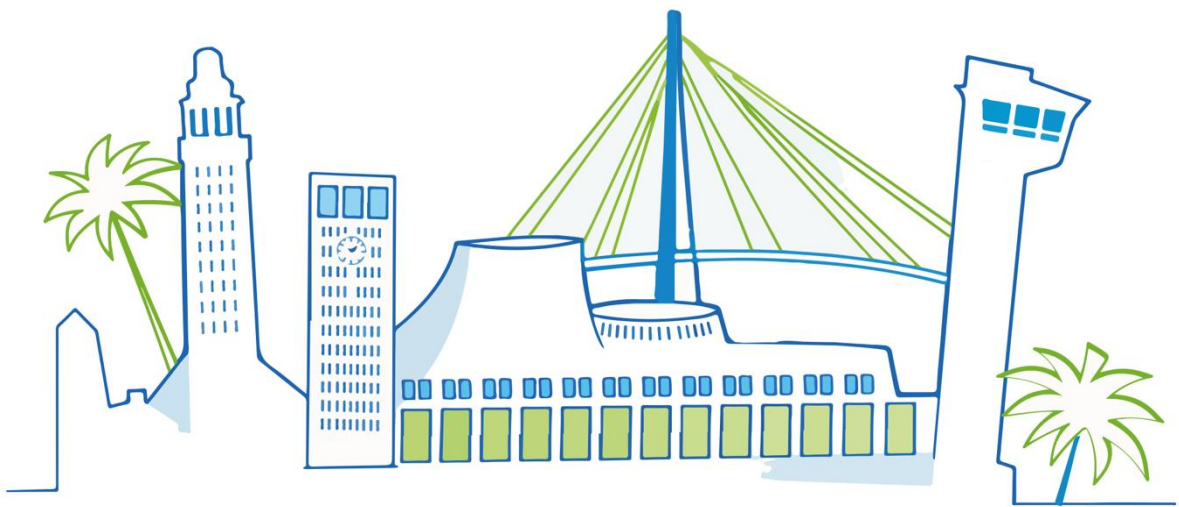




21^e colloque annuel

du réseau ECOBIM



Le Havre

11-13 mai 2026



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 21^{ème} rencontre annuelle du réseau ECOBIM au Havre, cité Océane plurielle, grand port historique au 10^{ème} rang du trafic des conteneurs en Europe, en bordure de la 2^{ème} plus grande réserve naturelle nationale, ville lumière berceau de l'Impressionnisme, du Football, du Rock et du Punk en France, laboratoire d'architecture moderne qui lui a donné son classement au patrimoine mondial de l'Unesco.

Cette rencontre, toujours exceptionnelle, réunit chercheurs, universitaires, étudiants, représentants des secteurs économique et culturel (entreprises, gestionnaires de l'environnement, collectivités locales) pour trois jours d'échanges et de discussions enrichissantes sur la recherche en écotoxicologie aquatique.

Vous l'aurez compris, Le Havre, tissu nodal structurant les échanges commerciaux et culturels, offre un cadre idéal pour aborder notre thématique phare : "Stress environnementaux, impact et bioévaluation dans les estuaires industrialoportuaires ». 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 dans un environnement fortement anthropisé, partagé avec les zones naturelles.

Nous sommes impatients de vous accueillir pour ce moment de partage et de découvertes. 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 sein d'un grand estuaire européen.

Le comité d'organisation du 21^{ème} colloque annuel ECOBIM 2026.

Comités

Comité scientifique (Ecobim International)

Maeva GIRAUDO (France)
Richard SAINT-LOUIS (Québec)
Messika REVEL (France)
Mohamed BANNI (Tunisie)
Jérôme CACHOT(France)
Frederic SILVESTRE (Belgique)
Béatrice GAGNAIRE (France)
Jonathan VERREAULT (Québec)
Suzie SEVERINO (Québec)
Frank LE FOLL (France)

Comité local d'organisation (SEBIO ULHN)

Frank LE FOLL (Président)
Romain COULAUD
Agnès PORET
Nathalie GUISTI
Stéphanie OLIVIER
Céline BOULANGE-LECOMTE
Joelle FORGET-LERAY
Yosra BEN CHEIKH
Tiphaine MONSINJON
Florence BULTELE
Béatrice ROCHER

Comité des doctorants et postdocs (SEBIO ULHN)

Jason JEANNE
Jade MOURGUES
Céleste MOUTH
Javiera PAVEZ CASTRO
Marie HOUEDE
Sylvain SLABY
Carolin Julie NEVEN
Corentine GUILLOTON

Partenaires

Le réseau ECOBIM remercie chaleureusement tous les partenaires qui ont soutenu financièrement l'organisation de ce colloque 2026.



Conférence Grand Public

ouverte à tous

Mardi 12 mai

18h00 - 19h30

LH Port Center

Terminal de la Citadelle

76600 Le Havre

100 ans d'histoire de la qualité de l'eau en estuaire de Seine



Résumé:

A travers l'histoire de la qualité de l'eau de l'estuaire de la Seine, c'est l'évolution de tout un territoire qui se dessine. De l'égout qu'était la Seine dans les années 1960, en passant par la prise de conscience de la fin années 1970, jusqu'à la reconquête d'une qualité compatible avec la vie aquatique dans les années 2000 et la projection vers les enjeux futurs, la Seine a bien changé ! C'est cette histoire méconnue de l'estuaire de la Seine que cette présentation propose d'explorer. Elle sera suivie d'un échange consacré aux problématiques contemporaines sur lesquelles travaillent les écotoxicologues, entre étude des polluants émergents (PFAS, microplastiques) et objectifs de préservation des habitats.

A l'issue de la conférence, un échange avec le public et les membres du colloque sera animé par Frank Le Foll (*Professeur des Universités, Laboratoire SEBIO ULHN, organisateur ECOBIM 2026*).

Plusieurs spécialistes proposeront un éclairage croisé sur ces enjeux :



•**Cédric Fisson**, chargé de mission « Qualité de l'eau et transfert des connaissances » au GIP Seine Aval, reviendra sur l'évolution de l'estuaire, les pressions environnementales et les transformations observées sur plusieurs décennies.



•**Frank Le Foll**, Professeur au laboratoire SEBIO de l'Université Le Havre Normandie et organisateur d'ECOBIM 2026, expliquera le rôle de l'écotoxicologie pour comprendre les effets des polluants sur les organismes et les écosystèmes.



•**Richard St-Louis**, professeur en chimie environnementale et écotoxicologie marine à l'Université du Québec Rimouski, apportera un regard comparatif avec l'estuaire du Saint-Laurent.

