



29 novembre 2022

Apports des biomarqueurs pour la surveillance des masses d'eau continentale, de transition et côtière

## EVALUATION DE L'ÉTAT ÉCOTOXICOLOGIQUE EN MILIEU CONTINENTAL AVEC LE MODÈLE GAMMARE

Guillaume Jubeaux (Biomae), Vincent Rocher (SIAAP), Sabrina Guérin (SIAAP), Anthony Marconi (SIAAP), Sylvie Thibert (SEDIF), Clément Roulet (SEVESC), Naïs Julian (Biomae), Thibaut Hombert (Biomae)





# INTRODUCTION

Biosurveillance active par encagement  
de gammares : De la recherche au  
déploiement à large échelle

# De la recherche au déploiement à large échelle

## Acteurs

2003-2013 : R&D



## Dates clés

2013 : Lauréat BPI Concours "Emergence"



# De la recherche au déploiement à large échelle

## Acteurs

2003-2013 : R&D



*Essaimage  
avec licensing*

2013-2020 : Amorçage



## Dates clés

2013 : Lauréat BPI Concours "Emergence"



2013 : DCE fille (NQE biote) + Guide européen (biomonitoring actif)



# De la recherche au déploiement à large échelle

## Acteurs

2003-2013 : R&D

**INRAE**  
la science pour la vie, l'humain, la terre

*Essaimage  
avec licensing*

2013-2020 : Amorçage

**BIOMÆ**  
Biomonitoring Aquatic Environment

## Dates clés

2013 : Lauréat BPI Concours "Emergence"

**bpifrance**

2013 : DCE fille (NQE biote) + Guide européen (biomonitoring actif)



2015 : Levée de fonds

2017 : Site d'élevage + Construction du laboratoire



# De la recherche au déploiement à large échelle

## Acteurs

2003-2013 : R&D

**INRAE**  
la science pour la vie, l'humain, la terre

*Essaimage  
avec licensing*

2013-2020 : Amorçage

**BIOMÆ**  
Biomonitoring Aquatic Environment

## Dates clés

2013 : Lauréat BPI Concours "Emergence"

**bpifrance**

2013 : DCE fille (NQE biote) + Guide européen (biomonitoring actif)



2015 : Levée de fonds

2017 : Site d'élevage + Construction du laboratoire



2018 : 1er marché DCE biote (Bioaccumulation)

# De la recherche au déploiement à large échelle

## Acteurs

2003-2013 : R&D

**INRAE**  
la science pour la vie, l'humain, la terre

*Essaimage  
avec licensing*

2013-2020 : Amorçage

**BIOMÆ**  
Biomonitoring Aquatic Environment

## Dates clés

2013 : Lauréat BPI Concours "Emergence"

**bpifrance**

2013 : DCE fille (NQE biote) + Guide européen (biomonitoring actif)



2015 : Levée de fonds

2017 : Site d'élevage + Construction du laboratoire



2018 : 1er marché DCE biote (Bioaccumulation)

2019 : 1ère norme AFNOR (Bioaccumulation)

**afnor**

2020 : 3 normes supplémentaires AFNOR (Ecotoxicologie)

# De la recherche au déploiement à large échelle

## Acteurs

2003-2013 : R&D

**INRAE**  
la science pour la vie, l'humain, la terre

*Essaimage  
avec licensing*

2013-2020 : Amorçage

**BIOMÆ**  
Biomonitoring Aquatic Environment

*Fusion*

Depuis 2021 : Développement

**GROUPE  
CARSO**

## Dates clés

2013 : Lauréat BPI Concours "Emergence"

**bpifrance**

2013 : DCE fille (NQE biote) + Guide européen (biomonitoring actif)



2015 : Levée de fonds

2017 : Site d'élevage + Construction du laboratoire



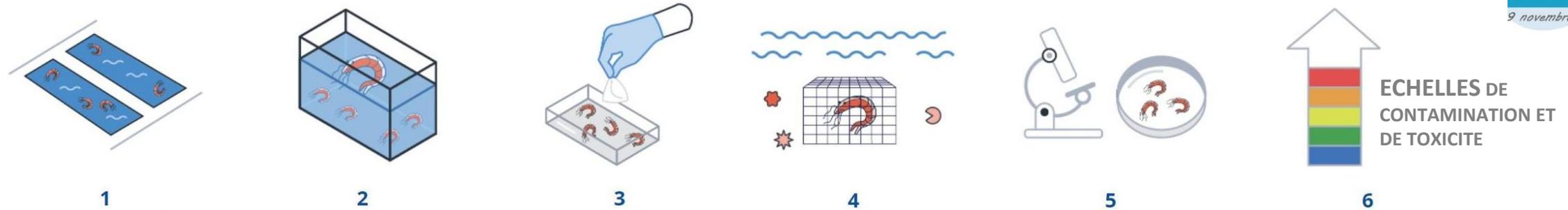
2018 : 1er marché DCE biote (Bioaccumulation)

