



PESPOT

Occurrence de **PE**Sticides ultra-polaires et de leurs produits de transformation dans des eaux **POT**ables

Emmanuelle VULLIET

Institut des Sciences Analytiques - UMR5280 CNRS/Univ. Lyon1

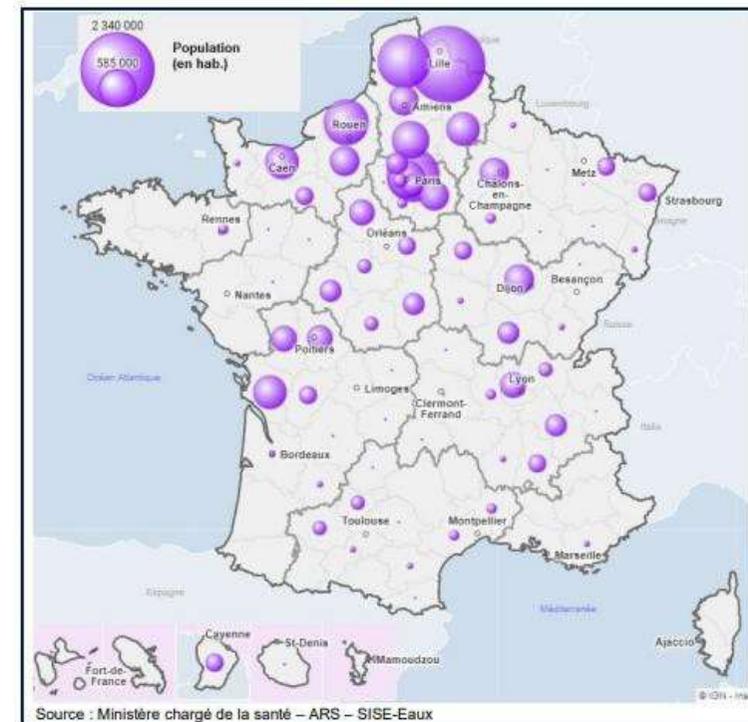


01. Contexte, objectifs et caractère novateur du projet par rapport aux enjeux Ecophyto

- L'eau potable est une ressource sensible / à forts enjeux
- Issue du traitement d'eaux naturelles (nappes, cours d'eau)
- Aliment le plus contrôlé au quotidien en France
- Eau non conforme (>1x) pour 25,3 % de la population en 2023 (10% en 2018; 17,4% en 2021)



<0,5 µg/L pour la somme des pesticides
<0,1 µg/L par résidu de pesticide



Population ayant été alimentée par une eau au moins une fois non conforme aux limites de qualité pour les pesticides (situations NC0, NC1 et NC2) sur l'année 2023

01. Contexte, objectifs et caractère novateur du projet par rapport aux enjeux Ecophyto

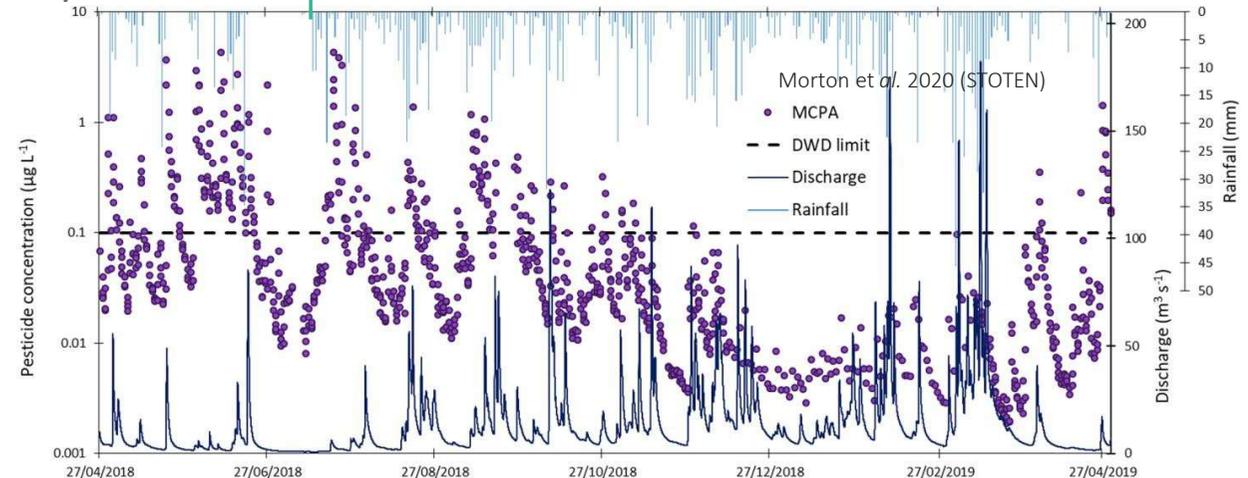
- Echantillonnages ponctuels
- Analyses ciblées
- Listes de substances
- Peu de recul sur les sous-produits d'oxydation