Programme général

Lundi 11 mai	
Heure	Activité
8h30	Accueil et inscription
9h00	Mots de bienvenue
9h30	Conférence d'ouverture - Nicolas Bieme ISEM Melting-pot chez les moules : hybridation et métagénomique dans le complexe d'espèces <i>Mytilus edulis</i>
10h30	Pause café
11h00	Session 1 Approches cellulaires et omiques en écotoxicologie
12h45	Déjeuner
13h45	Session 2 Bioaccumulation, biosurveillance, remédiation
15h30	Pause café
16h00	Session 2 Bioaccumulation, biosurveillance, remédiation
17h00	Session 3 Nouvelles méthodes expérimentales ou d'analyse de données
18h15	Activités Sociales Etudiantes Dîner libre

Mardi 12 mai	
Heure	Activité
8h30	Session 3 Nouvelles méthodes expérimentales ou d'analyse de données
10h30	Pause café
11h00	Session 4 Effets sur les fonctions physiologiques ou sur les traits d'histoire de vie
12h45	Déjeuner
13h45	Assemblée Générale du réseau ECOBIM
14h30	Session 4 Effets sur les fonctions physiologiques ou sur les traits d'histoire de vie
15h45	Session Posters - Cocktail
17h30	Déplacement au Le Havre Port Center
18h00	Conférence Grand Public 100 ans d'histoire de la qualité de l'eau en estuaire de Seine par Cédric Fisson, GIP Seine-Aval
19h30	Déplacement Restaurant
20h00	Dîner de Gala

Mercredi 13 mai	
Heure	Activité
9h00	Session 5 Effets combinés des mélanges ou des stress
10h45	Pause café
11h15	Remise des Prix Etudiants
11h45	Mots de la fin Proposition Pays et Ville ECOBIM 2027
12h15	Excursion normande
18h00	

Programme détaillé

LUNDI 11 MAI

8h30 - 9h00	Accueil des participants et inscription
9h00 - 9h30	Mots de bienvenue <i>Comité de Direction et Organisation ECOBIM - Maeva GIRAUDO - Richard ST LOUIS</i> <i>Université Le Havre Normandie - Céline PICARD</i> <i>Comité local d'organisation - Frank LE FOLL</i>
9h30 - 10h30	Pleinière d'ouverture - Nicolas BIERNE Melting-pot chez les moules : hybridation et métagénomique dans le complexe d'espèces <i>Mytilus edulis</i> <i>Université Montpellier, CNRS, IRD, France</i>
10h30 - 11h00	Pause café
11h00 - 12h30	Approches cellulaires et omiques en écotoxicologie Co-présidents de session : Frédéric SYLVESTRE et Sylvain SLABY
11h00 - 11h15	Noémie GUIRANDI Analyse multi-omiques des effets d'une exposition chronique à l'éthinylestradiol à concentration environnementale chez le rivulus des mangroves <i>Laboratory of Evolutionary and Adaptive Physiology, Institute of Life, Earth and Environment, University of Namur, Belgium</i>
11h15 - 11h30	Mohamed BANNI Dysbiose intestinale et altérations métaboliques induites par les microplastiques chez le bar européen juvénile (<i>Dicentrarchus labrax</i>) : une approche multi-omique <i>Laboratory of Biochemistry and Environmental Toxicology, Sousse, Tunisia</i> <i>Higher Institute of Biotechnology of Monastir, Monastir, Tunisia</i>
11h30 - 11h45	Mathieu LUTIER Points de bascule dans le lipidome du zooplancton Arctique exposé aux changements globaux pendant l'hiver polaire <i>Section for Aquatic Biology and Toxicology, Department of Biosciences, University of Oslo, Norway</i>
11h45 - 12h00	Yosra BEN CHEIKH¹ & Maeva GIRAUDO² Evaluation de l'impact de filtres UV organiques sur les écosystèmes estuariens et marins ¹ <i>Université Le Havre Normandie, Université de Reims Champagne-Ardenne, INERIS, UMR-I 02 SEBIO, France</i> ² <i>Sorbonne Université, CNRS, Université de Perpignan Via Domitia, LBBM, Observatoire Océanologique de Banyuls, France</i>
12h00 - 12h15	Corentine GUILLOTON Réponses de l'holobionte de <i>Mytilus edulis</i> à un stimulus bactérien <i>Université Le Havre Normandie, Université de Reims Champagne-Ardenne, INERIS, UMR-I 02 SEBIO, France</i>
12h15 - 12h30	Morgane LE NOC Un modèle de culture cellulaire primaire de la palourde japonaise <i>Ruditapes philippinarum</i> : étude de l'effet du cadmium sur les paramètres hématocytaires <i>Univ Brest, Ifremer, CNRS, IRD, LEMAR, IUEM, France</i>
12h30 - 12h45	2 Présentations FLASH Quentin VERTREZ - Evaluation in vitro de la neurotoxicité de résidus médicamenteux chez la seiche commune (<i>Sepia officinalis</i>) Justine BERARD - Impact des filtres UV sur les réponses immunitaires de la moule bleue
12h45 - 13h45	Repas du midi
13h45 - 17h15	Bioaccumulation, biosurveillance, remédiation Co-présidents de session : Suzie SEVERINO et Maeva GIRAUDO
13h45 - 14h00	Marie-Pierre HALM LEMEILLE Contamination des milieux naturels par la chlordécone : suivis à long-terme dans le cadre de l'observatoire OPALE <i>IFREMER, CCEM, Nantes, France</i>
14h00 - 14h15	Jonathan VERREAULT Est-ce que les contaminants pourraient avoir un lien avec la détérioration de la condition et de l'état de santé des bélugas et des marsouins communs du Saint-Laurent ? <i>Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec, Canada</i>
14h15 - 14h30	Chloé DE VERNISY Profils biochimiques et stades de vie chez la moule zébrée en biosurveillance <i>Université de Lorraine, CNRS, LIEC, Metz, France</i>
14h30 - 14h45	Clarisse SEGUIN Bioaccumulation du mercure, réponses moléculaires et individuelles chez <i>Dreissena polymorpha</i> dans deux rivières françaises aux sources de contamination contrastées <i>Université de Reims Champagne-Ardenne, UMR-I 02 SEBIO, Reims, France</i>
14h45 - 15h00	Arnaud MAROIS Tendances spatiotemporelles d'éléments traces et signatures isotopiques du mercure chez le phoque annelé (<i>Pusa hispida</i>) de l'Arctique canadien <i>Université du Québec à Montréal (UQAM)/GEOTOP, Département des sciences biologiques, Montréal, Canada</i>
15h00 - 15h15	Paul DELERIS Risque écotoxicologique et renaturation des zones intertidales par analyses moléculaires et physiologiques d'organismes sentinelles <i>Nantes Université, Institut des Substances et Organismes de la Mer, France</i>
15h15 - 15h45	Pause café

