



**19<sup>e</sup>** colloque annuel  
du réseau ECOBIM



**Banyuls-sur-mer**  
22-24 mai 2024



## Mot du comité d'organisation du colloque

Au nom du comité d'organisation et du comité scientifique, nous avons le plaisir de vous accueillir à cette 19<sup>ème</sup> rencontre annuelle du réseau ECOBIM dans la belle ville de Banyuls-sur-Mer dans le sud de la France. Cette année marque un jalon important puisque nous célébrons également le 20<sup>ème</sup> anniversaire de notre réseau, un collectif dédié à fédérer les équipes de recherche internationales du monde francophone autour de projets collaboratifs en écotoxicologie des milieux aquatiques.

Cette rencontre exceptionnelle réunira chercheur.e.s, universitaires, étudiant.e.s ainsi que des représentant.e.s du secteur économique et culturel (entreprises, collectivités locales, parcs et aquariums) pour trois jours d'échanges et de discussions enrichissantes sur l'écotoxicologie aquatique. Nous sommes particulièrement honoré.e.s d'organiser cet évènement à l'Observatoire Océanologique de Banyuls-sur-Mer, qui accueille le colloque pour la première fois. Son emplacement privilégié sur la Côte Vermeille, à proximité de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls, offre un cadre idéal pour aborder notre thématique phare : **"Enjeux et impacts de la pollution chimique et des déchets en Méditerranée"**.

La Méditerranée, un épicode vital des échanges commerciaux et culturels, est aujourd'hui confrontée à une vulnérabilité accrue en raison de son exceptionnelle biodiversité et de la pollution intense qui la menace, parfois décrite comme la "mer la plus polluée du monde". Ce constat alarmant, renforcé par le changement climatique, nécessite une attention particulière sur l'exposome marin de ce bassin fragile. Notre colloque aspire à mettre en lumière les recherches les plus récentes en écotoxicologie aquatique et à contribuer à la compréhension des impacts de la pollution marine en Méditerranée.

Nous sommes impatient.e.s de vous accueillir pour ce moment de partage et de découverte. Que ce colloque soit pour vous l'occasion de nouer des liens, d'échanger des connaissances et d'inspirer des actions futures. Nous vous souhaitons trois journées enrichissantes et stimulantes au cœur de la Méditerranée.

Le comité d'organisation du 19<sup>ème</sup> colloque annuel ECOBIM 2024

# Comités

## Comité d'organisation

Maeva Giraud, Sorbonne Université  
Fanny Clergeaud, Sorbonne Université  
Claire Guillier, Sorbonne Université  
Océane Thibault, Sorbonne Université  
Leïla Chapron, Plastic at Sea  
Alice Rodrigues, CNRS  
Karine Escoubeyrou, CNRS  
Adèle Wolinski, Plastic at Sea  
Didier Stien, CNRS  
Philippe Lebaron, Sorbonne Université  
Vincent Byzyk, Le Mans Université

## Comité scientifique

Maeva Giraud, Sorbonne Université  
Messika Revel, UniLasalle  
Pauline Pannetier, ANSES  
Emeline Houël, CNRS  
Valérie Cornet, Université de Namur (Belgique)  
Michel Auffret, Université de Bretagne Occidentale  
Jonathan Verreault, UQAM (Québec)  
Patrice Couture, INRS (Québec)  
Richard Saint-Louis, UQAR (Québec)  
Jérôme Cachot, Université de Bordeaux  
Mohamed Banni, ISBM (Tunisie)

## Comité étudiant

Claire Guillier, Sorbonne Université  
Sophia Ferchiou, INRS (Québec)  
Marie-Eve Blanchette, Université de Bordeaux  
Océane Thibault, Sorbonne Université  
Camille Ferré, Sorbonne Université  
Oriane Delena, Université de Perpignan Via Domitia  
Vincent Byzyk, Le Mans Université

## Partenaires

Le réseau ECOBIM remercie chaleureusement tous les partenaires qui ont soutenu financièrement l'organisation de ce colloque 2024.



## Présentation Toxi Plan®

Créée en 2019, Toxi Plan® est une entreprise de prestation de services spécialisée dans l'évaluation de la sécurité et des risques de produits finis.

Quelles compétences ?

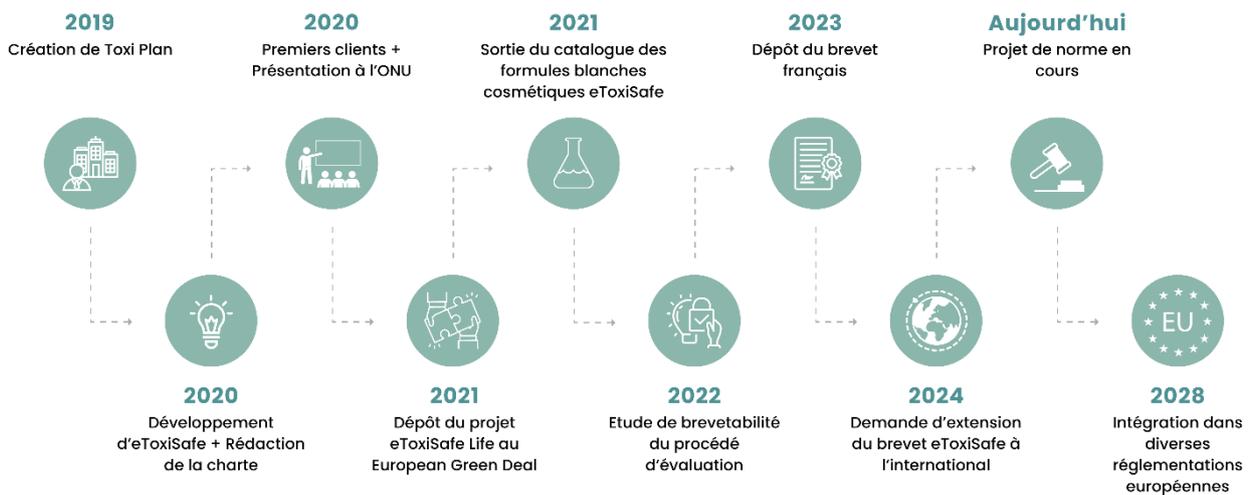
Quels secteurs d'activité ?

- AFFAIRES RÉGLEMENTAIRES
- TOXICOLOGIE
- ÉCOTOXICOLOGIE
- ÉVALUATION DES RISQUES



## Histoire eToxiSafe®

eToxiSafe® est notre démarche brevetée qui innove dans l'évaluation de l'impact écotoxique des produits finis sur les écosystèmes aquatiques et terrestres. Sa force repose sur l'utilisation de notre calculateur eToxiSafe®, notre charte et nos logos.



Partenaire éco-formulation :



+33 (0)6 81 96 68 90

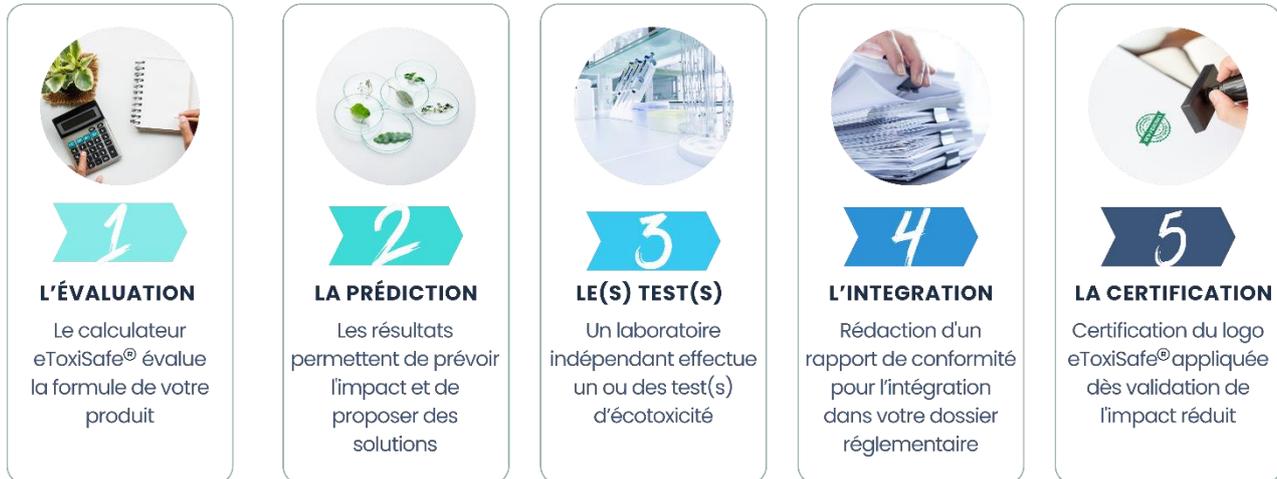
contact@toxiplan.com | www.toxiplan.com

7 Rue Benjamin Franklin, Bâtiment Gauche B, ZI TRIASIS,  
31140 LAUNAGUET, FRANCE

Nos agréments R&D :



## Etapas eToxiSafe®



## Avantages de la démarche eToxiSafe®

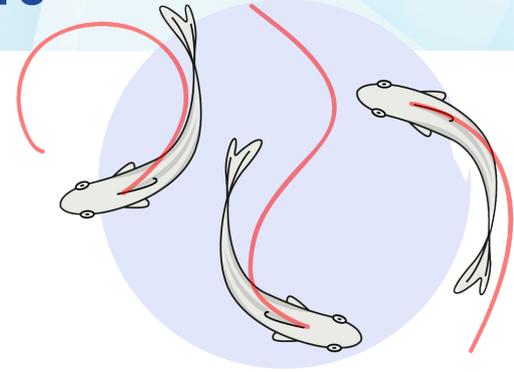
- Prédiction des chances de réussite aux tests d'écotoxicité du produit fini par le calculateur eToxiSafe®.
- Proposition de solutions en cas de chances de réussite insuffisantes.
- Prédiction de la concentration du produit fini attendue dans l'environnement (PEC) par le calculateur eToxiSafe®.
- Prédiction de la concentration maximale sans effet de chaque ingrédient dans l'environnement par le calculateur eToxiSafe®.
- Evaluation de l'impact écotoxique d'un produit fini et de gammes de produits finis sur divers organismes aquatiques et terrestres.
- Acquisition de nos logos eToxiSafe® pour communiquer auprès des consommateurs.

Partenaire éco-formulation :

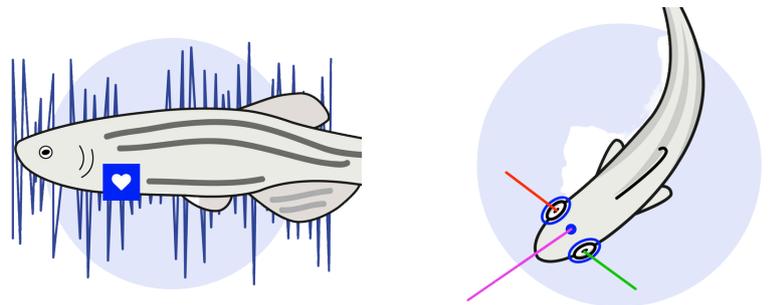
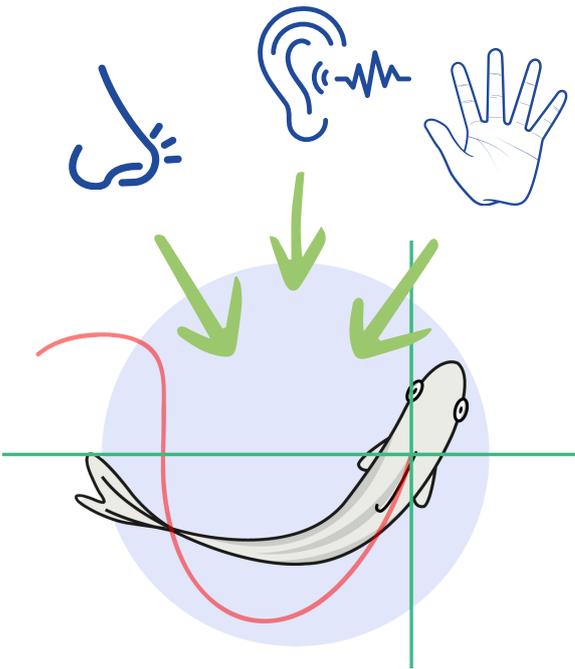
Nos agréments R&D :

## AQUATIC SPECIES BEHAVIOR MONITORING

### LARVAL AND ADULT FISHES ANALYSIS



### WIDE RANGE OF STIMULUS



### OPERANT CONDITIONNING



## LONG TERM MULTISPECIES SCREENING

### ToxmateLab

Brand new tool to perform long term and high throughput behavioral assessment in a controlled environment.

- up to 48 organisms tracked simultaneously.
- Continuous monitoring and water flow



### Aquatic species such as

- gammarus
- lymnea
- radix
- daphnia magna
- etc ...



“Zebra Mussels”

## VALVOMETRY SOFTWARE BIVALVES ASSESSMENT

Valvometry application in a non-invasive method to study water toxicity. It can be used as an early warning approach. Our software allows to continuously monitor gaping behaviour :

- opening time
- distance
- frequency
- Monitor several bivalves simultaneously



# MICROBIOTESTS

SOLUTIONS FOR ENVIRONMENTAL TOXICITY TESTING

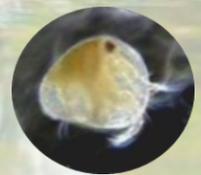
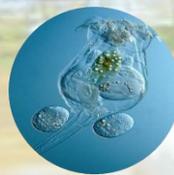
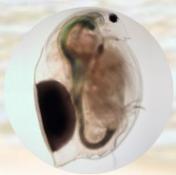
## Standardized and stock culture-independent bioassay kits and test biota

A whole battery of ecotoxicological bioassays  
with bacteria, crustaceans, micro-algae, protozoa,  
rotifers and higher plants

User - Friendly

Conform with International Standards

Cost - Effective



r-biopharm®



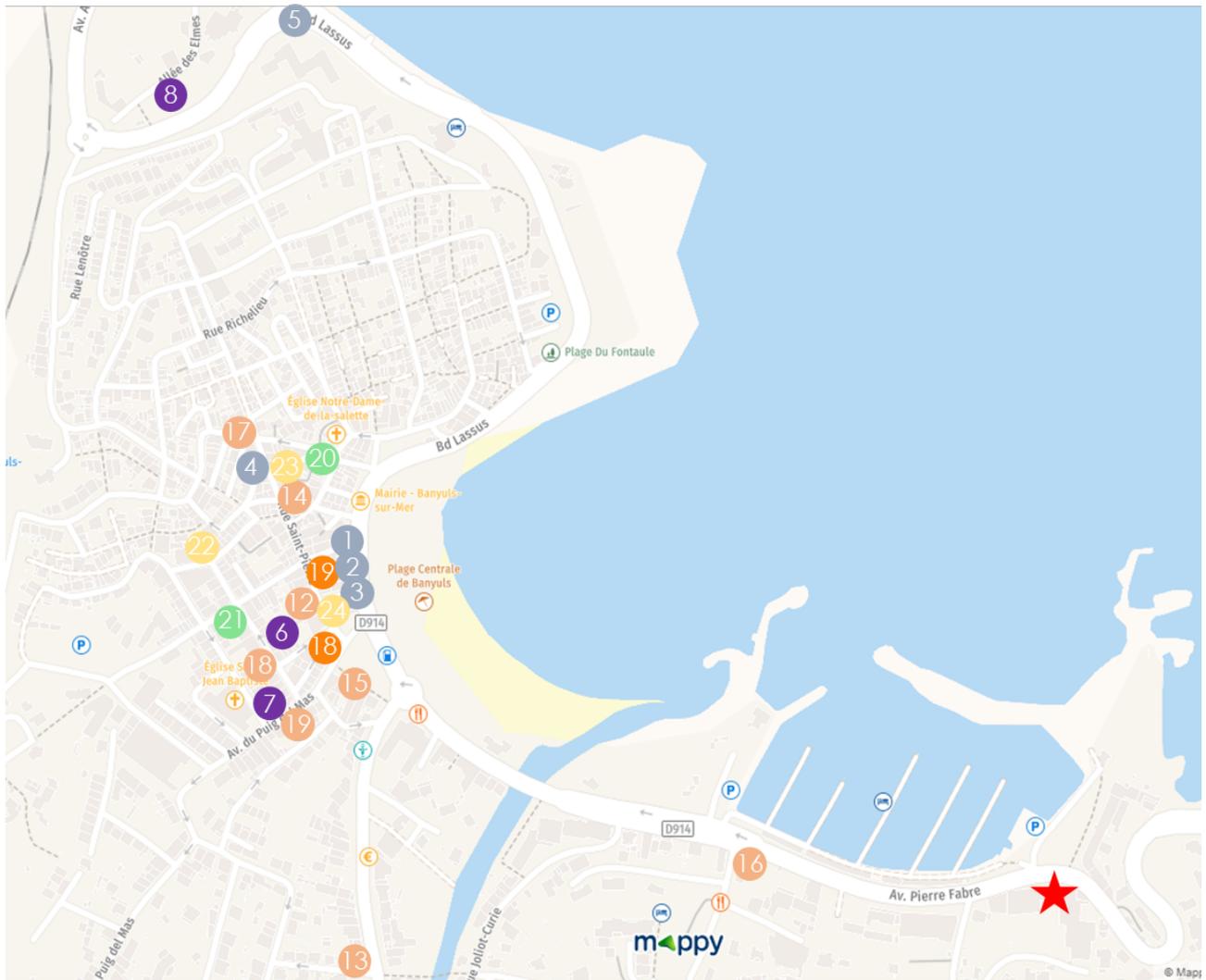
### Microbiotests distributor for France

R-Biopharm France  
5c rue Claude Chappe  
Parc d'affaires de Crécy  
69370 Saint-Didier au Mont D'Or  
Tel : +33 (0) 4 78 64 32 00  
e-mail : standard@r-biopharm.fr

MICROBIOTESTS - Kleimoer 15 - 9030 Gent- BELGIUM

[www.microbiotests.com](http://www.microbiotests.com)

## Quelques restos/bars à Banyuls



### ★ Observatoire Océanologique de Banyuls

#### Bars & Tapas :

- 1 Le Corsaire €
  - 2 Le Blabla €
  - 3 Café des Platanes €
  - 4 Café Coves €
  - 5 La Cabana d'Arno €€
- Bars à tapas classiques mais efficaces; avantage au Corsaire pour les tapas
- Petit bar à vins associatif, tapas très peu onéreux et excellents. Ouvre à 18h
- Terrasse surplombant la mer, vue époustouflante

#### Boulangerie & Pâtisserie :

- 6 Paille i verde
- 7 Maël & Gaël
- 8 Chez Carine

#### Produits du terroir :

- 9 La vinaigrerie La Guinelle
- 10 Mon Club de Vin
- 11 Roussillon & CO

#### Restaurants :

- 12 Casa Dina € Familial et peu onéreux
  - 13 9 caves €€€ Cave à vins naturels et tapas gastronomiques
  - 14 La Vieille Cave €€ Pizzeria cuisine locale
  - 15 La Table de Jordi €€€ Poissons – fruits de mer
  - 16 Le Jardin Saint Sébastien €€ Cuisine vigneronne
  - 17 La Quintessence €€€ Choix végété/véganes
  - 18 Da Lio € Pizzeria
  - 19 El Xadic del Mar €
- Local, 1 service, fait maison, vins naturels, horaires aléatoires

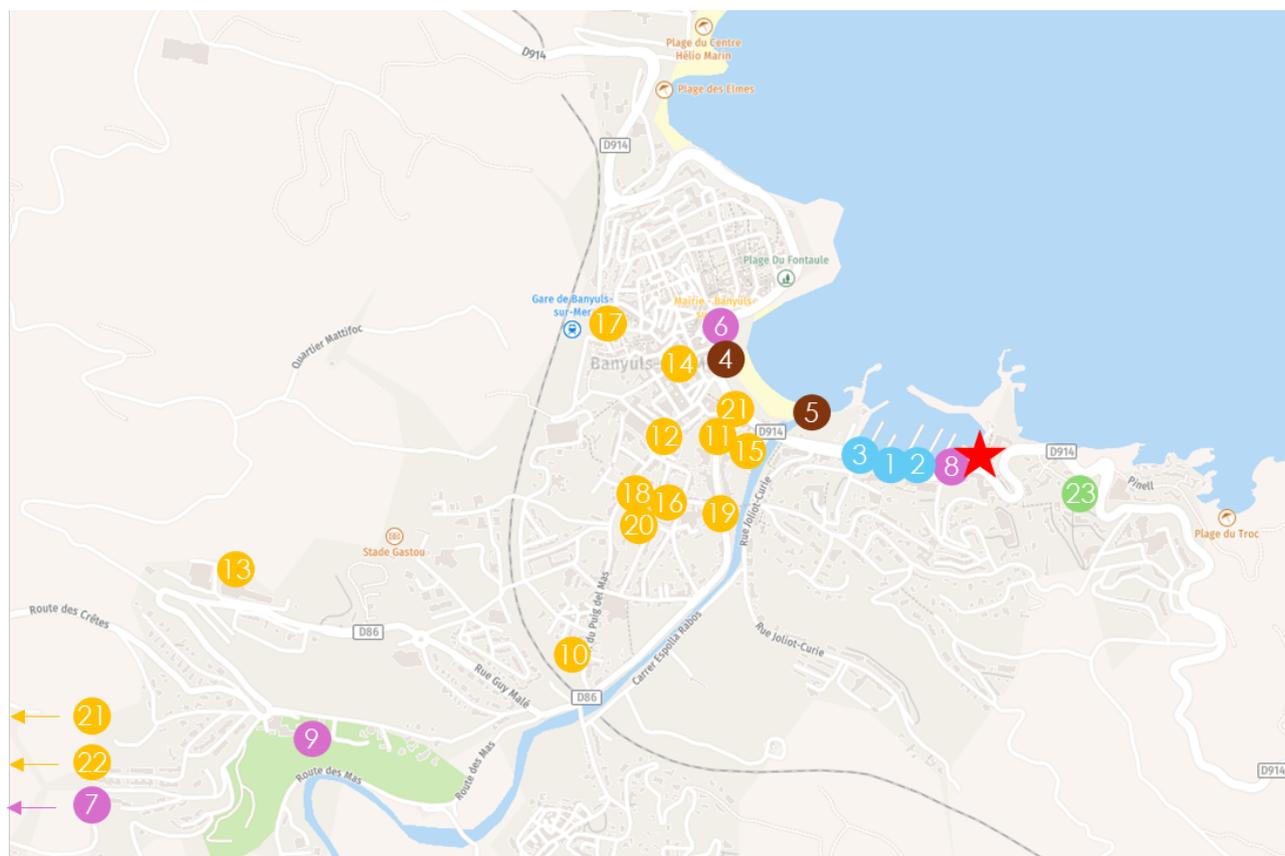
#### Glaces :

- 20 Le Glacier bleu
- 21 Hernandez

#### Shopping :

- 22 Solo shop
- 23 Hello Terroir

## Des activités à Banyuls



### ★ Observatoire Océanologique de Banyuls

#### Activités – côté mer :

- 1 AquaBlue
- 2 Plongée bleue
- 3 Aléoutes Kayak mer

#### Activités – côté terre :

- 4 Maison de la randonnée
- 5 Pétanque

#### Activités culturelles :

- 6 Office du tourisme
- 7 Musée Maillol
- 8 Biodiversarium
- 9 Jardin Méditerranéen

#### Caves & brasserie :

- 10 Domaine Tambour
- 11 Domaine Casot des Mailloles
- 12 Banyuls l'Etoile
- 13 Terre des templiers
- 14 Domaine Traginer
- 15 Domaine Madeloc
- 16 Domaine Vial-Magnères
- 17 Domaine de la Casa blanca
- 18 Domaine Augustin/Parcé Frères
- 19 Les 9 caves
- 20 Domaine de la Rectorie
- 21 Domaine Berta Maillol
- 22 Brasserie La Trabuc

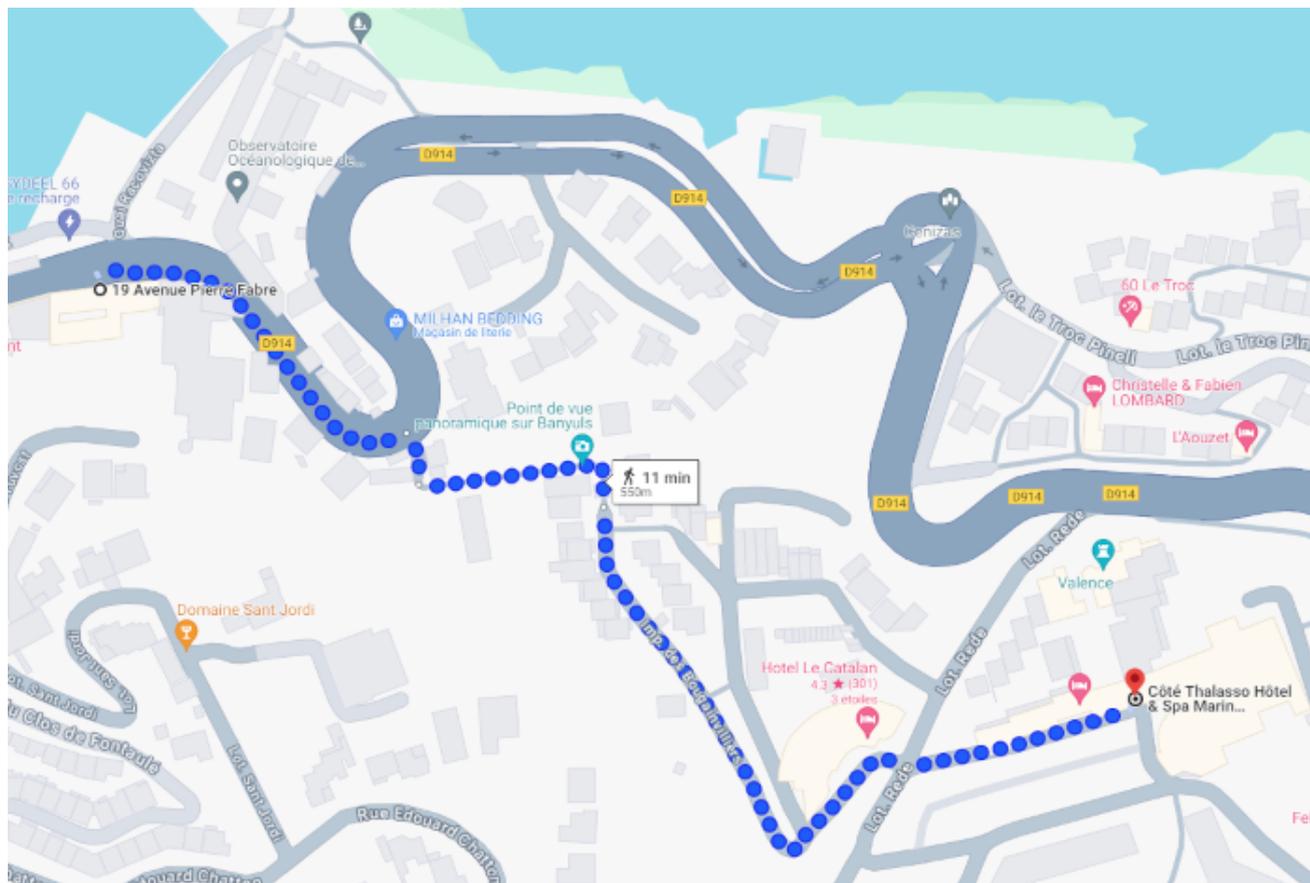
#### Activités bien-être :

- 23 Spa Côté Thalasso

## Se rendre au restaurant (22 & 23 mai midi)

### Restaurant Côté Thalasso

Avenue de la Côte Vermeille, 66650 Banyuls-sur-mer



## Formation MOSAIC



### **SAVOIR ÉVALUER LA TOXICITÉ D'UNE SUBSTANCE** **Concepts, méthodes et exercices pratiques pour prendre en main la** **plateforme web MOSAIC**

Les objectifs de cette formation sont prioritairement de :

1. Comprendre les enjeux de la modélisation comme outil d'évaluation du risque environnemental (ERE) lié à la présence de xénobiotiques ;
2. Savoir déterminer pour une combinaison espèce/substance donnée des concentrations critiques d'effets sur les traits d'histoire de vie classiquement collectés selon les protocoles expérimentaux standards (par ex. pour la constitution des dossiers de demande d'autorisation de mise sur le marché de nouvelles molécules).