pas intégratifs sur la durée (sous/sur-estimation)

profil de contamination incomplet

produits de transformations et molécules ultra-polaires (logP < 0) peu suivis

méconnaissance sur leur présence



Concentration en MCPA (herbicide) dans la Rivière Derg (Islande) utilisée comme source pour potabiliser de l'eau

01. Contexte, objectifs et caractère novateur du projet par rapport aux enjeux Ecophyto

- Echantillonnages ponctuels
- Analyses ciblées
- Listes de substances
- Peu de recul sur les sous-produits d'oxydation

pas intégratifs sur la durée (sous/sur-estimation)

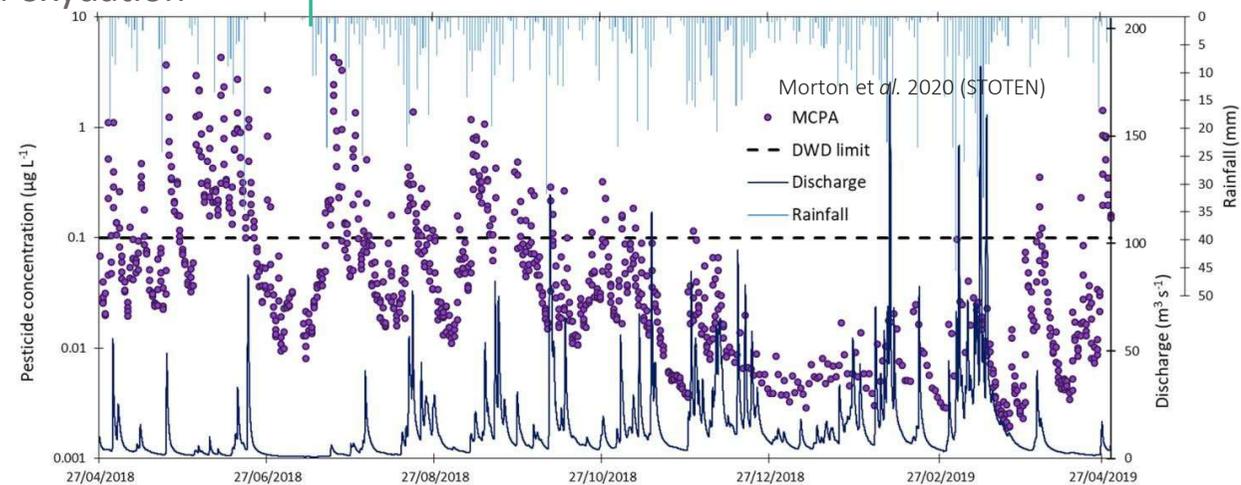
profil de contamination incomplet

produits de transformations et molécules ultra-polaires (logP < 0) peu suivis

méconnaissance sur leur présence



Echantillonnage passif et analyses non ciblées par HRMS



Concentration en MCPA (herbicide) dans la Rivière Derg (Islande) utilisée comme source pour potabiliser de l'eau

