermite de contact



Perturbateurs endo. Alkylphénols, Triclosan





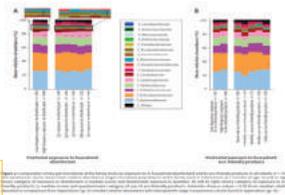
Effets de perturbateur endocrinien indirect Obésité infantile et produits désinfectants



1^{er} exemple de perturbation endocrinienne indirecte par modulation du microbiote ?



- Canada, 2018
- 757 enfants suivis de la naissance à 3 ans
- Sélectionnés **selon l'usage ou non de désinfectants** dans les produits de ménage
- Bilan à 3-4 mois : mensurations (IMC), prélèvement microbiote intestinal
- Bilan à 1 an et trois ans : mensurations (IMC)



Le microbiote intestinal est différent

Exposés aux désinfectants ?	OUI	NON
% d'enfants en surpoids	10,4%	4,7%

p 0,0001

Antibacterial cleaning products have the capacity to change the environmental microbiome and alter risk for child overweight.

Postnatal exposure to household disinfectants, infant gut microbiota and subsequent risk of overweight in children

Mon H, Tun MB, Smith M, Hest M, Tun DM, PhD, Justin J, Mahoney M, Theodor B, Konya M, David S, Guttm an PhD and al/CMJA 2018 September 17;190(10):1097-107. doi:10.1503/cmaj.170809

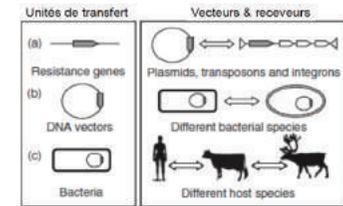
7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Bases génétiques de l'acquisition des résistances croisées



Résistome global = 20 000 gènes
(Liu & Pop, Nucleic Acid Res, 2009)
**Unité du monde microbien
homme/animal/environnement**



Différentes perspectives du mouvement et de la **mobilisation de gènes** assurant la résistance aux antibiotiques
(Stokes et coll, 201, FEMS Microbiol Rev)

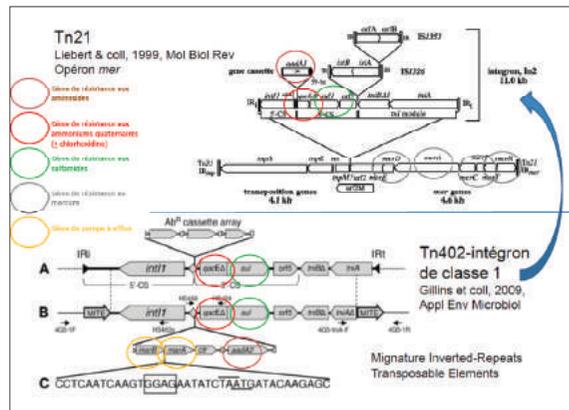


“There is **convincing evidence that common mechanisms** that confer resistance to biocides and antibiotics are present in bacteria and that **bacteria can acquire resistance** through the integration of mobile genetic elements. These elements carry independent genes conferring specific resistance to **biocides and antibiotics.**”
SCENHR, 2009

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Bases génétiques de l'acquisition des résistances croisées



Mécanisme d'intégrations successives de gènes de résistances
(d'après P. Sansonetti, 2015)

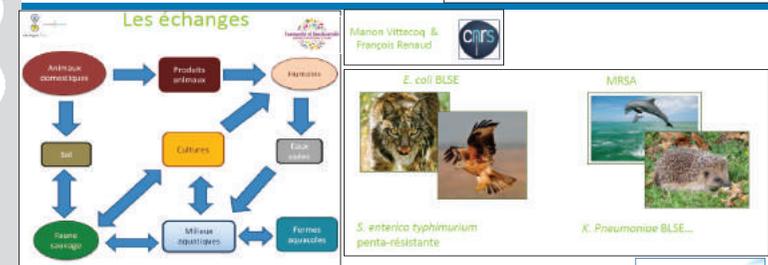
7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Voies de dissémination des résistances bactériennes dans l'environnement



Réervoir animal : la faune sauvage



Dissemination of MDR into the arctic :
Berlinga expedition 2005

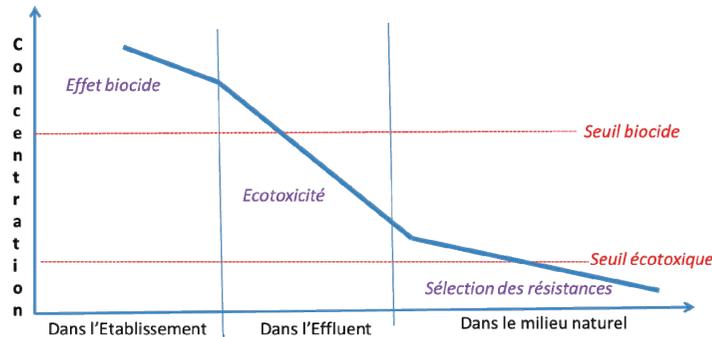
8/97 (8.2%) birds with resistant GNB

Sjolund M et al. EID 2008



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

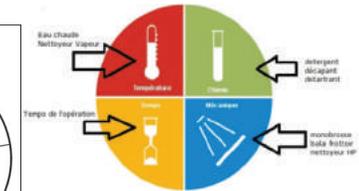
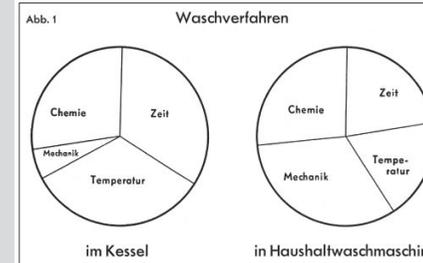
Effets des biocides selon leur concentration



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Rationnel et méthodes alternatives

1. Théorie du nettoyage : Cercle de SINNER (1900-1988)



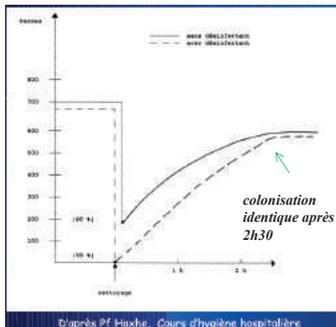
action mécanique
action chimique
température
durée

La diminution d'une composante doit être compensée par l'augmentation d'une ou plusieurs autres.

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Rationnel et méthodes alternatives

2. Les désinfectants n'ont pas d'utilité durable



Does disinfection of environmental surfaces influence nosocomial infection rates? A systematic review

Méta-analyse de 236 articles : Aucune de ces études ne montre une diminution des taux d'infection associés à une désinfection **en routine** des surfaces (principalement des sols) en comparaison avec un nettoyage au détergent seul.

Dettenkofer M, et al. Does disinfection of environmental surfaces influence nosocomial infection rates? A systematic review. Am J Inf Cont. 2004; 32, 2:884-89

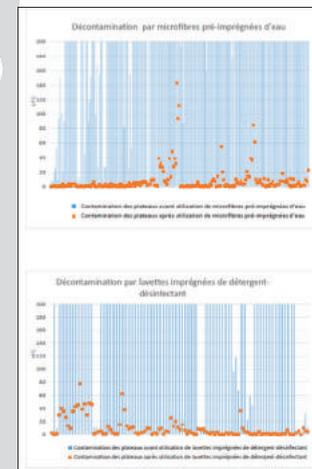
D'après PF Hache, Cours d'hygiène hospitalière

La désinfection des sols n'offre aucun avantage par rapport à un nettoyage au détergent régulier et a peu ou pas d'impact sur la présence d'infections associées aux soins

Guidelines for environmental infection control in health-care facilities: recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC), 2003.

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

3. Désinfecter ne signifie pas utiliser un désinfectant Efficacité du nettoyage mécanique



Le nettoyage d'une surface avec microfibre et eau obtient un résultat équivalent à une lavette imprégnée de dD sur la décontamination bactérienne.