Les lignes directrices européennes sur l'évaluation des risques liés aux produits chimiques ont récemment été modifiées (directives sur les pesticides et les biocides) afin notamment d'améliorer leur réalisme écologique tout en limitant le recours aux tests sur des animaux de laboratoire.

Ces nouveaux textes officiels recommandent tous l'utilisation d'outils de modélisation mathématique et statistique appropriés, à des fins cognitives et prédictives. Cette formation, à la portée de tous, vise à aider à déterminer pour un couple espèce/substance donnée la concentration au-delà de laquelle la substance devient toxique pour l'espèce, et par voie de conséquence pour l'environnement dans lequel elle vit et plus généralement pour la biodiversité.

Nous nous baserons exclusivement sur la plateforme web gratuite MOSAIC : <https://mosaic.univ-lyon1.fr>.



**Sandrine Charles** est Professeur à l'université de Lyon au laboratoire de Biométrie – Biologie Évolutive (UMR CNRS 5558) où elle mène des recherches dans le cadre de l'évaluation quantitative du risque en écotoxicologie par le développement de méthodes et d'outils visant à identifier les substances potentiellement dangereuses, à définir des seuils de concentrations acceptables aux différents niveaux d'organisation biologiques, à élaborer des indicateurs de la qualité environnementale, mais aussi à caractériser les liens de causalité entre toxicité et impact écologique.

## Conférence grand public



### Source, transfert et devenir des macro et micro-plastiques à l'interface terre-mer : Cas d'une zone d'étude pionnière, le littoral des Pyrénées-Orientales



**Philippe Kerhervé** est enseignant-chercheur à l'Université de Perpignan Via Domitia. Il travaille au Centre de Formation et de Recherche sur les Environnements Méditerranéens (CEFREM).

Son travail se concentre sur le transfert et le destin des matières organiques particulières (MOP), des microplastiques (MP) et des déchets marins dans un système côtier, depuis les sources jusqu'aux zones de dépôt.

#### Résumé :

Lors d'une première thèse (Mel Constant, 2015-2018) au CEFREM sur l'aspect *source-to-sink* des micro-plastiques (MPs) dans le Golfe du Lion (GdL), nous avons pu établir un premier bilan numéraire et massique des apports d'un fleuve typique côtier méditerranéen : la Têt. Fort de cette expérience basée sur l'étude de terrain, nous avons développé une approche

modélisatrice sur ces transferts continent-océans des MPs et sur le devenir des MPs en Méditerranée (thèse de Lisa Weiss, 2021).

Cependant, le questionnement sur l'origine de ces MPs marins nous a rapidement fait prendre conscience de l'importance des macro-déchets plastiques lessivés par les pluies dans les bassins versants, comme source de MPs par fragmentation mécanique et photochimique. Pour réduire efficacement la quantité de MPs dans les océans, nous devons donc réduire la quantité de macro-déchets plastiques qui transitent dans les bassins versants. Un deuxième axe d'étude s'est donc développé sur les flux de macro-déchets continentaux déversés en mer par les fleuves. Nous avons ainsi créé en 2020 le projet REDPLAST66, qui associe la recherche institutionnelle (le CEFREM) avec une association environnementale de bénévoles luttant contre les déchets sur le littoral du département depuis 20 ans (CITECO66) et 2 petites PME locales (Seaneo et Nostra Mar). Ce projet nous a permis de définir des flux massiques annuels de déchets plastiques flottants déversés en mer par la Têt, de définir des scénarios de transfert et de proposer aux gestionnaires des espaces publics naturels des solutions simples et économiques pour réduire ces flux.

Malgré toutes ces années sur le terrain, de nombreux verrous méthodologiques subsistent. Parmi ces verrous, j'aborderai trois axes développés actuellement :

1) Quid des flux en période de crue ? Les crues méditerranéennes sont rares mais extrêmement intenses. Les prélèvements manuels et observations visuelles ne peuvent être effectués lors de ces périodes dangereuses. Une station de pompage automatique permettra de travailler sur les prélèvements pour les MPs. Pour les macro-déchets, nous développons un nouveau mode d'acquisition de données en continu par l'intermédiaire d'une caméra hyperspectrale.

2) Quid des flux par les déchets charriés par le fond ? L'estimation des flux annuels de déchets plastiques par la Têt est forcément sous-évaluée dans la mesure où nous ne comptons que les déchets flottants, de surface, donc visibles. Depuis 2024, nous travaillons sur les flux de déchets plastiques, plus denses et donc charriés par le fond de la Têt.

3) Quid des déchets flottants disséminés en pleine mer ?

Depuis quelques années, nous travaillons également au CEFREM à discriminer à l'aide d'une caméra hyperspectrale les déchets plastiques dans toute leur diversité des autres matériaux naturels flottants (ex : bois, algues, ...), et ceci en intégrant les interférences potentielles des processus de vieillissement des déchets plastiques en mer (photo-oxydation et biofouling). L'objectif de ce projet, soutenu par la Fondation Van Allen et le Centre Spatial Universitaire de Montpellier (CSUM) est de lancer dans les années à venir un nano-satellite dédié à la surveillance des macro-plastiques flottants en mer.

## Conférence d'ouverture



### Sea, crèmes and sun : décrypter les étiquettes pour protéger la vie marine



**Maeva Giraudo** est ingénieure de recherche en écotoxicologie marine à Sorbonne Université.



**Émeline Houël** est ingénieure de recherche en analyse chimique au CNRS.

Elles travaillent au sein du Laboratoire de Biodiversité et Biotechnologies Microbiennes (LBBM) à l'Observatoire Océanologique de Banyuls-sur-Mer.

#### Résumé :

Les écosystèmes marins océaniques sont dangereusement exposés à diverses pressions, incluant la pollution chimique, notamment du fait des contaminants d'intérêt émergent (CEC). Parmi ces composés figurent les produits de soin corporel, et en particulier les filtres UV utilisés dans les crèmes solaires. Avec le développement croissant du tourisme, les plages et les zones côtières sont de plus en plus sollicitées et subissent une forte pression anthropique. L'utilisation de produits de protection solaire est largement encouragée par les professionnels de la santé et les gouvernements pour limiter les risques induits par les rayons UV. Or un récent rapport de l'Agence française de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail (ANSES) mentionne les filtres UV organiques comme une classe importante de polluants parmi les CEC, 45 % des filtres UV testés étant associés à des risques toxiques avérés pour les récifs coralliens. Cette conférence donnera un aperçu de cette situation, des travaux menés sur ce sujet à l'Observatoire Océanologique, et s'attachera à guider le public dans la jungle des ingrédients des crèmes solaires, pour trouver des solutions permettant de protéger à la fois la santé humaine et la santé environnementale.

# Programme général

**Mardi 21 mai**

10h30	Formation MOSAIC
12h30	<i>Pause repas</i>
14h30	Formation MOSAIC
	<i>Pause café</i>
	Formation MOSAIC
17h30	Activités sociales étudiantes

**Mercredi 22 mai**

08h30	Accueil - Inscriptions
09h00	Mots de bienvenue
	evertéa - OOB
09h30	Plénière d'ouverture
10h30	<i>Pause café</i>
	Exposome, approches non-ciblées
12h15	<i>Pause repas</i>
13h45	<i>Pause repas</i>
14h00	IFQM
14h00	Exposome, approches non-ciblées
14h45	Pollution chimique et déchets en Méditerranée
16h00	<i>Pause café</i>
	Bioessais et méthodologie
17h30	Cocktail – session d'affiches
19h00	Conférence grand public
20h00	

**Jeudi 23 mai**

08h45	Bioessais et méthodologie
	<i>Pause café</i>
10h45	Biosurveillance et remédiation
12h10	<i>Pause repas</i>
13h45	AGA
14h45	Effets des polluants
16h15	<i>Pause café</i>
	Effets des polluants
17h15	Visite de cave à Banyuls
19h00	
19h30	Diner de gala
23h30	

**Vendredi 24 mai**

08h30	Effets des polluants
	<i>Pause café</i>
10h15	Prix étudiants
10h45	Table ronde
12h15	
14h00	Visite de Collioure
17h00	

## Horaire détaillé

### Mardi 21 mai

10h30 – 12h30	Formation MOSAIC – <b>Sandrine CHARLES</b> , Université de Lyon 1	e-learning
13h00 – 14h00	Repas du midi	Rest. OOB
14h30 – 16h00	Formation MOSAIC (suite)	e-learning
16h00 – 16h30	Pause café	
16h30 – 17h30	Formation MOSAIC (fin)	e-learning
17h30 – ...	Activités sociales étudiantes	Banyuls

### Mercredi 22 mai

08h30 – 09h00	Accueil des participant.es et inscriptions	Amphithéâtre
09h00 – 09h25	Mots de Bienvenue - Comité d'organisation/direction ECOBIM – <b>Maeva GIRAUDO, Michel AUFFRET, Richard SAINT-LOUIS</b> - Directeur de l'Observatoire Océanologique de Banyuls – <b>Yves DESDEVISES</b>	Amphithéâtre
09h25 – 09h30	Présentation de la fondation evertéa – <b>Damien BAUDIFFIER</b>	Amphithéâtre
09h30 – 10h30	Plénière d'ouverture – <b>Maeva GIRAUDO et Émeline HOUËL</b> , Sorbonne Université/CNRS  Sea, crèmes and sun : décrypter les étiquettes pour protéger la vie marine	Amphithéâtre
10h30 – 11h00	Pause café	Hall & cafétéria
<b>11h00 – 12h15</b>	<b>Exposome et approchées non-ciblées 1</b> Coprésident.e.s de session : Yosra BEN CHEIKH, Cloé FALCOZ	Amphithéâtre
11h00 – 11h15	<b>Muriel RAVETON</b>  Chronologie des impacts des pollutions sur la biodiversité par l'étude des archives sédimentaires lacustres <i>Université Grenoble Alpes, CNRS, Laboratoire d'Ecologie Alpine</i>	
11h15 – 11h30	<b>Claire GUILLIER</b>  Effets des filtres minéraux sur le métabolome du corail <i>Pocillopora damicornis</i> <i>Sorbonne Université, CNRS, Laboratoire de Biodiversité et Biotechnologies Microbiennes</i>	

11h30 – 11h45	<b>Laure BELLEC</b> Perturbations des communautés bactériennes de poissons marins induite par l'exposition aux crèmes solaires commerciales <i>Université de Bordeaux, CNRS, EPOC Equipe Ecotoxicologie Aquatique</i>	
11h45 – 12h00	<b>Sandrine PICOTTE</b> Evaluation de l'impact des polluants sur les refuges thermiques du saumon atlantique : cas d'étude du ruisseau de la Savane et de la rivière Rimouski, Québec <i>Université du Québec à Rimouski, Institut des Sciences de la Mer</i>	
12h00 – 12h15	Présentations flash	Amphithéâtre
	<b>Jérémie OHANESSIAN</b> - Effets transcriptionnels dose- et temps- dépendants chez <i>Daphnia magna</i> exposée au di-n-butyl phtalate <b>Béatrice ROCHER</b> - Clusters des protéines identifiées chez la moule bleue suite à une infection à <i>Vibrio splendidus</i> <b>Julie HETRU</b> - Impact environnemental sur l'horloge épigénétique du Killifish turquoise, <i>Nothobranchius furzeri</i>	
12h30 – 13h30	Repas du midi	Restaurant Côté Thalasso
13h45 – 14h00	Présentation de l'IFQM – <b>Vianney PICHEREAU (via Zoom)</b>	Amphithéâtre
<b>14h00 – 15h00</b>	<b>Exposome et approchées non-ciblées 2</b> Coprésident.e.s de session : Jonathan VERREAULT, Claire GUILLIER	Amphithéâtre
14h00 – 14h15	<b>Leila CHAPRON</b> Impact and interactions of macro- and microplastic plastispheres with the microbiome of cold-water corals <i>SAS Plastic At Sea</i>	
14h15 – 14h30	<b>Julie LUCAS</b> Impact of electromagnetic fields from offshore windfarm submarine electric cables on the development, biology and behavior of <i>Scyliorhinus canicular</i> <i>Museum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire BOREA</i>	
14h30 – 14h45	<b>Laure GARRIGUE-ANTAR</b> Identification et impacts des composés toxiques des ruissellements routiers par couplage d'analyses à large spectre (HRMS) et (éco)toxicologiques <i>Univ Paris Est Creteil, Leesu, Ecole des Ponts</i>	
14h45 – 15h00	<b>Cloé FALCOZ</b> Les herbiers de zostères : des alliés dans la décontamination des sédiments côtiers et la séquestration des gaz à effet de serre ? <i>Université du Québec à Rimouski</i>	

<b>15h00 – 16h10</b>	<b>Pollution chimique et déchets en Méditerranée</b> Coprésident.e.s de session : Richard SAINT-LOUIS, Yann MACHU	Amphithéâtre
15h00 – 15h15	<b>Hamza BENRAHMA (via Zoom)</b> A contribution to the environmental assessment of the Moroccan Coast using a multi-biomarker approach <i>University of Hassan II Casablanca, The national institute of Fisheries Research</i>	
15h15 – 15h30	<b>Oumaima BOUZAIENE</b> Etude de l'effet des microplastiques environnementaux et de leurs lixiviats sur l'invertébré marin <i>Hediste diversicolor</i> <i>Université de Sousse, Laboratoire d'Agrobiodiversité et d'Écotoxicologie</i>	
15h30 – 15h45	<b>Jeanne LICHTFOUSE</b> <i>Artemia salina</i> : les crevettes d'eau salée Occitanes pour étudier la cyanotoxine BMAA et ses isomères, DAB et AEG <i>Université de Nîmes, UPR CHROME</i>	
15h45 – 16h00	<b>Emeline HOUEL</b> Eco-exposome chimique en Méditerranée occidentale : une étude non ciblée des contaminants émergents dans deux zones de baignade de la Côte Vermeille <i>Sorbonne Université, CNRS, Laboratoire de Biodiversité et Biotechnologies Microbiennes</i>	
16h00 – 16h10	Présentations flash	Amphithéâtre
	<b>Lauryn OLLA</b> - Caractérisation de la réponse des coraux d'eau froide face à un océan plastique réchauffé <b>Yann MACHU</b> - Anthropogenic particulate copper fluxes to the Gulf of Lion	
16h10 – 16h30	Pause café	Hall & cafétéria
<b>16h30 – 17h30</b>	<b>Bioessais et méthodologies en écotoxicologie 1</b> Coprésident.e.s de session : Laure GARRIGUE-ANTAR, Corentine GUILLOTON	Amphithéâtre
16h30 – 16h45	<b>Grégory VOISIN</b> Toxi Plan® : une société de prestations de services en toxicologie et écotoxicologie réglementaire <i>Société Toxi Plan</i>	
16h45 – 17h00	<b>Marie-Soleil BOULAY</b> Protocoles de fractionnement subcellulaire pour des modèles d'animaux d'eau douce : Validation enzymatique et protéomique <i>Université du Québec à Montréal, Laboratoire de métallomique environnementale</i>	

17h00 – 17h15	<b>Anthony MATHIRON</b> Le gammare au cœur du développement de méthodes normalisées en écotoxicologie <i>BIOMAE</i>	
15h15 – 17h30	Présentations flash	Amphithéâtre
	<b>Amélie CANT</b> - Proposition d'une approche multi-bioessais pour l'évaluation du risque écotoxique des sédiments portuaires dragués avant immersion en mer <b>Pauline PANNETIER</b> - Développement d'un biomarqueur de différenciation lymphocytaire <i>in vitro</i> par cytométrie en flux <b>Suzie SEVERINO</b> - Etude de la toxicité des composés de différents pétroles bruts sur les hémocytes de bivalve par le développement d'une plateforme microfluidique <b>Marie-Ève BLANCHETTE</b> - Toxicité comparée de paillis de plastiques agricoles oxodégradables et biodégradables sur différentes espèces aquatiques	
17h30 – 19h00	Cocktail et session d'affiches	Biodiversarium
19h00 – 20h00	Conférence grand public – <b>Philippe KERHERVE</b> , CEFREM Source, transfert et devenir des macro- et micro-plastiques à l'interface terre-mer : cas d'une zone d'étude pionnière, le littoral des Pyrénées-Orientales	Amphithéâtre

## Jeudi 23 mai

08h45 – 10h20	<b>Bioessais et méthodologies en écotoxicologie 2</b> Coprésident.e.s de session : Pauline PANNETIER, Jeanne LICHTFOUSE	Amphithéâtre
08h45 – 09h00	<b>Sandrine CHARLES</b> Doit-on se soucier des incertitudes pour planifier de nouvelles expériences ? <i>Université Claude Bernard Lyon 1, Laboratoire de Biométrie – Biologie Évolutive</i>	
09h00 – 09h15	<b>Nicolas MARTIN</b> Variations de longueur des télomères entre populations sauvages d'un poisson invasif soumises à des stress environnementaux <i>Université de Toulouse, CNRS, IRD, Laboratoire Evolution et Diversité Biologique</i>	
09h15 – 09h30	<b>Corentine GUILLOTON</b> La motilité hémocytaire : marqueur d'inflammation chez <i>Mytilus edulis</i> <i>Université le Havre Normandie, UMR I02 SEBIO</i>	

09h30 – 09h45	<b>Jessy LE DU-CARRÉE</b> Chroniques du cocktail : impact des lixiviats de particules de pneus à travers divers modèles biologiques <i>University of Las Palmas de Gran Canaria</i>	
09h45 – 10h00	<b>Jérôme CACHOT</b> Quel est le risque écotoxicologique des peintures anti-salissures de bateau pour les écosystèmes marins côtiers ?	
10h00 – 10h20	Présentations flash	Amphithéâtre
	<b>Raphaël LAMI</b> - Evaluation écotoxicologique rapide et innovante de lixiviats de matériaux et revêtements antifouling à l'aide de bioreporteurs bactériens génétiquement modifiés <b>Romain COULAUD</b> - Development of a chronic toxicity assay in the larvae of the shrimp <i>Palaemon serratus</i> <b>Manon BAIN</b> - La définition de valeurs seuils, un défi réalisable pour les biomarqueurs ? Exposition dose-réponse de <i>Dreissena polymorpha</i> à des métaux <b>Frank LE FOLL</b> - Flash Phagocytose, un protocole-éclair qui apporte des réponses fondamentales et pratiques à l'évaluation des capacités immunitaires de <i>Mytilus</i> sp.	
10h20 – 10h45	Pause café	Hall & cafétéria
<b>10h45 – 12h10</b>	<b>Biosurveillance et remédiation</b> Coprésident.e.s de session : Benoît XUEREB, Michel AUFFRET	Amphithéâtre
10h45 – 11h00	<b>Sarah BANCEL</b> Etude des réponses embryonnaires d'un poisson migrateur à la qualité de l'eau des frayères dans un contexte de déclin de population <i>INRAE, UR EABX</i>	
11h00 – 11h15	<b>Chloé DE VERNISY</b> Déploiement de la biosurveillance sur le terrain : quelle approche ? <i>Université de Lorraine, CNRS, LIEC</i>	
11h15 – 11h30	<b>Richard SAINT-LOUIS</b> La bioremédiation naturelle d'une pollution par les hydrocarbures par les bactéries hydrocarbonoclastes, dans la voie navigable du Saint-Laurent (Québec) <i>Université du Québec à Rimouski, Département de biologie, chimie et géographie</i>	
11h30 – 11h45	<b>Georges RUCK</b> Surveillance opérationnelle des eaux usées pour la gestion en temps réel des contaminants émergents <i>INRAE, UR RiverLy</i>	

11h45 – 12h00	<b>Adèle WOLINSKI</b> La moule méditerranéenne <i>Mytilus galloprovincialis</i> comme potentiel bioindicateur de la pollution aux microplastiques en mer <i>Sorbonne Université, CNRS, Laboratoire d'Écogéochimie des Environnements Benthiques</i>	
12h00 – 12h10	Présentations flash	Amphithéâtre
	<b>Anthony MATHIRON</b> - Mesure des dommages à l'ADN chez le gammare à l'aide du test des comètes : nouveau biomarqueur pour la biosurveillance  <b>Grégoire BALLUAIS</b> - Uncoupling between microplastic inorganic and organic pollutants and toxicity in nine European rivers	
12h30 – 13h30	Repas du midi	Restaurant Côté Thalasso
13h45 – 14h45	Assemblée générale annuelle ECOBIM	Amphithéâtre
<b>14h45 – 17h20</b>	<b>Effets des polluants 1</b> Coprésident.e.s de session : Simon DEVIN, Nicolas MARTIN	Amphithéâtre
14h45 – 15h00	<b>Clara HAN</b> Impacts des perturbateurs endocriniens obésogènes dans le déclin des amphibiens <i>Université Grenoble Alpes, CNRS, Laboratoire d'Ecologie Alpine</i>	
15h00 – 15h15	<b>Vincent BLOUIN</b> Impact de la contamination métallique sur le métabolisme énergétique des grands brochets ( <i>Esox lucius</i> ) <i>Université du Québec à Montréal</i>	
15h15 – 15h30	<b>Marine SUCHET</b> Impacts de perturbateurs endocriniens thyroïdiens sur les stades embryo-larvaires de la truite arc-en-ciel <i>Université Bordeaux, CNRS, Bordeaux INP, EPOC</i>	
15h30 – 15h45	<b>Marie LEFRANC</b> Evaluation de la toxicité de trois Eléments de Terres Rares (La, Gd, Y) seuls ou en mélanges chez <i>Chironomus riparius</i> et <i>Hyalella azteca</i> <i>Université du Québec à Montréal, Laboratoire de Métallomique Environnementale</i>	
15h45 – 16h15	Pause café	Hall & cafétéria
	Coprésident.e.s de session : Frédéric SILVESTRE, Vincent BLOUIN	
16h15 – 16h30	<b>Béatrice GAGNAIRE</b> L'écotoxicologie du tritium : effets sur les poissons à plusieurs points de fin, de la molécule aux réponses individuelles – comparaison au rayonnement gamma <i>IRSN, PSE-ENV, SERPEN, LECO</i>	

16h30 – 16h45	<b>Jérémie OHANESSIAN</b> Effets du di-n-butyl phtalate (DBP) sur les traits d'histoire de vie de <i>Daphnia magna</i> et ses conséquences sur la dynamique de population : comparaison de deux régimes d'exposition <i>Université de Lorraine, CNRS, LIEC</i>	
16h45 – 17h00	<b>Ilef ROMDHANI</b> Caractérisation de l'effet de l'exposition des gamètes de <i>Mytilus galloprovincialis</i> aux microplastiques environnementaux sur la fertilité et la qualité des larves <i>Université de Monastir, Institut supérieur de biotechnologie de Monastir</i>	
17h00 – 17h20	Présentations flash	Amphithéâtre
	<b>Vincent BYZYK</b> - Développement et analyse de biomarqueurs d'effets de filtres UV chez le corail <i>Pocillopora damicornis</i>	
	<b>Fanny CLERGEAUD</b> - Transfert de 7 filtres solaires organiques de sédiments vers le ver marin <i>Hediste diversicolor</i> : bioaccumulation de la benzophénone-3 et métabolisation de l'octocrylène	
	<b>Zeineb KHILA</b> - Multibiomarker profiling reveals metal bioaccumulation dynamic in <i>Palaemon adspersus</i>	
	<b>Béatrice MORIN</b> - Effets biologiques des plastiques pétro- et bio-sourcés sur trois niveaux d'une chaîne trophique de la mer Baltique : une étude en mésocosme	
17h30 – 19h00	Visite de cave à Banyuls	Terres des Templiers
19h30 – 22h30	Diner de Gala	Clos de Paulilles

## Vendredi 24 mai

08h30 – 09h45	<b>Effets des polluants 2</b> Coprésident.e.s de session : Jérôme CACHOT, Marie LEFRANC	Amphithéâtre
08h30 – 08h45	<b>Sofia SOLOPERTO</b> Etude des effets des perturbateurs endocriniens d'un filtre-UV, la benzophénone-3, chez un poisson marin, le bar européen <i>Université le Havre Normandie, UMR I02 SEBIO</i>	
08h45 – 09h00	<b>Mohamed BANNI</b> Effets interactifs entre les microplastiques environnementaux et la salinité sur le développement larvaire de <i>Mytilus galloprovincialis</i> <i>Laboratory of Agrobiodiversity and Ecotoxicology, ISA, Chott-Mariem</i>	

09h00 – 09h15 **Jonathan VERREAULT**

Possible rôle combiné du stress et des polluants organiques persistants dans la dérégulation de l'axe thyroïdien chez les bélugas du Saint-Laurent

*Université du Québec à Montréal*

09h15 – 09h30 **Patrice COUTURE**

Influence du stress thermique sur l'absorption du cadmium chez l'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*), ses effets sur les indicateurs de condition et les implications du changement climatique

*Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau Terre Environnement*

09h30 – 09h45 **Yosra BEN CHEIKH**

Impact des antibiotiques et du benzophénone-3 sur les réponses immunitaires du *Mytilus edulis*

*Université le Havre Normandie, UMR 102 SEBIO*

09h45 – 10h15	Pause café	Hall & cafétéria
10h15 – 10h45	Remise des prix étudiants	Amphithéâtre
10h45 – 12h15	Table ronde, discussion générale Animation : <b>Frank LE FOLL, Mohamed BANNI, Maeva GIRAUDO</b>	Amphithéâtre
14h00 – 18h00	Visite guidée de Collioure	Collioure