02. Consortiums et partenaires du projet



Expertise analytique
Echantillonnage passif



Expertise analytique
Evaluation du risque

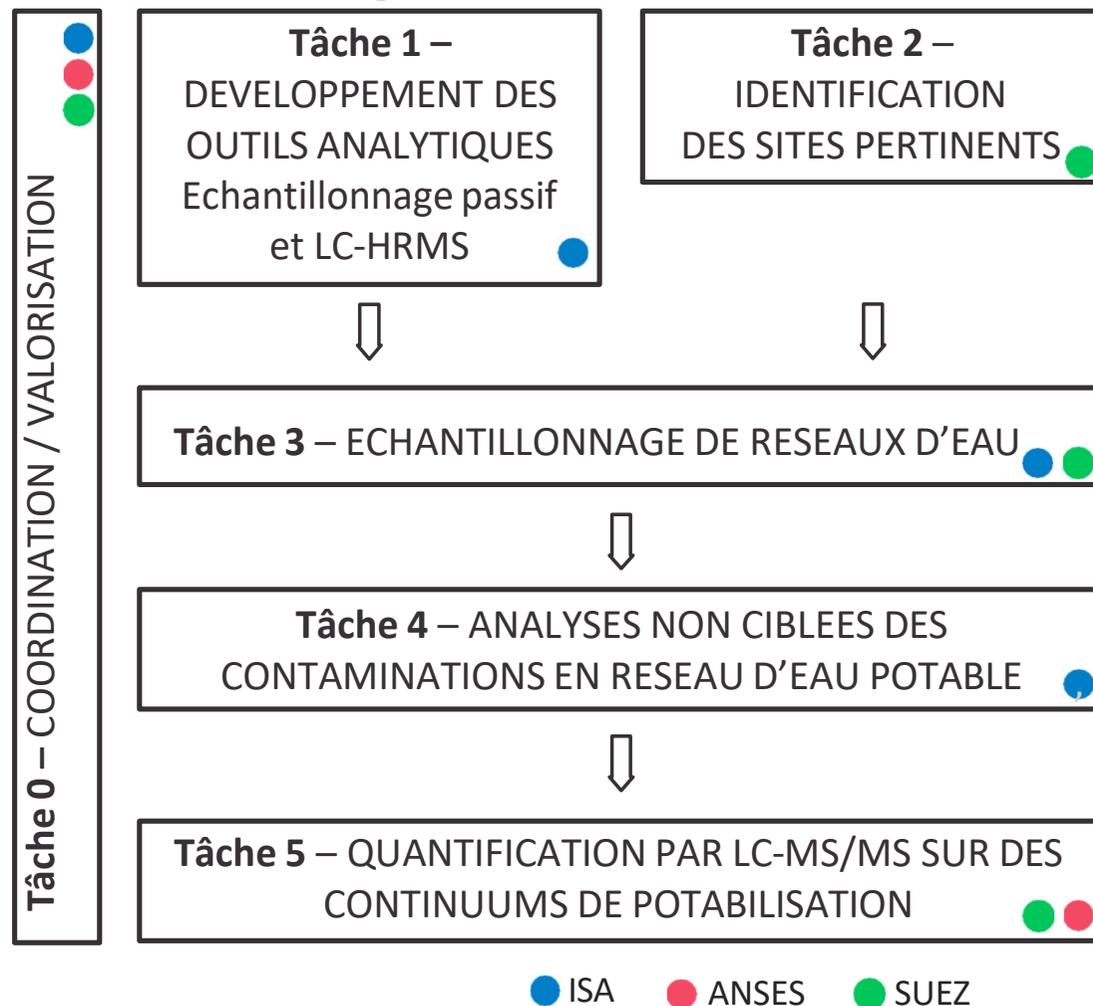


Expertise analytique
Connaissance du réseau d'eaux potables

Identifier et caractériser les pesticides présents dans les réseaux d'eau de distribution
Cibler les molécules polaires, produits de transformation, résidus d'oxydation
Faire le lien entre la ressource, le traitement et l'eau distribuée

- ➔ Etat des lieux de la contamination de la ressource au consommateur
 - ➔ Identification de molécules potentiellement préoccupantes
- ➔ Alimenter la réflexion des pouvoirs publics sur des actions à conduire