Dernoncourt, mémoire DIU hygiène, Clermont 2016

désinfection = Opération au résultat momentané, permettant d'éliminer ou de tuer les microorganismes et/ou d'inactiver les virus indésirables portés par des milieux inertes contaminés, en fonction des objectifs fixés. Le résultat de cette opération est limité aux microorganismes présents au moment de l'opération. (norme AFNOR NF T 72-101)

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Méthodes alternatives – Usage raisonné des biocides



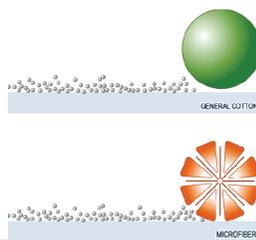
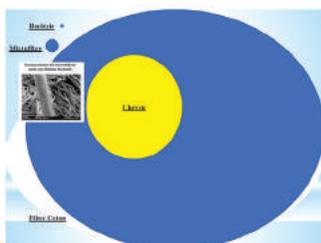
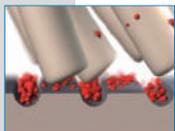
Nouvelles technologies

- Microfibres
- Machines rotatives
- Nettoyage vapeur

Usage raisonné

- Sélection des produits/risque
- Centrale de dilution

Coton vs Microfibre



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Action PRSE PACA

Promotion des pratiques et achats responsables pour l'entretien de locaux (hors épidémie)

Pilote : Dr Philippe Carencio (CH Hyères) - Rapporteur : Ala Ramdani (ARS PACA)



Contexte institutionnel

2004

- Loi relative à la politique de santé publique PNSE/PRSE (5 ans)

2010

- Développement durable intégré au manuel de certification HAS

2016

- Guide gestion des déchets: DGOS/DGS

Enjeux

- Effluents hospitaliers
- Place des biocides
- Réglementation: convention de rejet
- Antibiorésistance

- Plan triennal
- PHARE

- Exposition pro biocides
- TMS et chutes



Environnemental



Economique



Social



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Action PRSE PACA

Promotion des pratiques et achats responsables pour l'entretien de locaux (hors épidémie)



3 périodes

2009-2012

- COMET Hyères
- PRSE 2

2013-2015

- VAR
- PTS 83

2016-2017

- PACA
- PRSE 2

3 phases

Phase 1

sensibilisation des décideurs

- Une à deux réunions par département
- Directions, fonction achat, fonction entretien des locaux, hygiène

Phase 2

formation des professionnels

- Une journée sur le terrain, groupes multi-établissements, fonction entretien, fonction achat, hygiénistes
- Encadrement fonction entretien, hygiène, acheteurs

Phase 3

Évaluation



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



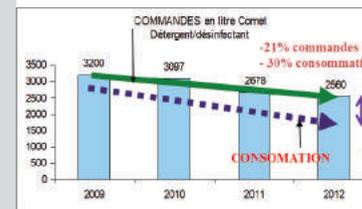
Enseignements 1^{ère} phase, échelle du territoire



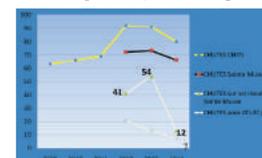
2009-2012

- 15 établissements
- 25 actions de communication (instances++)
- 25 sessions de formation
- 350 personnels de terrain formés
- 30% consommation la 1^{ère} année

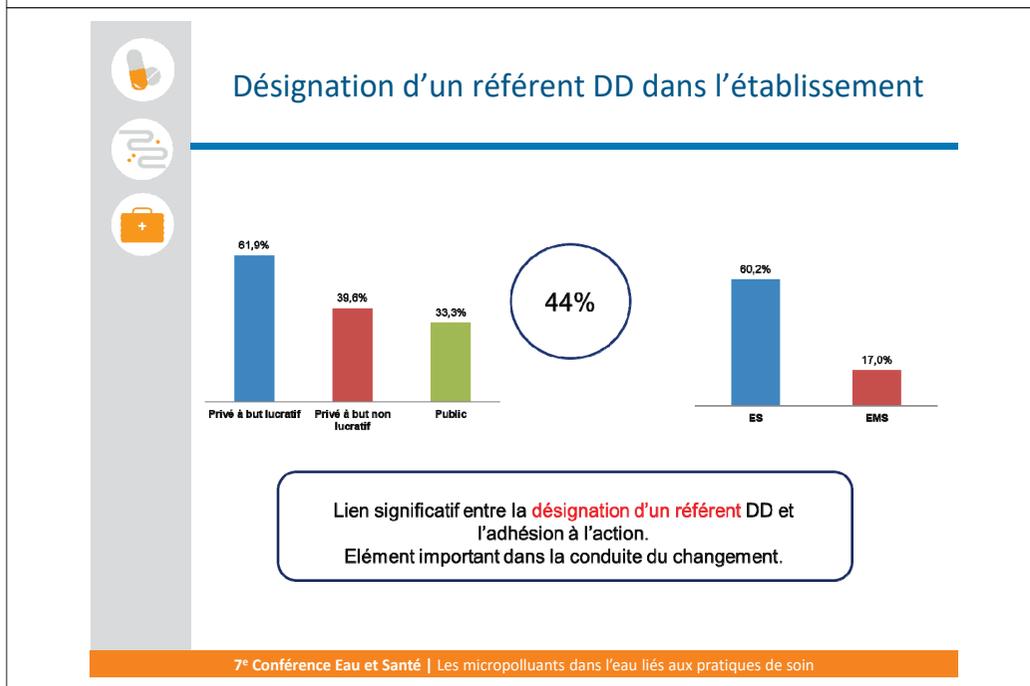
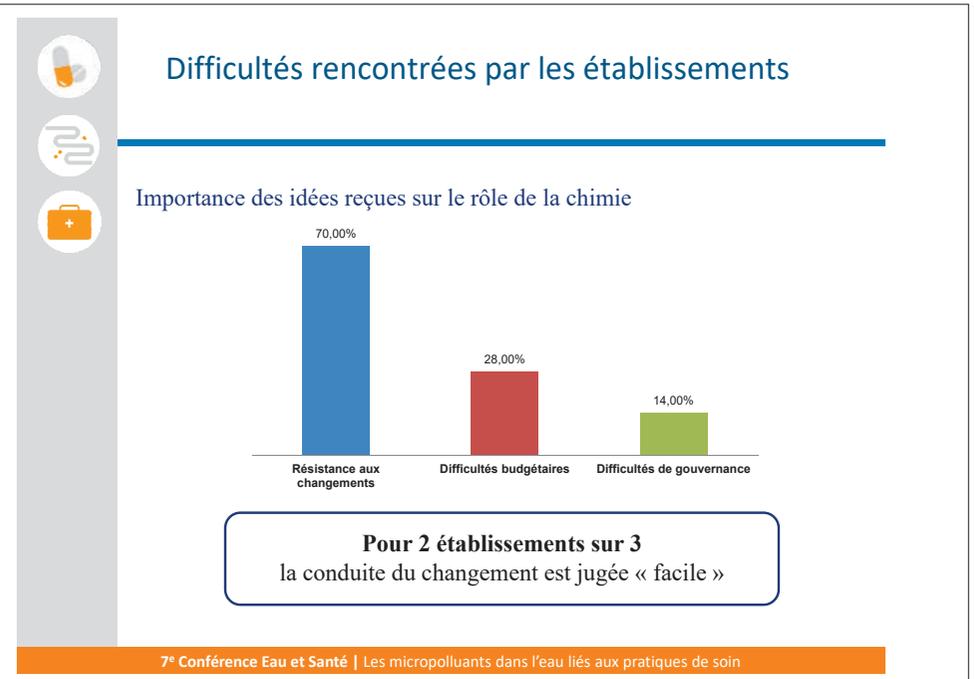
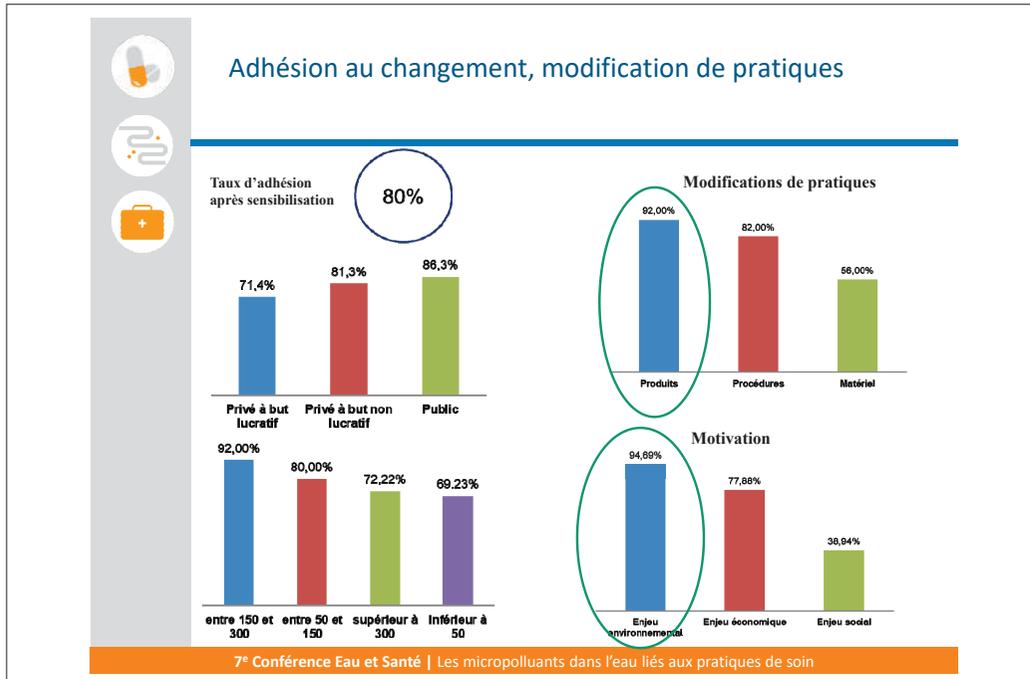
Ne pas avoir associé Les acheteurs



Un cas exemplaire : CH Toulon - 78% AT par chutes, -100 K€ lavage franges



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin





Facteurs du succès



- Soutien institutionnel fort
- Ciblage des catégories de professionnels visés par l'action
- Apport de connaissances plutôt que des solutions « clé en mains »
- Échanges d'expérience entre établissements
- Retours des suivis de l'action et large communication sur ses résultats

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Diffusion de l'action via le réseau des hygiénistes



- 70 interventions France et DOM
- Adhésion d'associations mobilisatrices (C2DS)
- Adhésion de grandes entreprises de propreté en milieu hospitalier
- Adhésion de certaines centrales d'achat et de groupes de santé
- Guide spécifique en préparation
- Diffusion à certaines collectivités territoriales (écoles, crèches)



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Propositions



- Maîtrise de l'usage des biocides
 - Élargir le champ du certi-biocide aux types de produits concernés dans l'entretien des locaux (modifier l'article 2 de l'Arrêté du 9 octobre 2013 en incluant le TP2)
- Réviser les usages et les gammes de produits détergents
 - exemple du savon pour les mains
- Réaliser une trame commune pour la rédaction des conventions de raccordement des établissements de santé

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Accompagner le changement de pratiques domestiques : retour sur l'expérience "Familles EAU Défi"

Sarah-Jane KRIEGER, LyRE SUEZ / UMR-Passages CNRS
Marion Justine CAPDEVILLE, LyRE SUEZ

RÉSUMÉ

La communication proposée ici présente la démarche « Familles EAU Défi » qui est une méthode innovante et participative déployée dans le cadre du projet REGARD. En effet, la finalité du projet étant d'améliorer la qualité des milieux aquatiques en diminuant la présence de micropolluants, une des solutions possibles est la diminution des émissions de ces substances dès la source, c'est-à-dire au sein des foyers pour la source domestique.