2019 : 1ère norme AFNOR (Bioaccumulation)

**afnor**

2020 : 3 normes supplémentaires AFNOR (Ecotoxicologie)

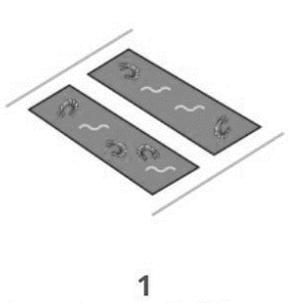
2022 : 2ème marché DCE biote (Bioaccumulation + Ecotoxicologie)



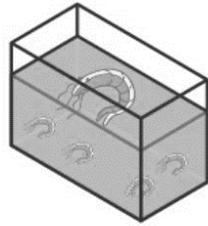
# METHODOLOGIE

BIOESSAIS *IN SITU* pour le diagnostic  
de la contamination et la toxicité des  
milieu aquatiques continentaux  
de surface

# Méthodologie d'encagement *in situ*

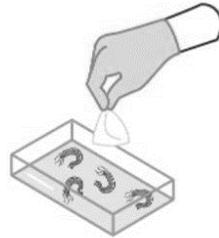


1

Bassins  
d'élevage

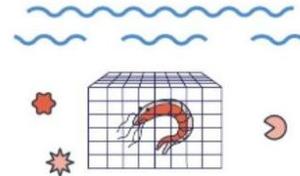
2

Stabulation



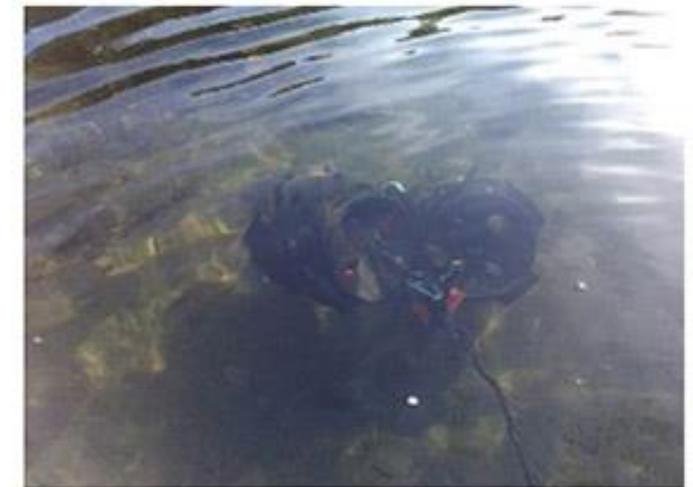
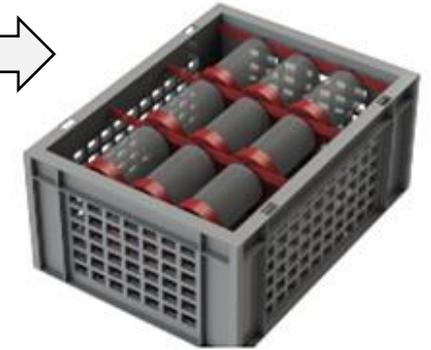
3

Calibration



4

Encagement

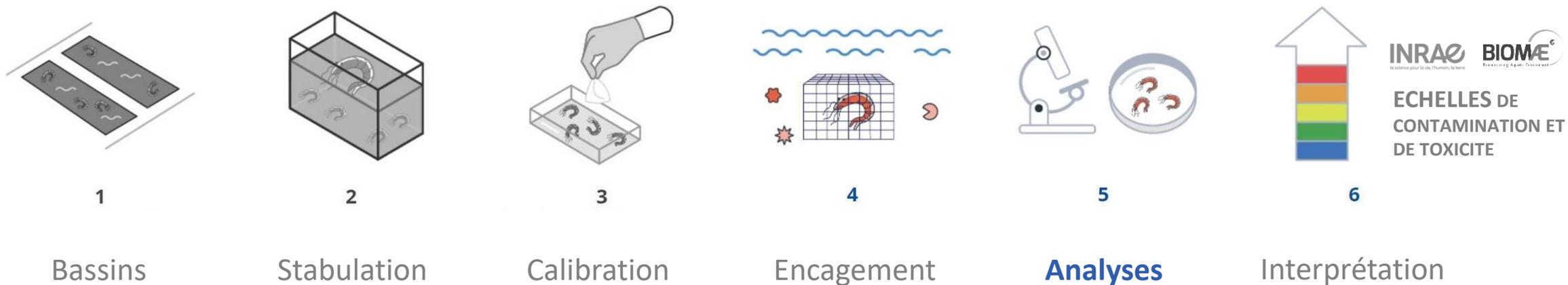


Plus de 2.000 expérimentations depuis 2018

Taux de récupération > 98%

Etude de comparaison inter-opérateurs réalisée  
entre 2018 et 2020 pour l'homologation de la  
norme XP T90 721