## **ANNEXES**

Résumés des présentations orales et par affiches par ordre  
alphabétique

# Liste des auteurs

Adam-Guillermin Christelle, 24  
Alijagic Andi, 34  
Almeda Rodrigo, 34  
Amyot Marc, 10, 35  
Arcanjo Caroline, 24  
Aroua Salima, 8  
Aubert Dominique, 39  
Aubin Jean-Baptiste, 49  
Auffret Michel, 1

Bain Manon, 3, 22  
Bancel Sarah, 4  
Banni Mohamed, 5, 12, 48  
Barjhoux Iris, 33  
Baudiffier Damien, 6  
Bellec Laure, 7, 53  
Ben Cheikh Yosra, 1, 8, 27, 47  
Benrahma Hamza, 2  
Berthod Camille, 50  
Bessi Hlima, 2  
Beuret Maximilien, 3  
Blanchet Simon, 40  
Blanchette Marie-Eve, 9  
Blondeau-Bidet Eva, 40  
Blouin Karine, 45  
Blouin Vincent, 10  
Bouhallaoui Mina, 2  
Boulay Marie-Soleil, 11  
Bouzaiene Oumaima, 12  
Boyer Frederic, 46  
Braunbeck Thomas, 53  
Brosselin Vanessa, 13, 41  
Bultelle Florence, 47  
Byzyk Vincent, 14

Cachot Jérôme, 4, 9, 16, 53  
Caillard Claire, 3, 22  
Calas-Blanchard Carole, 29  
Calves Isabelle, 57  
Camilleri Virginie, 24  
Cant Amélie, 17  
Cardinal Sébastien, 51  
Catteau Audrey, 22  
Cavalié Isabelle, 24

Chapron Leila, 14, 18, 25  
Charles Sandrine, 15  
Charriere Bruno, 39  
Chaumot Arnaud, 49  
Chrétien Emmanuelle, 45  
Claitte Mélaine, 13  
Clerandau Christelle, 9, 16, 53  
Clergeaud Fanny, 14, 19, 25  
Combes Yann, 53  
Corminboeuf Anne, 45  
Coulaud Romain, 20  
Couture Patrice, 21  
Cusson Mathieu, 23  
Côté Gabriel, 45

Danion Morgane, 54  
De Vernisy Chloe, 3, 22  
Debier Cathy, 30  
Dehautt Alexis, 11  
Delaunay Delphine, 6  
Delaygue Gilles, 46  
Delignette-Muller Marie Laure, 42  
Delorme Nicolas, 41  
Demelier Anaëlle, 36  
Devin Simon, 3, 22  
Dion-Ferrera Fabrice, 11  
Dourville Jonas, 17  
Dreyer Pauline, 6  
Dupraz Valentin, 35

Elhaimour Bouchra, 2  
Elise Billoir, 42, 43  
Engwall Magnus, 34

Fagervold Sonja, 19  
Falcoz Cloé, 23  
Farcy Emilie, 40  
Felten Vincent, 43  
Ferland Joannie, 50  
Feurtet-Mazel Agnès, 9  
Ficetola Gentile Francesco, 46  
Florence Bultelle, 8  
Floriani Magali, 24  
Franklin Ellis, 42

Gaaied Sonia, 12, 48  
 Gagnaire Béatrice, 24  
 Galand Pierre, 18, 44  
 Galindo Virginie, 50  
 Gandar Aude, 29  
 Garrigue-Antar Laure, 26  
 Geffard Alain, 22  
 Geffard Olivier, 4, 13, 41, 49  
 Ghiglione Jean-François, 18  
 Giannoni Patrizia, 36  
 Gielly Ludovic, 46  
 Giraudo Maeva, 14, 25, 29  
 Giusti Petrucciani Nathalie, 8  
 Goncalves Valérie, 3  
 Gonindard Christelle, 46  
 Grimault Luna, 26  
 Gromaire Marie-Christine, 26  
 Guillemette François, 50  
 Guillier Claire, 14, 25  
 Guilloton Corentine, 8, 27  
  
 Han Clara, 28  
 Houde Magali, 55  
 Hoüel Emeline, 25, 29  
 Huynh Nina, 26  
 Hétru Julie, 30  
  
 Jacquin Lisa, 40  
 Jolicoeur Valérie, 55  
 Jubeaux Guillaume, 13, 41  
 Jumarie Catherine, 11  
  
 Keiter Steffen, 34  
 Kempkens Palacios Clara, 34  
 Khila Zeineb, 31  
 Kotlyar Oleksandr, 34  
  
 Lagerström Maria, 16  
 Lambert Jérôme, 30  
 Lami Raphaël, 32  
 Lanuzel Guillaume, 54  
 Larsson Maria, 34  
 Lartaud Franck, 18, 44, 57  
 Lavergne Edouard, 57  
 Lavoie Isabelle, 9  
 Le Bihanic Florane, 16  
 Le Foll Frank, 1, 8, 27, 33, 47  
 Le Roux Julien, 26  
 Le Strat Yoran, 1  
 Lebaron Philippe, 14, 19, 25  
 Lecluse Lucas, 36  
 Ledu-Carrée Jessy, 34  
 Lefranc Marie, 35  
  
 Legeay Alexia, 9  
 Lemarchand Karine, 50  
 Lesage Véronique, 55  
 Lichtfouse Jeanne, 36  
 Lionnet Clément, 46  
 Louis Wilfried, 17  
 Lucas Julie, 37  
 Ludwig Wolfgang, 39  
  
 Machu Yann, 39  
 Marcon Lionel, 25  
 Marie Lefranc, 11  
 Marsit Souhir, 45  
 Martin Nicolas, 40  
 Mathiron Anthony, 13, 41  
 Meistertzheim Anne-Leila, 18, 57  
 Menet-Nedelec Florence, 17  
 Meriem Yadoughi, 56  
 Michaud Robert, 55  
 Minucci Sergio, 48  
 Missawi Yossra, 12  
 Mlouka Rania, 12  
 Moïlleron R., 26  
 Morin Bénédicte, 38  
 Morin Thierry, 54  
  
 Neuzeret Didier, 49  
 Noguer Thierry, 29  
  
 Ohanessian JÉRÉMIE, 42, 43  
 Olivier Stéphanie, 8, 47  
 Olla Lauryn, 44  
  
 Page Melissa, 30  
 Pailles Christine, 46  
 Pain-Devin Sandrine, 3, 22  
 Pandard Pascal, 41  
 Pannetier Pauline, 53, 54  
 Perion Théo, 29  
 Perron-Labonté Ève, 11  
 Peru Erwan, 18  
 Picotte Sandrine, 45  
 Piehi Hinavai, 56  
 Poret Agnès, 8, 33, 47  
 Prud'homme Sophie, 42, 43  
 Pruski Audrey, 57  
  
 Racofier Lola, 16  
 Raveton Muriel, 28, 46  
 Reynaud Stéphane, 28, 46  
 Rioult Damien, 33  
 Rochard Eric, 4  
 Rocher Béatrice, 1, 8, 47

Rodrigues Alice, 19, 29  
Romdhani Ilef, 48  
Rosabal Maikel, 10, 11, 35  
Rotander Anna, 34  
Ruck George, 49

Sabatier Pierre, 46  
Saint-Louis Richard, 50, 51  
Sandre Fidji, 26  
Schiano Di Lombo Magali, 24  
Severino Suzie, 51  
Silvestre Frédéric, 30  
Simond Antoine, 55  
Sintes Mathias, 28  
Sjöberg Viktor, 34  
Sohm Bénédicte, 22  
Sola Jennifer, 39  
Soloperto Sofia, 8, 52  
Sotin Christine, 39  
Sroda Sophie, 28  
St-Louis Richard, 23, 45  
Stien Didier, 14, 19, 25, 29  
Suchet Marine, 53  
Supiot Lalie, 54  
Szkolnik Laurie, 16

Taberlet Pierre, 46  
Tettling Loïc, 57  
Thiry Simon, 42  
Thorel Evane, 19, 25  
Tran Damien, 57  
Tremblay Réjean, 51  
Tweddell Simon, 45

Venditti Massimo, 48  
Verreault Jonathan, 55  
Veyrenc Sylvie, 28  
Vincent Felten, 42  
Voisin Gregory, 56

Wagner-Beaulieu Elia, 45  
Wolinski Adèle, 57  
Wrzesinski Noémie, 35

Zaffino Marie, 3, 22

# Protocoles de biosurveillance dans les milieux côtiers très anthropisés : Cas d'une zone portuaire

**Michel Auffret<sup>1</sup>, Yoran Le Strat<sup>1</sup>, Béatrice Rocher<sup>2</sup>, Yosra Ben Cheikh<sup>2</sup>, Frank Le Foll<sup>2</sup>**

1. Institut Universitaire Européen de la Mer - Université de Brest, Laboratoire LEMAR, Technopôle Brest-Iroise, 29 280 PLOUZANE, France
2. Université LeHavre-Normandie, laboratoire SEBIO, 76063 Le Havre cedex, France

Les milieux côtiers abritent une part importante de la biodiversité marine et contribuent à l'essentiel de la production de biomasse des océans, pour partie exploitée par les populations humaines. Les activités humaines sont particulièrement concentrées dans les zones portuaires justifiant des aménagements lourds. L'état chimique y est toujours dégradé, que ce soit du fait d'entrées diffuses liées aux activités portuaires industrielles et au trafic maritime, mais également du fait de la présence récurrente d'une contamination qualifiée de «historique» [1]. Celle-ci concerne des substances organiques persistantes dangereuses, éventuellement interdites d'utilisation aujourd'hui, ainsi que quelques éléments-traces métalliques associés aux vases. Ces substances, associées au matériel particulaire, sont naturellement stockées dans les sédiments envasés des zones portuaires. Toutefois, leur réintroduction dans un cycle biogéochimique par une remise en suspension peut être à l'origine d'effets néfastes sur le biote. La mise en place de protocoles de biosurveillance est indiquée dans les contextes de mise en oeuvre de travaux de dragage des sédiments, de dossiers d'aménagement, mais aussi pour permettre aux gestionnaires de ces espaces de répondre à une demande sociétale pressante pour mener des activités nautiques ou même touristiques dans ces espaces maritimes souvent emblématiques. Cette présentation abordera donc différents aspects de l'approche écotoxicologique à partir d'une série de campagnes menées dans la zone portuaire de Brest. Les apports complémentaires des approches chimique et biologique par biomarqueurs par surveillance active et passive seront présentés et discutés.

**Mots clés** : Biosurveillance, biomarqueurs écotoxicologiques, espèces sentinelles.

**Contact** : [Michel.Auffret@univ-brest.fr](mailto:Michel.Auffret@univ-brest.fr)

[1] Organisation inter-gouvernementale OSPAR <https://www.ospar.org/>

# A contribution to the environmental assessment of the Moroccan Coast using a Multi-biomarker Approach

**Hamza Benrahma<sup>1,2</sup>, Mina Bouhallaoui<sup>2</sup>, Bouchra Elhaimeur<sup>2</sup>, Hlima Bessi<sup>1</sup>**

1. Laboratory of virology, oncology, biosciences, environment and new energies – Faculty of Sciences and Techniques Mohammedia – University of Hassan II Casablanca, Morocco
2. Laboratory of Ecotoxicology - The national institute of Fisheries Research (INRH) – Casablanca Regional Centre, Morocco

The Moroccan coast is well known for its diversity. At 2,500 km in length, it is ranked as one of the coasts with the highest abundance of fish and species richness. Unfortunately, the Moroccan ecosystems are facing a high and sometimes irreversible degradation rate, particularly around cities where expansion and economic development take priority.

Our study is based on applying a battery of biomarkers to diagnose the quality of the Moroccan coast using a sentinel species, the mussel *Mytilus galloprovincialis*. The biochemical responses of AChE, GST, CAT, and MTs were utilized in this multi-biomarker battery, where each biomarker gives information about the exposure and/or the effect of a specific pollutant in the environment.

Results show a seasonal variation in biomarker responses with variability between sites. Using the integrated biomarker response (IBR), we could estimate the degree of impact of pollutants at the studied sites, reveal all the interactions between biomarkers, and classify sites via the integrated approach.

Key-words : Biomarkers, ecotoxicity, biomonitoring, Environment, IBR.

Contact : [Benrahmahamza@gmail.com](mailto:Benrahmahamza@gmail.com)

## La définition de valeurs seuils, un défi réalisable pour les biomarqueurs ? Exposition dose-réponse de *Dreissena polymorpha* à des métaux

**Manon Bain<sup>1</sup>, Sandrine Pain-Devin<sup>1,2</sup>, Chloé De Vernisy<sup>1</sup>, Marie Zaffino<sup>1</sup>, Claire Caillard<sup>1</sup>, Maximilien Beuret<sup>1</sup>, Valérie Goncalves<sup>1</sup>, Simon Devin<sup>1,2</sup>**

1. Université de Lorraine, CNRS, LIEC, F-57000 Metz, France
2. LTSER France, Zone Atelier du Bassin de la Moselle, F-57000 Metz, France

Bien que diverses études aient déjà défini des valeurs seuils sur divers organismes, deux problèmes majeurs se posent : (i) ces valeurs seuils sont définies sur une unique population de référence encagée au niveau des sites qu'on souhaite étudier et ne sont donc pas directement transposables et (ii) il n'existe pas de protocoles normalisés assurant la fiabilité et la comparabilité des résultats entre populations ou entre opérateurs. De plus, les biomarqueurs sont majoritairement utilisés comme des indicateurs d'exposition et non comme des indicateurs de l'état de santé des organismes. Cela s'explique par la difficulté à déterminer si les réponses mesurées sont liées aux stress chimiques ou aux variations naturelles des biomarqueurs. Sachant que les réponses biologiques sont dépendantes de très nombreux facteurs biotiques et abiotiques, définir des valeurs seuils indiquant une réponse « anormale » de l'organisme reste aujourd'hui un véritable challenge.

Par notre approche visant à établir des courbes dose-réponse en laboratoire, nous cherchons à compléter les études actuelles en définissant des valeurs seuils basées sur l'état de santé des organismes dans l'optique de codifier ces réponses en termes de qualité des milieux, du point de vue du biote. C'est pourquoi nous avons mené plusieurs expériences consistant à exposer un organisme modèle en écotoxicologie aquatique, *Dreissena polymorpha* à plusieurs contaminants modèles : le nickel, le cadmium et le cuivre. Connaissant la toxicité de ces métaux pour les dreissènes, les résultats obtenus sont surprenants. En effet, on constate l'absence totale de relation dose-réponse sur l'ensemble des biomarqueurs mesurés, malgré une gamme de concentrations conduisant à la mortalité. De plus, l'analyse des résultats dans chaque réplicat montre des comportements très disparates. Ces résultats mettent en avant une grande variabilité interindividuelle, et ce, à toutes les doses, pour les deux populations de dreissènes testées, à tous les temps d'exposition testés et dans le cas de tous les biomarqueurs mesurés.

**Mots clés** : Dose réponse – Métaux – *Dreissena polymorpha* – Biomarqueurs

**Remerciements** : Les auteurs remercient Alain GEFFARD (SEBIO, Reims) pour nous avoir fourni les dreissènes nécessaires pour une de nos expérimentations et Amandine ZAHM pour son aide précieuse sur le terrain.

Contact : [manonbain@gmail.com](mailto:manonbain@gmail.com)

# Etude des réponses embryonnaires d'un poisson migrateur à la qualité de l'eau des frayères dans un contexte de déclin de population

**Sarah Bancel<sup>1</sup>, Jérôme Cachot<sup>2</sup>, Olivier Geffard<sup>3</sup>, Eric Rochard<sup>1</sup>**

1. INRAE, UR EABX, F-33612 Cestas, France
2. Université de Bordeaux, UMR CNRS 5805 EPOC, Allée Geoffroy Saint-Hilaire, 33615, Pessac Cedex, Nouvelle-Aquitaine, France
3. INRAE, UR Riverly, F-69100, Villeurbanne, France

La grande alose (*Alosa alosa*) est une espèce de poisson migrateur qui utilise à la fois des habitats en eau douce (reproduction) et eau marine (croissance) pour accomplir son cycle de vie. Les effectifs de la population ont drastiquement chuté depuis le début des années 2000 et depuis les effectifs se maintiennent à un niveau très bas. La qualité d'eau au niveau des frayères (zones de reproduction de l'espèce) et sa possible toxicité pour les embryons et larves de l'espèce est une hypothèse qui a encore peu été étudiée.

Les premiers stades de vie des poissons sont sensibles aux conditions environnementales, notamment à la contamination de l'eau, ce qui les rend pertinents pour les applications de surveillance environnementale. La méthode d'exposition *ex-situ* qui sera présentée permet une exposition directe et continue des organismes à l'eau de la rivière, tout en contrôlant les paramètres physicochimiques (température, oxygène et photopériode) connus pour être des facteurs de confusion et pour avoir un impact sur l'interprétation des résultats.

Des expérimentations ont été menées sur une frayère de grande alose sur la Garonne en utilisant cette méthode aux printemps 2022 et 2023. Des embryons de l'espèce ont été exposés en conditions contrôlées tout au long de leur développement précoce. Suivant le même protocole, des embryons d'une espèce de poisson modèle, le médaka japonais (*Oryzias latipes*), ont également été exposés à l'eau de la Garonne.

La survie chez les témoins a été tout à fait satisfaisante ce qui démontre l'intérêt de l'approche *ex-situ* et de la régulation des paramètres de l'eau, permettant l'exposition des premiers stades de vie dans le milieu naturel. Les résultats montrent également que la qualité de l'eau a un impact significatif sur le développement embryonnaire, soulevant des questions sur l'impact de la qualité de l'eau sur le recrutement de la population de cette espèce de poisson migrateur dans le bassin de la Gironde.

**Mots clés** : contamination, poisson, embryon, biomonitoring actif, alose, frayère

**Contact** : [sarah.bancel@inrae.fr](mailto:sarah.bancel@inrae.fr)

# Effets interactifs entre les microplastiques environnementaux et la salinité sur le développement larvaire de *Mytilus galloprovincialis*

**Khouloud Boukadida<sup>1</sup>, Rania Mlouka<sup>1</sup>, Mohamed Rid<sup>1</sup> Abelouah<sup>1,2</sup>, Souha Chelly<sup>1</sup>, Ilef Romdhani<sup>1</sup>, Gea Oliveri Conti<sup>3</sup>, Margherita Ferrante<sup>3</sup>, Matteo Cammarata<sup>4</sup>, Maria Giovanna Parisi<sup>4</sup>, Aicha AitAlla<sup>2</sup>, Mohamed Banni<sup>1</sup>**

1. Laboratory of Agrobiodiversity and Ecotoxicology, ISA, Chott-Mariem, 4042 Sousse, Tunisia

2. Laboratory of Aquatic Systems: Marine and Continental Environments, Faculty of Sciences, Ibn Zohr University, Agadir, Morocco

3. Marine Immunobiology Laboratory, Department of Earth and Marine Sciences (DiSTeM), University of Palermo, Viale delle Scienze, Ed. 16, 90128 Palermo, Italy

4. Environmental and Food Hygiene Laboratory (LIAA), Department of Medical, Surgical Sciences and Advanced Technologies "G. F. Ingrassia", Catania University, Via Santa Sofia 87, 95123, Catania, Italy

L'augmentation de la production de plastique a déclenché une augmentation des déchets plastiques, submergeant les écosystèmes marins de microplastiques. Les effets du changement climatique, notamment l'évolution de la salinité, ont façonné la dynamique des zones côtières et lagunaires. Comprendre l'impact combiné de ces phénomènes sur les organismes marins devient ainsi de plus en plus urgent. Dans cette étude nous avons évalué pour la première fois les effets interactifs de microplastiques environnementaux (EMP) et augmentation de la salinité lors du développement larvaire précoce de *Mytilus galloprovincialis*. Les évaluations morphologiques réalisées par le test d'embryotoxicité larvaire ont révélé des anomalies larvaires ainsi que des arrêts du développement induits par les EMP et augmentation de la salinité. Des analyses transcriptomiques ciblant 12 gènes impliqués dans Le stress oxydatif, l'apoptose, la réparation de l'ADN, la formation de coquilles et les protéines de stress ont été menés sur des larves D. couvrant les effets potentiels des EMP sur la biominéralisation de la coquille, soulignant le rôle de l'Histidine Rich-Glyco-protéine (HRG) et la tubuline comme mécanismes adaptatifs cruciaux chez *Mytilus* sp en réponse aux changements environnementaux. Nous avons aussi exploré le stress oxydatif et la neurotoxicité à l'aide d'essais biochimiques. Nos résultats ont révélé une interaction potentielle entre les MPEs et l'augmentation de la salinité, ayant un impact sur de multiples processus physiologiques chez les larves de moules. Nos données contribuent à comprendre les effets cumulatifs des facteurs de stress environnementaux, soulignant la nécessité d'une approche holistique pour évaluer leur impact sur le milieu marin.

Mots clés : MPEs, changement climatique, salinité, larves D, moule

Contact : [m\\_banni@yahoo.fr](mailto:m_banni@yahoo.fr)

# La Fondation evertéa : un partenaire en soutien de la recherche en écotoxicologie et toxicologie environnementale, et en soutien des chercheur(e)s

**Damien Baudiffier, Pauline Dreyer, Delphine Delaunay**

Fondation evertéa, 3 rue Henry Chalamet, 26000 Valence, France.

Depuis 10 ans, la Fondation evertéa (ex. Fondation Rovaltain) (1) est ancrée dans le paysage de la recherche en écotoxicologie et toxicologie environnementale. Atout majeur pour les équipes et les réseaux de recherche qu'elle soutient et accompagne, elle participe également au transfert de connaissances vers le grand public, avec des thématiques en lien avec la pollution environnementale, le changement climatique, ou encore la Santé Unique.

Le soutien de la recherche se traduit par exemple par le financement de projets dans le cadre d'un Appel à Projets (AAP) annuel. A ce jour, la Fondation evertéa a contribué au financement de 23 projets de recherche, aussi bien en écotoxicologie qu'en toxicologie, avec des thématiques variées, de l'étude des « Effets des polluants sur la santé humaine » à « L'influence du changement climatique sur l'écotoxicologie et les méthodologies de terrain associées ». En 2024, un nouvel AAP a été lancé autour des enjeux liés à l'eau : « Solutions pour un meilleur accès à une eau de bonne qualité dans un contexte de changement climatique ».

Le soutien de la recherche s'exprime également par l'organisation de workshops (par exemple sur les Adverse Outcome Pathways) et la co-organisation de congrès, tout en maintenant notre volonté de faire des liens entre les différentes disciplines, de l'écotoxicologie à la toxicologie, en passant par l'écologie ou la sociologie. Enfin, nous sommes impliqués, en tant que coordinateur ou partenaire sur des projets à l'échelle locale, mais également sur des projets de recherche d'envergure nationale et européenne.

Nous souhaitons désormais nous appuyer sur notre expérience et ces dynamiques récentes pour travailler avec de nouvelles équipes de recherche et créer des ponts entre l'écotoxicologie et d'autres champs disciplinaires connexes, afin de continuer à promouvoir et transmettre la recherche en santé-environnement. De la même manière, nous sommes ouverts pour participer, en tant que partenaire, à vos projets de recherche, que ce soit sur le volet de la coordination, des ressources humaines ou de la communication.

(1) <https://fondationevertéa.org>

**Mots clés** : écotoxicologie, santé humaine et environnementale, partenariat changement climatique, Santé Unique.

**Contact** : [d.baudiffier@fondationevertéa.org](mailto:d.baudiffier@fondationevertéa.org), [d.delaunay@fondationevertéa.org](mailto:d.delaunay@fondationevertéa.org)

# Perturbations des communautés bactériennes de poissons marins induite par l'exposition aux crèmes solaires commerciales

**Laure Bellec<sup>1</sup>, Thomas Milinkovitch<sup>2</sup>, Emmanuel Dubillot<sup>2</sup>, Eric Pante<sup>3</sup>, Damien Tran<sup>1</sup>, Christel Lefrancois<sup>2</sup>**

1. Université de Bordeaux, CNRS Bordeaux INP UMR 5805 EPOC Equipe Ecotoxicologie Aquatique, Pessac, France
2. Université de La Rochelle, UMR CNRS 7266 LIENSs, La Rochelle, France
3. Université de Brest, CNRS LEMAR, Plouzané, France

Les filtres UV (organiques ou minéraux) présents dans les produits de protection solaire sont des contaminants émergents des milieux aquatiques côtiers. Il existe un besoin urgent de comprendre l'impact potentiel de ces composés sur les organismes marins. Nous avons étudié l'effet de l'exposition à des crèmes solaires commerciales sur les communautés bactériennes de poissons marins (*Chelon* sp.). Le microbiote de l'intestin et du mucus de la peau ont été caractérisés à l'aide d'une approche de métabarcoding ciblant le gène de l'ARNr 16S permettant d'analyser la diversité (indice Alpha et Bêta) et la composition taxonomique. Nos résultats ont révélé que les muets possédaient leur propre communautés bactériennes qui diffèrent de leurs habitats environnants immédiat (l'eau) et spécifiques aux tissus (digestif et cutané). L'exposition à des dilutions de crèmes solaires a profondément modifié l'abondance relative des *Actinobacteriota*, *Bacteriodota* et *Proteobacteria* pour les 2 microbiotes. En plus, des proliférations au niveau du microbiote cutané de bactéries affiliées aux genres *Mycobacterium*, *Nocardia* et *Tenacibaculum*, connu pour abriter des espèces bactériennes pathogènes, ont été observés.

Ces changements dans les microbiotes démontrent le potentiel toxique des crèmes solaires commerciales pour des organismes aquatiques côtiers notamment en perturbant la première barrière biologique de défense des poissons marins, leur épithélium, contre les pathogènes opportunistes.

Mots clés : Microbiote cutané et digestif, Filtres solaires, pollution aquatique, écotoxicité

Contact : [laure.bellec@u-bordeaux.fr](mailto:laure.bellec@u-bordeaux.fr)

## Impact des antibiotiques et du benzophénone 3 sur les réponses immunitaires de *Mytilus edulis*

**Yosra Ben Cheikh, Corentine Guilloton, Sofia Soloperto, Agnes Poret, Nathalie Giusti, Stéphanie Olivier, Frank Le Foll, Florence Bultelle, Salima Aroua, Béatrice Rocher**

Université le Havre Normandie, UMR I02 SEBIO, 25 rue Philippe Lebon, 76600 Le Havre

La multiplication des activités humaines génère l'émission d'un nombre croissant de polluants dans l'environnement naturel qui peuvent mettre en danger la survie des organismes locaux. L'impact de ces molécules sur les organismes aquatiques n'est connu que pour quelques-unes d'entre elles, surtout avec l'apparition constante de nouvelles substances dangereuses. Parmi les contaminants émergents, les antibiotiques sont fréquemment retrouvés dans l'environnement marin en raison de leur utilisation accrue en aquaculture ou de leur rejet dans les eaux usées. D'autre part, les filtres ultraviolets (UV) sont devenus une préoccupation majeure en raison de leur utilisation répandue dans les produits de soins personnels et leurs effets potentiellement dangereux sur la santé des écosystèmes. Dans cette étude, nous évaluons l'impact d'un cocktail d'antibiotiques et du filtre UV benzophénone 3 (BP3) sur les réponses immunitaires de la moule bleue *M. edulis*. L'exposition des moules aux antibiotiques (50 µg/L pendant 7 jours) a induit une inhibition de la motilité hémocytaire chez la population d'élevage et une inhibition des paramètres de phagocytose chez les moules sauvages. L'exposition des moules au BP3 a induit une inhibition de la vitesse des hémocytes à 35µg/L et une accélération de la vitesse à une dose de 0.35µg/L chez les 2 populations de moules. De plus, une stimulation de la phagocytose a été observée après exposition des moules sauvages au BP3 aux 2 concentrations. Nos résultats indiquent la perturbation des réponses immunitaires de *M. edulis* par les 2 contaminants et en particulier le BP3.