Par la mobilisation de « ménages référents » (75 familles volontaires pour essayer de changer leurs pratiques en matière d'hygiène corporelle et d'entretien de la maison), il s'agit d'une part, de mieux connaître les pratiques domestiques liées à l'usage de l'eau et, d'autre part, d'évaluer les conditions du changement de pratiques domestiques et d'en comprendre les mécanismes.



ACCOMPAGNER LE CHANGEMENT DE PRATIQUES DOMESTIQUES: RETOUR SUR L'EXPÉRIENCE "FAMILLES EAU DÉFI"

Marion-Justine CAPDEVILLE, LyRE-SUEZ
Sarah-Jane KRIEGER, UMR-Passages, CNRS



REGARD

Changement de pratiques de familles volontaires dans les domaines de :

- l'hygiène corporel,
- l'entretien de la maison
- les traitements spécifiques



Démarche basée sur la théorie de l'engagement

Recrutement de familles volontaires

- Démarche basée sur le volontariat
- Diffusion d'une annonce via différents canaux

Recherche
« Familles EAU Défi »
Devenez un acteur de la qualité de l'environnement, rejoignez le projet REGARD !

→ ~100aine de volontaires



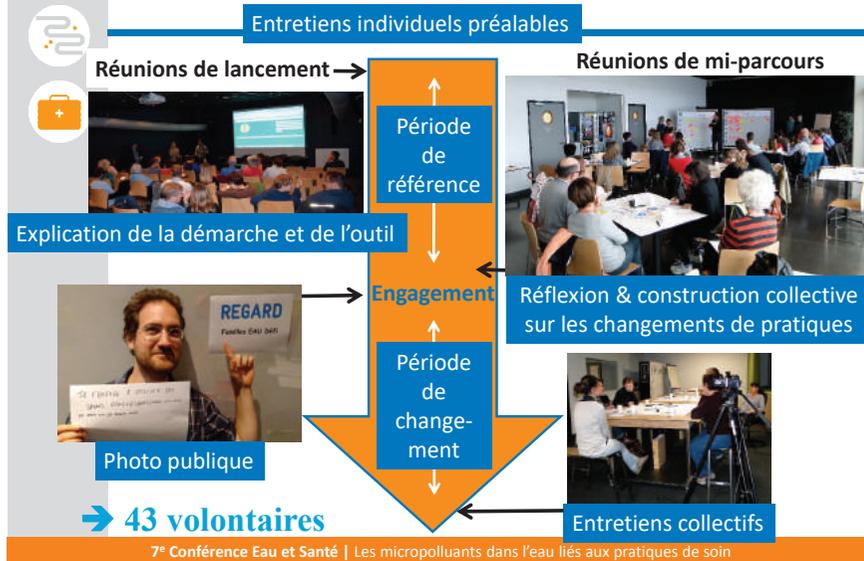
Un entretien préalable

- Entretien « avant/après » protocole expérimental
- Outil hybride : questions ouvertes/questions fermées (échelles psychosociologiques)
- Thèmes abordés :
 - Description du quotidien : activités, préoccupations, usages liés à l'eau
 - Engagement vert : écogestes pratiqués
 - Idéologies vertes : sensibilité écologique
 - Enjeux de l'eau : représentations et connaissances
 - Rapport à la nature : proximité et sensibilité à la nature

→ ~80 volontaires



Une expérimentation en 2 temps



Démarche pluridisciplinaire



un outil numérique de suivi des pratiques

REGARD

Bienvenue dans le programme familles EAU Défi du projet REGARD

Développement Cap Sciences
Connexion internet (compte C-You)
Ordinateur, tablette, smartphone

Saisie quotidienne des usages

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Des analyses des effluents domestiques

Molécules	Pratiques et produits associés	Catégories d'usages
<ul style="list-style-type: none"> Oxybenzone Octocrylène Triclosan Parabènes Métaux 	<ul style="list-style-type: none"> Lavage corps et visage Lavage cheveux Hygiène bucco-dentaire Hydratation visage Protection solaire Rasage, épilation 	Hygiène corps
<ul style="list-style-type: none"> LAS AMPA Métaux 	<ul style="list-style-type: none"> Vaisselle (main/machine) Lessive (main/machine) Entretien sols Entretien surfaces 	Entretien maison
<ul style="list-style-type: none"> Paracétamol / Ibuprofène / Hydroxy-ibuprofène / Acide salicylique Fipronil / Imidaclopride Glyphosate / AMPA Métaux 	<ul style="list-style-type: none"> Médicaments Antiparasitaires Dés herbants 	Traitements spécifiques

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Les volontaires...

Répartition géographique

Familles ayant répondu à l'entretien préalable: 78

Familles ayant réalisé l'expérimentation jusqu'au bout: 43

Profil socioéconomique

- 85%
- 82%
- 50%
- 22%
- 17%

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

... Plutôt « verts » ?

Un rapport sensible à la nature

Un rapport sensibilisé à la nature

Un rapport conscientisé à la nature

Mais cycle de l'eau mal connu...

... Et terme micropolluants inconnu !

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Des volontaires qui s'engagent...

Action

Répétition

Publicisation

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

... et qui changent d'usages ! 1/2

①

Lessive
Vaisselle
Nettoyage

493 produits

Corps
Visage
Cheveux
Dents

761 produits

Évolution de la typologie des produits entre la période de référence et la période de changement (n=40) :

→ produits classiques ← produits écolabellisés et naturels

②

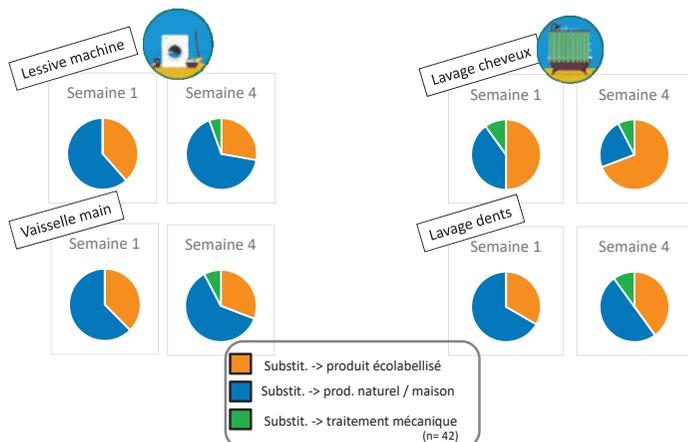
Augmentation du nombre de changements effectués en fonction du temps

Engagement (photo)	Nbre moy. cpts / Famille
Engagement (photo)	2,3
après 1 semaine	3,6
après 4 semaines	5,0

(n=42) Période de changement →

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

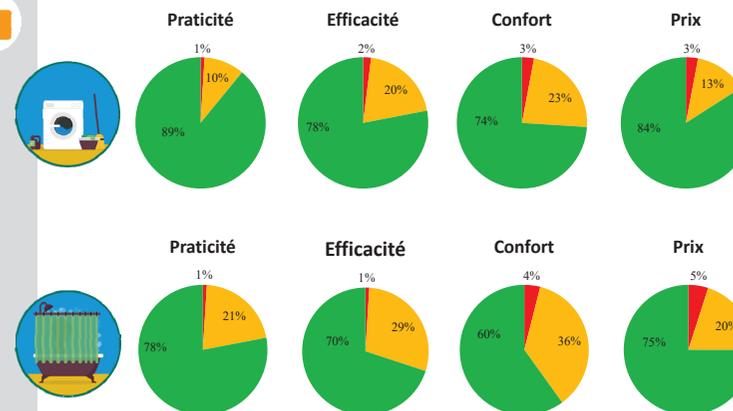
3 Substitution > Réduction



Des volontaires satisfaits...



T = 4 semaines



... et qui changent d'attitudes

Rapport à la nature

Écogestes



(n = 43)

Vers une transition écologique ?





Merci de votre attention !