15h15 - 15h45	Pause café
15h45 - 16h00	Rémy BOISSERIE-GIMENEZ Vieillessement et toxicité des nouveaux revêtements antisalissures de bateau sans biocide <i>Bordeaux INP, CBMN, UMR 5248, Université de Bordeaux</i>
16h00 - 16h15	Mamadou DIOP Les microplastiques dans l'environnement marin du Sénégal : Impacts environnementaux et risques sanitaires <i>Groupe de Recherche Biotechnologies Appliquées & Bioprocédés Environnementaux, Ecole Supérieure Polytechnique, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Senegal</i>
16h15 - 16h45	8 Présentations FLASH Cheih Momar NGUER - Impacts sanitaires du mercure chez les orpailleurs des régions Sud-Est du Sénégal Mathieu LUTIER - Adaptations locales des populations de crevettes aux environnements contaminés le long de la côte Atlantique Javiera PAVEZ-CASTRO - Comparaison de la bioaccumulation du mercure inorganique et du méthylmercure chez la moule bleue (<i>Mytilus edulis</i>) exposée par voie dissoute et trophique Yosra BEN CHEIKH - Contamination par les microplastiques et filtres UV dans les zones portuaires : approche comparative intercontinentale chez les moules Maylie HOULE - Évolution temporelle de la bioaccumulation en métaux traces et de leurs interactions dans le foie de veaux de bélugas (<i>Delphinapterus leucas</i>) de l'estuaire du Saint-Laurent, Canada Lou MESSINEO - La biosurveillance : vers une surveillance plus nuancée de la qualité chimique des eaux littorales Céleste MOUTH - La Seine passe à la loupe : premières données sur les micro-et nanoplastiques dans l'estuaire Carolin Julie NEVEN - Suivi à long terme des crevettes grises (<i>Crangon crangon</i>) de l'estuaire de la Seine : évolution spatio-temporelle de l'abondance, de la biomasse et de la structure en taille
16h45 - 17h45	Nouvelles méthodes expérimentales ou d'analyse des données Co-présidents de session : Beatrice GAGNAIRE
16h45 - 17h00	Caroline VIGNET La planaire comme modèle aquatique pour détecter et caractériser les altérations du milieu <i>INU Champollion, BTSB, Albi, France</i>
17h00 - 17h15	Suzie SEVERINO Modulation chimique de la motilité des hémocytes de <i>Mytilus edulis</i> en dispositif microfluidique <i>Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec, Canada</i>
17h15 - 17h30	Cécile LUC-REY Nouveau biotest avec <i>Gammarus fossarum</i> pour l'évaluation de la qualité des sédiments d'eau douce <i>Biomonitoring Aquatic Environment - BIOMAE, Château-Gaillard, France</i>
17h0 - 17h45	Julien GOURAND Utilisation du taux d'alimentation <i>in situ</i> de <i>Palaemon serratus</i> comme bioessai pour l'évaluation de la qualité des milieux marins <i>Université Le Havre Normandie, Université de Reims Champagne -Ardenne, INERIS, UMR-I 02 SEBIO, France</i>
18h00	Activités sociales étudiantes (sur inscription auprès de Corentine Guilloton) Dîner libre

MARDI 12 MAI

8h30 - 10h30	Nouvelles méthodes expérimentales ou d'analyse des données Co-présidents de session : Beatrice GAGNAIRE et Patrice COUTURE
8h30 - 8h45	Manon BAIN Au-delà de la relation dose-réponse : ce que les approches multi-échelles et temporelles révèlent sur l'interprétation des biomarqueurs <i>Université de Lorraine, CNRS, LIEC, Metz, France</i>
8h45 - 9h00	Sophie PRUD'HOMME Le potentiel informatif des approches non ciblées en dose-réponse est-il sous-estimé ? <i>Université de Lorraine, CNRS, LIEC, Metz, France</i>
9h00 - 9h15	Ellis FRANKLIN Développement d'une méthode d'analyse intégrative de données transcriptomiques temps-dose-réponse <i>Université de Lorraine, CNRS, LIEC, Metz, France</i>
9h15 - 9h30	Frédéric SILVESTRE Les horloges épigénétiques comme outils en écotoxicologie aquatique : du rivulus des mangroves au béluga du Saint-Laurent <i>Université de Namur, Laboratoire de Physiologie Evolutive et Adaptative, Belgique</i>
9h30 - 9h45	Frank LE FOLL e-Valve, chaîne valvométrique déployée en laboratoire : effets de lixiviats de pneumatiques chez <i>Mytilus edulis</i> - projet construit à Ecobim Soussse 2025 <i>Université Le Havre Normandie, Université de Reims Champagne -Ardenne, INERIS, UMR-I 02 SEBIO, France</i>

9h45 - 10h00	<p>Présentation de structures d'appui à la recherche</p> <p>Damien BAUDIFFIER - La Fondation evertéa : partager la connaissance et accélérer la recherche en Santé-Environnement en France et en Europe</p> <p>Ludovic GALAS & Frank LE FOLL - L'imagerie cellulaire pour l'écotoxicologie aquatique - PRIMACEN (IBISA, France Biomaging)</p>
10h00 - 10h30	<p>5 Présentations FLASH</p> <p>Sylvain SLABY - Déploiement du test DLES pour la détection de perturbateurs endocriniens à activité estrogénique en Normandie</p> <p>Sami BRUZZI - Modélisation des capacités de liaison au récepteur sbGPER1 (<i>Dicentrarchus labrax</i>) dans une perspective écotoxicologique</p> <p>Julien GOURAND - Développement d'un bioessai basé sur le taux d'alimentation de la crevette <i>Palaemon serratus</i> : Définition d'un cadre expérimental et application</p> <p>David NOS - Essai de toxicité aiguë chez le médaka marin (<i>Oryzias melastigma</i>) : adaptation et optimisation du protocole</p> <p>Frank LE FOLL - TOP Modèle, chercher le code</p>
10h30 - 11h00	Pause café
11h00 - 12h45	<p>Effets sur les fonctions physiologiques ou sur les traits d'histoire de vie</p> <p>Co-présidents de session : Jérôme CACHOT et Jonathan VERREAULT</p>
11h00 - 11h15	<p>Hugues ROSSELLE</p> <p>Effets chroniques des microplastiques biodégradables sur la physiologie du médaka (<i>Oryzias melastigma</i>)</p> <p>UMR MARBEC, Univ Montpellier, CNRS, Ifremer, IRD, INRAE, Palavas, France</p>
11h15 - 11h30	<p>Manon LEFEVRE</p> <p>Effets d'un filtre UltraViolet, le benzophénone-3 sur le métabolisme hépatique du bar européen (<i>Dicentrarchus labrax</i>)</p> <p>Université Le Havre Normandie, Université de Reims Champagne -Ardenne, INERIS, UMR-I 02 SEBIO, France</p>
11h30 - 11h45	<p>Julie HETRU</p> <p>Effets neurodéveloppementaux de la bifenthrine après une exposition précoce chez le <i>Nothobranchius furzeri</i> : couplage entre phénotypes comportementaux et des biomarqueurs cérébraux</p> <p>Unité de Recherche en Biologie Environnementale et Évolutive (URBE – ILEE), Laboratoire de Physiologie Evolutive et Adaptative, Namur, Belgique</p>
11h45 - 12h00	<p>Pélagie DOUCHEZ</p> <p>Évaluation de la cardiotoxicité du cadmium au cours du développement embryonnaire chez un vertébré aquatique modèle : <i>Xenopus laevis</i></p> <p>Université de Lille, UMR UGSF CNRS 8576, Villeneuve-d'Ascq, France</p>
12h00 - 12h15	<p>Quentin VERTEZ</p> <p>Évaluation des effets de résidus médicamenteux sur <i>Sepia officinalis</i> : approche écotoxicologique et neurocomportementale</p> <p>UMR 6552 CEEC, Centre d'Etude en Ethologie et Cognition, CNRS, Universités de Rennes et Caen-Normandie - CREC Station Marine, LUC SUR MER, France</p>
12h15 - 12h30	<p>Sabria BARKA</p> <p>Impact d'un polluant émergent, le p-aminophénol, sur les traits d'histoire de vie d'<i>Artemia salina</i></p> <p>Laboratoire Biologie intégrative et Valorisation des bioressources, Institut Supérieur de Biotechnologie de Monastir, Université de Monastir,</p>
12h30 - 12h45	PHOTO DE GROUPE

12h45 - 13h45 Repas du midi

13h45 - 14h30 **ASSEMBLEE GENERALE DU RESEAU ECOBIM**

14h30 - 14h45 **Gabrielle BOUDREAU**

Les réponses écotoxicologiques de *Daphnia dubia* à la contamination métallique des lacs de la région de Rouyn-Noranda

Université du Québec à Montréal, Laboratoire en métallomique environnementale, Montréal, Canada

14h45 - 15h45 **10 Présentations FLASH**

Jérôme CACHOT - Comment mesurer l'efficacité, la dégradation et les risques environnementaux des nouveaux revêtements anti-salissures de bateau sans biocides ?