Mots clés : contaminants émergents, filtre UV, immunotoxicité, hémocyte, moule

Remerciements : fédération Scale et Région Normandie (RIN MICROTOOL)

Contact : [yosra.ben-cheikh@univ-lehavre.fr](mailto:yosra.ben-cheikh@univ-lehavre.fr)

# Toxicité comparée de paillis de plastiques agricoles oxodégradables et biodégradables sur différentes espèces aquatiques

**Marie-Eve Blanchette<sup>1,2</sup>, Christelle Clérandeau<sup>1</sup>, Isabelle Lavoie<sup>2</sup>, Agnès Feurtet-Mazel<sup>1</sup>, Alexia Legeay<sup>1</sup>, Jérôme Cachot<sup>1</sup>**

1. Université de Bordeaux, CNRS, Bordeaux INP, EPOC, UMR 5805, F-33600 Pessac, France

2. Institut national de la recherche scientifique, centre Eau Terre Environnement, Québec, Canada

Les rivières sont une voie de transport importante pour les microplastiques vers les océans (MP; 1 µm à 5 mm). Malgré leur rôle clé dans le transport des MP et la toxicité potentielle de ceux-ci pour les organismes, peu de recherches sont menées sur la pollution des eaux douces par les MP, particulièrement dans les rivières. Les MP proviennent de plusieurs sources dont l'une des principales est l'agriculture. Les plastiques sont utilisés notamment pour emballer le foin ou certains produits agricoles ou encore pour protéger les cultures (paillis, serre). Ces paillis de plastiques se fragmentent en MP puis en nanoplastiques (NP; 1 nm à 1 µm) par différents processus physico-chimiques et biologiques et peuvent éventuellement atteindre les écosystèmes aquatiques par ruissellement ou sous l'effet du vent. Au Québec, les paillis de plastique oxodégradables, plus facilement fragmentables par les rayons UV et la chaleur, sont utilisés dans la région du Lac-Saint-Jean pour la culture du maïs. Après la récolte, les paillis sont laissés au sol et y sont mélangés lors du travail du sol. Les paillis se retrouvent donc fragmentés à la surface ou dans les sols, et peuvent ensuite être transportés vers les milieux aquatiques et être ingérés par le biote. Le vieillissement des microplastiques peut également faciliter la libération d'additifs toxiques et de produits de dégradation et ainsi augmenter les risques écotoxicologiques. L'objectif de cette étude (projet ToxoP) est d'évaluer la toxicité des paillis de plastiques oxodégradables à l'aide de différents bio-essais, sur bactérie (Microtox®), microalgues, microcrustacés et poissons et ensuite de la comparer à celle de paillis biodégradables ou compostables. Des lixiviats en eau osmosée ont été réalisés à partir de 4 plastiques oxodégradables neufs ou usagés et deux plastiques biodégradables neufs à base d'acide polylactique (PLA). Les premiers résultats obtenus avec le test Microtox montrent que les oxoplastiques et les bioplastiques neufs sont peu toxiques, tandis que les oxoplastiques vieillis en champs agricoles présentent une toxicité modérée. Des essais de toxicité sont en cours en utilisant les autres organismes modèles.

**Mots clés :** Paillis de plastique, oxoplastique, bioplastique, neuf/vieilli, écotoxicité, eau douce

**Contact :** [madameb2468@hotmail.com](mailto:madameb2468@hotmail.com)

# Impact de la contamination métallique sur le métabolisme énergétique des grands brochets (*Esox lucius*)

**Vincent Blouin<sup>1</sup>, Maikel Rosabal<sup>1</sup>, et Marc Amyot<sup>2</sup>**

1. Université du Québec à Montréal, Sciences biologiques, Montréal, Canada
2. Université de Montréal, Sciences biologiques, Montréal, Canada

Les lacs localisés à Yellowknife (Territoires du Nord-Ouest) ont été chroniquement contaminés par plusieurs éléments traces métalliques (ÉTM) prévenant des activités minières développées pour plus de 50 ans. Comme résultat de cette exposition chronique, les organismes aquatiques, notamment des espèces de poissons, vont accumuler des concentrations importantes d'ÉTM pouvant induire des effets potentiellement néfastes. Dans ce sens, une étude récente avec de grands brochets (*Esox lucius*) récoltés à Yellowknife a détecté une accumulation hépatique importante de plusieurs métaux dans des sites sensibles comme les mitochondries. À l'intérieur de ces organites, les ÉTM peuvent interagir avec des biomolécules physiologiquement importantes menant à des dérèglements biochimiques et métaboliques nuisibles pour l'organisme. Les études portant sur ces accumulations et leurs conséquences s'avèrent indispensables pour produire une compréhension approfondie sur les implications de l'exposition et accumulation d'ÉTM dans de poissons chroniquement exposés.

Afin de combler ces lacunes, ce travail de recherche a pour but de générer des connaissances spécifiques sur les effets de ces accumulations dans des populations de grand brochet (*Esox lucius*) de la région de Yellowknife. Concrètement, nous allons évaluer les effets métaboliques et biochimiques de l'accumulation d'ÉTM dans les poissons en étude. Pour ce faire, une campagne de terrain a été faite pour la récolte de grand brochet dans chaque site en étude (Lac Simple, Lac Long, Baie de Yellowknife). De plus, des analyses d'une série de biomarqueurs du métabolisme aérobie, anaérobie, spécifique de mitochondries et du stress oxydatif ainsi que de mesures de réserves énergétiques seront effectuées pour cerner les potentiels effets de ces accumulations. Ces données ont le potentiel de générer des connaissances nécessaires pour prédire adéquatement l'impact des activités minières de long terme sur le métabolisme des poissons exposés chroniquement à ces contaminants au milieu nordique canadien.

**Mots clés** : Écotoxicologie, Éléments traces métalliques, Écosystèmes aquatiques, Biomarqueurs, Spéciation métallique

**Contact** : [blouin.vincent.2@courrier.uqam.ca](mailto:blouin.vincent.2@courrier.uqam.ca)

# Protocoles de fractionnement subcellulaire pour des modèles d'animaux d'eau douce : validation enzymatique et protéomique

**Marie-Soleil Boulay<sup>1</sup>, Fabrice Dion-Ferrera<sup>1</sup>, Ève Perron-Labonté<sup>1</sup>, Marie Lefranc<sup>1</sup>, Alexis Dehaut<sup>1</sup>, Catherine Jumarie<sup>2</sup>, Maikel Rosabal<sup>1,2</sup>**

1. Université du Québec à Montréal (UQÀM), Laboratoire de métallomique environnementale, Montréal, Canada
2. Université du Québec à Montréal (UQÀM), Département des sciences biologiques, Montréal, Canada

Avec l'augmentation des éléments traces métalliques (ETMs) de source anthropique dans les environnements aquatiques, il est important de développer et de perfectionner des méthodes pour mieux les comprendre et estimer leur toxicité dans les organismes qui y vivent. Une de ces méthodes capables de nous renseigner sur le risque toxique de ces contaminants une fois bioaccumulés est le fractionnement subcellulaire. Cette approche consiste à séparer les principaux compartiments subcellulaires (granules, mitochondries, microsomes et lysosomes, cytosol et débris) et permet donc la quantification des métaux dans ces fractions isolées afin de mieux comprendre les cibles subcellulaires et les mécanismes de gestion intracellulaire des ETMs. Cependant, avant d'appliquer ces approches dans un modèle d'étude donné, des étapes d'optimisations s'imposent. La méthode de validation la plus utilisée pour ces protocoles est l'utilisation de biomarqueurs enzymatiques (CCO, CS, LDH), mais les résultats obtenus dans la littérature révèlent leurs limites et de nouvelles options d'optimisation s'avèrent nécessaires.

Cette recherche a donc pour but d'optimiser le protocole de fractionnement subcellulaire de quatre espèces aquatiques d'eau douce fréquemment utilisées en écotoxicologie (*Chironomus riparius*, *Hyallolela azteca*, *Esox lucius* et *Perca flavescens*), d'abord validé à l'aide des biomarqueurs enzymatiques, puis par l'approche de protéomique comme alternative innovante de validation du protocole. Les résultats obtenus à l'aide des biomarqueurs enzymatiques montrent qu'ils sont une étape nécessaire pour évaluer l'efficacité des protocoles, mais que certains besoins méthodologiques dépassent leurs capacités. Une analyse protéomique avec la chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS) nous permettra d'identifier et de caractériser la distribution des protéines spécifiques dans les fractions subcellulaires afin d'en préciser les natures de fractions subcellulaires, et donc l'efficacité des protocoles testée.

**Mots clés** : fractionnement subcellulaire, protéomique, optimisation, invertébrés d'eau douce, poissons d'eau douce.

**Contact** : [boulay.marie-soleil@courrier.uqam.ca](mailto:boulay.marie-soleil@courrier.uqam.ca)

# Étude de l'effet des microplastiques environnementaux et de leurs lixiviats sur l'invertébré marin *Hediste diversicolor*

**Oumaima Bouzaiene, Sonia Gaaied, Yossra Missawi, Rania  
Mlouka, Mohamed Banni**

Laboratoire d'Agrobiodiversité et d'Écotoxicologie LR20AGR02, ISA, Université de Sousse,  
Tunisie et Institut Supérieur de Biotechnologie, ISBM, Université de Monastir, Tunisie

Dans le milieu marin, les écosystèmes subissent diverses pressions qui menacent leurs équilibres. Parmi celles-ci, les microplastiques (MPs) et les substances toxiques qui leur sont associées jouent un rôle significatif. Les MPs ont la capacité d'absorber et de concentrer ces substances, ce qui soulève des préoccupations quant à leur dispersion dans le milieu marin. Bien que l'impact écotoxicologique des MPs soit bien établi, la recherche sur les lixiviats de MPs reste limitée. Dans ce contexte, notre étude visait à évaluer la toxicité des MPs prélevés dans deux sites, Bizerte en Tunisie et Sidi Salem en Algérie, à des concentrations équivalentes à 100 mg/kg, ainsi que celle des lixiviats de MPs, sur l'organisme marin *Hediste diversicolor*. Nous avons examiné l'accumulation de ces MPs dans les tissus du ver et étudié les effets biologiques néfastes sur une période de 7 jours. Les résultats de notre étude ont révélé que le traitement avec des MPs et leurs lixiviats entraînait une cytotoxicité et une génotoxicité dans les cellules du fluide coelomique du ver de mer. De plus, des effets de stress oxydatif ont été observés au niveau tissulaire, entraînant une augmentation des activités de la catalase (CAT), des activités de la glutathion-Stransférase (GST), des niveaux de malondialdéhyde (MDA) et une inhibition des activités de l'acétylcholinestérase (AchE). Les résultats ont révélé des effets plus prononcés chez les vers traités avec des MPs que chez ceux traités avec des lixiviats, soulignant l'importance des MPs en tant que vecteurs de pollution dans l'environnement marin.

**Mots clés** : Microplastiques, lixiviats, *Hediste diversicolor*, cytotoxicité, génotoxicité.

**Contact** : [bouzaieneoumaima1999@gmail.com](mailto:bouzaieneoumaima1999@gmail.com)

# Mesure des dommages à l'ADN chez le gammare à l'aide du test des Comètes : Nouveau biomarqueur pour la biosurveillance

**Vanessa Brosselin<sup>1</sup>, Méline Claitte<sup>1</sup>, Anthony Mathiron<sup>1</sup>, Guillaume Jubeaux<sup>1</sup>, Olivier Geffard<sup>2</sup>**

1. BIOMAE, Château-Gaillard, France.
2. INRAE, RiverLy, Villeurbanne, France

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) impose aux États membres de l'Union Européenne le suivi d'une liste de substances dangereuses prioritaires dont le risque est avéré pour l'Homme et l'environnement. Cette stratégie ne tient cependant pas compte de l'ensemble des substances, des produits de transformation, et des effets de la combinaison de ces substances au sein de mélanges. Des initiatives françaises (GT Bioessais) et européennes (CMEP-CIS) visent à proposer une surveillance basée sur la mesure d'effets ciblés telle que la génotoxicité (dommages à l'ADN) des milieux. Aujourd'hui, les bioessais normalisés disponibles reposent essentiellement sur des approches in vitro (ex : test d'Ames, NF ISO 11350) réalisées à partir de prélèvements ponctuels d'eau ou d'extraits. Cependant ces dernières années, des approches de terrain basées sur l'encagement in situ de *Gammarus fossarum* ont été développées et valorisées par la publication de normes (NF T90-721 ; XP-T90-722). Différents bioessais permettent ainsi de mesurer des marqueurs de toxicité générale (mortalité, comportement alimentaire, reproduction) et de toxicité spécifique (neurotoxicité via l'activité acétylcholinestérase). En complément, la mesure de génotoxicité a été mise au point chez cette même espèce sentinelle, à l'aide du test des Comètes sur spermatozoïdes. Le but de cette communication est de vous présenter 1) le protocole du test des Comètes chez le gammare, 2) le retour d'expérience du déploiement de la mesure des dommages à l'ADN chez des organismes encagés sur une centaine de sites à l'échelle de la France (réseaux de surveillance des Agences de l'Eau et études d'impact de rejet de station d'épuration), et 3) l'utilisation de ces données pour définir et proposer des valeurs seuils à destination des gestionnaires.

**Mots clés** : Génotoxicité ; spermatozoïdes ; *Gammarus fossarum*

**Contact** : [anthony.mathiron@biomae.fr](mailto:anthony.mathiron@biomae.fr)

## Développement et analyse de biomarqueurs d'effets de filtres UV chez le corail *Pocillopora damicornis*

**Vincent Byzyk<sup>1,2</sup>, Claire Guillier<sup>2</sup>, Fanny Clergeaud<sup>2</sup>, Didier Stien<sup>2</sup>, Philippe Lebaron<sup>2</sup>, Leila Chapron<sup>3</sup>, Maeva Giraud<sup>2</sup>**

1. Le Mans Université, Le Mans, France

2. Sorbonne Université, CNRS, Laboratoire de Biodiversité et Biotechnologie Microbienne, UAR 3579, Observatoire Océanologique, Banyuls-sur-Mer, France

3. Plastic At Sea, Banyuls-sur-Mer, France

Les récifs coralliens sont des hotspots de biodiversité par leur capacité à abriter de nombreuses espèces essentielles à l'écosystème. Or les récifs coralliens connaissent un déclin de superficie importante essentiellement dû aux activités anthropiques. Les filtres UV présents dans les crèmes solaires font partie des polluants émergents qui peuvent contribuer au blanchiment des récifs coralliens. Un rapport récent de l'ANSES en 2023 a ainsi mis en évidence la toxicité de trois filtres UV actuellement autorisés sur le marché: l'octocrylène, l'oxybenzone et l'octinoxate. Des études précédentes au sein du laboratoire LBBM ont notamment montré un effet négatif de concentrations environnementales d'octocrylène sur le métabolome du corail. Cependant, les mécanismes d'action des filtres UV sur les coraux sont encore méconnus. Le but de cette étude est d'apporter des connaissances sur la réponse biologique du corail tropical *Pocillopora damicornis* à des filtres UV dont la toxicité est reconnue. Cette réponse est évaluée suite à des expositions à des concentrations croissantes d'octocrylène, octinoxate, et oxybenzone (3, 30 et 300 µg/L). L'effet des filtres UV est analysé après 1 et 7 jours d'exposition par le biais de marqueurs biochimiques et moléculaires liés au stress oxydant (e.g., catalase, peroxydation lipidique), à la réponse au stress (hsp) et aux capacités photosynthétiques (densité de zooxanthelles, chlorophylle). Pour la première fois, cette réponse est mesurée à l'échelle de l'organisme entier, des cellules hôtes de l'animal et de ses microalgues symbiotiques indépendamment.

**Mots clés** : Corail, Crème solaire, stress oxydant, Polluant émergent

**Contact** : [byzyk@obs-banyuls.fr](mailto:byzyk@obs-banyuls.fr)

# Doit-on se soucier des incertitudes pour planifier de nouvelles expériences ?

**Sandrine Charles**

Université Claude Bernard Lyon 1, Laboratoire de Biométrie – Biologie Évolutive, Villeurbanne, France

Collecter des données expérimentales pour modéliser les effets des xénobiotiques sur les organismes se pratique depuis les tous débuts de l'écotoxicologie. Ce qui a changé depuis, ce sont d'une part les modèles utilisés pour caractériser les effets notamment par des approches mécanistes intégrant la concentration d'exposition et le temps ; et d'autre part, la quantité d'informations accumulée au fil du temps, en théorie disponible et utilisable pour planifier de nouvelles expériences.

À ses débuts, l'écotoxicologie s'est dotée de protocoles visant à optimiser les tests d'hypothèses. Bien que la réglementation ait évolué depuis, en recommandant désormais d'utiliser des modèles dose-réponse, les protocoles expérimentaux n'ont que très peu changé, continuant de privilégier le nombre de répétitions plutôt que le nombre de concentrations testées, tandis que les temps d'observation sont fixés en fonction des contraintes de laboratoire plutôt que des besoins du modèle. Pourtant, optimiser un plan d'expérience permet de définir les conditions expérimentales (gamme de concentrations, temps de mesure, nombres de répétitions...) de manière à obtenir la précision souhaitée pour les résultats, et ce à un coût constant. Par exemple, une gamme de concentrations nominales choisie à partir de connaissances expertes et/ou de recherches bibliographiques sera plus efficace que des expériences préliminaires. De plus, si les protocoles expérimentaux ne sont pas encore optimisés pour l'utilisation des modèles doseréponse, ils le sont encore moins pour les modèles d'effets mécanistes. Malgré cela, nous savons aujourd'hui que les protocoles standards permettent malgré tout d'ajuster des modèles toxicocinétiques-toxicodynamiques (TKTD) tels que les modèles GUTS réduits utilisés pour la survie. Dans cet exposé, j'illustrerai comment la prise en compte des incertitudes est une alternative prometteuse dans la conception de nouvelles expériences, sans pour autant changer les habitudes, ni dans la façon dont les données expérimentales sont collectées, ni dans la façon dont elles sont utilisées pour ajuster les modèles. Je donnerai deux exemples : l'un avec un modèle dose-réponse pour évaluer la toxicité d'un herbicide sur la croissance des plantes ; l'autre avec un modèle GUTS pour évaluer l'effet du cadmium sur la survie des gammarès.

**Mots clés** : Expériences guidées par les modèles, propagation des incertitudes, outils de simulation, dose-réponse, toxicocinétique-toxicodynamique.

**Contact** : [sandrine.charles@univ-lyon1.fr](mailto:sandrine.charles@univ-lyon1.fr)

## Quel est le risque écotoxicologique des peintures anti-salissures de bateau pour les écosystèmes marins côtiers ?

**Jérôme Cachot<sup>1</sup>, Maria Lagerström<sup>2</sup>, Laurie Szkolnik<sup>3</sup>, Lola Racofier<sup>3</sup>, Christelle Clérandeau<sup>1</sup>, Florane Le Bihanic<sup>3</sup>**

1. Université de Bordeaux, CNRS, INP Bordeaux, UMR EPOC 5805, Allée Geoffroy Saint Hilaire, 33600 Bordeaux
2. Chalmers University of Technology, Göteborg, Suède
3. Parc Naturel Marin du Bassin d'Arcachon, OFB, 4 rue Copernic, 33470 Le Teich

Les peintures anti-salissures représentent une source importante de contamination des milieux aquatiques par certains biocides dont le cuivre. Au vu de leur large utilisation, de leur rémanence et de leur toxicité pour les organismes aquatiques, ce type de produit peut représenter un risque pour les écosystèmes marins littoraux. Afin d'évaluer ce risque, deux expérimentations ont été conduites dans le Bassin d'Arcachon entre avril et octobre 2023. Des supports peints avec différentes peintures anti-salissures à base de cuivre ont été immergés pendant 4 ou 6 mois dans le port de La Vigne (Lège-Cap Ferret). Des analyses ont été réalisées à plusieurs temps d'immersion pour mesurer le taux de recouvrement du support par les biosalissures, le taux de relargage du cuivre (fluorescence X - XRF) et la toxicité des lixiviats de ces peintures sur la bactérie marine, *Allivibrio fischeri* (Test Microtox) et les larves nauplius du microcrustacés, *Artemia salina*. Les premiers résultats obtenus montrent que le taux de relargage du cuivre dépend de la concentration initiale de ce composé dans la matrice et du temps d'immersion des plaques mais aussi des conditions physico-chimiques du milieu. Un taux de relargage de 7 µg de cuivre par cm<sup>2</sup> et par jour apparaît suffisant pour empêcher la fixation des biosalissures sur le support dans les conditions environnementales du Bassin d'Arcachon. Tous les lixiviats des peintures testées ont induit une toxicité significative sur les larves du crustacé *A. salina* et les bactéries *A. fischeri*. Cette toxicité varie en fonction de la durée d'immersion mais aussi en fonction du type de peinture (matrice dure ou auto-polissante). Ce type de résultats pourrait permettre à l'avenir de guider le choix des pouvoirs publics, des fabricants et des utilisateurs vers de peintures anti-salissures moins impactantes pour l'environnement tout en garantissant un bon niveau d'efficacité.

**Mots clés** : Peintures anti-salissures ; relargage ; écotoxicité ; risque, écosystèmes marins

**Contact** : [jerome.cachot@u-bordeaux.fr](mailto:jerome.cachot@u-bordeaux.fr)

# Proposition d'une approche multi-bioessais pour l'évaluation du risque écotoxique des sédiments portuaires dragués avant immersion en mer

**Amélie Cant, Jonas Dourville, Wilfried Louis, Florence Menet-Nedelec**

Ifremer, Laboratoire Environnement Ressources de Normandie, F-14520 Port-en-Bessin, France.

Les sédiments portuaires sont considérés comme le réceptacle des pollutions provenant du bassin versant et des activités portuaires dont ils dépendent. Pour maintenir leurs activités, les autorités portuaires organisent le dragage de sédiments souvent immergés en mer, ce qui peut impacter les écosystèmes marins par le transfert des polluants vers la colonne d'eau (Wilber et Clarke 2001).

En France, l'évaluation des risques environnementaux liée à l'immersion en mer des sédiments de dragage portuaire est basée sur des analyses chimiques utilisant des seuils de concentration. Malgré quelques orientations développées au début des années 2000, le risque écotoxicologique reste difficile à mettre en œuvre et à appréhender. Un seul des bioessais recommandés par GEODE<sup>a</sup> est généralement réalisé (Geode 2016). Cependant, sa mise en œuvre et son interprétation ne sont pas suffisamment encadrées. Différentes approches émergent pour l'évaluation des sédiments marins dragués. Notamment, l'utilisation d'une batterie de bioessais couvrant différents niveaux trophiques couplés à des analyses chimiques est mise en avant (Anselmi et al. 2023).

L'objectif du projet ECOSSED<sup>b</sup> est de proposer aux parties prenantes un protocole gradué pour l'évaluation du risque écotoxicologique adapté aux sédiments marins de dragage, en suivant l'approche du protocole HP14 pour la gestion des déchets à terre (Pandard 2016). Les résultats préliminaires de l'application d'une batterie de bioessais normalisés (test Microtox en phase liquide ISO 11348-3, test d'inhibition de la croissance des algues marines avec *Phaeodactylum tricornutum* ISO 10253 et test de toxicité létale aiguë pour les copépodes marins *Tisbee Battagliai* ISO 14669), sur des sédiments de dragage portuaires français sont présentés.

<sup>a</sup> GEODE : Groupe d'Etude et d'Observation sur le Dragage et l'Environnement

<sup>b</sup> ECOSSED : Évaluation des outils écotoxicologiques pour le diagnostic de la qualité des sédiments marins

Anselmi et al. 2023. Journal of Environmental Management 334 (mai): 117483. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117483>. Geode. 2016.

[https://www.cerema.fr/system/files/documents/2018/02/guide\\_GEODE\\_Bonnes%20pratiques%20analyse%20s%C3%A9diments\\_14112016-1.pdf](https://www.cerema.fr/system/files/documents/2018/02/guide_GEODE_Bonnes%20pratiques%20analyse%20s%C3%A9diments_14112016-1.pdf).

Pandard et al. 2016. « Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité ».

Wilber et al. 2001. North American Journal of Fisheries Management 21 (4): 855-75. [https://doi.org/10.1577/15488675\(2001\)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/15488675(2001)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2).

**Mots clés** : Génotoxicité ; spermatozoïdes ; *Gammarus fossarum*

**Contact** : [amelie.cant@ifremer.fr](mailto:amelie.cant@ifremer.fr)

## Impact and interactions of macro- and microplastic plastispheres with the microbiome of cold-water corals

**Leïla Chapron<sup>1,2</sup>, Anne-Leïla Meistertzheim<sup>1</sup>, Jean-François Ghiglione<sup>3</sup>, Erwan Peru<sup>2</sup>, Pierre E. Galand<sup>2</sup>, Franck Lartaud<sup>2</sup>**

1. SAS Plastic At Sea, Observatoire Océanologique de Banyuls, F-66650, France.
2. Sorbonne Université, CNRS, UMR 8222, Laboratoire d'Écogéochimie des Environnements Benthiques, Observatoire Océanologique de Banyuls, LECOB, F-66650, France.
3. CNRS, Sorbonne Université, UMR 7621, Laboratoire d'Océanographie Microbienne, Observatoire Océanologique de Banyuls, LOMIC, F-66650, France.

La pollution plastique a été identifiée comme une menace majeure pour la vie marine, mais leurs effets biologiques sont encore largement méconnus. Les récifs coralliens fournissant des services écologiques et économiques essentiels, sont désormais reconnus comme étant impactés par la pollution plastique de la surface jusqu'aux profondeurs. Ici, nous avons étudié l'impact des macro et microplastiques colonisés sur le microbiome du corail profond le plus emblématique, *Lophelia pertusa*, afin de mieux comprendre les premières voies biologiques pouvant conduire à des altérations physiologiques de l'hôte. Les deux types de plastiques ont induit des changements microbiens spécifiques et précoces (7 jours) chez *L. pertusa*, qui ont été exacerbés à deux mois d'exposition. Finalement, une prolifération de bactéries opportunistes et/ou potentiellement pathogènes est observée pouvant être liée aux impacts physiques, chimiques et/ou biologiques des deux plastisphères (c'est-à-dire les bactéries associées aux plastiques).