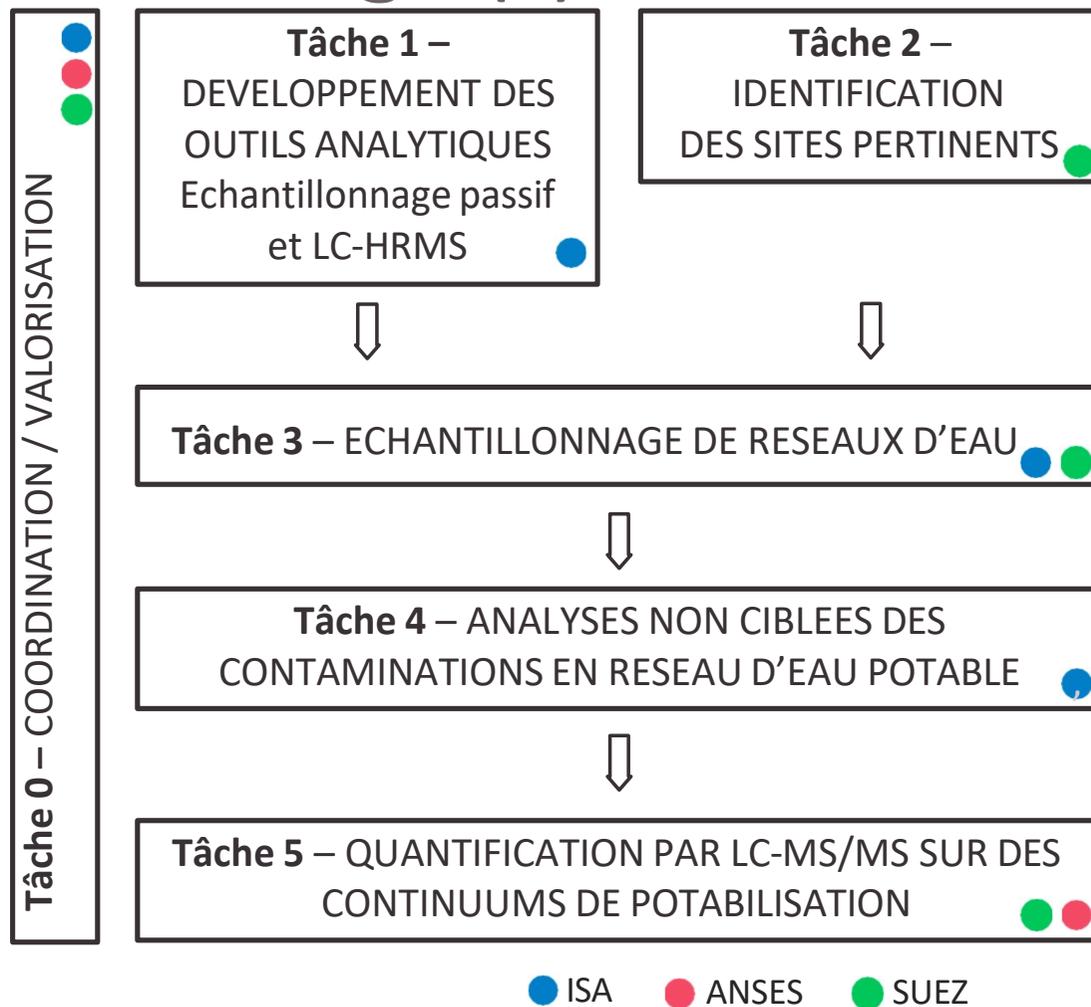
03. Hypothèse(s) et méthodologie(s) mises en place



03. Hypothèse(s) et méthodologie(s) mises en place

Verrou technique : non-conformité des phases accumulatives (Tâche 1)

- Impact sur le développement analytique
- Variabilité
- Réplication d'expériences
- Moins de temps pour exploiter les résultats

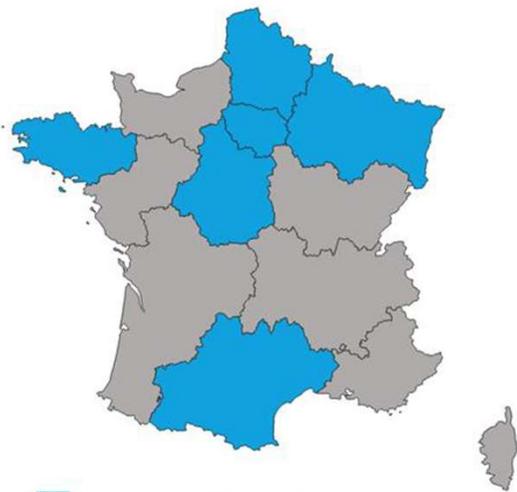


04. Principaux résultats finaux

Echantillonneurs passifs pour une large gamme de polarité

- Petits outils
- Echantillonnage en continu sur plusieurs jours
- Abaisse les limites de détection
- Généralement molécules moyennement polaires ($1 < \log P < 3$)
- Phases accumulatrices adaptables
- 1 campagne sur 14 jours (6 régions)