Marie HOUÉDE - Dépression environnementale : Antidépresseurs et perturbation neuro-endocrinienne chez le crabe vert

Nina Aït SAHLIA--DERRIDJ - Effet comportemental d'un mélange d'antidépresseurs présents dans l'environnement chez le crabe vert *Carcinus maenas*

Béatrice GAGNAIRE - Effets des rayonnements ionisants sur les planaires

Antoine TOURRET - Etude de l'influence de l'oxydation de surface et des additifs sur le potentiel écotoxicologique de nanoplastiques chez la daphnie

Enzo CAIANO DOS SANTOS - Impact of chronic exposure to "forever chemicals" on the larval development of *Palaemon serratus*

Pélagie DOUCHEZ - Impact du bisphénol S sur le développement précoce du xénope (*Xenopus laevis*)

Carolanne DUCASSE - L'impact des carburants alternatifs sur la moule bleue et le pétoncle géant lors d'un déversement en condition hivernale

Angela RODRIGUEZ-RUIZ - Réponses larvaires au réchauffement et au cuivre chez une crevette estuarienne: une référence pour des comparaisons latitudinales

Elise DAVID - Réponses métaboliques au mercure chez la moule zébrée et le gardon exposés par voie trophique, à différentes températures

15h45 - 17h30 **SESSION POSTER - COCKTAIL**

17h30 - 18h00 Déplacement au LH Port Center

CONFERENCE PUBLIQUE

100 ans d'histoire de la qualité de l'eau en estuaire de Seine

par

18h00 - 19h30

Cédric FISSON, GIP Seine-Aval

Table ronde autour des estuaires de la Seine et du Saint-Laurent

avec Frank LE FOLL et Richard ST-LOUIS

19h30 - 20h00 Déplacement au restaurant Les Régates

20h00

DÎNER DE GALA

MERCREDI 13 MAI

9h00 - 10h45 **Effets combinés des mélanges ou des stress**
Co-présidents de session : **Mohammed BANNI et Frank LE FOLL**

- 9h00 - 9h15 **Claudia COSIO**
Effets combinés du méthylmercure et de la température chez *Chlamydomonas reinhardtii*
UMR-I 02 SEBIO, University of Reims Champagne-Ardenne, Reims, France
- 9h15 - 9h30 **Léa CHARTOGNE**
Effets des nanoplastiques de différentes origines (industrielles, environnementaux et biosourcés) seuls ou combinés au bisphénol A (BPA) par voie trophique (*Isochrysis galbana*) sur l'huître américaine (*Crassostrea virginica*)
institut national de la recherche scientifique (INRS), Centre ETE, Québec, Canada
- 9h30 - 9h45 **Simon THIRY**
Effets du changement climatique et de l'éthinylestradiol sur la croissance et le transcriptome de l'épinoche à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*)
Université de Lorraine, CNRS, LIEC, Metz, France
- 9h45 - 10h00 **Colleen GUINLE**
Effets subchroniques des PFAS en mélange chez *Mytilus spp*
Nantes Université, Institut des Substances et Organismes de la Mer (UR 2160), France
- 10h00 - 10h15 **Maëllann ROGER**
Exposition précoce aux contaminants chez l'huître *Magallana gigas* : conséquences sur son microbiome et sa réponse à une infection virale
fremer, Unité CCEM, Nantes, France
- 10h15 - 10h30 **Jade MOURGUES**
Impact du stress thermique sur le microbiote de la moule bleue et sa réponse à *Vibrio splendidus*
Université Le Havre Normandie, Université de Reims Champagne -Ardenne, INERIS, UMR-I 02 SEBIO, France

10h30 - 11h00 Pause café

11h100- 11h45 **REMISE DES PRIX ETUDIANTS**

11h45 - 12h15 Mots de la fin
Proposition Ville Pays pour ECOBIM 2027

12h15 **EXCURSION NORMANDE**

CONFERENCE PLENIERE



Nicolas BIERNE

*Directeur de recherche CNRS
Institut des Sciences de l'Évolution de Montpellier
Univ Montpellier, CNRS, IRD*

<https://isem-evolution.fr/membre/bierne/>

Je suis un généticien des populations avec un spectre d'intérêt assez large en biologie évolutive. Je m'intéresse plus particulièrement aux mécanismes évolutifs impliqués dans l'adaptation des espèces et la spéciation. Ma démarche est d'utiliser les dernières nouveautés de la biologie moléculaire et du séquençage des génomes, en association avec l'expérimentation, l'étude de terrain et le développement théorique. Mes modèles d'études sont principalement des espèces marines. Mon système d'étude de prédilection est le complexe d'espèces des moules marines *Mytilus spp.* une radiation cryptique de lignées génétiques semi-isolées à divers stade du processus de spéciation. Mes intérêts récents portent sur l'évolution urbaine marine (dans les ports) et sur l'évolution des cancers transmissibles de bivalves.

Conférence

Melting-pot chez les moules : hybridation et métissage génétique dans le complexe d'espèces *Mytilus edulis*

Le complexe d'espèces *Mytilus edulis* est devenu un modèle d'étude de l'hybridation en milieu marin. Dans les zones où différentes espèces ou lignées génétiques se rencontrent naturellement, elles peuvent se croiser et échanger des gènes. Cet échange génétique, appelé introgression, n'affecte toutefois pas l'ensemble du génome de manière homogène : certaines régions circulent relativement librement entre espèces, tandis que d'autres demeurent fortement différenciées. Plus récemment, les activités humaines, en particulier le trafic maritime, ont favorisé de nouveaux contacts entre des lignées auparavant séparées géographiquement. Ces introductions ont conduit à l'émergence de zones de métissage génétique d'origine anthropique, que l'on peut comparer aux zones d'hybridation naturelles. Je présenterai ces différents contextes d'hybridation et les patrons génétiques qui en émergent. Les résultats suggèrent que les barrières entre espèces chez les moules *Mytilus* reposent sur l'action cumulative d'un grand nombre de gènes à faible effet, plutôt que sur quelques gènes majeurs. Ils indiquent également que l'hybridation induite par les activités humaines peut profondément remodeler les génomes, avec des conséquences potentielles sur la capacité des populations invasives métissées à répondre aux pressions environnementales de l'Anthropocène.

PROPOSITION D'UNE STRATEGIE DE BIOSURVEILLANCE DES COURS D'EAU DU BASSIN SEINE-NORMANDIE

**Anne-Sophie ALLONIER-FERNANDES¹, Aurélie PUECH¹, Luc
PEREIRA-RAMOS¹**

1. Agence de l'eau Seine-Normandie, Direction Connaissance et Planification,
Courbevoie, France

Dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), la qualité des cours d'eau est suivie à partir de critères chimiques, physico-chimiques, biologiques et hydromorphologiques.