Nos résultats indiquent que le changement dans le microbiome corallien est directement causé par une dysbiose générale résultant du stress, favorisant ainsi la prolifération d'opportunistes et permettant le transfert spécifique de bactéries entre la plastisphère et le microbiome corallien. Ces observations ont souligné pour la première fois l'impact de la plastisphère sur le microbiome corallien profond, entraînant à terme des altérations biologiques de l'hôte. Compte tenu de la distribution globale des macro et microplastiques dans l'océan, nos conclusions suggèrent que les plastiques pourraient sérieusement menacer les récifs coralliens profonds.

**Mots clés** : Coraux profonds, plastisphère, microbiome, dysbiose, interactions.

**Contact** : [leila.chapron@plasticatsea.com](mailto:leila.chapron@plasticatsea.com)

## Transfert de 7 filtres solaires organiques de sédiments vers le ver marin *Hediste diversicolor* : bioaccumulation de la benzophénone-3 et métabolisation de l'octocrylène

**Fanny Clergeaud, Sonja Fagervold, Alice M.S. Rodrigues, Evane Thorel, Didier Stien et Philippe Lebaron**

Sorbonne Université, CNRS, Laboratoire de Biodiversité et Biotechnologies Microbiennes, UAR3579, Observatoire Océanologique, 66650, Banyuls-sur-Mer.

Les filtres UV organiques sont continuellement libérés dans les écosystèmes aquatiques en raison de leur utilisation généralisée, notamment dans les zones côtières touristiques. Pour la plupart, ces filtres UV ont une faible solubilité dans l'eau et ont tendance à s'accumuler dans les sédiments. Cela présente un risque potentiel de toxicité et de bioaccumulation pour les organismes vivant dans les sédiments, pouvant également entraîner un transfert des filtres UV dans le réseau trophique.

Cette étude visait à évaluer le transfert potentiel de sept filtres UV, à savoir, la benzophénone-3 (BP3), le bis-éthylhexyloxyphénol méthoxyphényl triazine (BEMT), le méthoxydibenzoylméthane (BM), le méthylène bis-benzotriazolyl tétraméthylbutylphénol (MBBT), le salicylate de 2-éthylhexyle (ES), le diéthylhexyl butamido triazone (DBT) et l'octocrylène (OC), de sédiments artificiellement contaminés (10 µg.g<sup>-1</sup> de masse sèche) à des vers marins.

Après 28 jours d'exposition, tous les filtres UV ont été détectés chez les vers, mais seule la BP3 a vraisemblablement été bioaccumulée, avec un facteur d'accumulation biote-sédiment (BSAF) de  $12,4 \pm 4,6$ . Le BSAF de l'OC s'est avéré être égal à  $0,2 \pm 0,0$ . Cependant, le profilage métabolomique a révélé que l'OC était métabolisé par les vers en 11 conjugués d'acides gras. Les résultats ont démontré que l'OC s'accumulait également chez les vers sous forme de conjugués OC-acides gras par un facteur de plusieurs milliers par rapport au calcul avec l'OC seul. Ainsi, la simple quantification du filtre UV organique parent sous-estimerait le facteur d'accumulation et l'exposition des organismes.

Enfin, il serait donc crucial d'associer la méthode conventionnelle (calcul du BSAF) à d'autres techniques, telles que la métabolomique non ciblée, pour évaluer précisément le potentiel de bioaccumulation de xénobiotiques, y compris les xénobiotiques transformés.

**Mots clés :** *Hediste diversicolor* ; bioaccumulation ; filtres UV ; sédiments marins ; polluants émergents.

**Contact :** [fanny.clergeaud@obs-banyuls.fr](mailto:fanny.clergeaud@obs-banyuls.fr)

## Development of a chronic toxicity bioassay in the larvae of the shrimp *Palaemon serratus*

**Jason Jeanne<sup>1</sup>, Romain Coulaud<sup>1</sup>, Elise Billoir<sup>2</sup>, Marie-Laure Delignette-Muller<sup>3</sup>,  
Agnès Poret<sup>1</sup>, Aurélie Duflot<sup>1</sup>, Céline Boulangé-Lecomte<sup>1</sup>, Benoit Xuereb<sup>1</sup>**

1. Université Le Havre Normandie, Normandie Univ, FR CNRS 3730 SCALE, UMR-I 02 SEBIO, Le Havre, F-76600 Le Havre, France.
2. Université de Lorraine, CNRS, LIEC, F-57000 Metz, France.
3. Université de Lyon, Université Lyon 1, CNRS, VetAgro Sup, UMR 5558, Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive, 69622 Villeurbanne, France.

In marine decapods, most bioassays focus on acute toxicity in adult stages. Data on chronic toxicity are limited, particularly for the early life stages, which are a critical phase for organisms as they are particularly sensitive to pollutants and play a key role in population dynamics. In this context, the present study aims to develop a bioassay on *Palaemon serratus* larvae. This shrimp is native to the western Atlantic coast of Europe and presents an important ecological and socioeconomic interest. Based on previous work, we consider the entire development, from hatching to larval metamorphosis, with regular and precise observations of the development. In this way, we monitored three times a week larval stage succession, feeding rates, extra larval stage events and survival. We also determined developmental duration, juvenile energy reserves, and metamorphosis success. The experimental design was conceived to incorporate a large number of chemical/contaminant concentrations, and a large number of replicates, to provide a basis for further statistical works on design optimization. This study will then allow us to study variability between populations and within populations. Larvae from several females were grouped (n=50 per group) and then exposed to a gradient of 8 concentrations. This experimental set-up was tested in the context of exposure to a model contaminant, the juvenoid insecticide Fenoxycarb (*i.e.* an inhibitor of arthropod metamorphosis).

Mots clés : Bioassay - Crustacean – Early life stage – Ecotoxicology - Larval stage.

Contact: [romain.coulaud@univ-lehavre.fr](mailto:romain.coulaud@univ-lehavre.fr)

# Influence du stress thermique sur l'absorption du cadmium chez l'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*), ses effets sur les indicateurs de condition et les implications du changement climatique

**Mackenzie Anne Clifford Martyniuk, Camille Garnier, Patrice Couture**

Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau Terre Environnement, Québec, QC, Canada

Compte tenu des implications du stress thermique sur l'accumulation des contaminants et de l'importance des poissons nordiques, en particulier des salmonidés, pour les peuples autochtones du Canada, il devient de plus en plus nécessaire de déterminer les seuils critiques de contamination par les métaux pour les salmonidés nordiques dans un contexte de changements climatiques. Pour ce projet, des ombles chevaliers juvéniles ont été exposés à une température optimale (6°C) ou stressante (16°C), en absence ou en présence de cadmium (Cd; 3 µg•L<sup>-1</sup>) pendant 8 semaines. Les concentrations de Cd dans le muscle dorsal, le foie et les reins de l'omble chevalier ont ensuite été quantifiées. Les effets sur les capacités antioxydantes (activités enzymatiques de la superoxyde dismutase (SOD) et de la catalase (CAT)) et anaérobies (activité de la lactase déshydrogénase (LDH)) des poissons et les associations avec les variables physiologiques et biométriques (longueur de la fourche, poids total, indice de condition et indice hépatosomatique) ont aussi été évalués. Les températures élevées ont augmenté de manière significative l'accumulation de Cd dans le foie et les reins des ombles chevaliers juvéniles. Les activités de SOD, CAT et LDH ont varié de manière significative en fonction du traitement, les résultats mettant en évidence l'influence combinée du stress thermique et des métaux traces, la température semblant avoir une plus grande influence sur l'activité de la LDH et de la CAT que le Cd seul. La variation entre les traitements pour les variables physiologiques et biométriques mesurées suggère que la température peut avoir un effet négatif plus important sur les indicateurs de condition examinés que le Cd chez l'omble chevalier. Ces résultats suggèrent également une augmentation des risques liés la consommation pour les communautés autochtones pratiquant la pêche de subsistance dans des lieux proches de sources de contamination par les métaux traces dans un contexte de changements climatiques.

Mots clés : Omble chevalier; cadmium; Stress thermique; Activité enzymatique, changement climatique

Contact: [patrice.couture@inrs.ca](mailto:patrice.couture@inrs.ca)

## Déploiement de la biosurveillance sur le terrain : quelle approche ?

**Chloé De Vernisy<sup>1,2</sup>, Manon Bain<sup>1,2</sup>, Marie Zaffino<sup>1</sup>, Claire Caillard<sup>1</sup>, Bénédicte Sohm<sup>1</sup>, Audrey Catteau<sup>3</sup>, Alain Geffard<sup>3</sup>, Simon Devin<sup>1,2</sup> et Sandrine Pain-Devin<sup>1,2</sup>**

1. Université de Lorraine, CNRS, LIEC, F-57000 Metz, France

2. LTSER France, Zone Atelier du Bassin de la Moselle, F-57000 Metz, France

3. Université de Reims Champagne Ardenne, SEBIO, F-51000 Reims, France

Recouvrant 2 % de la surface de la Terre, l'eau douce est une ressource essentielle pour l'Homme ainsi que pour de nombreuses espèces animales et végétales qu'il est important de préserver. Dans ce contexte, la surveillance de l'état des masses d'eau est nécessaire afin d'anticiper au mieux les risques liés aux contaminations anthropiques. Le développement d'outils prédictifs de biosurveillance est déterminant pour détecter les effets des polluants sur les organismes, avant que des répercussions n'apparaissent aux niveaux supérieurs et ne présentent un risque pour la biodiversité des écosystèmes aquatiques.

Deux méthodologies peuvent être mises en place : la méthode passive qui utilise des populations natives et la méthode active qui implique l'importation d'organismes d'un site de référence vers les sites à surveiller. L'évaluation et le suivi biologique de la contamination des milieux aquatiques reposent en général sur l'utilisation d'espèces reconnues comme sentinelles. *Dreissena polymorpha* est considérée comme un bon biomonitor de pollutions dans la mesure où la quantité de polluants qu'elle accumule suit généralement le gradient de contamination auquel elle est soumise. L'acquisition de données physiologiques au cours du temps via une approche multi-marqueurs a confirmé l'existence d'une variabilité spatio-temporelle chez les dreissènes.

Notre étude s'inscrit dans un contexte de déploiement de la biosurveillance sur le terrain via le suivi de paramètres physiologiques (biomarqueurs) chez *Dreissena polymorpha*. Ces travaux ont pour but de comparer les réponses physiologiques dans le temps, d'organismes natifs ou encagés, sur le bassin Rhin-Meuse. La complémentarité de ces deux approches permettra d'éclairer le suivi réglementaire du biote par les dreissènes. Ainsi, les travaux développés seront un appui théorique et fondamental pour la détermination de l'état de santé des organismes, permettant de faire évoluer la définition de seuils d'état de santé à mettre en regard de la grille d'interprétation de la qualité des masses d'eau.

**Mots clés** : Dreissènes, *Dreissena polymorpha*, biosurveillance, multi-marqueurs.

**Remerciements** : Agence de l'Eau Rhin-Meuse, Commissions Internationales de Protection de la Moselle et de la Sarre, Amandine Zahm & Lucas Gualandi

**Contact** : [dv.chloee@gmail.com](mailto:dv.chloee@gmail.com)

## Les herbiers de zostères : Des alliés dans la décontamination des sédiments côtiers et la séquestration des gaz à effet de serre ?

**Cloé Falcoz<sup>1</sup>, Richard St-Louis<sup>1</sup>, Mathieu Cusson<sup>2</sup>**

1. Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Québec
2. Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, Québec

En zone côtière, les activités anthropiques, telles que les zones industrielles, portuaires ou agricoles, peuvent introduire des contaminants dans l'environnement. Le long du Saint-Laurent maritime, les herbiers de zostères, abondants, sont de potentiels acteurs clés dans la réduction des concentrations en métaux dans le sédiment. Quelques études ont démontré la capacité de ces plantes à bioaccumuler certains métaux, en faisant des candidates privilégiées pour la phytoremédiation intertidale. Cependant, leur utilisation soulève la question du transfert de contamination dans le réseau trophique. Notre recherche vise donc à quantifier le potentiel de phytoremédiation et de séquestration de carbone des zostères en milieux subarctiques, dans le contexte environnemental de la zone industrialo-portuaire de la baie de Sept-Îles. En conditions contrôlées, nous avons exposé pendant quatre semaines des plants de zostères à différentes concentrations de sédiments contaminés en cadmium, fer et arsenic. Les paramètres mesurés étaient : la croissance et les teneurs en métaux, chlorophylle et carbone. Nos premiers résultats montrent que *Z. marina* a bien toléré l'exposition en laboratoire pour le cadmium alors que l'arsenic et le fer ont eu un effet inhibiteur marqué sur la croissance, à respectivement 300 mg/kg et 20 g/kg dans le sédiment. En parallèle, les plants ont été capables de bioaccumuler le cadmium et le fer sans atteindre un maximum. L'arsenic quant à lui semble se bioaccumuler, mais jusqu'à un certain niveau de contamination dans le sédiment (150 mg/kg) après quoi la teneur dans les tissus diminue. De plus, à l'été 2022 dans la baie de Sept-Îles, une expérimentation de transplantation a été menée pendant deux mois. Des zostères ont été prélevées dans une zone non contaminée et plantées dans une zone impactée à proximité du centre urbain. Pour cette expérience, les résultats ont montré que la croissance comme la bioaccumulation sont similaires aux deux sites : les plants de zostères survivent bien à une telle manipulation. Ces résultats, en laboratoire et sur le terrain, sont encourageants pour développer la phytoremédiation en zone intertidale contaminée avec la zostère marine.

**Mots clés :** Phytoremédiation, bioaccumulation, herbier marin, métaux, séquestration de carbone

**Contact :** [cloe.falcoz@uqar.ca](mailto:cloe.falcoz@uqar.ca)

## L'écotoxicologie du tritium : effets sur les poissons à plusieurs points de fin, de la molécule aux réponses individuelles – Comparaison au rayonnement gamma

**Béatrice Gagnaire<sup>1</sup>, Caroline Arcanjo<sup>1</sup>, Virginie Camilleri<sup>1</sup>, Isabelle Cavalié<sup>1</sup>, Magali Floriani<sup>1</sup>, Christelle Adam-Guillermin<sup>2</sup>**

1. IRSN/PSE-ENV/SERPEN/LECO, Centre de Cadarache, 13115 St Paul lez Durance, France.
2. IRSN/PSE-SANTE/SDOS/LMDN, Centre de Cadarache, 13115 St Paul lez Durance, France.

Les écosystèmes sont naturellement exposés aux rayonnements ionisants. A cette exposition naturelle s'ajoutent les rejets dans l'environnement issus des activités anthropiques liés aux rejets contrôlés ou accidentels des industries du cycle énergétique nucléaire. Le tritium, émetteur bêta de faible énergie, est l'un des radionucléides rejetés lors du fonctionnement normal des centrales nucléaires et des usines de retraitement nucléaire. Il est principalement rejeté sous forme d'eau tritiée (HTO) et s'intègre dans le cycle de l'eau, ce qui le rend particulièrement mobile au sein des écosystèmes. Une fois dans l'organisme, le tritium peut se lier à la matière organique pour former de l'OBT, beaucoup moins échangeable que l'HTO. Des études menées à des débits de dose élevés ont mis en évidence les effets développementaux et reprotoxiques du tritium et des rayonnements ionisants sur les vertébrés aquatiques. Cependant, peu d'entre eux se sont concentrés sur les effets moléculaires/cellulaires. Il a été proposé que des débits de dose inférieurs à 10  $\mu\text{Gy/h}$  puissent être acceptables pour la protection des écosystèmes vis-à-vis des substances radioactives. L'application de telles valeurs de référence au tritium fait encore l'objet de débats en raison de sa différence potentielle d'efficacité biologique par rapport à l'irradiation gamma.

Dans ce contexte, ces travaux visaient à caractériser les impacts du tritium sous forme libre (HTO) et organiquement liée (OBT) et de l'irradiation gamma sur la santé des poissons, ainsi que leurs modes d'action. Les études se sont concentrées sur les stades embryonnaires-larvaires du poisson zèbre, *Danio rerio*. Une batterie de marqueurs biologiques indicateurs de génotoxicité, de neurotoxicité et de stress oxydatif, ainsi que la mesure de l'expression des gènes impliqués dans ces mécanismes, l'histologie des tissus et des mesures au niveau individuel (croissance, développement, comportement) ont été utilisées.

Les poissons zèbres ont été exposés à des débits de dose compris entre 30 et 1 300  $\mu\text{Gy/h}$ . Pour l'HTO, à 130  $\mu\text{Gy/h}$ , au niveau moléculaire, les gènes impliqués dans la contraction musculaire étaient modulés chez les oeufs (24 hpf). Au niveau individuel, les fibres musculaires étaient altérées chez les larves (96 hpf), ce qui a entraîné une diminution de la vitesse de nage. Pour l'OBT, à 30 et 130  $\mu\text{Gy/h}$ , au niveau moléculaire et cellulaire, le stress oxydatif et les dommages à l'ADN ont été augmentés, conduisant au niveau individuel à un ralentissement du développement et à un retard d'éclosion. Pour l'irradiation gamma, les résultats ont mis en évidence des effets sur la neurotransmission à différents niveaux biologiques à 30  $\mu\text{Gy/h}$  (niveaux moléculaire, cellulaire et tissulaire).

Ces expériences permettent de mettre en évidence des différences de toxicité entre l'HTO, l'OBT et l'irradiation gamma chez le poisson zèbre.

**Mots clés** : écotoxicologie; tritium; irradiation gamma; poisson zèbre *Danio rerio*; biomarqueurs

**Contact** : [beatrice.gagnaire@irsn.fr](mailto:beatrice.gagnaire@irsn.fr)

## Effets des filtres minéraux sur le métabolome du corail *Pocillopora damicornis*

**Claire Guillier<sup>1</sup>, Fanny Clergeaud<sup>1</sup>, Evane Thorel<sup>1</sup>, Leïla Chapron<sup>2</sup>, Maeva Giraud<sup>1</sup>, Emeline Houël<sup>1</sup>, Lionel Marcon<sup>1</sup>, Philippe Lebaron<sup>1</sup>, Didier Stien<sup>1</sup>**

1. Laboratoire de Biodiversité et Biotechnologies Microbiennes, UAR3579 Sorbonne Université – CNRS, Observatoire Océanologique, Banyuls-sur-Mer, France.
2. Laboratoire d'Écogéochimie des Environnements Benthiques, UMR 8222 Sorbonne Université – CNRS, Observatoire Océanologique de Banyuls, France.

L'utilisation croissante de crèmes solaires et de cosmétiques contenant des filtres ultraviolets (UV) a entraîné une augmentation significative de leur présence dans les écosystèmes marins. Les filtres UV comprennent une large gamme de composés organiques et minéraux présentant des comportements et des propriétés variables dans le milieu aquatique. Parmi les filtres minéraux, l'oxyde de zinc (ZnO) et le dioxyde de titane (TiO<sub>2</sub>) sont trouvés dans les produits cosmétiques sous forme de nanoparticules (NP) et sont de plus en plus utilisés comme alternatives aux filtres UV organiques, suscitant alors des préoccupations environnementales. Bien que des études antérieures aient principalement examiné l'impact des NPs de ZnO et TiO<sub>2</sub> sur les organismes photosynthétiques aquatiques, leur toxicité potentielle envers les coraux reste encore peu étudiée. Dans cette étude, les effets de deux tailles différentes de NPs de ZnO (60 et 250 nm) et d'une taille de NPs de TiO<sub>2</sub> enrobées (60 nm) envers le corail tropical symbiotique *Pocillopora damicornis* ont été mis en évidence par analyse métabolomique non ciblée. Les coraux ont été exposés à 5, 50, 300 et 1000 µg.L<sup>-1</sup> de chaque NPs pendant 7 jours. Bien qu'aucun changement significatif au niveau du métabolome n'ait été observé pour l'exposition au TiO<sub>2</sub>, les deux tailles de NPs de ZnO ont induit un impact délétère envers les algues symbiotiques du corail, caractérisé par une diminution significative de la composition lipidique et pigmentaire, aux concentrations les plus élevées de NPs. De plus, la plus petite taille de NPs de ZnO a causé les effets négatifs les plus précoces, dès 300 µg.L<sup>-1</sup> d'exposition, soulignant ainsi l'influence des propriétés physiques des NPs dans la détermination de leur toxicité.

**Mots clés** : Blanchiment coralien, métabolomique, crème solaire minérale, nanoparticules, *Symbiodiniaceae*.

**Contact** : [guillier@obs-banyuls.fr](mailto:guillier@obs-banyuls.fr)

# Identification et impacts des composés toxiques des ruissellements routiers par couplage d'analyses à large spectre (HRMS) et (éco)toxicologiques

**Laure Garrigue-Antar<sup>1</sup>, Luna Grimault<sup>1</sup>, Fidji Sandré<sup>1</sup>, Nina Huynh<sup>1</sup>, Marie-Christine Gromaire<sup>2</sup>, Régis Moilleron<sup>1</sup>, Julien Le Roux<sup>1</sup>**

1. Leesu, Ecole des Ponts, Univ Paris Est Creteil, F-94010 Creteil, France

2. Leesu, Ecole des Ponts, Univ Paris Est Creteil, Marne-la-Vallée, F-77455, France

Les eaux de ruissellement routier (ERR) urbaines, souvent déversées directement dans les milieux aquatiques, représentent une source significative de mélanges complexes de micropolluants qui constituent une menace pour les écosystèmes aquatiques. L'objectif était de caractériser les composés présents dans ces ERR par une approche multidisciplinaire combinant des méthodes chimiques, biologiques et écotoxicologiques.

Des ERR ont été prélevées sur 2 sites aux intensités de trafic contrastées (fort et faible à modéré) en région parisienne. Des analyses non-ciblées par spectrométrie de masse haute résolution (HRMS) ont été réalisées sur la phase dissoute, et les signaux correspondant à certains micropolluants d'intérêt ont été recherchés dans les spectres obtenus (recherche en mode suspect). L'impact (éco)toxicologique des ERR et des micropolluants identifiés a été évalué sur des embryons de poisson zèbre et sur la chaîne respiratoire de mitochondries hépatiques de rat.

Des empreintes HRMS spécifiques de chaque site ont permis d'identifier divers micropolluants, notamment la 1,3-diphénylguanidine (DPG) et le benzotriazole (BZT), à des intensités élevées sur le site à fort trafic. L'analyse de toxicité révèle que les prélèvements, la DPG et le BZT seuls n'induisent pas de mortalité directe des larves de poissons-zèbre. Cependant, leur exposition entraîne une altération significative de la réponse des larves au stress lumière-obscurité, contrairement à l'exposition au mélange des deux composés. De plus, l'exposition à l'ERR du site à trafic modéré et à la DPG seule inhibe le complexe I mitochondrial.

Cette étude met en évidence l'imprévisibilité des effets des polluants présents en cocktail, soulignant la pertinence d'une stratégie intégrant des approches chimiques et biologiques pour l'évaluation exhaustive des risques associés aux échantillons environnementaux complexes, essentielle pour leur gestion à la source et l'optimisation des dispositifs de dépollution.

**Mots clés** : Ruissellement routier, micropolluants, HRMS, écotoxicité, poisson zèbre.

**Contact** : [laure.garrigue-antar@u-pec.fr](mailto:laure.garrigue-antar@u-pec.fr)

# La motilité hémocytaire : marqueur d'inflammation chez *Mytilus edulis*

**Corentine Guilloton, Frank Le Foll, Yosra Ben Cheikh**

Université le Havre Normandie, UMR I02 SEBIO, 25 rue Philippe Lebon, 76600 Le Havre

Les bivalves sont dotés d'un système immunitaire exclusivement inné, reposant sur des cellules immunocompétentes mobiles appelées hémocytes. Ces immunocytes circulent dans l'organisme via un système hémolympatique ouvert, où ils peuvent desservir différents tissus. Lors d'une réponse immunitaire, les hémocytes sont recrutés dans les sites de lésions tissulaires ou d'infection, où une réponse inflammatoire est mise en place.

L'objectif de cette étude est de rechercher un lien éventuel entre la vitesse de déplacement des hémocytes et la réponse inflammatoire chez la moule bleue *Mytilus edulis*. Pour cela, l'inflammation a été stimulée via différents agents chimiques et biologiques ou encore par une action mécanique, *ex vivo* et *in vivo*, et la motilité hémocytaire a été mesurée par tracking cellulaire en microscopie.

L'exposition des hémocytes, pendant 2h30, au phorbol-12-myristate-13-acétate (PMA) (0,01  $\mu\text{M}$ , 0,1  $\mu\text{M}$  et 1  $\mu\text{M}$ ) freine leur motilité de manière dose dépendante contrairement au calcium ionophore A23187 (0.5  $\mu\text{M}$ ) qui augmente leur vitesse de déplacement. Similairement, la motilité hémocytaire est stimulée en présence des bactéries non virulentes (50 bactéries par cellule) ou de leurs produits sécrétés. Pour finir, l'injection des moules par l'eau de mer stérile provoque une augmentation de la vitesse des hémocytes après 7 jours en comparaison au groupe de moules non injecté tandis que l'injection de débris bactériens d'une souche virulente est sans effet sur la motilité après 7 jours.

L'ensemble des résultats montre que la vitesse de déplacement des hémocytes peut être accélérée par différents stimulateurs d'inflammation (chimique, biologique et mécanique). Ainsi, la motilité hémocytaire peut être utilisée comme un marqueur d'évaluation de l'état d'inflammation, ce qui ouvre la voie à de futurs développements dans la détermination du statut immunitaire des moules.

**Mots clés** : bivalves, immunité innée, tracking, vitesse.

**Contact** : [corentine.guilloton@univ-lehavre.fr](mailto:corentine.guilloton@univ-lehavre.fr)

# Impacts des perturbateurs endocriniens obésogènes dans le déclin des amphibiens

**Clara Han, Mathias Sintes, Sylvie Veyrenc, Sophie Sroda, Muriel Raveton, Stéphane Reynaud**

Université Grenoble Alpes, CNRS, Laboratoire d'Ecologie Alpine, Grenoble, France.

Des études récentes suggèrent que les effets métaboliques transgénérationnels induits par les perturbateurs endocriniens (PE) sont des facteurs impliqués dans le déclin des populations d'amphibiens en altérant la fitness. Cependant, plusieurs questions subsistent : Comment les PE obésogènes agissent chez les amphibiens ? Quelles sont leurs effets sur les autres axes endocriniens ? Quel parent transmet l'effet à la descendance ? Les désordres métaboliques transgénérationnels sont-ils épigénétiques ou liés à une diminution des réserves dans les œufs affectant ainsi le métabolisme de la descendance ? Le projet ANR Macdonald tente de répondre à ces questions en étudiant les effets d'un mélange de 6 PE à concentrations environnementales (Norme Qualité Environnementale de l'eau) sur 3 générations de xénopes *tropicalis* (*S. tropicalis*) (F0 exposée, F1/F2 non exposées). A la fin de l'exposition, les xénopes F0 seront accouplés selon quatre modalités permettant d'étudier la part de chaque sexe dans la transmission du phénotype.