Et pour les ultra-polaires ? ($\log P < 1$)

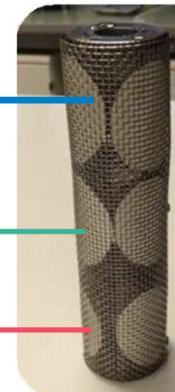


■ Territoires échantillonnés

SCX
(cations)

HLB
(neutres)

SAX
(anions)

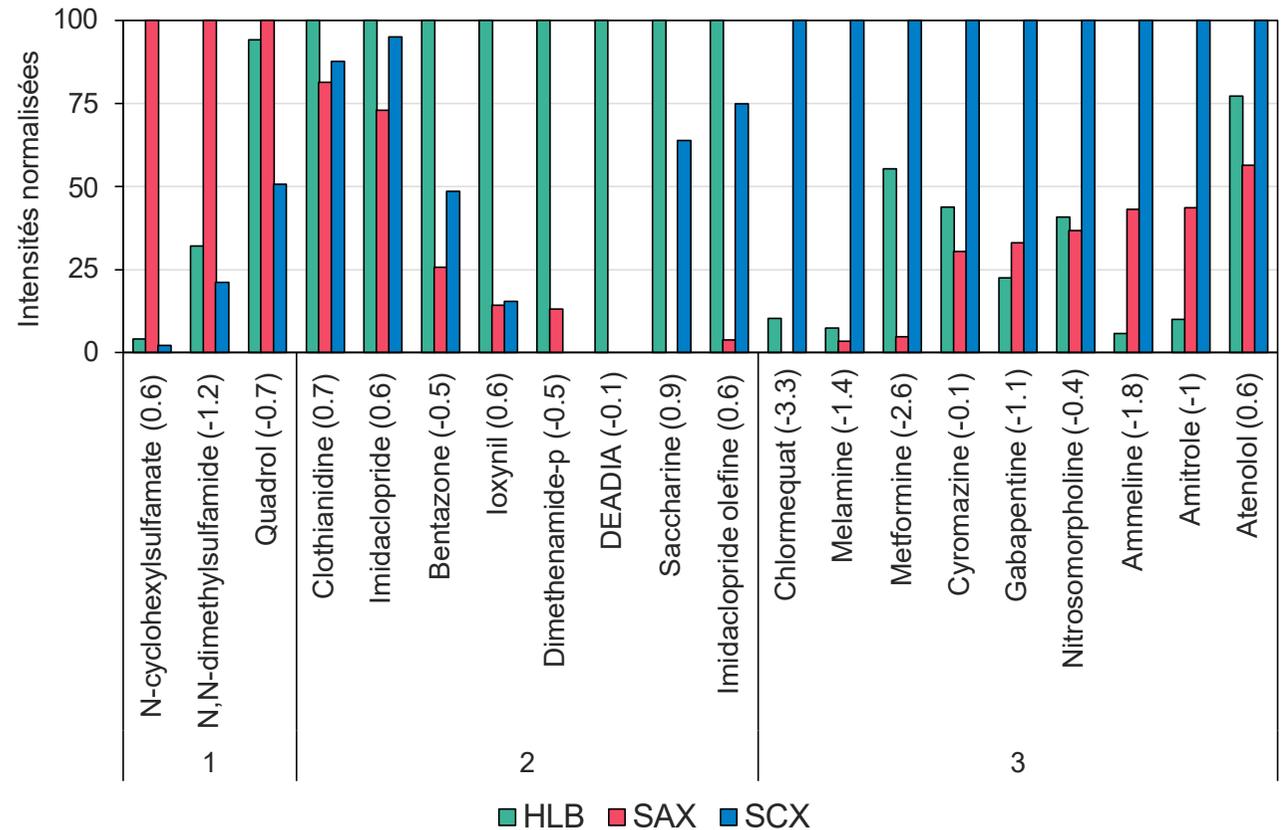


Utilisation conjointe de 3 phases aux mécanismes de sorption différents

04. Principaux résultats finaux

Echantillonneurs passifs pour une large gamme de polarité

- Validation sur des molécules traceurs ($-3,3 < \log P < 5,1$)
- Complémentarité des phases employées (1 / 2 / 3)
- Profil de contamination plus représentatif qu'avec une seule phase accumulatrice