Toutefois, cette surveillance réglementaire présente des limites, notamment pour évaluer l'impact des substances émergentes et des mélanges de polluants (« effet cocktail ») sur les organismes aquatiques. Pour répondre à ces enjeux, des méthodes biologiques basées sur les effets, telles que les bioessais et biomarqueurs, offrent des perspectives complémentaires en permettant de mesurer la toxicité spécifique de certains polluants ou la toxicité globale d'un échantillon d'eau.

L'Agence de l'eau Seine-Normandie a ainsi développé une stratégie de biosurveillance visant à constituer une batterie de méthodes robustes, opérationnelles et adaptées à un suivi régulier à l'échelle du bassin. La sélection repose sur des critères de simplicité, de rapidité de mise en œuvre et de maîtrise des coûts, en privilégiant des méthodes normalisées, commercialisées et suffisamment sensibles.

La stratégie retenue couvre différents types de toxicité, niveaux biologiques et maillons de la chaîne trophique. Elle intègre six bioessais sur matrice eau permettant d'évaluer à la fois la toxicité générale (bactéries, algues, crustacés, vertébrés) et des toxicités spécifiques (génotoxicité, activité estrogénique). Ces essais seront réalisés annuellement, à raison de deux à quatre campagnes par an, sur 43 stations de mesure représentatives du bassin.

Cette mise en œuvre sur une période de 3 ans permettra d'apprécier la faisabilité et la robustesse du dispositif afin d'envisager sa pérennisation.

Mots clés : Surveillance, bioessais, DCE

Effet comportemental d'un mélange d'antidépresseurs présents dans l'environnement chez le crabe vert *Carcinus maenas*

Nina Aït sahli--Derridj¹, Marie Houédé¹, Thomas Knigge¹

1. Université le Havre Normandie, UMR-I 02 SEBIO, Le Havre, France

La prévalence de la dépression et de l'anxiété ayant augmenté depuis le début de la pandémie de COVID-19, la consommation d'antidépresseurs progresse continuellement. Ces substances se retrouvent dans les milieux marins en raison de leur élimination incomplète par les stations d'épuration. Étant donné que leur mode d'action repose notamment sur la modulation du neurotransmetteur sérotonine, et que les récepteurs ainsi que les transporteurs de recapture de ce neuromédiateur sont hautement conservés entre vertébrés et invertébrés, ces derniers peuvent être affectés par les inhibiteurs sélectifs de la recapture de la sérotonine présents dans les milieux aquatiques.

Ce travail vise à étudier l'impact de résidus d'antidépresseurs présents dans l'environnement sur le comportement locomoteur et agoniste d'un crustacé marin, le crabe vert *Carcinus maenas*, espèce fréquemment utilisée comme organisme sentinelle en écotoxicologie. La locomotion est un comportement essentiel, indispensable à d'autres comportements complexes tels que l'enfouissement, la recherche de nourriture, la reproduction et l'évitement des prédateurs. Le comportement agoniste est également crucial pour la survie car il détermine l'accès aux ressources limitées et le statut de dominance. Chez les crustacés, la sérotonine intervient dans la régulation de l'hormone hyperglycémiant, impliquée dans l'hyperglycémie et l'activité locomotrice, ce qui pourrait aussi influencer l'agressivité. Une altération de ces comportements peut entraîner des répercussions chez les individus ainsi qu'au niveau populationnel, de la communauté et de l'écosystème.

Durant l'étude, quatre-vingts crabes juvéniles ont été exposés pendant deux semaines à différentes conditions (contrôle, contrôle solvant et deux concentrations d'un mélange d'antidépresseurs parmi les plus prescrits). Les effets potentiels ont été étudiés à travers l'analyse de la locomotion à l'aide d'un système de suivi automatisé (Zantiks LT), permettant de mesurer la distance parcourue, la vitesse et la thigmotaxie. En parallèle, un protocole est en cours de développement pour évaluer le comportement agoniste à partir de différentes catégories comportementales (passivité, menaces, contact physique, défense ou fuite) et de leur durée. Ce travail vise à mieux comprendre comment des micropolluants pharmaceutiques peuvent perturber le comportement d'organismes marins.

Mots clés : écotoxicologie, antidépresseurs, comportement animal, *Carcinus maenas*, sérotonine

e-Valve

Chaîne valvométrique déployée en laboratoire : effets de lixiviats de pneumatiques chez *Mytilus edulis* projet construit à Ecobim Sousse 2025

Julie Anquetin^{1,2}, Jérémy Théry¹, Nour El Houda Fodil³, Julien Baudry³, Gauthier Tremolet⁴, Damien Olivier³, Zhe Lu², Rachid Amara^{1*}, Frank Le Foll⁴

1.Univ. Littoral Côte d'Opale, CNRS, IRD, Univ. Lille, UMR 8187 - LOG – Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences, F-62930 Wimereux, France.

2.Institut des Sciences de la mer (ISMER), Université du Québec à Rimouski (UQAR), 310 allée des Ursulines, Rimouski, Québec, G5L 3A1, Canada.

3. Université Le Havre Normandie, LITIS, Le Havre, France

4.Université Le Havre Normandie, Université de Reims Champagne-Ardenne, INERIS, Normandie Univ, UMR-I 02 SEBIO, F-76600, Le Havre, France

Après les casiers instrumentés I-Caging[®] destinés à la biosurveillance de terrain, nous avons développé les valvomètres e-Valve, facilement exportables dans les laboratoires intéressés et adaptables aux besoins expérimentaux spécifiques. Les platines de mesure et les électroniques associées transmettent les données aux serveurs du LITIS par liaison Ethernet, Wifi ou 4G via le protocole Rsync. Des algorithmes spécifiques aux grandes séries temporelles extraient les métriques des quantifications des états et des mouvements valvaires.

Cette approche a été mise en œuvre en quelques semaines à l'UMR 8187 après le colloque Ecobim 2025 pour rechercher les effets d'expositions à des lixiviats de pneumatiques sur le comportement valvaire de la moule bleue *Mytilus edulis*.

Les particules d'usure des pneus constituent une source majeure de microplastiques dans l'environnement, en particulier dans les écosystèmes aquatiques. Les lixiviats issus de ces particules suscitent une préoccupation croissante en raison de leur toxicité aiguë pour les organismes aquatiques.

Les moules ont été exposées pendant une semaine à différentes concentrations de lixiviats préparés à partir de particules de pneus neufs. L'exposition aux concentrations les plus élevées a entraîné une mortalité cumulée de 8,5 % ainsi qu'une diminution de la consommation d'algues par rapport au groupe témoin. L'analyse valvométrique a en outre révélé que les individus exposés passaient significativement plus de temps en position fermée et présentaient une fréquence accrue de transitions valvaires comparativement aux organismes témoins. Contrairement à l'activité d'ouverture régulière observée chez les moules témoins, les individus exposés ont montré un comportement atypique caractérisé par des bouffées de mouvements rapides et rapprochés, entrecoupées de périodes prolongées en position fermée. Cette étude apporte des connaissances nouvelles sur les impacts écotoxicologiques d'un polluant émergent en s'appuyant sur un ensemble diversifié de paramètres valvométriques à haute résolution.