# Bioaccumulation de substances chimiques



INRAE **BIOME<sup>c</sup>**  
la science pour la vie, l'humain, la terre  
Recherche Agri Environnement

**ECHELLES DE CONTAMINATION ET DE TOXICITE**



Directive Cadre Eau (DCE, 2013)  
**14 NQE biote (invertébrés et poissons)**



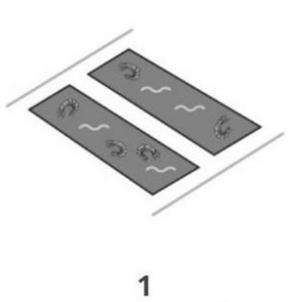
**2022**  
 275 stations de mesure  
 1 à 3 campagnes  
**Soit au total 630 encagements**

Norme AFNOR NF T90 721 (2019)

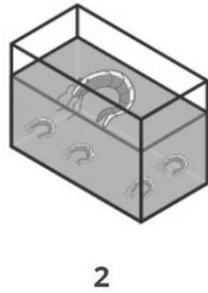
**Bioaccumulation**  
 > 400 paramètres



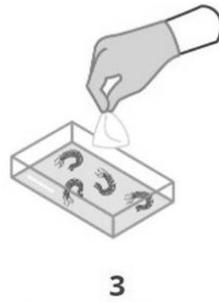
# Marqueurs de toxicité



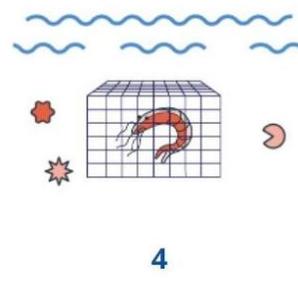
Bassins  
d'élevage



Stabulation



Calibration



Encagement



**Analyses**



Interprétation

INRAE la science pour le site, l'humain, la terre BIOME<sup>c</sup> Recherche pour l'agriculture

**ECHELLES DE  
CONTAMINATION ET  
DE TOXICITE**

**Bioaccumulation**  
> 400 paramètres

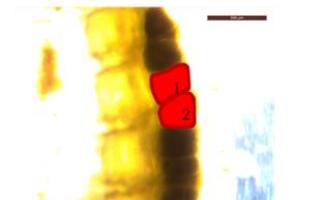
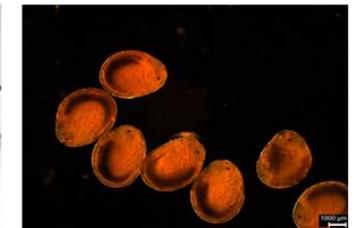
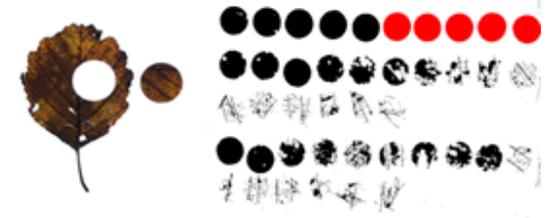


**Réponses biologiques**  
4 marqueurs de toxicité

Quels marqueurs ?

# Marqueurs de toxicité

Marqueur	Type de toxicité	Principe <i>Durée du test</i>	Références
<b>COMPORTEMENTAL</b> <b>Alimentation</b>	Non spécifique	Mesure de la superficie de substrat alimentaire consommée par des <b>mâles</b> calibrés en taille  <i>7 jours</i>	Coulaud et al. 2012  Norme AFNOR 2020 (XP T90-722 Part 3) 
<b>PHYSIOLOGIQUE</b> <b>Fécondité</b>	Non spécifique	Comptage du nombre d'embryons chez des <b>femelles</b> calibrés en taille  <i>14 à 28 jours en fonction de la température</i>	Geffard et al. 2010  Norme AFNOR 2020 (XP T90-722 Part 2) 
<b>MOLECULAIRE</b> <b>AChE</b>	<b>Neurotoxicité</b> (insecticides carbamates et organophosphorés)	Dosage de l'activité enzymatique de l'AChE de <b>mâles</b> calibrés en taille  <i>7 jours</i>	Xuereb et al. 2011  Norme AFNOR 2020 (XP T90-722 Part 1) 
<b>PHYSIOLOGIQUE</b> <b>Surface ovocytaire et stade de mue</b>	<b>Perturbation endocrinienne</b>	Détermination du stade de mue et mesure de la surface ovocytaire de <b>femelles</b> en retard de mue  <i>14 à 28 jours en fonction de la température</i>	Brevet INRAE 2014  Norme AFNOR 2020 (XP T90-722 Part 2) 



# Valeurs de référence et seuils de toxicité

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)


Toxicology 236 (2007) 178–189


[www.elsevier.com/locate/toxicol](http://www.elsevier.com/locate/toxicol)