A chaque génération et pour les quatre lignées, les effets seront évalués par l'étude du développement, des fonctions reproductrice, thyroïdienne et neurodéveloppemental, des perturbations métaboliques et de l'héritage transgénérationnel.

Jusque là, l'exposition directe de la F0 au mélange de PE n'a pas causé de retards dans les traits d'histoire de vie (âge à la métamorphose, âge à maturité sexuelle..). Cependant, des malformations de la colonne vertébrale semblent plus prévalentes chez les têtards et les grenouillettes de la population exposée. De manière intéressante, les scolioses de la queue des têtards disparaissent naturellement au cours de la métamorphose puis réapparaissent chez les grenouillettes.

L'histologie des tissus hépatiques et musculaires d'individus prémétamorphiques et des grenouillettes (NF 60 à 65) est en cours afin d'évaluer des perturbations ultrastructurales (stéatose, contenus en glycogènes, toxicité cellulaire...) révélant une perturbation du métabolisme énergétique à ces stades particulièrement sensibles du développement. Ces expériences permettent de mettre en évidence des différences de toxicité entre l'HTO, l'OBT et l'irradiation gamma chez le poisson zèbre.

**Mots clés** : Perturbateurs endocriniens, Obésogènes, Déclin, Amphibiens, Métabolisme.

**Contact** : [clara.han@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:clara.han@univ-grenoble-alpes.fr)

## Eco-exposome chimique en Méditerranée occidentale: une étude non ciblée des contaminants émergents dans deux zones de baignade de la Côte Vermeille

**Emeline Houël<sup>1</sup>, Didier Stien<sup>1</sup>, Théo Perion<sup>1,2</sup>, Aude Gandar<sup>1,2</sup>, Thierry Noguer<sup>1,2</sup>, Alice M.S. Rodrigues<sup>1</sup>, Maeva Giraudo<sup>1</sup>, Carole Calas-Blanchard<sup>1,2</sup>**

1. Sorbonne Université, CNRS, Laboratoire de Biodiversité et Biotechnologie Microbienne, UAR 3579, Observatoire Océanologique, Banyuls-sur-Mer, France.
2. Université de Perpignan Via Domitia, BAE, 52 Avenue Paul Alduy, F66860 Perpignan Cedex, France

L'éco-exposome marin englobe toutes les expositions auxquelles les écosystèmes et les organismes marins sont soumis tout au long de leur vie, incluant notamment les contaminants d'intérêt émergent d'origine anthropique. Ces composés, qui ne sont pas nécessairement nouveaux, échappent cependant aux évaluations de routine, et leur l'abondance, leur persistance dans l'environnement, leur potentiel de dégradation et de bioaccumulation ainsi que effets potentiels sur les écosystèmes restent relativement inconnus. L'obtention d'une image précise de cette pollution nécessite des approches méthodologiques avancées et non ciblées, telles que le couplage de la chromatographie liquide à la spectrométrie de masse à haute résolution. Combinées à une stratégie d'échantillonnage passif, ces approches offrent une perspective holistique essentielle à une gestion environnementale efficace, en complément de l'évaluation ciblée des substances prioritaires. L'objectif de cette étude était d'analyser la composition de l'eau de mer prélevée dans les zones de baignade de Banyuls-sur-Mer et de Collioure dans la région de la Côte Vermeille en Méditerranée occidentale française au cours de l'été 2022, à l'aide d'échantillonneurs passifs (POCIS). Une approche non ciblée par UHPLC-HRMS/MS a permis d'annoter 41 contaminants, principalement des composés tensioactifs, ainsi qu'un insecticide, et des dérivés de caoutchouc et de filtres ultraviolets. Pour déterminer le taux d'échantillonnage (Rs) et estimer la concentration moyenne pondérée dans le temps de ces polluants dans la mer, des expériences en mésocosme ont été menées, qui ont permis de quantifier cinq polluants spécifiques. Le quotient de risque (QR) a été évalué en intégrant les données écotoxicologiques de la littérature.

**Mots clés** : Contaminants d'intérêt émergent, POCIS, HRMS/MS, métabolomique non ciblée, évaluation du risque.

**Contact** : [houel@obs-banyuls.fr](mailto:houel@obs-banyuls.fr)

## Impact environnemental sur l'horloge épigénétique du Killifish turquoise, *Nothobranchius furzeri*

**Julie Hétru<sup>1,2</sup>, Jérôme Lambert<sup>1</sup>, Cathy Debier<sup>2</sup>, Mélissa Page<sup>2</sup>, Frédéric Silvestre<sup>1</sup>**

1. Unité de Recherche en Biologie Environnementale et Évolutive (URBE – ILEE), Laboratoire de Physiologie Evolutive et Adaptative, Namur, Belgique.
2. Louvain Institute of Biomolecular Science and Technology (LIBST), Biochemistry of Nutrition and Environmental Toxicology (BNTE), Louvain-la-Neuve, Belgique

La pollution impliquant des composés neurotoxiques est une source de débat mondial quant à leur utilisation et leurs réels impacts sur l'Homme mais aussi sur les espèces sauvages et les écosystèmes aquatiques. Leur utilisation, de plus en plus importante, au regard de la nécessité de nourrir une population mondiale grandissante, engendre la création de nouvelles molécules dont les effets sont peu connus chez les organismes aquatiques.

Dans ce contexte, il existe une espèce de vertébré aquatique unique au monde permettant de mener des études de manière plus rapide que chez les autres vertébrés, le killifish turquoise (*Nothobranchius furzeri*). Ce cyprinodonte est un organisme modèle largement utilisé pour comprendre le vieillissement car il présente des caractéristiques que nous retrouvons chez l'Homme (changement de pigmentation, courbure spinale, opacification des yeux, ...) et il est également utilisé pour les études écotoxicologiques. Cette espèce possède des particularités biologiques uniques qui mettent en avant de nouvelles opportunités d'évaluation du risque et la compréhension des modes d'actions des polluants, associés au vieillissement.

L'étude des altérations potentiellement induites par les changements environnementaux, notamment dû à des composés anthropiques tels que les pyréthriinoïdes, est essentielle pour comprendre comment ces changements affectent directement l'espérance de vie des organismes présents.

Notre étude vise à caractériser dans un premier temps les différents phénotypes associés au vieillissement à l'aide de diverses mesures comportementales, moléculaires et épigénétiques pour ainsi mettre en évidence une horloge épigénétique chez le killifish turquoise. Dans un deuxième temps, nous estimerons l'impact d'un pyréthriinoïde sur cette horloge épigénétique afin de mettre en évidence les possibles impacts de celui-ci sur l'espérance de vie du *Nothobranchius furzeri*.

**Mots clés :** *Nothobranchius furzeri*, vieillissement, bifenthrine, comportement, épigénétique.

**Contact :** [julie.hetru@unamur.be](mailto:julie.hetru@unamur.be)

# Multibiomarker profiling reveals metal bioaccumulation dynamic in *Palaemon adspersus*

**Zeineb Khila<sup>1,2</sup>, Maximilien Beuret<sup>1</sup>, Simon Devin<sup>1</sup>, Nejla Soudani<sup>2</sup>**

1. Université de Lorraine, CNRS, LIEC, F-57000 Metz, France

2. Faculty of Science of Tunis, University of Tunis El Manar, Laboratory of Ecology, Biology and Physiology of Aquatic organisms, 2092 Tunis, Tunisia.

This study aimed to assess the effects of experimental barium (Ba) contamination on the crustacean *Palaemon adspersus*, focusing on a five-day exposure period to different doses of Ba in water (20, 40, and 80 mg/L). Ba is a metal used in several industrial processes, reaching high concentrations in marine waters. However, knowledge on its ecotoxicity towards aquatic organisms is very poorly documented. The primary objective was to analyze the biochemical responses of *P. adspersus* to this exposure, based on a combination of enzymatic and non-enzymatic parameters at the hepatopancreas level, implied in detoxication and protection against oxidative stress.

In this study, we examined the enzymatic activities of superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione peroxidase (GPx), and glutathione-S-transferase (GST). These enzymes were selected for their roles in the organism's antioxidant defense against oxidative stress. Concurrently, we also investigated non-enzymatic compounds such as metallothioneins (MTs), glutathione (GSH), and ascorbic acid (vitamin C).

Furthermore, we evaluated the bioaccumulation of Ba at the hepatopancreas level of *P. adspersus* to understand the organism's capacity to accumulate this toxic metal.

The results obtained provide valuable insights into the response mechanisms of *P. adspersus* to Ba contamination, highlighting the importance of both enzymatic and non-enzymatic processes in organism defense and detoxification. A dose-dependent induction of defense systems was observed, associated to an increase of bioaccumulation. We thus evidenced that, even at environmental concentrations, Ba is susceptible to impairs marine organisms' health. This better understanding of the effects of metal pollution on aquatic organisms provides essential data to guide environmental management policies and conservation efforts in aquatic ecosystems.

Mots clés : Barium, *Palaemon adspersus*, hepatopancreas, oxidative stress, bioaccumulation.

Contact : [khilazeineb9@gmail.com](mailto:khilazeineb9@gmail.com)

# Évaluation écotoxicologique rapide et innovante de lixiviats de matériaux et revêtements antifouling à l'aide de bioreporteurs bactériens génétiquement modifiés

**Camille Ferré, Kirian Gentile, Océane Thibault, Raphaël Lami**

Sorbonne Université, CNRS, Laboratoire de Biodiversité et Biotechnologie Microbienne (LBBM), Observatoire Océanologique de Banyuls-sur-Mer, Avenue Pierre Fabre, 66650 Banyuls-sur-Mer, France.

De nombreux produits chimiques peuvent avoir des impacts néfastes sur les écosystèmes marins. Le transport maritime est un contributeur significatif de ces substances nocives, en particulier par l'usage d'antifoulings conduisant à la libération d'une large gamme de contaminants biocides comme les oxydes de cuivre. De même, les installations maritimes qui reposent largement sur l'usage de bétons et d'aciers se dégradent avec le temps, libérant de nombreux composés chimiques en mer dont la toxicité reste mal évaluée.

La plupart des tests écotoxicologiques utilisés pour évaluer l'impact des revêtements et des matériaux permettent de mesurer la mortalité ou les effets sur le développement des organismes. Il existe quelques tests ciblant des stress cellulaires (tests des comètes, tests de micronoyaux, etc.), mais ils n'ont que rarement été utilisés pour tester la toxicité de revêtements et matériaux employés par l'industrie maritime. D'une manière plus générale, il existe une lacune en termes de tests écotoxicologiques rapides, haut débit, simples d'utilisation, et capables de fournir une évaluation complète du spectre d'action des composés, ciblant spécifiquement des fonctions physiologiques impactées au niveau cellulaire.

Dans notre équipe, nous avons adapté et testé une approche originale basée sur l'utilisation de souches biosenseurs, génétiquement modifiées à partir d'*Escherichia coli*, et préparées pour détecter rapidement, qualifier et quantifier la toxicité éventuelle de l'eau contenant des mélanges de contaminants. Notre communication présentera cette méthodologie, accompagnée de quelques exemples d'applications et de résultats de ces travaux permettant d'appréhender la toxicité de revêtements antifouling commerciaux et innovants, et de matériaux utilisés pour la construction d'éoliennes flottantes. Nous croiserons également nos données avec celles obtenues à partir de tests d'écotoxicologie normés et répandus dans les laboratoires (ex. test microtox) et en ICP.

**Mots clés** : écotoxicologie, biosenseurs bactériens, revêtements antifouling, aciers, bétons.

**Contact** : [raphael.lami@obs-banyuls.fr](mailto:raphael.lami@obs-banyuls.fr)

# Flash Phagocytose, un protocole-éclair qui apporte des réponses fondamentales et pratiques à l'évaluation des capacités immunitaires de *Mytilus* sp.

**Frank Le Foll<sup>1</sup>, Agnès Poret<sup>1</sup>, Iris Barjhoux<sup>1,2</sup>, Damien Rioult<sup>2</sup>**

1. Université Le Havre Normandie, UMR INERIS-URCA-ULHN 02 SEBIO, FR CNRS 3730 Scale, F-76063, Le Havre Cedex, France
2. Université de Reims Champagne-Ardenne, UMR-I 02 INERIS-URCA-ULH 02 SEBIO, UFR Sciences Exactes et Naturelles, Campus du Moulin de la Housse, BP 1039, 51687, Reims, CEDEX, France.

La phagocytose est un mécanisme fondamental, partagé par tous les organismes, qu'ils soient à immunité exclusivement innée ou à immunité adaptative. Le processus phagocytaire comporte deux phases : une phase initiatrice pendant laquelle la particule à internaliser rencontre le phagocyte et se lie à ses récepteurs membranaires, une phase exécutive correspondant à l'internalisation et à la dégradation intracellulaire de la particule. Lors de cette deuxième phase, des phago-lysosomes se forment et s'acidifient progressivement permettant le déroulement des processus protéolytiques.

En écotoxicologie, l'impact des contaminants sur la fonction phagocytaire est fréquemment interrogé. La technique la plus répandue est l'analyse des paramètres phagocytaires par cytométrie en flux à l'aide de microbilles fluorescentes. Jusqu'à présent, cette approche permet de dénombrer les microbilles associées aux phagocytes, sans pouvoir distinguer les particules liées à la membrane, internalisées ou encore en cours de dégradation dans un phago-lysosome mature.

Dans cette étude, nous avons développé un outil simple permettant de distinguer les microbilles liées à l'extérieur des phagocytes de celles internalisées, et de suivre spécifiquement la phase exécutive de la phagocytose en cytométrie en flux. Pour ce faire des microbilles commerciales ont été fonctionnalisées avec un fluorochrome pH-Rodo succinimidyle ester. Nous avons ainsi obtenu des billes bi-fluorescentes, avec un premier fluorochrome permettant de les détecter au sein des cellules et une seconde fluorescence conditionnelle, répondant au pH acide. L'utilisation d'un protocole de pulse-wash-chase a permis de déterminer la cinétique de phagocytose chez la moule *Mytilus edulis* à 15°C, révélant une série d'étapes rapides. Les résultats obtenus permettent de choisir rationnellement le paramètre phagocytaire à privilégier entre efficacité et capacité phagocytaire et apportent des indications sur les durées d'incubation à cibler.

**Mots clés** : Immunotoxicité, Immunité innée, mécanistique, bioessai, cytométrie en flux

**Contact** : [frank.lefoll@univ-lehavre.fr](mailto:frank.lefoll@univ-lehavre.fr)

## Chroniques du Cocktail : Impact des Lixiviats de Particules de Pneus à Travers Divers Modèles Biologiques

**Jessy Le Du-Carrée<sup>1</sup>, Clara Kempkens Palacios<sup>2</sup>, Anna Rotander<sup>2</sup>, Maria Larsson<sup>2</sup>, Andi Alijagic<sup>2,3</sup>, Oleksandr Kotlyar<sup>2,5</sup>, Magnus Engwall<sup>2</sup>, Viktor Sjöberg<sup>2</sup>, Steffen H. Keiter<sup>2</sup>, Rodrigo Almeda<sup>1</sup>**

1. University of Las Palmas de Gran Canaria: Las Palmas de Gran Canaria, Spain
2. Man-Technology-Environment Research Center (MTM), Biology, Örebro University, SE-701 82 Örebro, Sweden
3. Inflammatory Response and Infection Susceptibility Centre (iRiSC), Faculty of Medicine and Health, Örebro University, SE-701 82 Örebro, Sweden
4. Faculty of Medicine and Health, School of Medical Sciences, Örebro University, SE-701 82 Örebro, Sweden
5. Centre for Applied Autonomous Sensor Systems (AASS), Mobile Robotics and Olfaction Lab (MRO), Örebro University, SE-701 82 Örebro, Sweden

Les particules d'usure des pneus (TWP) contribuent de manière significative à la pollution par les microplastiques. Malgré de nombreuses recherches sur les microplastiques conventionnels, les impacts environnementaux des TWP et de leurs lixiviats sont mal compris. Cette étude examine les effets cocktail des lixiviats de TWP sur divers modèles biologiques en utilisant des endpoints moléculaires, cellulaires et organismiques. La toxicité aiguë des lixiviats de TWP (taille des particules <250 µm) a été évaluée via des tests d'inhibition de la croissance d'un microalgue marine (*Rhodomonas salina*), des tests d'embryotoxicité et de comportement chez le poisson-zèbre (*Danio rerio*), ainsi que des tests in vitro pour les effets intracellulaires et la réponse hormonale à l'aide de tests de gènes rapporteurs. Les lixiviats ont été extraits dans de l'eau de mer artificielle, puis soumis à une extraction en phase solide et caractérisés chimiquement à l'aide de techniques spectrométriques. L'exposition aux lixiviats de TWP (1,5 à 1000 mg/L) a inhibé la croissance des algues et induit une embryotoxicité chez le poisson-zèbre, des altérations de pigment et des changements de comportement. La coloration cellulaire a révélé des changements pro-apoptotiques, notamment un arrondissement cellulaire, une toxicité mitochondriale, un stress du réticulum endoplasmique et une perturbation du cytosquelette. Le lixiviat a révélé un potentiel de perturbation endocrinienne, principalement à travers des effets antiandrogéniques. Les substances toxiques organiques détectées comprennent les hydrocarbures polyaromatiques et le 4-tert-octylphénol. Les résultats actuels indiquent que les composés organiques lixiviables dans l'eau sont les principaux agents causaux de la toxicité aiguë, contrairement à d'autres études qui impliquent principalement des métaux lourds. Ces résultats mettent en évidence les multiples effets toxiques aigus de la pollution par les TWP à divers niveaux biologiques. Des mesures urgentes sont nécessaires pour réduire une telle pollution dans les systèmes aquatiques et renforcer la réglementation sur les additifs de pneus hautement toxiques.

**Mots clés :** Effets cocktails, Particules de pneus, Toxicité In Vivo, Cell painting

**Contact :** [jessy.ledu@gmail.com](mailto:jessy.ledu@gmail.com)

# Évaluation de la toxicité de trois Éléments de Terres Rares (La, Gd, Y) seuls ou en mélanges chez *Chironomus riparius* et *Hyaella azteca*

**Marie Lefranc<sup>1</sup>, Noémie Wrzesinski<sup>1</sup>, Valentin Dupraz<sup>2</sup>, Marc Amyot<sup>3</sup>, Maikel Rosabal<sup>1</sup>**

1. Université du Québec à Montréal, Laboratoire de Métallomique Environnementale, Montréal, Canada
2. Régie de l'Eau Bordeaux Métropole, Direction de la Recherche, de l'Innovation et de la Transition Écologique, Bordeaux, France
3. Université de Montréal, Groupe de Recherche sur Interuniversitaire en Limnologie, Montréal, Canada.

Les Éléments de Terres Rares (ETR) sont utilisés dans de multiples applications, dont les nouvelles technologies et les technologies vertes. La demande croissante pour ces métaux a mené au développement de nombreux projets miniers, particulièrement au Canada. En plus des effluents miniers, il existe d'autres sources de contamination en mélanges d'ETR, comme les effluents de sites d'enfouissement techniques, industriels ou hospitaliers. Les ETR ont tendance à précipiter dans les sédiments, cependant, il existe peu de connaissances sur leur toxicité chez les organismes benthiques. L'objectif de cette étude est de fournir des données de toxicité sur trois ETR (La, Gd, Y) chez deux organismes benthiques (*Chironomus riparius* et *Hyaella azteca*), puis d'évaluer s'il existe des interactions en mélanges binaires chez l'espèce la plus sensible. Des courbes concentration-réponse ont été produites avec des sédiments contaminés pour *C. riparius* et *H. azteca* grâce à des tests de toxicité de 10 jours et 14 jours respectivement. L'inhibition de la croissance et la mortalité ont été évaluées et les NOEC/LOEC ainsi que les ECx ont été calculés. Les résultats ont montré que *C. riparius* était plus tolérant que *H. azteca*, et qu'il existe de légères différences de toxicité entre les trois ETR : Y > Gd > La. Des tests de toxicité sont en cours avec les mélanges de La/Gd, Gd/Y et La/Y avec *H. azteca*, et seront analysés avec la méthode des isobogrammes pour déterminer s'il existe des interactions. Les prochaines étapes de cette recherche porteront sur la compréhension de la répartition subcellulaire des ETR grâce à la méthodologie du fractionnement subcellulaire, ainsi que la détermination de leurs biomolécules cibles grâce à des techniques de couplage métallomique.

**Mots clés** : Éléments de Terres Rares, sédiments, organismes benthiques, mélange binaire

**Contact** : [lefranc.marie@courrier.uqam.ca](mailto:lefranc.marie@courrier.uqam.ca)

## *Artemia salina* : les crevettes d'eau salée Occitane pour étudier la cyanotoxine BMAA et ses isomères, DAB et AEG.

**Jeanne Lichtfouse, Lucas Lecluse, Anaëlle Demelier, Patrizia Giannoni**

Université de Nîmes, UPR CHROME, France.

La toxine BMAA ( $\beta$ -N-methylamino-L-alanine) a été décrite et étudiée pour la première fois suite à l'incidence élevée de cas de Sclérose Latérale Amyotrophique associée au complexe Parkinsonisme-Démence, sur l'île de Guam (Cox, 2017). En effet, plusieurs études ont clairement montré sa présence dans les graines de cycas ensuite mangées par les chauve-souris et donc bioaccumulé dans la chaîne alimentaire jusqu'à exposer à des doses extrêmement élevées la population locale. La toxicité de la BMAA, retrouvée dans les chauve-souris ainsi que dans les cerveaux des patients atteints de ALS/PDC, a été montrée à des doses élevées (3,556  $\mu\text{g/g}$  (chauve-souris), 6.6  $\mu\text{g/g}$  (cerveaux patients)) (Cox, 2003). Par contre, des doutes persistent sur le risque associé à une exposition à des doses environnementales ( $\text{ng.L}^{-1}$ ) auxquelles les humains peuvent être exposés. Dans ce contexte, nous avons mené une étude de la toxicité à des doses allant de 500  $\mu\text{g.L}^{-1}$  jusqu'à 1  $\text{ng.L}^{-1}$  de BMAA, ainsi que deux de ses isomères DAB et AEG sur le modèle larves de poisson zèbre (Lichtfouse, SETAC 2024, abstract n°22318). Ce choix est en accord avec une possible toxicité embryonnaire des toxines (Powers, 2017). Cependant, le poisson zèbre n'est pas représentatif des espèces présentes dans notre région (Occitanie) ni des endroits d'eau salée dans lesquels ces toxines ont été mises en évidence (Reveillon 2013). Nous avons donc décidé de mener une étude similaire sur *Artemia salina*, modèle caractéristique du milieu marin bien décrit dans la littérature (Libralato et al. 2016) en complément des larves de poisson zèbre. Dans cette étude nous avons conduit les investigations en ce qui concerne la toxicité aigüe à des doses environnementales en observant le taux de mortalité (nauplii, 24h exposition). Des tests de comportement sur artémies adultes ont été entrepris à l'aide du Daniovision™. Les analyses de ces données sont actuellement en phase de vérification afin d'obtenir une analyse statistique solide.

**Mots clés** : écotoxicologie; tritium; irradiation gamma; poisson zèbre *Danio rerio*; biomarqueurs

**Contact** : [jeanne.lichtfouse@unimes.fr](mailto:jeanne.lichtfouse@unimes.fr)

# Impact of electromagnetic fields from offshore windfarm submarine electric cables on the development, biology and behavior of *Scyliorhinus canicular*

**Julie Lucas<sup>1</sup>, Damien Einsargueix<sup>2</sup>, Laure Lailheugue<sup>2</sup>, Antony Fortin<sup>2</sup>, Emilie Portefin<sup>1</sup>, Marie-Caroline Husset<sup>1</sup>, Artero Céline<sup>3</sup>, Alexandre Carpentier<sup>4</sup>, Helene Claudel<sup>5</sup>, Lisa Garnier<sup>5</sup>, Thomas Trancart<sup>1</sup>**

1. Museum National d'Histoire Naturelle - Station Marine de Dinard - Laboratoire BOREA, Dinard, France
2. Ecocéan, Marseille, France
3. HEPIA - Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture, Jussy, Suisse
4. Réseau de Transport Electrique (RTE), France
5. Université de Rennes 1, France

Among marine renewable energy (MRE) producers, offshore wind farms are currently booming and are seen as a key energy source for energy transition. Wind farm can induce noise, vibrations, interruptions to ecological continuity and generate electromagnetic fields at the level of submarine electric cables. They can affect behavior of electro- and magneto- sensitive species which use natural electromagnetic fields to move and feed. The increasing number of offshore windfarms is likely to amplify these effects, while existing information on their impact on ichthyological communities remains patchy. Studies have been limited to a few species of commercial interest and exposure to electromagnetic fields is relatively short-lived. Submarine electric cables can transmit alternating current (AC) or direct current (DC) , depending on the function, power, length of the wind turbine transmission line. Currently, wind farms located less than 50km from the coast use AC current whereas future more powerful wind farms will be located more than 50 km away and will use DC current. In this context, our study aims to identify and evaluate the effects of magnetic fields in AC and DC current on the survival, development, growth and behavior of elasmobranchs, an elero-sensitive species at conservation risk. The results will enable us to understand how elasmobranchs react to electromagnetic fields, depending on their intensity and the type of current, and thus the type of offshore wind farm (fixed or floating). They will provide managers and decision-makers information they need to meet the challenges of developing MREs without harming marine biodiversity.