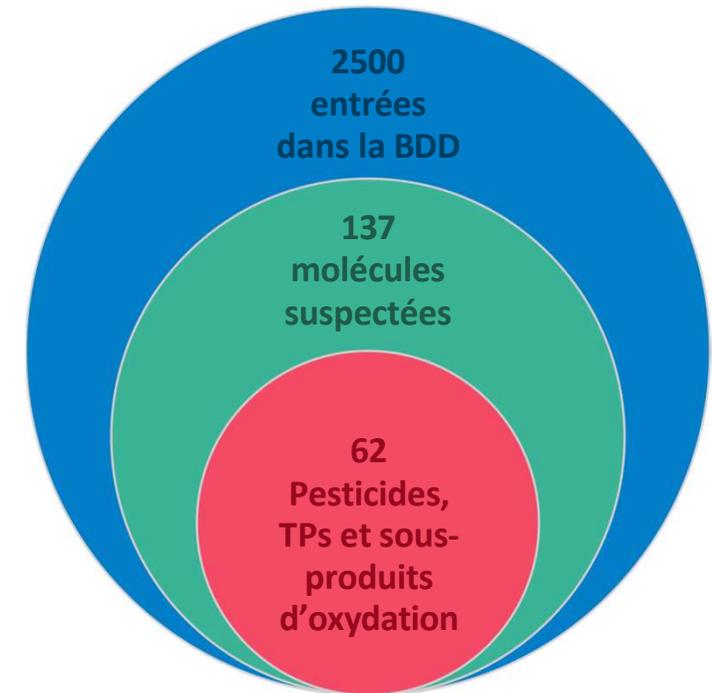


Nouveaux outils pour échantillonner les ultra-polaires

04. Principaux résultats finaux

Couplage échantillonnage passif / séparation / HRMS

- Mise en œuvre d'approches sans a priori :
 - Criblage de suspects (RPLC-HRMS)
 - Analyse d'inconnus (HILIC-HRMS)
- **89 molécules identifiées** toutes approches confondues
 - **60** pesticides (fongicides, herbicides ou insecticides)
 - **19** TP,
 - **4** sous-produits d'oxydation
 - **6** molécules utilisées pour la formulation, comme adjuvants ou apparentés à des TP



CRIBLAGE DE SUSPECTS

33 pesticides et TP actuellement non suivis par les laboratoires de contrôle et notamment des ultra-polaires ($\log P < 1$)

04. Principaux résultats finaux

Analyses quantitative à l'échelle nationale

- 34 des molécules détectées analysées en LC-MS/MS
- 25 sites échantillonnés (8 régions ciblées)



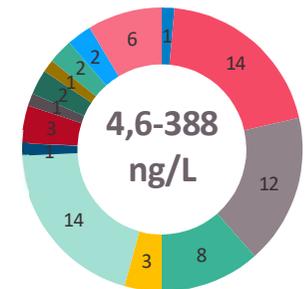
- 5 sites exempts de contamination
- Sur les autres 14 molécules quantifiées :
 - 8 molécules mères (*atrazine, chlorotoluron, S-métolachlor, fluxapyroxad, bentazone, simazine, métazachlore et éthidimuron*)
 - 6 métabolites (*Atrazine-déséthyl, atrazine-déséthyldeisopropyl, atrazine-désisopropyl, atrazine-2-hydroxy, 2,6-dichlorobenzamide et terbuthylazine-2-hydroxy*)
 - Atrazine et métabolites représentent >60% des contaminations

- Pas de différence de répartition entre les eaux traitées et les eaux traitées après chloration