Contacts:

- marion-justine.capdeville@suez.com
- sarah-jane.krieger@suez.com

Merci de votre attention !
REGARD
nall.com



La séparation à la source – risques et perspectives

Yolaine BESSIERE, INSA Toulouse

RÉSUMÉ

Une part importante des micropolluants et notamment des composés pharmaceutiques est récupérée dans les eaux usées urbaines. Bien que partiellement dégradés dans les stations d'épuration ces composés se retrouvent dans les milieux naturels où ils peuvent induire des effets écotoxicologiques. Ce manque d'efficacité du traitement est lié en partie au mélange des micropolluants avec de nombreuses autres substances et à leur très forte dilution.

Le système alimentation/excrétion tel qu'on le connaît aujourd'hui avec le tout-à-l'égout a des conséquences tant sur les cours d'eau que sur le réchauffement climatique via l'émission de gaz à effet de serre au sein des stations de traitement des eaux usées.

Or l'urine contient une part importante de nutriments (azote, phosphore), qui sous réserve de procédés de récupération adaptés pourraient être réutilisés en agriculture. Au travers des projets SMS et DESIGN, nous verrons les verrous et leviers sur les aspects traitement et valorisation.



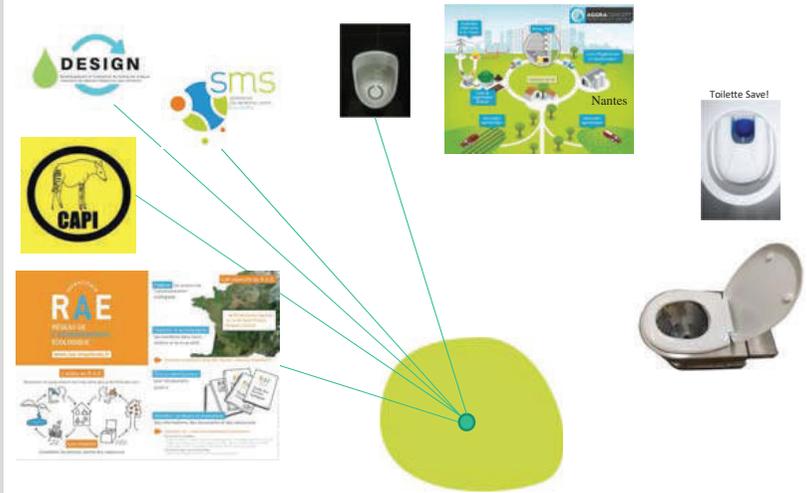
LA SÉPARATION À LA SOURCE – RISQUES ET POTENTIALITÉS



Yolaine BESSIERE
INSA Toulouse

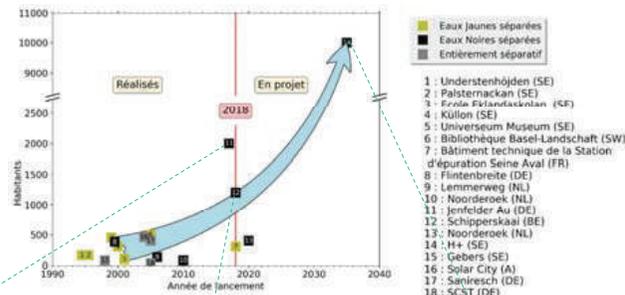


De plus en plus d'initiatives en France et en Europe



7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

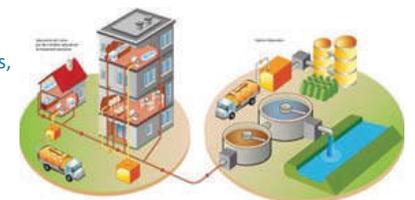
Des exemples européens à l'échelle de quartier



7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

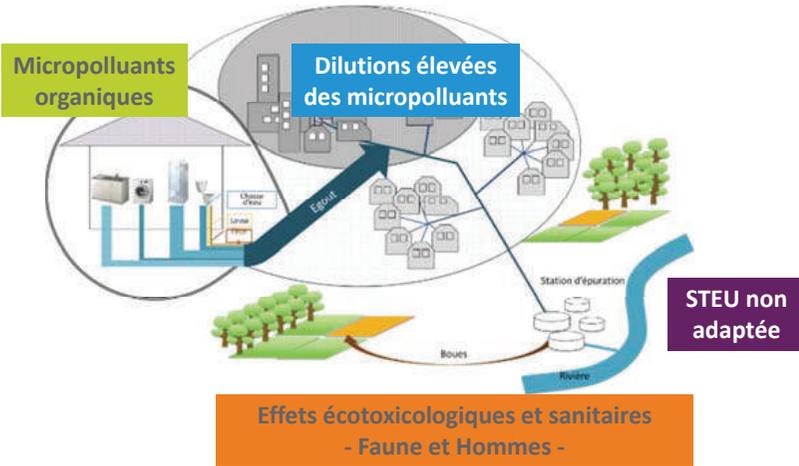
Quelles solutions et filières pertinentes en milieu urbain ?

- Séparation et valorisation de l'urine, des fèces, des eaux grises...
- Toilettes séparatives, diversion de l'urine, toilettes sous vide, toilettes sèches....
- Transport, gestion décentralisée ou centralisée, réseaux, collecte sélective...
- **Traitement des micropolluants**
- **Procédés de valorisation**



7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Séparer à la source pour mieux traiter

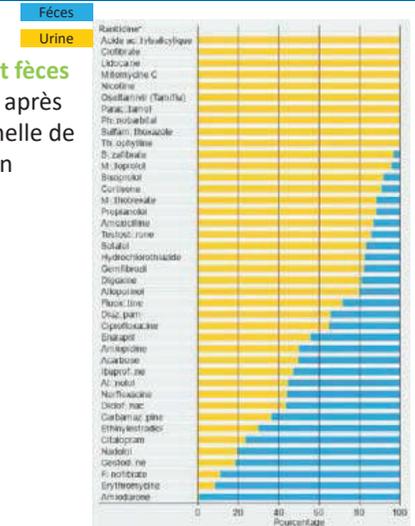


7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Séparer à la source pour mieux traiter

Toxicité moyenne dans les urines et fèces de 42 substances pharmaceutiques après métabolisation (Valeurs sur une échelle de 100% qui interdit toute comparaison absolue entre composés) (source EAWAG)

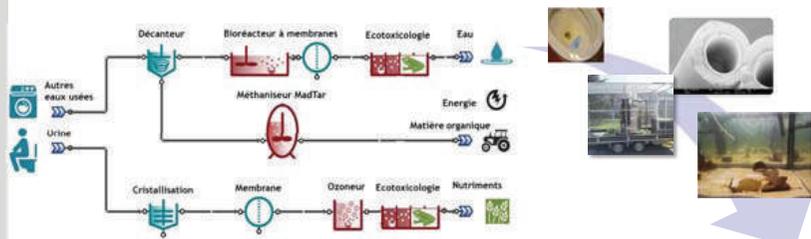
URINE
1% volume
En moyenne 64% de l'écotoxicité des composés ingérés



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Séparer à la source pour mieux traiter

- Séparer les urines des autres eaux dès le début du processus de collecte
- Implémenter des traitements spécifiques adaptés à chaque influent



- Porteur du projet : Portet sur Garonne ; Sivom Sage
- 4 PME (ADICT-Solutions, Polymem, JP Coste, Ozoval)
- 3 laboratoires (INSA-LISBP, INP-LGC, Ecolab)



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Séparer à la source pour mieux traiter

- Années 1990 : les pionniers
- Problèmes rencontrés

- Précipitations
- Mauvaise évacuation du papier
- Consommation d'eau réduite mais toujours importante

Westman	Dubblotten	No-Mix-Toilet (Roediger)
3-5 L (F) 1,3 L (U)	80 mL (U) 4 L (F)	0ml (U) 1-3 L (F)



Vers central du vide

L'évacuation sous-vide

- Réduit la consommation de l'eau (1,2 L vs 3 à 6 L gravitaire)
- Réduit les précipitations
- Permet une faible dilution (x2 à 3) des urines
- Améliore l'évacuation du papier toilette
- Utilisation simple pour l'utilisateur

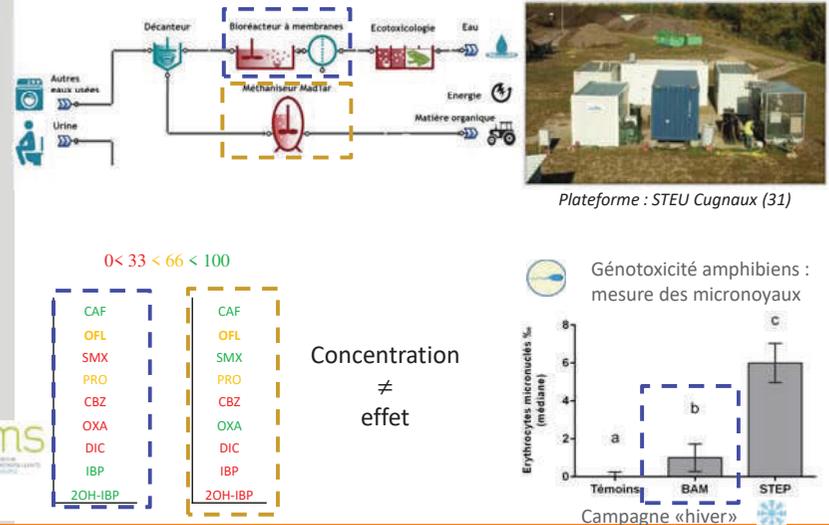
7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Séparer à la source pour mieux traiter



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Séparer à la source pour mieux traiter



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Séparer à la source pour mieux traiter

urine ⇒ Dégradation des μ polluants par ozonation dans l'urine : facile et extrêmement rapide pour OFL, SMX, PRO, OXA, DIC et CBZ, aisée mais un peu moins rapide pour CAF et 2OH-IBP et beaucoup plus lente pour IBP.