Le projet I-Caging[®] est soutenu par le programme *TERRA FORMA Equipex+*

Impact des microplastiques dopés au Phosphonocaprolactame sur les biomarqueurs Chez la palourde

**Haifa Tizaoui¹, Wahbi Aymen², Hannachi Amel¹, Amri Amina¹,
Beyrem Hamouda¹, Sellami Badreddine³**

1. Laboratoire de Biosurveillance de l'Environnement, Unité d'Écologie Côtière et d'Écotoxicologie, Faculté des Sciences de Bizerte, Université de Carthage, Tunisie
2. Université de Carthage, Faculté des sciences de Bizerte, Laboratoire des composés hétéro-organiques et des matériaux nanostructurés, Zarzouna, 7021, Bizerte, Tunisie
3. Institut National des Sciences et Technologies de la Mer, Tabarka, Tunisie (INSTM)

Résumé

Dans le but d'évaluer la toxicité des microplastiques et des phosphonocaprolactames chez les bivalves, des palourdes (*Ruditapes decussatus*) ont été exposées à deux concentrations de microplastiques (10 et 100 mg/L), de phosphonocaprolactames (50 et 100 µg/L), ainsi qu'à une mixture de ces contaminants. L'impact de ces contaminants a été étudié à travers la réponse physiologique, notamment la capacité de filtration, ainsi que par l'évaluation du stress oxydatif via la quantification du peroxyde d'hydrogène, de l'activité des enzymes antioxydantes (la catalase (CAT) et la glutathion-S-transférase (GST)) et le taux de malondialdéhyde (MDA), indicateur de peroxydation lipidique.

Les résultats ont révélé que les microplastiques, les phosphonocaprolactames et leur mélange affectent significativement la capacité de filtration des palourdes contaminés. Une augmentation du H₂O₂ a été observée dans les branchies et les glandes digestives chez les organismes exposés aux microplastiques et à la mixture. L'activité de la CAT est restée inchangée sous exposition aux microplastiques, tandis que les phosphonocaprolactames ont induit son augmentation dans les branchies et sa diminution dans la glande digestive. Par ailleurs, l'activité de la GST est demeurée stable, alors qu'une élévation significative du MDA a été enregistrée dans le groupe exposé à la mixture.

Ces résultats mettent en évidence l'induction d'un stress oxydatif et de perturbations physiologiques, notamment en conditions de co-exposition, et soulignent la vulnérabilité des écosystèmes aquatiques face à ce type de pollution.

Mots clés : Microplastiques, Phosphonocaprolactame, *Ruditapes decussatus*, Biomarqueurs.

Mots clés : Microplastiques, Phosphonocaprolactame, *Ruditapes decussatus*, Biomarqueurs

Mots clés : Microplastiques, Phosphonocaprolactame, *Ruditapes decussatus*, Biomarqueurs

Mots clés : Microplastiques, Phosphonocaprolactame, *Ruditapes decussatus*, Biomarqueurs

Mots clés : Microplastiques, Phosphonocaprolactame, *Ruditapes decussatus*, Biomarqueurs

Ces résultats soulignent la pertinence écologique des nématodes libres, notamment dans des scénarios d'exposition combinée à des lixiviats plastiques.

Mots clés : Lixiviats de Plastiques; méiofaune ; abondance; nématodes; diversité

ecobim2026 <ecobim2026@sciencesconf.org>

17:20 (il y a 6 minutes)

À moi



[Ecobim2026 : 21ème colloque annuel du réseau ECOBIM](#)
11-13 m

Bonjour Hamouda Beyrem,



Votre soumission a été acceptée pour la conférence "21ème colloque annuel du réseau ECOBIM"

La référence de votre soumission est:

Évaluation des effets écotoxicologiques de lixiviats issus de plastiques (PET et caoutchouc de pneu) sur les communautés méiobenthiques marines, H. Beyrem [et al.] (sciencesconf.org:ecobim2026:719333)

Cordialement,
L'équipe ecobim2026

<https://ecobim2026.sciencesconf.org>

Vieillessement et toxicité des nouveaux revêtements antialissures de bateau sans biocide

Rémy BOISSERIE-GIMENEZ^{1,2}, Emmanuelle Augeraud-Véron³, Sophie LECOMTE¹, Jérôme CACHOT²

¹. Univ. Bordeaux, CNRS, Bordeaux INP, CBMN, UMR 5248, F-33600 Pessac (France)

². Univ. de Bordeaux, CNRS et Bordeaux INP, EPOC UMR 5805, Allée Geoffroy Saint-Hilaire, 33615, Pessac Cedex, Nouvelle-Aquitaine, France

³. BSE, Université de Bordeaux, France

Les revêtements antialissures traditionnels utilisent des biocides afin de prévenir l'encrassement biologique des coques de navires. Ces dernières années, de nouveaux produits proposant une approche innovante fondée sur des performances antiadhésives plutôt que chimiques, ont fait leur apparition sur le marché.

Ces revêtements, ne contenant pas de biocides, ne sont pas soumis à la réglementation européenne sur les produits biocides (RPB) applicable aux autres revêtements antialissures. Néanmoins la toxicité de ces nouveaux revêtements n'a pas, à notre connaissance, été évaluée.

Dans le cadre du projet RAS, nous proposons d'étudier la dégradation et la toxicité de revêtements sans biocide disponibles sur le marché, soumis ou non à un vieillissement artificiel par irradiation UV (A et B). L'écotoxicité des lixiviats de ces revêtements a été évaluée sur différents organismes marins : test d'inhibition de la bioluminescence sur une bactérie marine, test d'inhibition de la mobilité sur micro-crustacés, test d'embryotoxicité sur moule et test d'inhibition de la croissance sur microalgues marines. En parallèle, nous identifierons et quantifierons les microparticules de peinture générées lors de la dégradation de ces revêtements par microscopie de diffusion RAMAN.

Cette étude permettra d'évaluer si les revêtements sans biocide représentent une réelle alternative durable pour les écosystèmes marins et devrait apporter de nouvelles connaissances sur leurs effets écotoxicologiques et leurs produits de dégradation.

Mots clés : Peinture antialissure, biocide-free, écotoxicité, micro-plastiques, risque environnemental, milieu marin

Au-delà de la relation dose-réponse : ce que les approches multi-échelles et temporelles révèlent sur l'interprétation des biomarqueurs

Manon BAIN¹, Simon DEVIN^{1,2}, Chloé DE VERNISY¹, Valérie GONCALVES¹, Claire CAILLARD¹, Sandrine PAIN-DEVIN^{1,2}

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

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

Mots clés : Biochemical biomarkers – Scope for growth – *Dreissena polymorpha* – Nickel

La toxicité des contaminants se manifeste par des cascades biologiques complexes durant lesquelles des décalages entre les effets subcellulaires et physiologiques sont fréquemment mis en évidence. Nous avons étudié ce phénomène à l'aide d'un design expérimental combinant un suivi temporel à haute fréquence (0, 12h, 24h, 48h, 96h), une puissance statistique solide (n=10/condition) et des mesures multi-échelles (8 biomarqueurs biochimiques mesurés à l'échelle subcellulaire, taux de filtration et de respiration, calcul du scope for growth) chez *Dreissena polymorpha* exposée à une large gamme de concentrations en nickel.