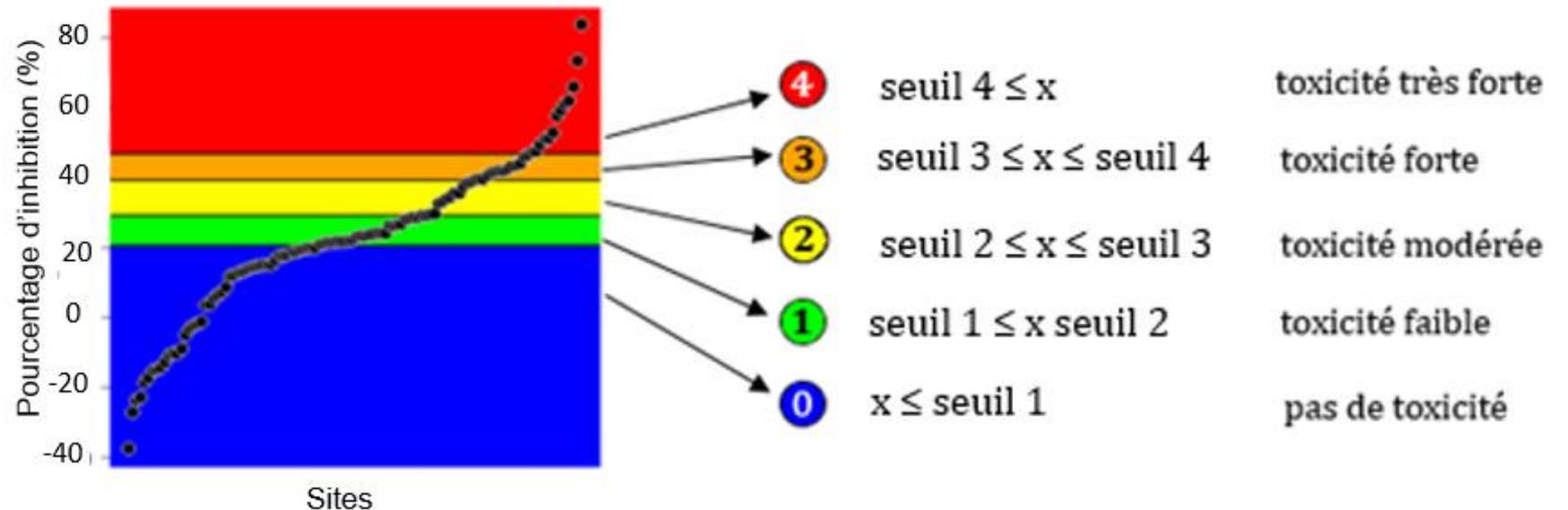
Cholinesterase activity in *Gammarus pulex* (Crustacea Amphipoda):  
Characterization and effects of chlorpyrifos

Benoît Xuereb, Patrice Noury, Vincent Felten, Jeanne Garric, Olivier Geffard\*

Laboratoire d'écotoxicologie, Cemagref, 3 bis quai Chauveau, CP 220, 69336 Lyon Cedex 09, France

Received 27 March 2007; received in revised form 6 April 2007; accepted 10 April 2007

Available online 24 April 2007



**In situ feeding assay with *Gammarus fossarum* (Crustacea):  
Modelling the influence of confounding factors to improve  
water quality biomonitoring**

Romain Coulaud<sup>a,b</sup>, Olivier Geffard<sup>a,\*</sup>, Benoît Xuereb<sup>a,1</sup>, Emilie Lacaze<sup>a</sup>, Hervé Quéau<sup>a</sup>, Jeanne Garric<sup>a</sup>, Sandrine Charles<sup>b</sup>, Arnaud Chaumot<sup>a,\*</sup><sup>a</sup>Cemagref, UR MALY, 3 bis quai Chauveau-CP 220, F-69336 Lyon, France<sup>b</sup>Université de Lyon, F-69000, Lyon, Université Lyon 1, CNRS, UMR5558, Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive, F-69622 Villeurbanne, France

Environmental Toxicology and Chemistry—Volume 00, Number 00—pp. 1–14, 2020

Received: 26 July 2019 | Revised: 30 September 2019 | Accepted: 24 December 2019

Environmental Toxicology

**In Situ Reproductive Bioassay with Caged *Gammarus fossarum* (Crustacea): Part 2—Evaluating the Relevance of Using a Molt Cycle Temperature-Dependent Model as a Reference to Assess Toxicity in Freshwater Monitoring**

Christelle Lopes,<sup>a,b</sup> Arnaud Chaumot,<sup>a,\*</sup> Benoît Xuereb,<sup>a</sup> Romain Coulaud,<sup>a</sup> Guillaume Jubeaux,<sup>a</sup> Hervé Quéau,<sup>a</sup> Adeline François,<sup>a</sup> and Olivier Geffard<sup>a,\*</sup><sup>a</sup>INRAE, UR Rivery, Laboratoire d'Écotoxicologie, Villeurbanne, France<sup>b</sup>Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive, Université Lyon 1, Université de Lyon, Centre National de la Recherche Scientifique, Villeurbanne, France