⇒ forte consommation d'ozone liée aux matrices minérale et organique de l'effluent. L'ammoniaque, en particulier, induit une surconsommation d'ozone importante

⇒ Précipitation ($MgCl_2$; $Mg/P = 1,5$) = récupération de la quasi-totalité du phosphore et d'une partie de l'azote sous forme de struvite. Les matières organiques et les micropolluants ne sont pas entraînés par le précipité.

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

« From wastewater treatment to resource recovery »

- Valorisation du carbone
 - Cellulose, AGV, bioplastiques, floculant
- Valorisation des nutriments
 - P: Struvite, apatite, vivianite
 - N: ammonium ou sels de nitrates, protéine microbienne



IWA Nutrient Recovery & Removal Conference
8 - 12 June 2020 / HELSINKI

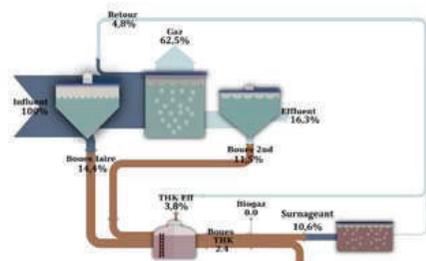
7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Séparer à la source pour mieux valoriser ?

Les limites de la station de traitement des eaux usées

Les technologies de récupération (N et P) sur une station

- applicables sur la filière boue sur des flux concentrés
- des taux de récupération assez faibles

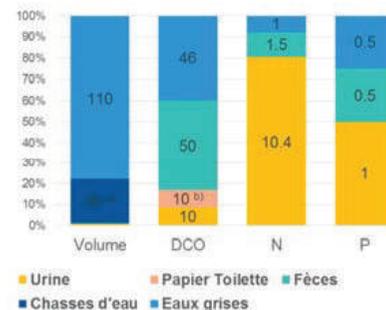


Exemple des flux d'azote

Séparer à la source pour mieux valoriser ?

D'où viennent les matières de nos eaux usées ?

Valeurs : en L/pers/j et g/pers/j
(F. Meininger et Oldenburg 2009) (F. Meininger, et al., 2010) (A partir de (Friedler, et al., 1996; Almeida, et al., 1999))



- Gérer des flux plus faibles et plus concentrés
- Augmenter les taux de récupération du phosphore et de l'azote

Excrétion 4 kgN an⁻¹ pers⁻¹

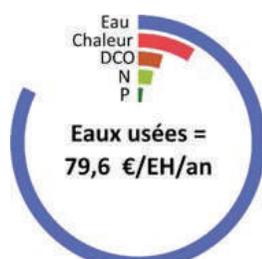


Fertilisation 250-400 m² de surface cultivé

Séparer à la source pour mieux valoriser ?

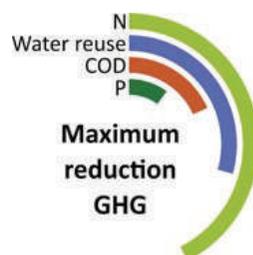
Le potentiel de la séparation à la source

Potentiel économique



Verstraete, W., Vlaeminck, S.E., 2011. ZeroWasteWater: short-cycling of wastewater resources for sustainable cities of the future. International Journal of Sustainable Development & World Ecology 18, 253-264.

Potentiel Réduction de GES



MUSES
Modélisation Urbaine de Séparation des Effluents à la Source

Séparer à la source pour mieux valoriser ?

Technologies pour transformer et aboutir à des produits

Ex: VUNA (urine)



- Production d'une solution concentrée et stabilisée (NH₄NO₃,...)
- Mais énergivore

Ex: Struvite



- Robuste et bien référencé pour (PO₄MgNH₄)
- Mais peu de N récupéré

Stockage + épandage



- Simple
- Mais solution peu concentrée
- et question des MP ?



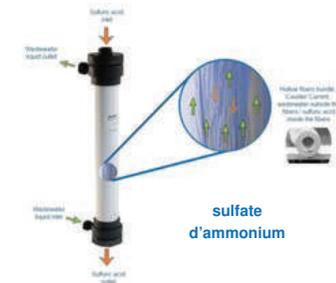
Séparer à la source pour mieux valoriser ?



Technologies pour transformer et aboutir à des produits



- Développer des procédés robustes et économe en énergie pour récupérer N et P pour Urine ou eaux noires digérées



sulfate d'ammonium

Procédés STR + TMCS
Récupération N et P
Faible consommation d'énergie



Séparer à la source pour mieux valoriser ?



Et maintenant ???



Toilettes sous vide à séparation
Moins d'eau
Urine et fécès mieux concentrés



Procédés STR + TMCS
Récupération N et P
Faible consommation d'énergie

Evaluer ce type de technologie dans un environnement représentatif !!



Perception et freins des professionnels de santé pour une gestion séparative des excreta de patients à domicile (projet RILACT)

Anne-Claire MAURICE, Ingénieure de recherche SHS, projet Rilact

RÉSUMÉ

Le constat de l'origine majoritairement « diffuse » de la charge globale en résidus de médicaments dans les effluents a conduit les experts en environnement du projet RILACT à proposer d'explorer les possibilités de mise en place d'une collecte d'excreta de patients à domicile, en formulant l'hypothèse qu'elle pourrait être assurée par les soignants. Différents volets d'étude ont été conduits afin d'explorer les opportunités et anticiper les difficultés possibles. Une enquête qualitative sur l'organisation du soin à domicile et auprès d'acteurs clefs du soin locaux ou nationaux (respect. 35 et 10 entretiens) a été menée en 2017 dans le territoire du Centre hospitalier Alpes-Léman (CHAL).

Une enquête quantitative auprès de filières de formation de grands cadres de la santé (n = 428) a quant-à-elle permis de caractériser les représentations dominantes de ces professionnels sur les sources de résidus de médicaments dans l'environnement, les risques associés et leur contrôle perçu sur la limitation de ces rejets. Du point de vue réglementaire enfin, le droit de l'Union européenne introduit le cadre des mesures d'atténuation possibles pour les limiter (par exemple des précautions d'élimination). Une revue de littérature et la consultation ciblée de professionnels permet de constater que les opportunités de mise en œuvre de réelles mesures d'atténuation pour ces médicaments se révèlent à ce jour très restreintes, et que jusqu'à récemment, les propositions de perfectionnement des mesures, de l'observation, et du diagnostic plutôt que sur la recherche de nouvelles options de mesures d'atténuation restaient privilégiées.



Perception et freins des professionnels de santé pour une gestion des *excreta* de patients à domicile (projet RILACT)

Anne-Claire Maurice,
UMR Sadapt AgroParisTech / MSH Paris Saclay
Précéd. IR postdoc RILACT, EHESP-Rennes/INSA-Lyon



Plan

- **Contexte** – constats sur les résidus de médicaments (RM) dans les effluents & les activités de soins
- **Quelques résultats de trois études**
 - I. Le soin à domicile
 - II. Les professionnels futurs cadres de la santé
 - III. Quelques aspects réglementaires

7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Contexte

- **Origine** majoritairement « **diffuse** » des résidus de médicaments dans les effluents
- Transfert des temps de **soins** et post-soins **vers le domicile**
- Hyp. environnementaliste : **collecte d'excreta à domicile via les soignants ?**

7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Méthodes

- I. Enquête CHAL et son territoire + acteurs clefs du soin (respect. 35 et 10 entretiens, obs. participante)

7e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



I. Enquête sur le soin à domicile



[1] Contraintes du soin à domicile



- Nombreuses limites au tri des déchets de soins même hors excréta
- Temporalité des soins
- Tarification des libéraux
- Recoupement sphère privée / sphère professionnelle

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



I. Enquête sur le soin à domicile



[2] Les objets en lien avec les résidus de médicaments dans le soin à domicile



- Difficultés de tri :
 - Superposition des filières
 - HAD / exercice libéral
 - Pharmacien refusant les contenants avec liquide
 - Patients vidant les contenus de contenants en verre dans les canalisations
 - Professionnels + isolés => interactions professionnel-patient favorisant le doute

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



I. Enquête sur le soin à domicile



[2] Les objets en lien avec les résidus de médicaments dans le soin à domicile



- Des objectifs non-écocentriques auxquels se rallier dans une perspective environnementale
 - Limiter la consommation de médicaments

Mais : « rationalisation matérielle » (Carricaburu, 2005)

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



I. Enquête sur le soin à domicile



[2] Les objets en lien avec les résidus de médicaments dans le soin à domicile



- Des objectifs non-écocentriques auxquels se rallier dans une perspective environnementale
 - Limiter la consommation de médicaments

Mais : « rationalisation matérielle » (Carricaburu, 2005)

- Mise en visibilité de résidus pour des motifs sanitaires
 - Radiopharmaceutiques
 - Traces de cytotoxiques

Mais : eau outil pour évacuer le risque

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



I. Enquête sur le soin à domicile



[3] Une collecte d'excreta à domicile ?