Malgré une accumulation tissulaire du Ni et une mortalité dose- et temps-dépendantes, aucune relation dose-réponse n'a été détectée pour les biomarqueurs subcellulaires. L'analyse temporelle a toutefois révélé des fenêtres de sensibilité précoces (inférieures à 24h). À l'inverse, les effets physiologiques se sont intensifiés progressivement avec (i) une diminution de la filtration, (ii) une augmentation du taux de respiration et (iii) une diminution du scope for growth en lien avec l'augmentation de la pression chimique et du temps d'exposition. Ce « silence » apparent des biomarqueurs subcellulaires pourrait donc s'expliquer par une mobilisation intense d'énergie (diminution du SFG) pour maintenir à tout prix cette homéostasie biochimique.

Au-delà de cette déconnexion inter-échelles, notre étude soulève des questionnements pour l'utilisation des biomarqueurs en biosurveillance : (i) Mesurons-nous au bon moment ? La variabilité temporelle combinée aux méthodes destructives crée un risque élevé de faux négatifs (biais du survivant) et (ii) Cherchons-nous aux bons endroits ? Les approches ciblées mesurent un nombre limité de biomarqueurs parmi des centaines de voies métaboliques possibles, or les organismes peuvent activer des voies alternatives non mesurées. Cette étude démontre l'importance de mieux comprendre la dynamique temporelle des biomarqueurs et souligne la nécessité de redéfinir clairement leur usage opérationnel en biosurveillance.

Dysbiose intestinale et altérations métaboliques induites par les microplastiques chez le bar européen juvénile (*Dicentrarchus labrax*) : une approche multi-omique.

Yossra Missaoui^{1,2}, Massimo Venditti³, Leilei Zhang⁴, Filippo Vaccaric⁴, Mohamed Rida Abelouah⁵, Siwar Abouda^{1,2}, Sonia Gaaieda^{1,2}, Edoardo Puglisi⁴, Luigi Lucini^{4,6}, Sergio Minnucci³, Mohamed Banni^{1,2*}

(1) Laboratory of Biochemistry and Environmental Toxicology, Sousse, Tunisia

(2) Higher Institute of Biotechnology of Monastir, Monastir, Tunisia

(3) University Degli Studi Della Campania Luigi Vanvitelli, Napoli, Italy

(4) Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza, Italy

(5) Faculty of Sciences, Ibn Zohr University, Agadir, Morocco.

(6) National Research Council (CNR), Milan, Italy

Résumé

Les microplastiques environnementaux (MP) sont des contaminants émergents susceptibles de perturber l'homéostasie intestinale des organismes marins. Pourtant, les études utilisent majoritairement des particules vierges. Cette étude a examiné les effets intestinaux de microplastiques environnementaux (EMP) chez le bar européen juvénile (*Dicentrarchus labrax*) via une approche multi-omique. Les poissons ont été exposés cinq jours à deux concentrations d'EMP (0,5 et 1 mg/g de nourriture). L'exposition a entraîné une accumulation de particules dans les tissus intestinaux, principalement des fragments de polyéthylène. Les analyses ont révélé l'activation de l'apoptose (p53, Caspase-3) et d'une signalisation inflammatoire (NF- κ B, IL-6), indiquant un stress oxydatif et immunitaire. La métabolomique a identifié des altérations du métabolisme lipidique, de la régulation redox et du renouvellement des acides aminés, suggérant un dysfonctionnement mitochondrial. Le profilage métagénomique a montré des changements dans les communautés bactériennes intestinales, avec un enrichissement en taxons tolérants aux polluants (*Acidovorax*, *Halioglobus*) et une réduction de commensaux bénéfiques (*Ligilactobacillus*). L'intégration multi-omique a démontré une restructuration coordonnée des réseaux microbiens et métaboliques. Ces résultats soulignent le rôle de l'intestin comme cible majeure de la toxicité des microplastiques et éclairent les mécanismes précoces de réponse à une exposition réaliste chez les poissons marins.

Mots clés : Microplastics; *D. labrax*; Alterations; Métabolomie; microbiome intestinal.

La Fondation evertéa : partager la connaissance et accélérer la recherche en Santé-Environnement en France et en Europe

Damien BAUDIFFIER¹, Pauline DREYER¹, Delphine DELAUNAY¹

1. Fondation evertéa, 3 rue Henry Chalamet, 26000 Valence, France.
Contacts : d.baudiffier@fondationevertéa.org ; d.delaunay@fondationevertéa.org

Depuis 2013, la Fondation evertéa (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 28 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 2026, un nouvel AAP a été lancé autour des enjeux liés à l'intelligence artificielle dans la recherche en écotoxicologie et en toxicologie.

Le soutien de la recherche s'exprime également par l'organisation de workshops 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 (projets de recherche-action, sciences participatives, etc), mais également sur des projets de recherche d'envergure nationale (cartographie des laboratoires et activités de recherche en écotoxicologie², etc) et européenne (Action COST, Horizon Europe, etc).

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 accélérer 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.

Références

(1) <https://fondationevertéa.org>

(2) <https://fondationevertéa.org/recherche-laboratoires/>



Mots clés : écotoxicologie, toxicologie, partenariat, changement climatique, Santé Unique.

Contamination par les microplastiques et filtres UV dans les zones portuaires : approche comparative intercontinentale chez les moules

Y. Ben Cheikh¹, J. Forget-Leray¹, C. Guilloton¹, N. Giusti-Petrucciani¹, S.S. Ting², A.A. Aznan², L.C. Chuan², X.L. Li³, H.T. Liu³, W.L. Li³, S. Liu³, X.Y. Gai³, Y.C. Yuan³, X.H.Wang³

1. Université Le Havre Normandie, Université de Reims Champagne -Ardenne, INERIS, Normandie Univ, UMR-I 02 SEBIO, F-76600 Le Havre, France
2. Universiti Malaysia Perlis, Pauh Putra Campus, 02600 Arau, Perlis, Malaysia
3. Xiamen University, 422 Siming South Road, Xiamen, Fujian, China, 361005

Les microplastiques (MP) et filtres UV (UVF) représentent deux classes de contaminants émergents dont la distribution dans les environnements côtiers reste mal documentée à l'échelle intercontinentale. Cette étude propose une première approche comparative en utilisant la moule comme espèce sentinelle dans trois zones portuaires : Le Havre (France), Xiamen (Chine) et Perlis (Malaisie).

L'analyse chimique par LC-MS/MS a permis de quantifier 12 composés UVF dans les moules de Xiamen et Malaisie, révélant un gradient spatial lié à la fréquentation touristique. L'oxybenzone a été détecté dans les moules malaisiennes. À Le Havre, la spectroscopie UV-Visible indique des niveaux d'absorbance plus élevés dans les moules du site portuaire de Vétillard comparativement aux sites de référence d'Yport et Saint-Jouin, suggérant une contamination plus marquée en filtres UV dans la zone portuaire. Les analyses FTIR ont mis en évidence des fibres de Nylon et de Polystyrène dans les moules de Xiamen, avec des tailles de particules potentiellement capables de franchir les membranes cellulaires. Les biomarqueurs enzymatiques mesurés à Xiamen indiquent un stress physiologique plus élevé à Huangcu Beach, site de l'estuaire de la rivière Jiulong, par rapport aux sites insulaires moins exposés, un gradient cohérent avec les niveaux de contamination observés. À Le Havre, la motilité des hémocytes et les effets neurotoxiques confirment un stress plus marqué dans la zone portuaire que dans les sites de référence côtiers.