# RETOUR D'EXPERIENCES

Et remerciements à nos clients/partenaires

Surveillance à large échelle



Etudes d'impact

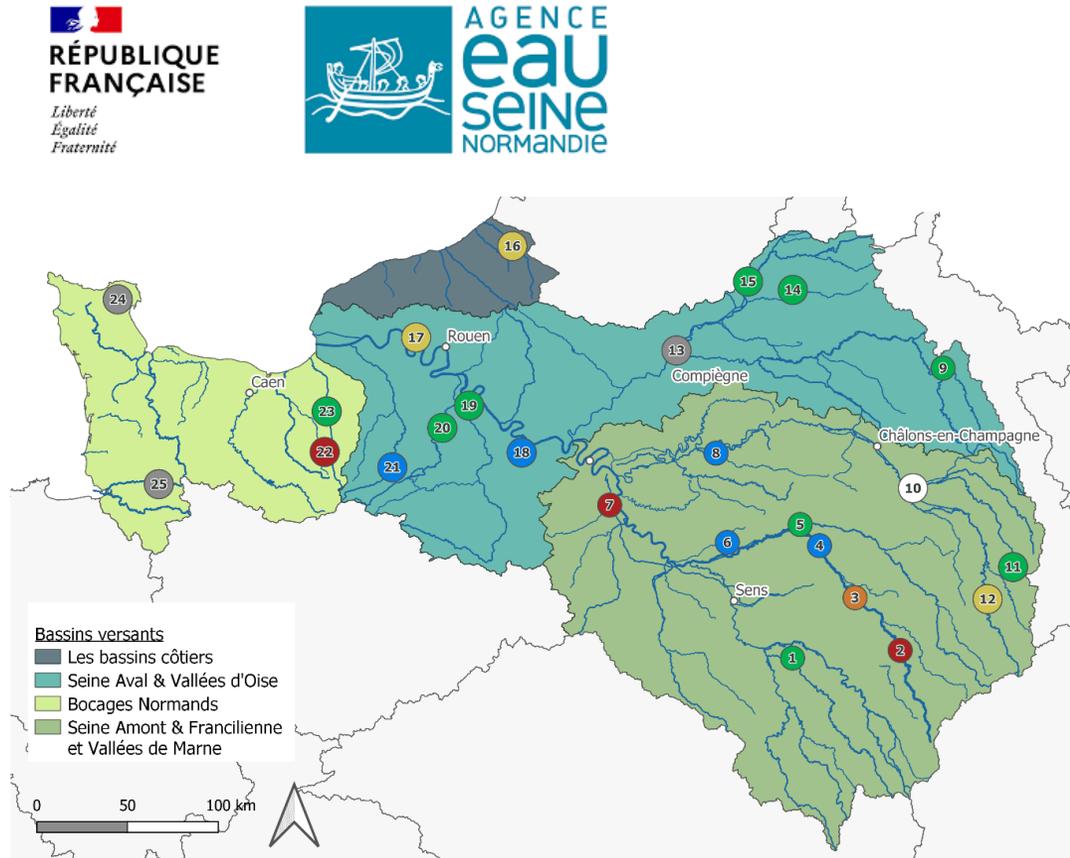
Bassin versant

Déversoir d'orage

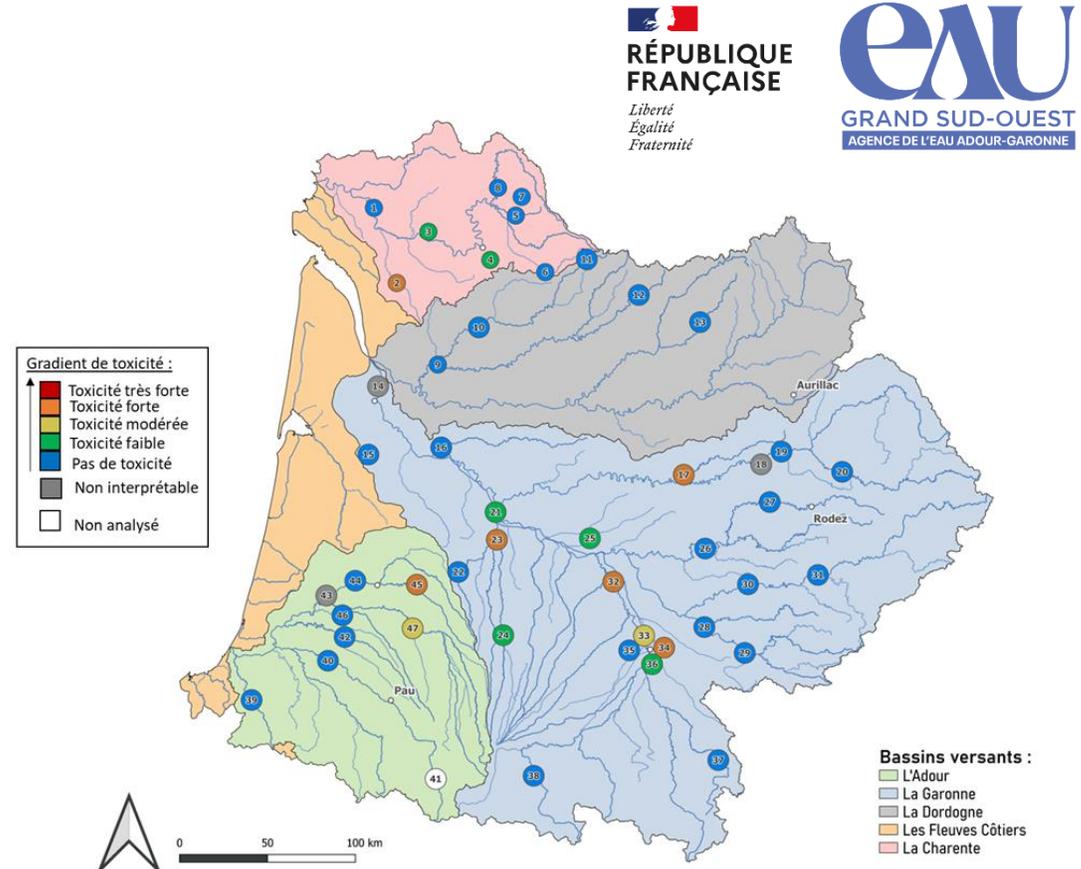
Impact sur le milieu