- Des pratiques actuelles de collecte marginales
 - Centré sur soi ou altruistes, ni écocentriques, ni biosphériques



I. Enquête sur le soin à domicile



[3] Une collecte d'excreta à domicile ?



- Des pratiques actuelles de collecte marginales



©Mothers for Mothers (ci-dessus) ; Wikipedia (ci-dessous)



I. Enquête sur le soin à domicile



[3] Une collecte d'excreta à domicile ?



- Des pratiques actuelles de collecte marginales
 - Centré sur soi ou altruistes, ni écocentriques, ni biosphériques
 - Difficilement acceptées lorsque sans valorisation des *excreta* ;



I. Enquête sur le soin à domicile



[3] Une collecte d'excreta à domicile ?



- Des pratiques actuelles de collecte marginales
 - Centré sur soi ou altruistes, ni écocentriques, ni biosphériques
 - Difficilement acceptées lorsque sans valorisation des *excreta* ;
 - Des dispositifs de collecte peu adaptés



I. Enquête sur le soin à domicile



[3] Une collecte d'excreta à domicile ?



- Typologie d'attitudes des professionnels de santé
 - **Ouvertes**
 - **Sceptiques** : limites techniques et économiques
 - **Réticentes** :
 - Bien-être du patient
 - Limites d'adhésion du patient



Méthodes



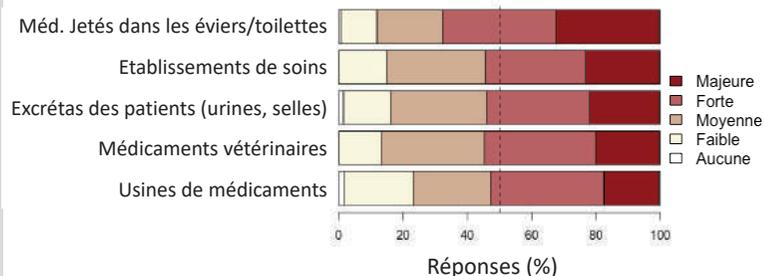
- II. Intervention et étude auprès de filières de formation initiale/continue de cadres en santé (n=428)



II. Perception de professionnels cadres de la fonction publique



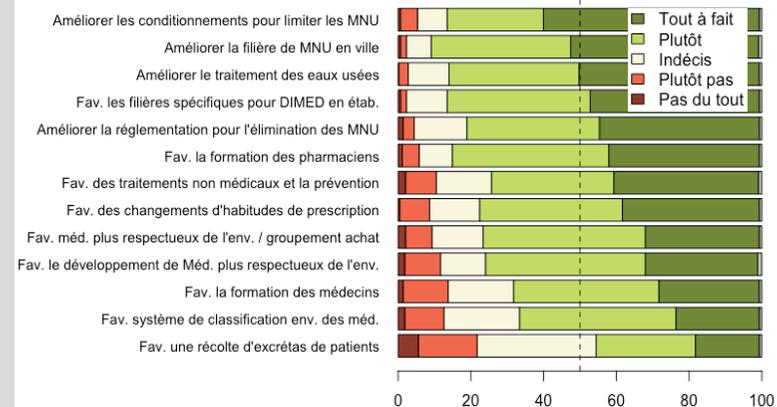
Perception de la contribution de 5 sources aux rejets de médicaments

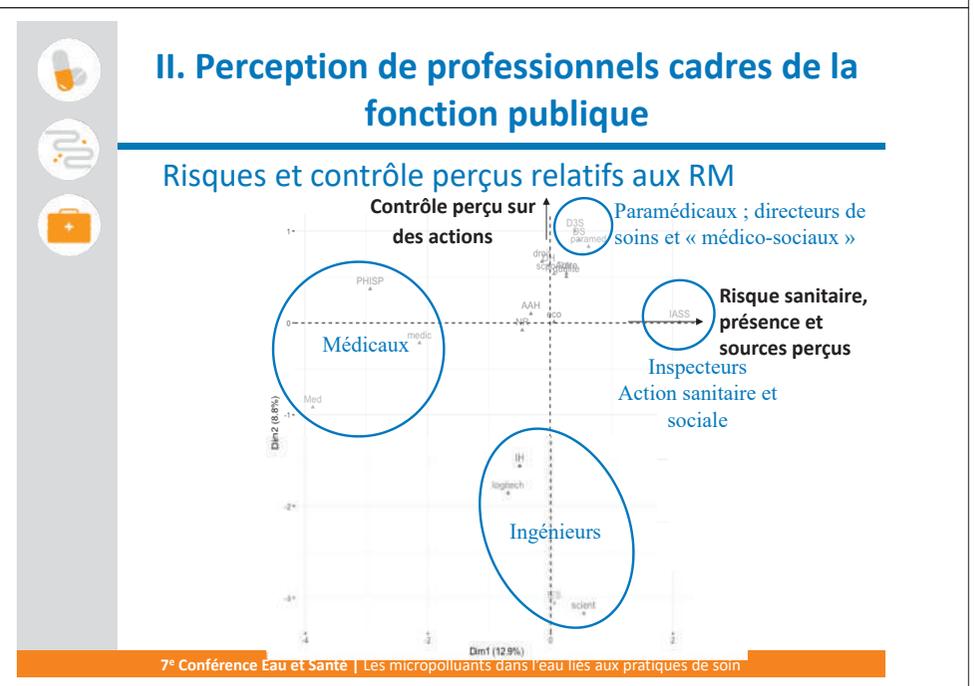
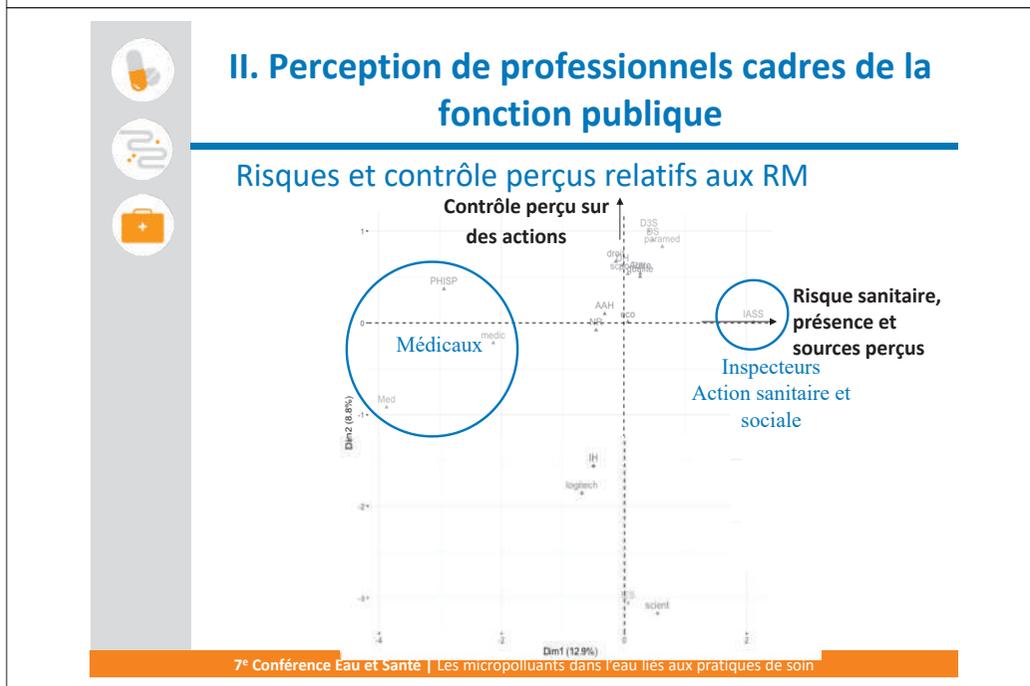
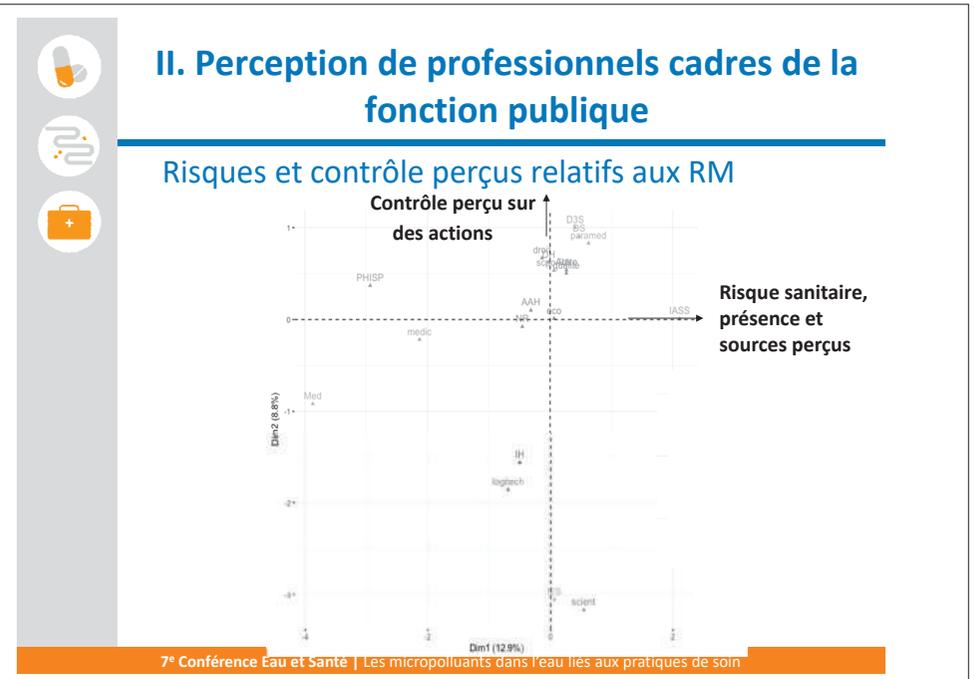
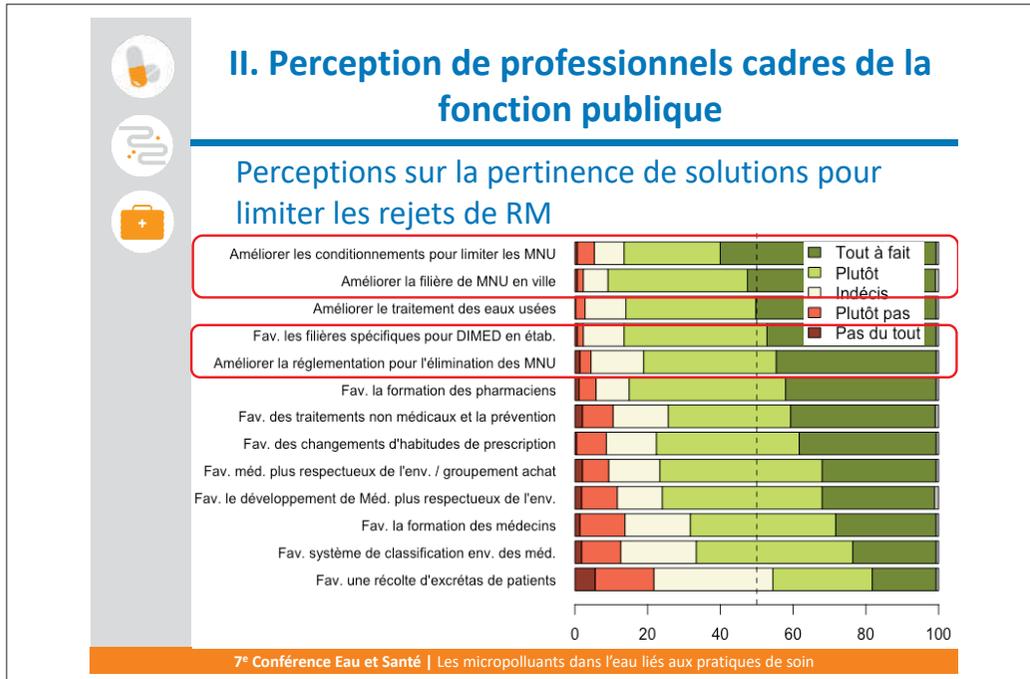