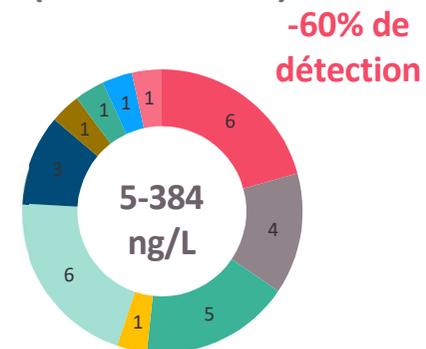
Traitement efficace dans la majorité des cas sauf simple chloration



**Eaux brutes
(70 détections)**



**Eaux chlorées
(29 détections)**



05. Transfert & valorisation de ces résultats

- **Communauté scientifique :**
 - 1 article en révision (*Analytica Chimica Acta*)
 - 1 article en cours de préparation
 - 4 présentations orales en congrès
- **Instances professionnelles :**
 - Restitution des résultats aux gestionnaires des usines de potabilisation
- **Scolaires :**
 - Mentor à un projet « Savanturier » de classes de CE2 à CM2, intitulé « Peut-on boire l'eau de la rivière ? », en partenariat avec le musée Claude Bernard
- **Grand public :**
 - Participation à la « Nuit Européenne des Chercheurs 2023 » sur la thématique « Eau du futur, Futur de l'eau » à St Etienne
 - Proposition d'un atelier (scolaire et tout public) pour la Fête de la Science 2023 sur la séparation chromatographique des contaminants de l'eau

05. Transfert & valorisation de ces résultats

- **Base de connaissance enrichie** : Identification de contaminants dans les réseaux, permettant une meilleure compréhension des contaminations, de l'efficacité des traitements et des expositions potentielles des consommateurs.
- **Molécules non suivies identifiées** : Mise en évidence de molécules non surveillées, notamment des ultra- polaires, pouvant servir de base à des recherches et actions par des laboratoires privés et professionnels.
- **Nécessité de poursuivre l'investigation** : Importance de continuer l'étude des molécules ultra-polaires pour documenter l'exposition des populations.
- **Traitements avancés plus efficaces** : Meilleure élimination des contaminants que la chloration simple, qui génère des sous-produits d'oxydation.
- **Maintien des efforts de traitement** : Recommandation de privilégier les traitements avancés tout en poursuivant les efforts de réduction à la source (usages raisonnés, protection des ressources, réduction des émissions, évolution réglementaire).

07. Perspectives issues du projets

- **Caractérisation des molécules ultra-polaires** : Caractériser en routine les molécules les plus polaires pour mieux comprendre leurs occurrences et concentrations.
- **Acquisition de données élargies** : Les données confirment la présence de pesticides et produits de transformation dans l'eau potable, souvent à faibles concentrations ($<10 \text{ ng.L}^{-1}$), et soulignent les limites des suivis réglementaires actuels.
- **Approches analytiques sans a priori** : Encourager les projets de recherche utilisant des techniques HRMS sans a priori, permettant d'exploiter les données a posteriori pour divers contaminants (médicaments, perfluorés, désinfectants...).
- **Amélioration des traitements** : Ne pas se limiter à la chloration simple, qui génère des sous-produits d'oxydation, mais intégrer des étapes de traitement avancées (charbon actif en grains ou poudre) pour réduire les non-conformités.
- **Réduction à la source** : Compléter les traitements par des actions à la source (réduction des usages, protection des ressources) car elles ne suffisent pas seules.
- **Perspectives pour l'échantillonnage passif** : Le travail ouvre la voie à des méthodes d'échantillonnage passif adaptées aux molécules ultra-polaires, permettant un suivi plus représentatif de la contamination environnementale.



Remerciements



Vincent Dufour
Guilhem Zerbini
Aurélie Fildier
Laure Wiest



Xavier Dauchy
Cristina Bach



Mar Esperanza
Jérôme Enault
Samuel Robert

Action pilotée les Ministères de la Transition écologique et de la Cohésion des Territoires (MTECT), de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire (MASA), de la Santé et de la Prévention (MSP) et de l'Enseignement supérieur, de la Recherche (MESR), avec l'appui financier de l'Office Français de la Biodiversité, dans le cadre de « l'Appel à projets national sur le plan Ecophyto II+, volet 1, années 2020-2021.