# Classement et priorisation de stations à large échelle



Inhibition de l'activité alimentaire



Baisse du taux de fécondité (embryons)

# Suivi de la qualité d'une partie du bassin versant de la Seine (agglomération parisienne)



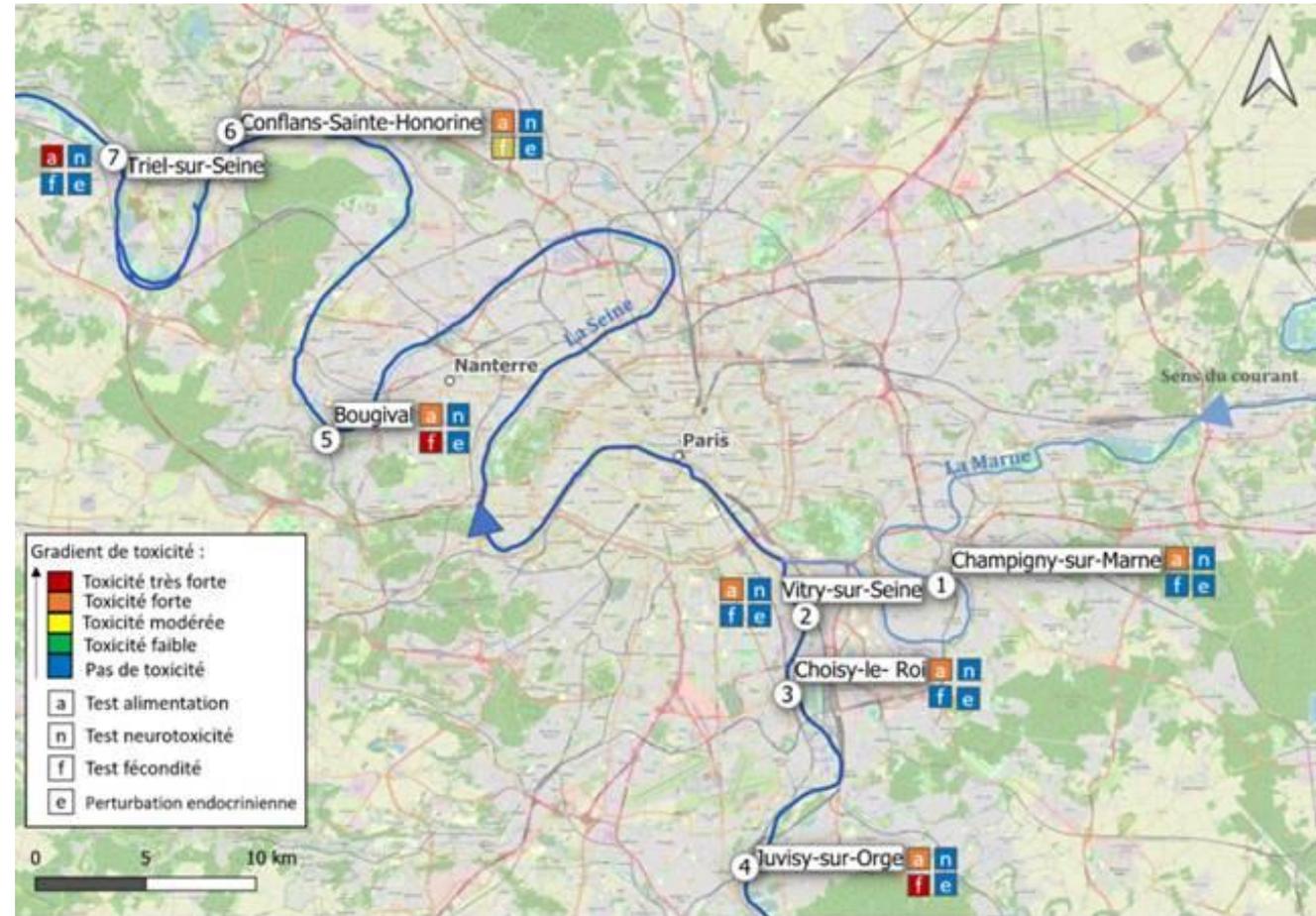
SIAAP  
Service public de l'assainissement francilien