II. Perception de professionnels cadres de la fonction publique



Perceptions sur la pertinence de solutions pour limiter les rejets de RM







Méthodes



- III. Revue de littérature + entretiens ciblés sur l'introduction de conditions d'utilisation pour certains médicaments

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



III. Des mesures d'atténuation pour certains médicaments ?



- faible portée à l'heure actuelle (simples mentions dans la documentation)
- Limitation des évaluations de risques environnementaux et donc des mesures qui pourraient en résulter
- Régime singulier du médicament à usage humain

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



- Merci pour votre attention -



Collaborateurs
Cyrille Harpet (EHESP)
Elodie Brelot (GRAIE)
Pr. Jean-Yves Toussaint (INSA-Lyon)



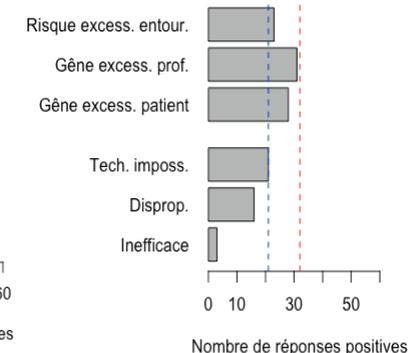
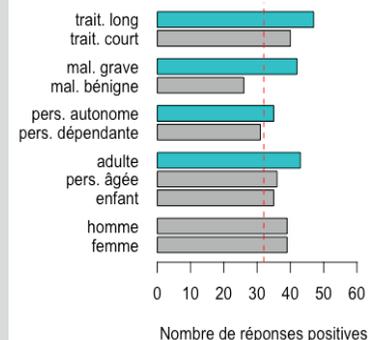
7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



II. Perception de professionnels cadres de la fonction publique



- Vague 2 questionnaire (n=63)



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Le projet Valurine : séparation des urines à la source et valorisation sur une parcelle viticole

Benjamin CLOUET, Ecosec

RÉSUMÉ

À long terme, avec la raréfaction des phosphates et du pétrole, les solutions de recyclage des nutriments de l'urine vont se substituer à la production industrielle d'engrais synthétique.

Sur la campagne 2015/2016, la France a consommé près de 9 millions de tonnes d'engrais (Azote, phosphore et potassium confondus) pour une valeur totale de 2,5 milliards d'euros. Chaque année, l'urine évacuée dans les eaux usées représente l'équivalent de 284 000 tonnes d'azote perdues, soit un équivalent d'une valeur marchande de plus de 85 millions d'euros, sans parler des coûts de traitement évités.

On estime que la totalité des nutriments rejetés de la sorte pourrait couvrir entre 15 et 20% de la demande nationale s'ils étaient récupérés.

Ecosec a mis sur pied la 1ère filière pilote française de valorisation agronomique de l'urine humaine sur des vignes. Le groupement a ainsi défriché la séparation à la source des effluents afin d'évaluer la faisabilité d'une collecte, le traitement et de la valorisation de ces ressources encore inexploitées.



VALURINE, SÉPARATION DES URINES À LA SOURCE VALORISATION SUR UNE PARCELLE VITICOLE

Benjamin CLOUET, ECOSEC



Conception

- Scop / Ent. Insertion
- 9 employés
- 5 ans / Montpellier



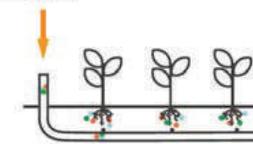
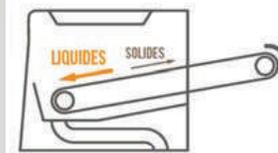
Valorisation



Services



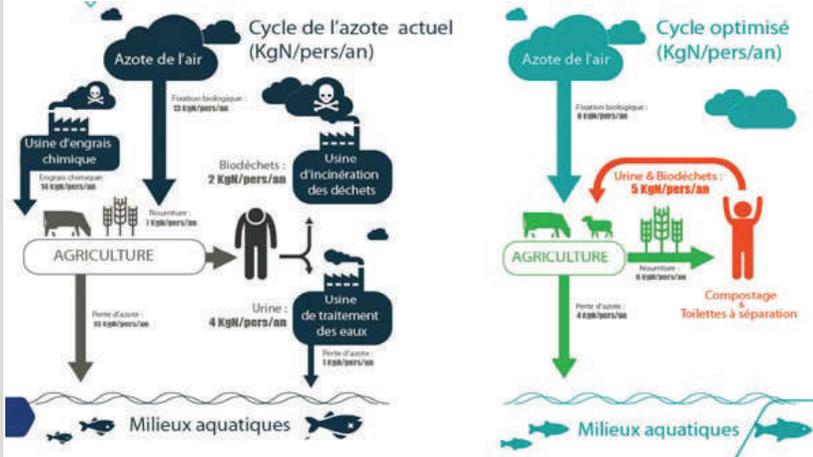
Techno utilisée



	URINE	FÈCES
N - AZOTE	<input type="text"/>	<input type="text"/>
P - PHOSPHORE	<input type="text"/>	<input type="text"/>
K - POTASSIUM	<input type="text"/>	<input type="text"/>



Le cycle de l'azote



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Recherche 2016 - 2017



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Recherche 2018 – 2019 : Valurine



7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin

Valurine = Objectifs sur 2 saisons

- ✓ Solution logistique de collecte séparative
- ✓ Besoin de transformation ?
- ✓ Pollution des sols / nappes / salinisation ?
- ✓ Production viticole équivalente ?
- ✓ Acceptabilité
- ✓ Equation économique passage à l'échelle

7^e Conférence Eau et Santé | Les micropolluants dans l'eau liés aux pratiques de soin