Mots clés : Offshore windfarm, electromagnetic fields, elasmobranch, développement, growth

Contact: [julie.lucas@mnhn.fr](mailto:julie.lucas@mnhn.fr)

## Effets biologiques des plastiques pétro- et bio-sourcés sur trois niveaux d'une chaîne trophique de la mer Baltique : une étude en mésocosme

**Bénédicte Morin<sup>1</sup>, Christelle Clérandeau<sup>1</sup>, Jérôme Cachot<sup>1</sup>, Melissa Orsini<sup>2</sup>, Francesco Regoli<sup>2</sup>, Jessy Le Du-Carrée<sup>3</sup>, Natalja Buhhalko<sup>4</sup>, Maura Benedetti<sup>2</sup> et Rodrigo Almeda<sup>3</sup>**

1. Lab EPOC, UMR 5805, Univ. Bordeaux, CNRS, Bordeaux INP, EPOC, Pessac, France

2. Department of Life and Environmental Sciences, Polytechnic University of Marche, Ancona, Italy

3. University of Las Palmas de Gran Canaria ULPGC, Las Palmas, Spain

4. Tallinn University of Technology, Department of Marine Systems, Estonia

L'utilisation de nouveaux polymères biosourcés comme alternative durable aux polymères conventionnels suscite des inquiétudes liées aux effets peu connus de ces matériaux une fois qu'ils sont libérés dans l'environnement marin. À cet égard, des expériences en mésocosme (projet BIOPLAST du JPI Ocean RESPONSE) ont été réalisées pour étudier les altérations biologiques causées par l'exposition à des polymères à base de pétrole (polypropylène) PP et à des polymères biosourcés (acide polylactique PLA et poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalérate) PHBv) à différents niveaux d'une chaîne trophique, le zooplancton, la palourde *Macoma balthica* et le poisson *Gasterosteus aculeatus* choisis comme espèces représentatives des écosystèmes marins de la mer Baltique. Les organismes ont été exposés à des particules de plastique broyées (<250 µm; 0,2g/L) pendant 7 et 21 jours. L'état de différentes fonctions physiologiques a été évalué à l'aide d'une batterie de biomarqueurs du stress oxydant (catalase CAT, glutathion peroxydase GPx et réductase GR, peroxydation lipidique TBARS, capacité totale de piégeage des radicaux peroxy et hydroxyle TOSC), du métabolisme énergétique (ETS), de biotransformation (GST) et de la transmission synaptique (AChE). Aucun effet n'a été mis en évidence chez les communautés zooplanctoniques après 3 semaines d'exposition. Par contre, des variations de la plupart des paramètres étudiés, ont été observées dans le cerveau et le foie chez *G. aculeatus* après une semaine d'exposition aux polymères pétro- et bio-sourcés. Chez la palourde *Macoma balthica*, aucun effet n'a été mis en évidence après 7 jours d'exposition sur l'ensemble du corps mou. Cependant, après 21 jours, une inhibition significative de l'activité AChE et une diminution de la capacité totale de piégeage des radicaux hydroxyles

**Mots clés** : Microplastiques, biomarqueurs, polymères biosourcés, épinoche trois épines, palourde, zooplancton

**Contact** : [benedicte.morin@u-bordeaux.fr](mailto:benedicte.morin@u-bordeaux.fr)

## Anthropogenic particulate copper fluxes to the Gulf of Lion

**Yann Machu, Dominique Aubert, Wolfgang Ludwig, Jennifer Sola, Christine Sotin**

Université de Perpignan via Domitia, CEFREM, Perpignan, France

Soils in the Gulf of Lion region (NW Mediterranean) show some of the highest copper (Cu) levels in Europe (Ballabio et al, 2018). The episodic and erosive nature of rainfall in the Mediterranean area, historical intensive agricultural practices using Cu and its relatively high solubility make the study of its transfer and consequences along the land-sea continuum a major issue. Vineyards are highly developed in the watersheds of small coastal rivers discharging in the Gulf of Lion. As soil erosion is the main source of particles, it is therefore likely that Cu exported from rivers is from anthropogenic origin. Atmospheric deposition is impacted by numerous processes, both locally and remotely through Saharan events. As a result, Cu levels in atmospheric fallout are highly variable, remaining on average 2 to 3 times higher than in the Rhone.

In a region dominated by Rhodanian inputs, the objective is to quantify anthropogenic Cu fluxes to the Gulf of Lions and the importance of the “minor compartments” (small coastal rivers and atmosphere) to global budgets.

Over the 2006-2022 period, the Rhone is the main contributor of material inputs to the Gulf of Lion (88.6%). Small coastal rivers and atmosphere contribute only for 7.0 and 4.4%. The Rhone specific fluxes are respectively 2 and 4 times greater than the inputs from small coastal rivers and atmospheric deposits.

To determine enrichment factors  $[(Cu/Al)_{sample}/(Cu/Al)_{background}]$ , reflecting the importance of the anthropic Cu amounts, it is necessary to use an accurate natural geochemical background. In a region with multiple influences, the methodology is complex, especially as small coastal rivers are rarely sampled during flood events which correspond to the natural erosion signal in transferred suspended material. A Cu/Al value of  $5E-04$  seems to be representative of the natural signal of most of coastal rivers, including local geological variability as well as Saharan events in atmospheric deposition. Overall, contaminations levels in the Rhone are assumed to reflect natural variability while small coastal rivers are slightly contaminated. The atmospheric compartment shows moderate levels of contamination.

Based on enrichment factors, it is possible to dissociate anthropogenic and natural Cu fluxes exported to the Gulf of Lion. On average, 69.5T of anthropogenic Cu are exported annually to the Gulf of Lion. 16.0T are brought through atmospheric deposits and 15.9T are exported from small coastal rivers accounting for about 46% of total inputs, with interannual fluctuation leading to contributions exceeding sometimes 50% (in 2015 and 2017). In contrast to particle fluxes, the Rhone anthropogenic specific inputs are respectively 3 and 2.5 time lower than atmospheric and small coastal rivers.

**Mots clés** : Copper, anthropogenic, contamination, rivers, atmospheric deposits

**Contact** : [yann.machu@univ-perp.fr](mailto:yann.machu@univ-perp.fr)

# Variations de longueur des télomères entre populations sauvages d'un poisson invasif soumises à des stress environnementaux

**Nicolas Martin**<sup>1,3</sup>, **Lisa Jacquin**<sup>1</sup>, **Simon Blanchet**<sup>2</sup>, **Eva Blondeau-Bidet**<sup>3</sup>, **Emilie Farcy**<sup>3</sup>

1. EDB Laboratoire Evolution et Diversité Biologique, UMR5174 EDB, Université de Toulouse, UPS, CNRS, IRD, Toulouse, France
2. CNRS, Station d'Ecologie Théorique et Expérimentale, UAR 2029, Moulis, France
3. MARBEC, Univ. Montpellier, CNRS, Ifremer, IRD, Montpellier, France

L'attrition des télomères est un biomarqueur robuste du vieillissement et du stress oxydatif chez les espèces endothermes. Cependant, les effets des stress environnementaux sur la longueur des télomères sont encore mal compris, en particulier chez les ectothermes comme les poissons, en raison d'un manque d'études empiriques en conditions naturelles de stress multiples. L'objectif de cette étude est de comparer la longueur des télomères dans les cellules branchiales de différentes populations de gambusies (*Gambusia holbrooki*), une espèce de poisson envahissante exposée à deux facteurs de stress chroniques : les polluants organiques (pesticides, pharmaceutiques, PCBs) ou la salinité. La longueur relative des télomères a été mesurée par qPCR dans les branchies des mâles de 9 populations. La taille des individus a été utilisée comme proxy de l'âge des individus et prise en compte dans les analyses. Divers marqueurs du stress oxydant (MDA, TAC, SOD) ont été mesurés dans le foie pour évaluer le statut oxydant et les dommages oxydatifs. Une diminution de la longueur des télomères chez les populations exposées à un stress dû à une augmentation des dommages oxydatifs était attendue. Néanmoins, une longueur des télomères égale ou plus élevée dans les populations soumises à une forte salinité ou aux polluants organiques persistants sans relation avec la peroxydation des lipides (MDA) ou les réponses antioxydantes (TAC, SOD) a été observée. Ces résultats contrastent avec les connaissances établies chez les endothermes et soulignent l'importance d'intensifier l'étude de l'attrition des télomères sur les ectothermes afin de l'utiliser comme biomarqueur d'exposition aux stress environnementaux dans les populations sauvages.

Mots clés : Télomères, stress oxydant, gambusie, pollution, salinité

Contact : [nicolas.martin.rech@gmail.com](mailto:nicolas.martin.rech@gmail.com)

## Le gammare au coeur du développement de méthodes normalisées en écotoxicologie

**Anthony Mathiron<sup>1</sup>, Vanessa Brosselin<sup>1</sup>, Nicolas Delorme<sup>2</sup>, Pascal Pandard<sup>3</sup>, Olivier Geffard<sup>2</sup>, Guillaume Jubeaux<sup>1</sup>**

1. BIOMAE, Château-Gaillard, France.
2. INRAE, RiverLy, Villeurbanne, France.
3. INERIS, Verneuil-en-Halatte, France.

De nombreux bioessais sont aujourd'hui disponibles pour évaluer la toxicité de substances/produits chimiques ou de milieux complexe tels que les eaux naturelles (eaux douces et marines), les eaux usées urbaines et industrielles ou encore les sédiments. La mise en place de tels outils en surveillance impose d'avoir recours à des méthodologies standardisées afin de garantir la comparaison des données obtenues entre études et laboratoires : lignes directrices OCDE, normes françaises AFNOR ou internationales ISO. La société BIOMAE, positionnée à l'interface entre le secteur de la recherche et les acteurs de l'eau, ambitionne depuis plusieurs années de faciliter l'utilisation des outils biologiques pour la biosurveillance des cours d'eau français et européens. Riche de son expertise sur le gammare *Gammarus fossarum* - un amphipode d'eau douce - BIOMAE souhaite poursuivre son implication dans l'adaptation et le développement de normes pour soutenir l'utilisation de cette espèce européenne. L'objectif ici est de présenter nos récents travaux menés pour 1) développer un nouveau substrat alimentaire standardisé permettant de mieux contrôler sa composition et sa fabrication afin de généraliser la mesure du taux d'alimentation au niveau européen et *in fine* proposer une norme adaptée de la norme AFNOR existante (XP T90 722), 2) démontrer que *Gammarus fossarum* peut être utilisé dans le cadre du protocole HYBIT (OCDE) en cours de normalisation chez l'amphipode américain *Hyaella azteca* comme test de bioconcentration, et 3) développer un test de toxicité visant à déterminer l'effet de sédiments contaminés sur la croissance, la survie et la reproduction des individus (OCDE). Cette communication permettra ainsi de montrer un état de l'art de l'écosystème normatif chez le gammare et les amphipodes aquatiques en général, et créer des liens potentiels avec des laboratoires académiques intéressés par nos développements (e.g. participation à des essais inter-laboratoires, montage de projets collaboratifs).

Mots clés : bioessais ; standardisation ; BIOMAE ; INRAE ; *Gammarus fossarum*.

Contact : [anthony.mathiron@biomae.fr](mailto:anthony.mathiron@biomae.fr)

## Effets transcriptionnels dose- et temps- dépendants chez *Daphnia magna* exposée au di-n-butyl phtalate

**Jérémie Ohanessian<sup>1</sup>, Ellis Franklin<sup>1</sup>, Simon Thiry<sup>1</sup>, Vincent Felten<sup>1</sup>, Marie Laure Delignette-Muller<sup>2</sup>, Elise Billoir<sup>1</sup>, Sophie Prud'homme<sup>1</sup>**

1. Université de Lorraine, CNRS, LIEC, F-57000 Metz, France

2. Université de Lyon, CNRS, VetAgro Sup, LBBE, F-69622 Villeurbanne, France.

L'objectif du projet ANR Chroco (2022-2026) est d'étudier simultanément les deux dimensions d'une exposition toxique, la concentration et le temps, afin d'en décortiquer les effets en allant du niveau moléculaire, jusqu'au niveau individuel, tout en considérant les conséquences sur la population. Le cas d'étude de ce projet porte sur l'espèce modèle d'eau douce *Daphnia magna*, exposée au composé perturbateur endocrinien di-n-butyle phtalate (DBP). Ce phtalate est retrouvé de manière omniprésente dans les milieux dulçaquicoles.

Dans le cadre de ce projet, des données transcriptomiques par RNAseq ont été générées, dans l'objectif d'explorer l'évolution des réponses transcriptionnelles d'une exposition au DBP en fonction du temps et de la dose d'exposition, chez des daphnies adultes et leur descendance. Les individus ont été exposés à un gradient de 7 concentrations de DBP en l'absence de solvant (0, 0.5, 1, 10, 100, 280 et 500 µg/L). Les daphnies adultes ont été échantillonnées après 0, 6, 12, 36 et 66 heures d'exposition à partir de la troisième ponte, à raison de deux réplicats biologiques par dose, regroupant chacun 5 daphnies. Leur descendance a été exposée à partir du début du développement embryonnaire puis échantillonnée 0, 12, 24 et 48 heures après leur relargage dans le milieu, à raison de deux réplicats biologiques par dose, regroupant chacun une soixantaine de juvéniles. Ce dispositif expérimental a ainsi permis l'obtention de 116 transcriptomes. Ce jeu de données inédit en écotoxicologie animale offre la possibilité d'explorer finement les mécanismes d'actions engendrés par une exposition à un contaminant.

Dans un premier temps l'outil DRomics appliqué aux données obtenues à chaque temps (Dose Response modelling for omics) a permis 1) d'identifier les transcrits dérégulés par l'exposition au DBP, 2) de caractériser les motifs de dérégulation génique de la réponse et 3) d'évaluer leur sensibilité.

La comparaison des résultats ainsi obtenus à chaque temps a ensuite été investiguée. Ces travaux se poursuivront afin de concevoir des méthodes pour caractériser l'évolution des dérégulations en fonction du temps ainsi que des clés d'interprétation biologiques adaptées à l'analyse et l'interprétation des données "omiques" temps- dose- dépendantes.

**Mots clés :** mécanisme d'action, RNAseq, modélisation (temps-) dose-réponse, phtalate.

**Remerciements :** Ce travail a été réalisé grâce au soutien financier de l'ANR dans le cadre du projet JCJC Chroco (ANR-21-CE34-0003). Ce travail a été effectué grâce aux ressources du Pole de compétences en biologie environnementale ANATELo, laboratoire LIEC, UMR 7360 CNRS – Université de Lorraine.

**Contact :** [jeremie.science@gmail.com](mailto:jeremie.science@gmail.com)

# Effets du di-n-butyl phtalate (DBP) sur les traits d'histoire de vie de *Daphnia magna* et conséquences sur la dynamique de population : comparaison de deux régimes d'exposition

**Jérémie Ohanessian, Sophie Prud'homme, Vincent Felten, Elise Billoir**

Université de Lorraine, CNRS, LIEC, F-57000 Metz, France

Les phtalates sont des produits chimiques, utilisés notamment comme additifs dans la synthèse des plastiques pour accroître leur flexibilité et leur résistance. On compte parmi eux le DBP, décrit comme perturbateur endocrinien en mesure d'engendrer des effets reprotoxiques chez les mammifères. Bien que détecté de manière omniprésente dans les milieux dulçaquicoles à des concentrations de l'ordre du ng/L au µg/L, les études sur les effets du DBP chez la daphnie font l'impasse sur les effets potentiels d'une exposition à de faibles concentrations et en l'absence de solvant.

Nos travaux s'intéressent aux effets chroniques du DBP sur les traits d'histoire de vie (survie, croissance, reproduction) du crustacé d'eau douce *D.magna*. Outre les témoins, les individus ont été exposés à un gradient de 8 concentrations d'exposition allant de 0.5 à 2000µg/L, selon deux régimes d'exposition : i) dès le début du développement embryonnaire ou ii) au stade adulte à partir de la troisième ponte des individus, lorsque la plupart des investissements énergétiques dans la croissance sont terminés.

Les résultats mettent en évidence que le régime d'exposition au DBP est un paramètre essentiel dans les effets du contaminant sur les traits d'histoire de vie (survie, croissance, reproduction). En effet, si aucune réponse significative n'a été observée chez les organismes exposés au stade adulte, des perturbations de la survie, la croissance et la reproduction ont été observées dès 100 µg/L chez les organismes exposés dès le début du développement embryonnaire. Les résultats démontrent également que l'exposition à un gradient de concentration de DBP mène, selon les traits d'histoire de vie mesurés, à des typologies de réponse différentes en fonction de la dose. La relation dose-réponse sur la survie est non monotone, avec une mortalité juvénile plus importante aux concentrations intermédiaires (100, 280 et 500 µg/L) qu'aux plus fortes concentrations (1000 et 2000 µg/L). Quant aux effets sur la croissance et la reproduction, les réponses présentent des relations dose-réponse monotones classiques.

La modélisation de la dynamique des populations de daphnies sur la base de ces données de traits d'histoire de vie montre qu'une exposition dès le début du développement embryonnaire au DBP entraîne une diminution du taux d'accroissement et une modification de la structure et de la population.

**Mots clés** : mécanisme d'action, RNAseq, modélisation (temps-) dose-réponse, phtalate.

**Remerciements** : Ce travail a été réalisé grâce au soutien financier de l'ANR dans le cadre du projet JCJC Chroco (ANR-21-CE34-0003). Ce travail a été effectué grâce aux ressources du Pole de compétences en biologie environnementale ANATELo, laboratoire LIEC, UMR 7360 CNRS – Université de Lorraine.

**Contact** : [jeremie.science@gmail.com](mailto:jeremie.science@gmail.com)

# Caractérisation de la réponse des coraux d'eau froide face à un océan plastique réchauffé

**Lauryn Olla, Franck Lartaud, Pierre E. Galand**

Sorbonne Université, UMR 8222, Laboratoire d'Ecogéochimie des Environnements Benthiques, Banyuls-sur-Mer, France

Les canyons sous-marins constituent des habitats remarquables faisant l'objet de suivis particuliers pour préserver les ressources marines et le bon fonctionnement écologique. Ils abritent notamment des récifs coralliens d'eau froide essentiels pour le maintien de la biodiversité.

Ces récifs sont aujourd'hui confrontés à de graves menaces anthropiques, liées aux effets du changement climatique, aux activités de pêche non durables (e.g., le chalutage), et à la pollution, notamment par les plastiques et déchets divers. Dans les canyons méditerranéens, les coraux d'eau froide tels que *Lophelia pertusa* (nommée récemment *Desmophyllum pertusum*), principale espèce constructrice de récifs, vivent déjà proche de leur seuil de tolérance thermique connue (i.e. 14°C) et sont exposés à une forte pollution de déchets plastiques.

Toutefois, la quantification et la caractérisation de cette pollution dans les canyons sont aujourd'hui mal décrites, résultant uniquement de relevés opportunistes, par chalutage ou par imagerie via un robot téléopéré (ROV). La mise en place d'un protocole standardisé, basé sur ceux développés à terre, devrait permettre une meilleure élaboration de l'état des lieux de la pollution en écosystème de canyon. L'augmentation de la température et l'exposition aux micro et macro-plastiques ont déjà montré des effets négatifs, notamment sur *Lophelia pertusa*. Cependant, l'effet combiné des stress thermiques et plastiques pourraient avoir un effet synergique sur les coraux d'eau froide. Ce double stress est testé par expérimentation en aquarium avec une exposition chronique en étudiant la réponse au niveau de l'holobionte. Cette contrainte multi-stress reflète de manière plus représentative les conditions environnementales auxquelles seront confrontés les écosystèmes méditerranéens profonds dans les années à venir.

**Mots clés** : coraux d'eau froide, canyon sous-marin, plastique, température

**Contact** : [lauryn.olla@obs-banyuls.fr](mailto:lauryn.olla@obs-banyuls.fr)

# Évaluation de l'impact des polluants sur les refuges thermiques du saumon atlantique : Cas d'étude du ruisseau de la Savane et de la rivière Rimouski, Québec

**Sandrine Picotte<sup>1</sup> , Souhir Marsit<sup>2</sup>, Emmanuelle Chrétien<sup>2</sup>, Anne Corminboeuf<sup>3</sup>, Elia Wagner-Beaulieu<sup>2</sup>, Gabriel Côté<sup>2</sup>, Simon Tweddell<sup>3</sup>, Karine Blouin<sup>3</sup> et Richard St-Louis<sup>2</sup>**

1. Institut des Sciences de la Mer, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Canada
2. Département de Biologie, Chimie et Géographie, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Canada
3. Organisme des Bassins Versants du Nord-Est du Bas-Saint-Laurent, Rimouski, Canada

Le ruisseau de la Savane qui se déverse dans la rivière Rimouski au Québec crée un refuge thermique où le saumon atlantique (*Salmo salar*) pourrait se réfugier lors d'événements de chaleur extrême. Or, cette zone subit des pressions d'origine anthropique. Ce ruisseau longe des zones agricoles (apport en matières organiques, engrais et pesticides), une autoroute (émissions d'hydrocarbures et apport de sels de déglacage) ainsi qu'un lieu d'enfouissement sanitaire (LES) fermé depuis 20 ans (lixiviats riches en métaux et en composés synthétiques) en amont du refuge thermique. Les pressions d'origines anthropiques dans la rivière Rimouski peuvent influencer négativement les premiers stades de vie du saumon, ainsi que le stade adulte lors de son retour en rivière pour la reproduction. L'objectif de ce projet est de caractériser et de quantifier, sur un cycle annuel débutant en octobre 2023, la contamination du ruisseau de la Savane et de la rivière Rimouski et d'en identifier les sources. Nous déterminerons les liens entre la contamination et les perturbations aux premiers maillons de la chaîne trophique. À cette fin, nous évalueront la composition spécifique des communautés bactériennes et fongiques par le metabarcoding de l'ADN ainsi que le stress cellulaire potentiel sur les proies des saumons, soit les insectes aquatiques, à l'aide de biomarqueurs de stress (EROD, métallothionéine, stress oxydatif). Étant donné que ces communautés jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement de l'écosystème, toute perturbation à la base de la chaîne trophique pourrait déclencher des réactions en cascade affectant l'ensemble de l'écosystème. Les résultats préliminaires suggèrent une contamination en certains métaux dans le ruisseau de la Savane originaires du LES. Les résultats générés par ce projet serviront à produire un plan de gestion de méthodes d'évaluation et de quantification des dommages à l'environnement des refuges thermiques pour le saumon à proximité d'un LES, qui sera facilement transférable à plusieurs lieux similaires à celui de ce projet.

**Mots clés** : Métaux lourds, éléments traces, stress cellulaire, ADN environnemental, communautés microbiennes.

**Contact** : [sandrine.picotte@uqar.ca](mailto:sandrine.picotte@uqar.ca)

## Chronologie des impacts des pollutions sur la biodiversité par l'étude des archives sédimentaires lacustres

**Muriel Raveton<sup>1</sup>, Christelle Gonindard<sup>1</sup>, Clément Lionnet<sup>1</sup>, Frédéric Boyer<sup>1</sup>, Ludovic Gielly<sup>1</sup>, Gentile Francesco Ficetola<sup>1</sup>, Pierre Taberlet<sup>1</sup>, Christine Pailles<sup>2</sup>, Gilles Delaygue<sup>3</sup>, Pierre Sabatier<sup>4</sup>, Stéphane Reynaud<sup>1</sup>**

1. Université Grenoble Alpes, CNRS, Laboratoire d'Ecologie Alpine, Grenoble, France.

2. Université Aix-Marseille, Centre de recherche et d'enseignement des géosciences de l'environnement, CNRS, Aix-en-Provence, France

3. Université Grenoble Alpes, Institut des Géosciences de l'environnement, CNRS, Grenoble, France

4. Université Savoie-Mont-Blanc, Laboratoire Environnement dynamique et territoires de la montagne, CNRS, Chambéry, France

La chronologie des pollutions locales est souvent très complexe et l'évaluation de leurs impacts passés sur les communautés biologiques reste difficile à appréhender. L'objectif de ce projet est d'utiliser l'ADN piégé/conservé dans les sédiments pour cartographier chronologiquement les communautés. Le site d'étude correspond au lac St-André (Savoie), dont le bassin versant est majoritairement occupé par la culture de la vigne et dont la chronologie de la contamination pesticide est connue (Sabatier et al., PNAS, 2014). La biodiversité eucaryotes du lac a été identifiée par une approche metabarcoding dans les strates des archives sédimentaires. Pour compléter cette approche, une analyse classique des restes de valves de Diatomées a été conduite afin de renforcer l'analyse statistique des changements de structures communautaires.

L'analyse statistique des données metabarcoding-eucaryotes et des données valves-Diatomées met en évidence des points de bascule communs, (i) les années 20s, dont le changement communautaire semble corrélé à l'utilisation de la bouillie bordelaise, (ii) 1965, période de basculement majeur dont l'analyse statistique indique une corrélation forte avec l'utilisation nouvelle des fongicides et insecticides de seconde génération, et enfin, (iii) dans les années 90s, un nouveau point de bascule qui pourrait être corrélé à plusieurs facteurs environnementaux (utilisation du glyphosate induisant le lessivage de fortes quantités de matières organiques, augmentation des températures). Par ailleurs, sur la période des années 50 à 90, les classes de Diatomées dont le biovolume correspond à des tailles 'très petites' à 'intermédiaires' dominant les assemblages et les formes tératogènes augmentent d'un facteur compris entre 2 et 5. L'ensemble de ces indices semble là aussi démontrer un impact fort des pesticides sur les communautés du lac.

**Mots clés** : Archive sédimentaire, metabarcoding, Eukaryotes, Diatomées, Pesticides

**Contact** : [muriel.raveton@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:muriel.raveton@univ-grenoble-alpes.fr)

## Clusters des protéines identifiées chez la moule bleue suite à une infection à *Vibrio Splendidus*

**Béatrice Rocher, Yosra Ben Cheikh, Stéphanie Olivier, Agnès Poret, Frank Le Foll et Florence Bultelle**

UMR-I 02 Stress Environnementaux et BIOSurveillance des milieux (SEBIO), FR CNRS 3730  
SCALE, Université Le Havre Normandie, Le Havre, France.

Les bactéries hétérotrophes appartenant au genre *Vibrio* sont très abondantes dans l'environnement aquatique, principalement dans l'eau de mer. Plus de 130 espèces de Vibrios ont été identifiées, présentant une variété de modalités d'association avec l'hôte qui vont de la symbiose à la pathogénicité virulente. En raison des pertes économiques importantes générées dans le secteur de l'aquaculture, de nombreuses études sont consacrées aux maladies bactériennes, en particulier chez les bivalves d'élevage. Parmi les agents étiologiques, les bactéries du clade Splendidus ont été décrites à plusieurs reprises en relation avec des événements de mortalité. Dans cette étude, des moules bleues, *Mytilus edulis*, ont été exposées pendant 48h à une souche pathogène *Vibrio splendidus* par cohabitation puis une analyse protéomique a été réalisée sur les branchies des animaux infectés, comparativement à un groupe contrôle. La souche pathogène *Vibrio splendidus* utilisée a déjà été signalée pour sa virulence à l'égard de la moule bleue et pour sa capacité à modifier les réponses immunitaires. En outre elle provoque des nécroses dans plusieurs tissus, en particulier dans les branchies. Les résultats de l'analyse protéomique pointent des altérations du métabolisme et montrent des remaniements du cytosquelette. En outre, des modifications de la composante immunitaire ont été observées. Ces résultats préliminaires apportent des informations nouvelles sur les mécanismes moléculaires mis en jeu en réponse à l'agent pathogène *Vibrio splendidus* dans les branchies de moules bleues.

Mots-clés : mortalité ; bivalves ; défenses immunitaires ; protéomique.

Remerciements : Fédération SCALE CNRS 3730 - Région Normandie (RIN Recherche InvBio).