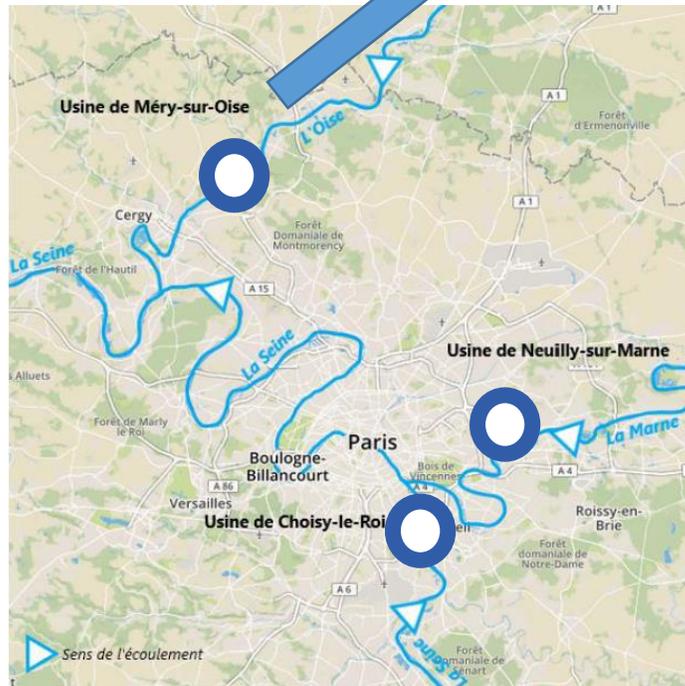
inneauvation  
l'innovation au service de l'eau  
Programme  
MeSeine Innovation



MeSeine  
Innovation



# Diagnostic de l'impact potentiel de rejets d'une usine de production d'eau potable sur le milieu



Usine de Méry-sur-Oise

Test d'alimentation

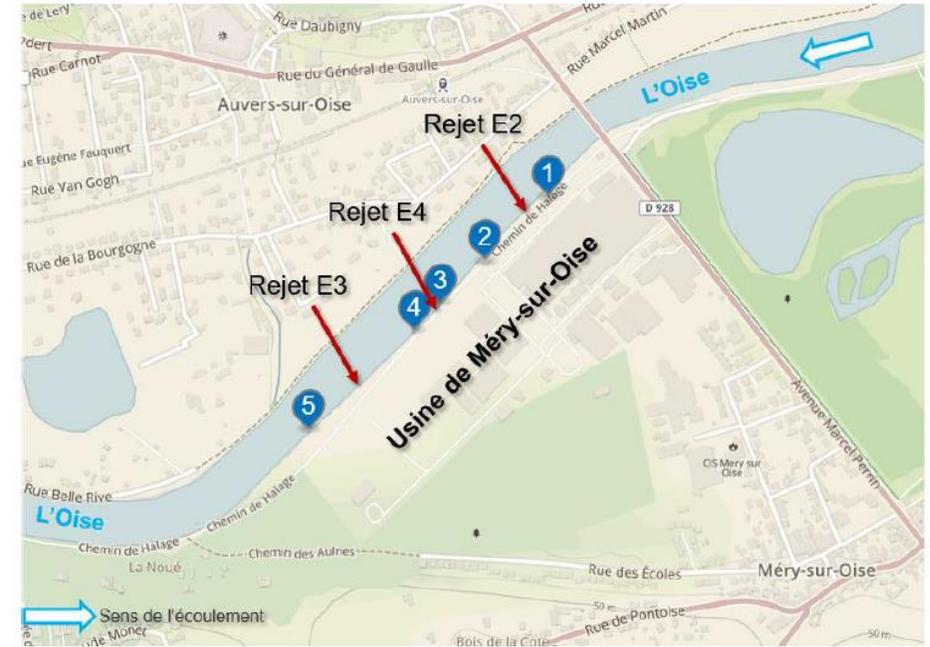
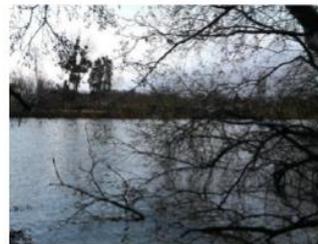
1