Valurine



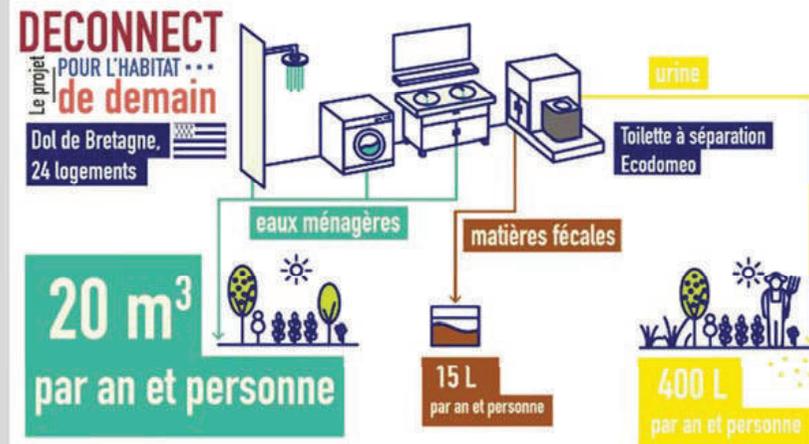
Panorama de la parcelle expérimentale PP Plantier Haut



- Domaine de la Jasse : 8km de Montpellier
- Agriculture raisonnée => urine interdite dans le bio
- 1 700 litres d'urine épandue sur 300 pieds de vigne



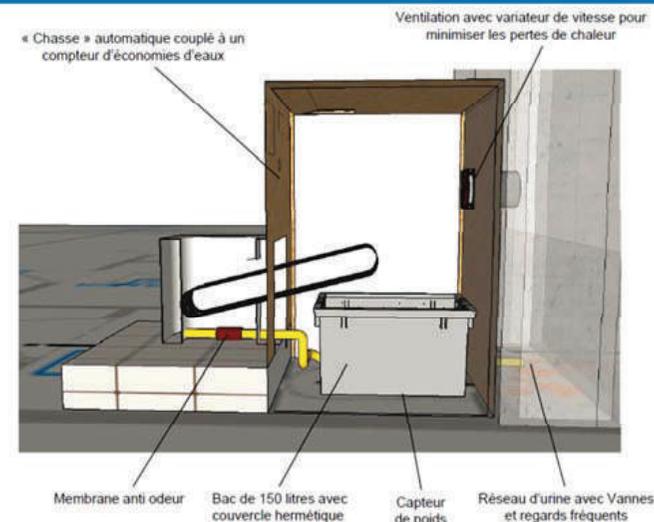
L'enjeux de la séparation



Les enjeux de la séparation



Dol de Bretagne : 24 logements en séparatif



Publications et références complémentaires

Publications du Graie – Eau et Santé

SIPIBEL – site pilote de Bellecombe

Effluents hospitaliers et stations d'épuration urbaines : sept années de suivi, d'études et de recherches sur SIPIBEL.

BERTRAND-KRAJEWSKI J.L. et al. Journées Information Eau, ENSI Poitiers, [9-11 octobre 2018, 16 p.](#)

SIPIBEL, un site pilote pour l'étude des effluents hospitaliers et urbains. Les grands enseignements après cinq ans de suivi et de recherche

Lecomte V., Bertrand-Krajewski J.-L., Bouchez A., Cournoyer B., Dagot C., Gonzalez-Ospina A., Labanowski J., Lévi Y., Perrodin Y., Wiest L. Environnement Risques et Santé, 17 (S1), avril 2018, pp. 59-74, [doi 10.1684/ers.2017.1074](#)

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

SIPIBEL, dispositif d'observation et de recherche sur les stations d'épuration et stations d'épuration urbaines – Synthèse collective 20p., octobre 2016

Rapport SIPIBEL 2011-2015 : résultats de quatre années de suivi, d'études et de recherches, sur le site pilote de Bellecombe

SIPIBEL, dispositif d'observation et de recherche sur les stations d'épuration et stations d'épuration urbaines – Rapport collectif 174 p., octobre 2016

Au-delà de ces documents, retrouvez l'ensemble des rapports d'étude ainsi que la liste des publications scientifiques et des communications sur www.sipibel.org.

Dossier "Pharmaceuticals and detergents in hospital and urban wastewater : characterisation and impacts", Environmental Science and Pollution Research, [Volume 25, Issue 10, April 2018, p 9195-9264](#)

KRAJEWSKI J.L. - Issue Editor

"Pharmaceuticals and detergents in hospital and urban wastewater: comparative monitoring, treatment, and assessment of impacts".

CHONOVA T., LECOMTE V., BERTRAND-KRAJEWSKI J.L.; BOUCHEZ A.; LABANOWSKI J., DAGOT C.; LEVI Y., PERRODIN Y., WIEST L., GONZALEZ-OSPINA A., VOURNOYER B., SEBASTIAN C.

"The SIPIBEL project: treatment of hospital and urban wastewater in a conventional urban wastewater treatment plant".

WIEST L., CHONOVA T., BERGE A., BAUDOT R., BESSUELLE-BARBIER F., AYOUNI-DEROUICHE L., VULLIET E.

"Two-year survey of specific hospital wastewater treatment and its impact on pharmaceutical discharges".

BERGE A., WIEST L., BAUDOT R., GIROUD B., VULLIET E.

"Occurrence of multi-class surfactants in urban wastewater: contribution of a healthcare facility to the pollution transported into the sewerage system".

KISS A., BERGE A., DOMENJOUR B., GONZALEZ-OSPINA A., VULLIET E.

"Chemometric and high-resolution mass spectrometry tools for the characterization and comparison of raw and treated wastewater samples of a pilot plant on the SIPIBEL site".

LAQUAZ M., DAGOT C., BAZIN C., BASTIDE T., GASCHET M., PLOY M.C., PERRODIN Y.

"Ecotoxicity and antibiotic resistance of a mixture of hospital and urban sewage in a wastewater treatment plant".

CHONOVA T., LABANOWSKI J., COURNOYER B., CHARDON C., KECK F., LAURENT E., MONDAMERT L., VASSELON V., BOUCHEZ A.

River biofilm community changes related to pharmaceutical loads emitted by a wastewater treatment plant".

SIPIBEL-RILACT -2014-2019

Risques et Leviers d'Actions relatifs aux rejets de médicaments, détergents et biocides dans les effluents hospitaliers et urbains

15 rapports d'études et recherches en ligne sur les 4 volets du projet :

- 1- Développements analytiques
- 2- Rejets et dégradation des médicaments et détergents-biocides
- 3- Evolution des effets biologiques en réseau
- 4- Sociologie et changement de pratiques

SIPIBEL-MediATeS – 2015-2019

Animation territoriale et sensibilisation : "Médicaments dans l'eau : les bonnes questions à se poser"

Graie et groupement d'étude piloté par Claire Tillon.

Présentation des kits de sensibilisation MediATeS, 32p. mai 2019

Les kits de sensibilisation MediATeS, sur www.medicamentsdansleau.org

DoMinEau – 2016

Un outil de gestion de données conçu pour le suivi des micropolluants dans l'eau : Présentation de l'outil et tutoriels pour la consultation et l'intégration de données

SIPIBEL-IRMISE – 2012-2015

Problématique et stratégie transfrontalières de maîtrise des flux de micropolluants liés à la santé et préservation de la ressource en eau sur le bassin versant de l'Arve aval

Étude menée par le groupement Claire Tillon consulting sous maîtrise d'ouvrage du SM3A, en partenariat avec l'Etat de Genève et le Graie

Pour la gestion des effluents non domestiques

La gestion des effluents d'un établissement de santé : principe de la démarche et préconisations sur le suivi des rejets

Note 19 p., Groupe de travail, novembre 2016

Outils et références pour la gestion des effluents non domestiques
Note, 2p., Novembre 2018

Méli Mélo - Démêlons les fils de l'eau : documents de synthèse et vidéos sur YouTube

La protection de la ressource en eau : faut-il interdire de cultiver sur les aires d'alimentation de captage ?

Saison 2, mars 2015, 14p

La qualité de l'eau du robinet : l'eau du robinet est-elle différente de l'eau en bouteille ?

Saison 2, janvier 2015, 14p

Les médicaments dans l'eau sont-ils dangereux ?

Saison 1, mai 2014, 10p

Les pesticides et l'eau : y-a-t-il trop de pesticides dans les milieux aquatiques ?

Saison 1, juin 2014, 24p

Le prix de l'eau : l'eau est-elle trop chère ?

Saison 1, mai 2014, 13p

Actes et synthèses des conférences Eau et Santé

Réduire les rejets de micropolluants liés aux pratiques de soins : quels leviers possibles ?

Conférence Eau et Santé (6e), 20 mars 2017, Lyon

Les médicaments dans le cycle urbain de l'eau : état des connaissances et stratégies de réduction

Conférence Eau et Santé (5e), 26-27 mars 2015, Genève-Annemasse

L'eau dans la ville : bien-être, risques et opportunités

Conférence Eau et Santé (4e), 31 janvier 2013, Lyon

Eaux, chaîne trophique et santé

Conférence Eau et Santé (3e), 20 janvier 2011, Lyon

Assainissement et micropolluants : Sources, impacts, maîtrise

Conférence Eau et Santé (2e), 9 octobre 2008, Lyon

Eaux pluviales et assainissement : Nouvelles préoccupations sanitaires

Conférence Eau et Santé (1ère), 10 octobre 2006, Lyon

Co-organisateurs



Partenaires



GRAIE

EcoCampus LyonTech la Doua | 66 bd Niels Bohr - CS 52132 | 69603 Villeurbanne Cedex
Tel : 04 72 43 83 68 | Fax : 04 72 43 92 77
e-mail : asso@graie.org | www.graie.org