Contact : [beatrice.rocher@univ-lehavre.fr](mailto:beatrice.rocher@univ-lehavre.fr)

# Caractérisation de l'effet l'exposition des gamètes de *Mytilus galloprovincialis* aux microplastiques environnementaux sur la fertilité et la qualité des larves

**Ilef Romdhani<sup>1,2,3</sup>, Massimo Venditti<sup>3</sup>, Sonia Gaied<sup>1,2</sup>, Sergio Minucci<sup>3</sup>, Mohamed Baani<sup>1,2</sup>**

1. Instiut superieur de biotechnologie de Monastir, Université de Monastir, Monastir, Tunisie.
2. Laboratoire d'agrobiodiversité et d'écotoxicologie LR02AGR21, ISA Chott Mariem, Sousse, Tunisie.
3. Department de medecine experimentale, Universite Luigi Vnvitelli, Naples, Italie.

La présence ubiquitaire et la pervasivité des microplastiques (MP) dans les écosystèmes marins représentent un enjeu majeur, menaçant l'équilibre et la durabilité des milieux aquatiques. *Mytilus galloprovincialis*, une espèce clé des écosystèmes côtiers, se reproduit en libérant directement ses gamètes dans l'eau, les exposant ainsi potentiellement aux MP présents dans leur environnement. S'appuyant sur ces constats, cette étude vise à évaluer les effets de l'exposition des gamètes de *M. galloprovincialis* à 50 et 100 µg/L de microplastiques environnementaux (MPE) pendant 1 heure sur le taux de fertilisation et l'induction de l'apoptose chez les larves.

A cet effet, nos résultats révèlent une corrélation entre la concentration des MPE et la diminution du taux du succès de fertilisation des gamètes de *M. galloprovincialis*, ainsi que les malformations larvaires observées, suggérant un impact négatif sur le développement embryonnaire. Par ailleurs, une dégradation de l'ADN est observée chez les larves, laquelle semble être liée à la concentration des MPE. Parallèlement, l'expression de la protéine Bax, associée à l'apoptose, augmente tandis que celle de Bcl-2 diminue en fonction de la concentration des MPE. En outre, la protéine prothymosine-α connaît également une diminution en fonction de la concentration des MPE.

Cette étude démontre les conséquences de l'exposition des gamètes de *M. galloprovincialis* aux MPE sur le taux de succès de la fertilisation, et la qualité des larves, mettant ainsi en lumière les risques pour la survie de l'espèce et sa stabilité. Le probable déclin de cette espèce clé, peut avoir des répercussions en cascade sur l'ensemble de l'écosystème marin.

**Mots clés :** Microplastiques environnementaux, *M. galloprovincialis*, gamètes, larves, apoptose.

**Contact :** [ilef.romdhani@isbm.u-monastir.tn](mailto:ilef.romdhani@isbm.u-monastir.tn)

## Surveillance opérationnelle des eaux usées pour la gestion en temps réel des contaminants émergents

**George Ruck<sup>1</sup>, Didier Neuzeret<sup>2</sup>, Jean-Baptiste Aubin<sup>3</sup>, Herve Queau<sup>1</sup>, Olivier Geffard<sup>1</sup> et Arnaud Chaumot<sup>1</sup>**

1. INRAE, UR RiverLy, Villeurbanne France
2. Viewpoint, Civrieux France
3. University of Lyon, INSA Lyon, DEEP, Villeurbanne

La pression sur la ressource en eau ne cesse de croître, en raison de facteurs environnementaux tels que le changement climatique et l'augmentation de la population et des activités anthropiques. Cela entraîne des défis considérables en matière de pollution organique et de contaminants émergents. Selon les Nations Unies, plus de 2,5 milliards de personnes pourraient subir les effets des micropolluants organiques d'ici 2050. La surveillance actuelle des rejets d'eaux usées, qui se limite au suivi de quelques composés chimiques et à l'utilisation de certains bioessais, n'est pas suffisante pour optimiser le traitement dans les stations d'épuration (STEP). Des approches complémentaires, telles que la biosurveillance, sont nécessaires pour mieux caractériser le transfert des micropolluants et protéger ainsi l'environnement aquatique.

L'outil de biomonitoring "ToxMate" utilise le vidéotracking pour surveiller en temps réel le comportement locomoteur des invertébrés et détecter les pics de micropolluants lors d'une pollution ponctuelle. Cette communication présente les résultats des biotests en laboratoire ainsi que la surveillance à long terme des rejets des STEPs. Les essais en laboratoire sur des micropolluants connus ont permis de constituer une base de données comportementale, révélant l'existence d'empreintes comportementales qui indiquent la nature chimique de la pollution lors de la dégradation de la qualité de l'eau. Les données collectées sur les sites de biosurveillance révèlent la récurrence de certaines pollutions. L'ensemble de nos résultats illustre la stratégie pour la caractérisation continue des effluents et montre la stratégie développée pour identifier la nature des pollutions récurrentes grâce à des campagnes de prélèvements stratégiques intégrées dans le ToxMate.

Le ToxMate offre une opportunité d'amélioration pour adapter la gestion des STEPs en utilisant le biomonitoring pour limiter les émissions de micropolluants et de contaminants émergents dans l'environnement. De plus, l'indicateur en ligne fournit des informations qui pourraient être utilisées pour automatiser les traitements avancés ou la réutilisation de l'eau, grâce à l'approche non ciblée.

**Mots clés** : Biosurveillance, Micropolluants, Non-ciblé, Effect-based, ToxMate

**Contact** : [george.ruck@inrae.fr](mailto:george.ruck@inrae.fr), [gruck@viewpoint.fr](mailto:gruck@viewpoint.fr)

# La bioremédiation naturelle d'une pollution par les hydrocarbures par les bactéries hydrocarbonoclastes, dans la voie navigable du Saint-Laurent (Québec)

**Richard Saint-Louis<sup>1</sup>, Camille Berthod<sup>2</sup>, Karine Lemarchand<sup>1</sup>, François Guillemette<sup>3</sup>, Joannie Ferland<sup>4</sup>, Virginie Galindo<sup>5</sup>**

1. Département de biologie, chimie et géographie, Université du Québec à Rimouski (UQAR)
2. Institut des Sciences de la Mer de Rimouski (ISMER)
3. Département des sciences de l'environnement, Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR)
4. Centre d'expertise en gestion des risques d'incidents maritimes (CEGRIM)
5. Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, de la faune et des parcs (MELCCFP)

La voie navigable du Saint-Laurent s'étend des Grands Lacs jusqu'au golfe du Saint-Laurent, dans un continuum eaux douces – eaux salées, sur plus de 3000 kilomètres. Lors d'un déversement accidentel de produits pétroliers, les interventions sont limitées aux techniques physiques de contention et de récupération du pétrole, en raison de la proximité des côtes sur une bonne partie du tracé de cette « autoroute maritime ». La résilience de ses écosystèmes aquatiques repose surtout sur leur capacité naturelle à dégrader les hydrocarbures. Le projet de recherche avait pour but de présenter un portrait de l'abondance et de la diversité des microorganismes hydrocarbonoclastes indigènes de la voie navigable et de déterminer la capacité de bioremédiation naturelle, face à la pollution par les hydrocarbures. En 2021 et 2022, 110 stations ont été échantillonnées le long de la voie navigable du Saint-Laurent, du Lac Ontario au golfe du Saint-Laurent, pour récolter les bactéries libres et la matière particulaire en suspension (pour l'analyse des hydrocarbures). Nos résultats montrent que l'abondance relative des différentes classes de bactéries varie selon la salinité. Parmi les classes identifiées, on dénombre sept classes majoritaires : *Actinobacteria*; *Gammaproteobacteria*; *Alphaproteobacteria*; *Verrucomicrobiae*; *Bacteroidia*; *Oxyphotobacteria* et *Acidimicrobiia*. La classe *Actinobacteria* domine dans les eaux douces et est pratiquement absente dans les eaux marines, alors que la classe *Gammaproteobacteria* (qui comprend le genre *Alcanivorax*, strictement hydrocarbonoclaste) prend de l'importance à partir d'une salinité de 20. Les classes *Actinobacteria* et *Verrucomicrobiae* sont les plus fortement corrélées avec les concentrations en HAP et alcanes. Le constat le plus important de cette étude est qu'au long de la voie navigable du Saint-Laurent coexistent des classes de bactéries reconnues pour leur capacité à biodégrader le pétrole. Cela permet d'envisager le développement de méthodes d'intervention qui stimuleront la biodégradation des hydrocarbures dans la colonne d'eau.

**Mots clés** : Déversement de pétrole, HAP, biodégradation, bactéries, résilience

**Contact** : [richard\\_st-louis@uqar.ca](mailto:richard_st-louis@uqar.ca)

# Étude de la toxicité des composés de différents pétroles bruts sur les hémocytes de bivalve par le développement d'une plateforme microfluidique

**Suzie Severino<sup>1</sup>, Richard Saint-Louis<sup>2</sup>, Réjean Tremblay<sup>1</sup>, Sébastien Cardinal<sup>2</sup>**

1. Institut des Sciences de la Mer, Université du Québec à Rimouski, 310 Allée des Ursulines, Rimouski, QC G5L 3A1, Canada
2. Département de biologie, chimie et géographie, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Québec, Canada

Le Canada s'est orienté vers l'exploitation et le transport massif de bitume dilué (dilbit), entraînant un potentiel risque de déversement. L'ampleur des impacts a déjà été évaluée sur des organismes marins via l'exposition à des fractions pétrolières adaptées à l'eau (WAF). Cependant, l'identification précise des composants responsables de la toxicité du pétrole est toujours méconnue. La microfluidique (la manipulation des fluides à l'échelle micrométrique) peut être utilisée pour arriver à cet objectif. Elle accélère la vitesse d'analyse, permet de mener plusieurs analyses en parallèle, et nécessite peu de matériel biologique. De plus, la synthèse chimique de certains constituants et différents types de fractionnement du pétrole, comme la méthode SARA ou des méthodes de séparation spécifiques, sont envisagés afin d'atteindre une large gamme de composés pétroliers, comprenant ceux plus difficilement accessibles, comme les carbazoles ou les dibenzothiophènes. Lors de ce projet, une attention particulière sera portée aux composés hétérocycliques et aux composés substitués afin de mettre en exergue les structures chimiques les plus toxiques. L'étude implique le développement d'un dispositif de culture cellulaire microfluidique permettant d'exposer les hémocytes de moules bleue aux contaminants souhaités issus de deux dilbit (Access Western Blend, Cold Lake Blend) et d'un pétrole classique (Heidrun), et d'en étudier les réponses biologiques. Le projet s'axe sur l'étude des impacts d'un déversement effectué en condition hivernale, un défi réalisé à 4°C. Actuellement, l'utilisation de plateforme microfluidique pour la culture cellulaire ne s'opère pas à des températures si basses.

Mots-clés : Bitume dilué, *Mytilus edulis*, Hydrocarbures, Microfluidique, Effets subcellulaires.

Contact : [suzie.severino@uqar.ca](mailto:suzie.severino@uqar.ca)

## Étude des effets perturbateurs endocriniens d'un filtre-UV, la benzophénone-3 chez un poisson marin, le bar européen

**Sofia Soloperto, Manon Lefevre, Stéphanie Olivier, Agnès Poret, Nathalie Giusti, Corentine Guilloton, Béatrice Rocher, Florence Bultelle, Salima Aroua, Yosra Ben Cheikh**

Université le Havre Normandie, UMR I02 SEBIO, 25 rue Philippe Lebon, 76600 Le Havre

Les filtres-UV sont des molécules chimiques largement utilisées dans divers produits tels que les cosmétiques et produits de soin (crèmes solaires, parfum, maquillage...) ou encore les peintures et les plastiques, pour absorber ou bloquer les rayons UV. Au cours de la dernière décennie, ils sont devenus un sujet de préoccupation croissant en raison de leurs capacités à interférer avec le système endocrinien des organismes. Les espèces aquatiques sont particulièrement vulnérables à l'exposition aux filtres-UV en raison de leur habitat. Dans cette étude, nous nous sommes intéressés aux effets d'une exposition à un filtre UV, la benzophénone-3 (BP3) chez des juvéniles de bar européen. Les animaux ont été exposés à deux concentrations environnementales de BP3 (0.35 et 35 ug/L) et différentes réponses ont été analysées : survie, paramètres biométriques (longueur, poids), réponses comportementales (anxiété, préférence sociale), et régulation de l'expression de gènes clés des axes neuroendocriniens thyroïdien (HHT) et gonadique (HHG), et de gènes impliqués dans la prolifération cellulaire. Nos résultats montrent que la BP3 n'affecte pas la survie et les paramètres biométriques analysés. Au niveau comportemental, une légère altération des proxies d'anxiété a été observée chez les poissons exposés à 35 ug/L, en revanche aucun effet n'a été constaté sur le comportement social. Au niveau de l'expression des gènes, on observe que l'exposition à 35 ug/L de BP3 stimule l'expression des acteurs hypophysaires de l'HHG ( $lh\beta$  et  $fsh\beta$ ) mais n'a pas d'effets sur les acteurs cérébraux (aromataseB,  $gnrhs$ , kisspeptins,  $esrs$ ), ni sur les gènes de l'HHT ( $gth\alpha$ ,  $tsh\beta$ ). Enfin, une baisse significative de l'expression d'un gène indicateur de la prolifération cellulaire ( $pcna$ ) a été observée chez les poissons exposés à 0.35 ug/L. Pour conclure, nos données indiquent que le filtre UV BP3 est capable d'influencer les réponses comportementales et endocriniennes chez les bars juvéniles exposés.

Mots-clés : perturbation endocrinienne, téléostéen, reproduction, comportement

Contact : [sofiasoloperto@protonmail.com](mailto:sofiasoloperto@protonmail.com)

## Impacts de perturbateurs endocriniens thyroïdiens sur les stades embryo-larvaires de la truite arc-en-ciel

**Marine Suchet<sup>1</sup>, Laure Bellec<sup>1</sup>, Yann Combes<sup>1</sup>, Christelle Clérandeau<sup>1</sup>, Pauline Pannetier<sup>1,2</sup>, Thomas Braunbeck<sup>3</sup> et Jérôme Cachot<sup>1</sup>**

1. Université Bordeaux, CNRS, Bordeaux INP, EPOC, UMR 5805, F-33600 Pessac, France
2. Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail, Laboratoire de Ploufragan-Plouzané, Technopôle Brest-Iroise, 29280 Plouzané, France
3. Aquatic Ecology and Toxicology Group, COS – Centre for Organismal Studies, University of Heidelberg, Germany

Les pouvoirs public et la recherche portent un intérêt croissant aux composés perturbateurs endocriniens, classés comme substances extrêmement préoccupantes, en raison de leurs effets nocifs avérés et/ ou suspectés sur l'homme et l'environnement. Il a récemment été mis en évidence qu'ils pouvaient perturber l'équilibre des hormones thyroïdiennes chez les vertébrés, qui sont elles-mêmes impliquées dans un variété de processus physiologiques comme le développement ou l'immunité. Les milieux aquatiques sont le réceptacle de nombreux perturbateurs endocriniens, auxquels les organismes aquatiques sont donc exposés et particulièrement vulnérables lors des premiers stades de vie.

L'objectif de l'étude a été de caractériser les impacts potentiels de l'exposition à deux perturbateurs endocriniens sur les stades embryonnaire et larvaire de la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*). Des embryons de truites ont été exposés juste après la fécondation et jusqu'au stade larvaire à : (1) le fluorure de sodium, un perturbateur thyroïdien potentiel utilisé dans l'industrie et présents à différentes concentrations dans l'environnement et (2) le tébuconazole, un fongicide perturbateur thyoïdien avéré, utilisé en agriculture et détecté dans l'environnement. Plusieurs paramètres biologiques ont été analysés : cinétique d'éclosion des oeufs, biométrie (longueur des larves, têtes, et diamètre des yeux), malformations (squelette axial, hémorragies, oedèmes), rythme cardiaque ou encore dosage des hormones thyroïdiennes T3 et T4. La longueur des larves, est significativement affectée par l'exposition au tébuconazole et au fluorure de sodium. Ce dernier favorise l'apparition de malformations du squelette axial aux plus fortes concentrations testées et induit une tachycardie chez les larves mais seulement aux plus faibles concentrations testées. Ces premiers résultats montrent des effets du fluorure de sodium sur les premiers stades de vie de la truite. L'analyse de paramètres complémentaires permettra d'avoir une vision plus complète des effets potentiels du fluorure de sodium sur le cycle de vie complet de la truite arc-en-ciel.

**Mots clés** : Perturbateur endocrinien thyroïdien, effets sur le développement, tébuconazole, fluorure de sodium, truite

**Contact** : [marine.suchet@u-bordeaux.fr](mailto:marine.suchet@u-bordeaux.fr)

## Développement d'un biomarqueur de différenciation lymphocytaire *in vitro* par cytométrie en flux

**Lalie Supiot<sup>1,2</sup>, Guillaume Lanuzel<sup>1</sup>, Thierry Morin<sup>1</sup>, Morgane Danion<sup>1</sup>, Pauline Pannetier<sup>1</sup>**

1. ANSES, Laboratoire Ploufragan-Plouzané-Niort, Unité Virologie, immunologie et écotoxicologie des poissons, Plouzané, France.
2. Université d'Angers, Angers, France.

Au cours des dernières années, la cytométrie en flux est une technique dont l'utilisation s'est fortement développée dans un contexte d'évaluation des effets des contaminants présents dans l'environnement sur les êtres vivants. Appliquée à l'écotoxicologie, c'est un outil qui peut être utilisé dans la biosurveillance de l'état de santé des organismes, notamment via le suivi des évolutions de la réponse immunitaire adaptative. Celle-ci, principalement médiée par des lymphocytes T (LT) spécialisés dans la destruction de cellules infectées et des lymphocytes B (LB) producteurs d'anticorps, peut en effet être modulée chez les poissons par des stress biotiques ou abiotiques présents dans leur environnement. L'objectif de ce travail consiste à développer un nouveau biomarqueur immunitaire en cytométrie en flux permettant de différencier deux populations lymphocytaires chez la truite arc-en-ciel (TAC; *Oncorhynchus mykiss*) afin de pouvoir en suivre l'évolution dans différents contextes. Après prélèvement sanguin et purification, les leucocytes sont mis en culture avec des agents stimulant leur prolifération à différentes concentrations: concanavaleine A pour les LT et de lipopolysaccharides (LPS) d'*E. coli* O55:B5 pour les LB. Ils sont ensuite marqués avec des anticorps spécifiques des marqueurs de surface: antiCD3 pour les LT et anti-IgM pour les LB, avant d'être analysés en cytométrie en flux afin de déterminer la proportion de chaque populations lymphocytaires. Après validation de la robustesse de la méthode analytique *in vitro*, ce biomarqueur sera utilisé pour investiguer une possible modulation lymphocytaire chez des TAC exposées chroniquement à un perturbateur endocrinien suspecté (Fluorure de Sodium) puis à un virus (nécrose hématoépithéliale infectieuse; projet PNR EST SUSPECT).

Mots-clés : Cytométrie en flux, Biomarqueurs, Système immunitaire, Différenciation lymphocytaire, Truite arc-en-ciel.

Contact : [pauline.pannetier@anses.fr](mailto:pauline.pannetier@anses.fr)

# Possible rôle combiné du stress et des polluants organiques persistants dans la dérégulation de l'axe thyroïdien chez les bélugas du Saint-Laurent

**Jonathan Verreault<sup>1</sup>, Valérie Jolicoeur<sup>1</sup>, Antoine Simond<sup>1</sup>, Magali Houde<sup>2</sup>,  
Véronique Lesage<sup>3</sup>, Robert Michaud<sup>4</sup>**

1. Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada
2. Environnement et Changement climatique Canada, Montréal, Canada
3. Pêches et Océans Canada, Mont-Joli, Canada
4. Groupe de Recherche et d'Éducation sur les Mammifères Marins, Québec, Canada

La population de bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent (ESL) est fortement exposée aux polluants organiques persistants (POP) qui ont été identifiés comme étant l'une des causes probables du non-rétablissement de cette population en voie de disparition. Au cours des dernières années, un nombre croissant de complications associées à la parturition et à la mortalité de veaux ont été signalées dans cette population. Il a été suggéré qu'une exposition élevée à certains POP en plus du stress vécu par ces cétacés dans leur habitat pourraient jouer un rôle dans ces phénomènes en interférant avec la régulation des hormones thyroïdiennes. Nous avons utilisé dans une première étude des échantillons de peau de bélugas adultes, afin d'étudier les relations entre les hormones thyroïdiennes (triiodothyronine [T3], thyroxine [T4], rT3 et 3,5diiodothyronine [T2]), les concentrations de POP (PBDE et autres retardateurs de flamme et composés organochlorés; OCP) et l'hormone stéroïdienne de stress (cortisol). Une autre étude nous a permis d'explorer les liens entre les POP dans la peau des bélugas et les niveaux de transcription de gènes impliqués dans la régulation de ces hormones. Les modèles linéaires (AICc) expliquant le mieux les niveaux de T3, T4, rT3 et 3,5-T2 dans la peau des bélugas, incluaient les variables sexe, cortisol,  $\Sigma 34$ PBDE et  $\Sigma 29$ OCP. Les niveaux de cortisol figuraient parmi tous les meilleurs modèles expliquant les variations des hormones thyroïdiennes, mis à part pour T3. Une corrélation négative a également été observée entre les concentrations de T4 et de cortisol dans la peau des bélugas (sexes combinés), alors qu'une corrélation positive a été observée entre les concentrations de T3 et celles des PBDE chez les bélugas mâles. Au niveau des gènes, les concentrations de certains OCP (ex. BPC) et retardateurs de flamme (ex. HBB) étaient corrélées avec les niveaux de transcription de gènes, mesurés dans la peau, impliqués dans la régulation des axes thyroïdiens et stéroïdiens (ex. Thr $\beta$ , Esr1, Nr3c1 et Hsd11b2). Ces résultats suggèrent que l'axe thyroïdien des bélugas de l'ESL pourrait être perturbé par une combinaison de stress et de l'exposition aux POP.

Mots-clés : Béluga; POP; perturbateur endocrinien; stress; thyroïde.

Contact : [verreault.jonathan@uqam.ca](mailto:verreault.jonathan@uqam.ca)

## Toxi Plan® : une société de prestations de services en toxicologie et écotoxicologie réglementaire

**Grégory Voisin, Hinavai Piehi, Meriem Yadoughi**

Société Toxi Plan, 7 rue Benjamin Franklin, Bâtiment Gauche B, ZI TRIASIS, 31140 Launaguet, France

Fondée en 2019, Toxi Plan® (1) est une société de services en (éco)toxicologie réglementaire qui opère dans divers secteurs (i.e., cosmétiques, détergents, textiles, dispositifs médicaux, etc.). Elle offre un accompagnement pour l'évaluation des risques (éco)toxicologiques nécessaires à la mise sur le marché de produits en Europe et à l'international.

Toxi Plan® a développé une démarche d'évaluation environnementale appelée eToxiSafe®, au moyen d'un calculateur innovant, d'une charte et de logos environnementaux.

Basée sur des preuves scientifiques fiables et pertinentes, cette démarche brevetée et en cours de normalisation, prédit l'impact écotoxique d'un produit fini et de gammes de produits finis sur les écosystèmes aquatiques et terrestres. Si nécessaire, Toxi Plan est en mesure de proposer des solutions pour ajuster les formules afin de minimiser leur impact écotoxique.

eToxiSafe® constitue un outil puissant dans la lutte contre la pollution environnementale, incitant les fabricants et les marques à embrasser la transparence et à promouvoir des choix de consommation responsables.

L'ambition de Toxi Plan® est d'aller au-delà des exigences réglementaires actuelles, en offrant une analyse complète des impacts écotoxiques des produits finis eToxiSafe®. Visant à intégrer cette démarche dans les réglementations européennes d'ici 2028, Toxi Plan® aspire à laisser une empreinte significative et durable dans le domaine de l'écotoxicologie et à renforcer la présence des produits eToxiSafe® sur le marché.

(1) [www.toxiplan.com](http://www.toxiplan.com)

**Mots-clés** : écotoxicologie, calculateur, environnement, prédiction, impact écotoxique

**Contacts** : [mcontact@toxiplan.com](mailto:mcontact@toxiplan.com), [gregory.voisin@toxiplan.com](mailto:gregory.voisin@toxiplan.com)

## La moule méditerranéenne *Mytilus galloprovincialis* comme potentiel bioindicateur de la pollution aux microplastiques en mer

**Adèle Wolinski<sup>1,2</sup>, Isabelle Calvès<sup>2</sup>, Edouard Lavergne<sup>2</sup>, Loïc Tettling<sup>2</sup>, Audrey M. Pruski<sup>1</sup>, Damien Tran<sup>3</sup>, Anne-Leïla Meistertzheim<sup>2</sup>, Franck Lartaud<sup>1</sup>**

1. Sorbonne Université, CNRS, UMR 8222, Laboratoire d'Écogéochimie des Environnements Benthiques, Observatoire Océanologique de Banyuls, France
2. SAS Plastic at Sea, Observatoire Océanologique de Banyuls, France
3. Université de Bordeaux, CNRS, EPOC, EPHE, UMR 5805, F-33120, Arcachon, France

Les microplastiques sont abondants et omniprésents dans l'environnement, en particulier en mer, représentant une menace écologique. Les méthodes actuelles de quantification des microplastiques dans les environnements aquatiques sont limitées, notamment pour les particules de petite taille (<25µm). Ainsi, des outils de mesure alternatifs comme les bioindicateurs sont nécessaires afin d'évaluer le degré d'exposition à ces polluants émergents ainsi que les risques écologiques et sanitaires associés.

Organismes suspensivores peu spécifiques, les Mytilidés filtrent de grands volumes d'eau et sont déjà utilisés comme bioindicateurs de diverses sources de polluants. Notre étude vise à caractériser le potentiel de bioaccumulation des microplastiques de la moule marine méditerranéenne *Mytilus galloprovincialis* sans altération de son état de santé.

Une exposition aiguë de 48h à différentes concentrations croissantes de microplastiques en polyéthylène (entre 100 et 2000 MPs/L) révèle que le nombre de particules accumulées dans les tissus de moules est proportionnel à la concentration dans l'eau, suggérant que les moules permettent une évaluation directe de la pollution environnementale par les microplastiques. Une exposition chronique de 100 jours à 200 MPs/L (équivalent à une concentration environnementale haute) n'a pas montré d'effets sur l'indice de condition, la teneur en lipides totaux et la croissance de la coquille des moules. Une concentration de 2000 MPs/L a entraîné une réduction de la croissance de la coquille et une modification du comportement valvaire.

Ces résultats soutiennent le choix des moules comme espèce sentinelle pour la surveillance de la pollution environnementale aux microplastiques en mer, mais leur utilisation en tant que bioindicateur pourrait être limitée à des concentrations plus élevées.

Mots-clés : Plastique, Mytilidés, biosurveillance, espèce sentinelle

Contact : [wolinski@obs-banyuls.fr](mailto:wolinski@obs-banyuls.fr)