2



3



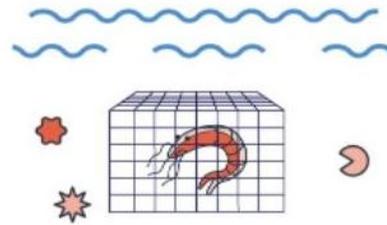
4



5

# CONCLUSION

ECHELLES DE  
CONTAMINATION ET  
DE TOXICITE



	<p><b>DCE</b></p> <p>Directive Cadre européenne sur l'Eau du 23 octobre 2000 qui oblige les états membres à retrouver un bon état écologique des eaux d'ici à 2015</p>
	<p><b>Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques</b></p> <p>Promulguée le 30 décembre 2006</p>
	<p><b>SDAGE</b></p> <p>Schéma Directeur pour l'Aménagement et la Gestion des Eaux Un par grand bassin versant de France, pour une durée de 5 ans</p>
	<p><b>SAGE</b></p> <p>Schéma pour l'Aménagement et la Gestion des Eaux Pour des plus petits bassins versants</p>



France Eau  
Biosurveillance



# PERSPECTIVE

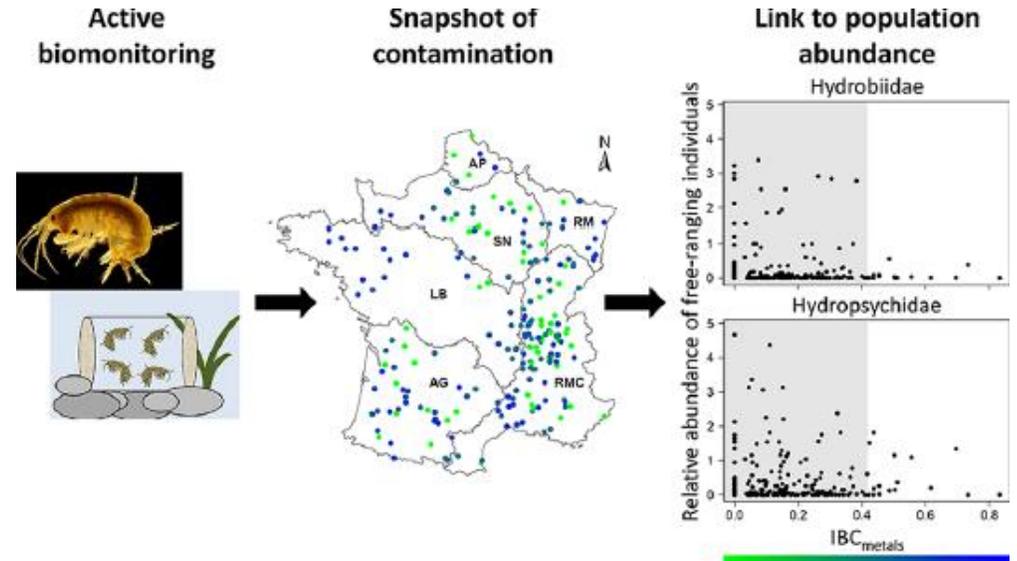
## Multisubstance Indicators Based on Caged *Gammarus* Bioaccumulation Reveal the Influence of Chemical Contamination on Stream Macroinvertebrate Abundances across France

Benjamin Alric,<sup>†</sup> Olivier Geffard,<sup>†</sup> André Chandesris,<sup>‡</sup> Martial Ferréol,<sup>‡</sup> Adeline François,<sup>†</sup> Olivier Perceval,<sup>§</sup> Jérémy Piffady,<sup>‡</sup> Bertrand Villeneuve,<sup>‡</sup> and Arnaud Chaumot<sup>\*,†</sup>

<sup>†</sup>Irstea, UR RiverLy, Laboratoire d'Écotoxicologie and <sup>‡</sup>Irstea, UR RiverLy, Laboratoire d'Hydrobiologie Quantitative, Centre Lyon-Villeurbanne, 5 rue de la Doua CS 20244, F-69625 Villeurbanne, France

<sup>§</sup>Agence Française Pour La Biodiversité, site de Vincennes, 5 Square Felix Nadar, 94300 Vincennes, France

 Supporting Information



# Merci de votre attention



[guillaume.jubeaux@biomae.fr](mailto:guillaume.jubeaux@biomae.fr)

Cofondateur (PhD écotoxicologie)

CTO

06 78 76 93 54

<https://biomae.fr/>



Association

<https://france-eau-biosurveillance.fr/>



Filière française de l'eau

<https://www.conseil-national-industrie.gouv.fr/comites-strategiques-de-filiere/la-filiere-eau>