Ces résultats préliminaires suggèrent une co-occurrence de contaminants émergents et de réponses biologiques altérées dans les environnements portuaires. Des analyses complémentaires sont en cours pour compléter le croisement contamination-réponse biologique sur l'ensemble des sites.

Mots clés : Contaminants émergents, biosurveillance côtière, filtres UV, microplastiques

Remerciements : Ce travail a bénéficié du soutien financier du consortium GU8

Évaluation de l'impact de filtres UV organiques sur les écosystèmes estuariens et marins

Yosra Ben Cheikh¹, Maeva Giraud², Didier Stien², Nathalie Giusti-Petrucciani¹, Joelle Forget Leray¹

1. Université Le Havre Normandie, Université de Reims Champagne -Ardenne, INERIS, Normandie Univ, UMR-I 02 SEBIO, F-76600 Le Havre, France
2. Sorbonne Université, CNRS, Université de Perpignan Via Domitia, LBBM, Observatoire Océanologique de Banyuls F-66650 Banyuls-sur-Mer, France

Les filtres ultraviolets (UV) présents dans les produits cosmétiques sont désormais identifiés comme des contaminants émergents persistants dans les milieux aquatiques, où ils atteignent des concentrations allant jusqu'au µg/L. Malgré une présence avérée dans les tissus d'invertébrés marins, leurs effets biologiques restent insuffisamment documentés, notamment aux doses environnementales et en interaction avec le réchauffement climatique.

Le projet EVASION évalue l'impact de trois filtres UV organiques, l'oxybenzone (BP-3), l'octocrylène (OC) et l'octinoxate (EHMC), sur trois espèces d'invertébrés estuariens et marins : le copépode *Eurytemora affinis*, la moule bleue *Mytilus edulis* et l'oursin violet *Paracentrotus lividus*. L'originalité du projet réside dans une approche comparative multi-espèces intégrant effets cocktails et l'interaction avec la température, dans des conditions expérimentales représentatives des environnements côtiers européens.

Les résultats obtenus contribueront à combler un manque de données sur la sensibilité du biote aquatique aux filtres UV.

Mots clés : filtres UV, contaminants émergents, écotoxicologie, invertébrés, changement global

Remerciement : le projet EVASION est financé par l'Initiative structurante EC2CO, INSU Cnrs

Modélisation des capacités de liaison au récepteur sbGPER1 (*Dicentrarchus labrax*) dans une perspective écotoxicologique

Sami Bruzzi¹, Sylvain Slaby¹, Aurélie Dufлот¹, Anne-Sophie Allonier-Fernandes², Tiphaine Monsinjon¹

1. Université Le Havre Normandie, Université de Reims Champagne-Ardenne, INERIS, Normandie Univ, UMR-I 02 SEBIO, F-76600 Le Havre, France.
2. Agence de l'eau Seine-Normandie, 12 rue de l'Industrie CS 80148 92416 Courbevoie Cedex, France.

Mots clés : Perturbation endocrinienne, Bar européen, Récepteur aux estrogènes, Modélisation, Bioessai

La voie de signalisation des estrogènes chez *Dicentrarchus labrax*, espèce importante en estuaire de Seine, est régulée par l'activation de récepteurs nucléaires (sbEsr1, 2a, 2b) et membranaires (sbGPER1, 2). Contrairement aux Esr, peu d'études chez les poissons se sont focalisées sur les GPER, alors même qu'une grande importance est accordée à ces derniers dans de nombreuses pathologies humaines. Une meilleure compréhension de leur fonctionnement permettrait de mieux évaluer les effets des perturbateurs endocriniens à activité estrogénique (EEDC) en milieu aquatique. Cette étude vise à étudier la structure de sbGPER1 et de son site de liaison, avec la modélisation de la liaison de plusieurs ligands et une comparaison entre GPER humain et bar européen.

Cette modélisation a été réalisée en utilisant l'application *Alphafold2* puis validée avec le logiciel *Pymol*. L'étude des liaisons ligand-récepteur a été effectuée sur l'application *castP* et le logiciel *Autodock Vina* et validée sur *Pymol*.

Nos résultats révèlent une différence notable entre la structure protéique secondaire et tertiaire du bar et de l'Homme, avec des variations de capacités de liaison à différents ligands. L'ancrage moléculaire révèle, par exemple, que l'éthinylestradiol présente des scores d'affinité similaires entre GPER humain et bar commun, tandis qu'un agoniste synthétique G1 affiche une affinité nettement plus élevée pour le récepteur du bar, suggérant des différences de sélectivité ligand-dépendantes au niveau du site de liaison.

À l'instar de l'importance de ce récepteur chez l'Homme, sbGPER1 constitue une cible d'intérêt à intégrer dans l'étude des EEDC. Il serait également intéressant d'inclure ce récepteur dans le test DLES, utilisé pour évaluer la qualité des milieux aquatiques vis-à-vis de la présence d'EEDC et actuellement centré sur les sbEsr.

Cette étude est soutenue par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie (projet DLES-Normandie, 2023-2026).

Impact des filtres UV sur les réponses immunitaires de la moule bleue

Justine Bérard¹, Jade Mourgues¹, Nathalie Giusti-Petrucciani¹, Yosra Ben Cheikh¹

1. Université Le Havre Normandie, Université de Reims Champagne -Ardenne, INERIS, Normandie Univ, UMR-I 02 SEBIO, F-76600 Le Havre, France

Les filtres ultraviolets (UV) organiques issus des crèmes solaires et d'autres produits cosmétiques, sont considérés comme des contaminants émergents et sont fréquemment détectés dans nos écosystèmes côtiers. Bien qu'ils soient essentiels à notre protection cutanée contre les rayons UV, leurs propriétés lipophiles favorisent leur bioaccumulation dans les tissus riches en lipides des organismes aquatiques, entraînant ainsi des effets néfastes. Plusieurs études ont déjà mis en évidence des altérations physiologiques tels que le stress oxydatif et des perturbations endocriniennes. En revanche, leurs conséquences spécifiques sur le système immunitaire des invertébrés marins restent à ce jour insuffisamment étudiés.

Cette étude vise à évaluer les effets de différents filtres UV organiques sur le système immunitaire de la moule *Mytilus edulis*. Les individus ont été exposés au benzophénone-3 (BP3), à l'octinoxate (EHMC) et à l'octocrylène ainsi qu'à un cocktail de ces trois filtres UV à des concentrations de 7 µg/L et 700 ng/L. Les effets de ces composés ont été évalués à travers l'étude des hémocytes, cellules immunitaires circulant dans l'hémolymphe, en analysant notamment leur capacité de phagocytose et la motilité cellulaire. Les premiers résultats montrent une augmentation significative de la motilité à faible concentration (700 ng/L) pour le BP3 et l'EHMC, ainsi qu'à forte concentration (7 µg/L) pour le BP3, tandis qu'une inhibition est observée à forte concentration d'EHMC. Aucun effet significatif n'est mis en évidence sur la concentration ni sur la viabilité cellulaire. La phagocytose est également affectée, avec une stimulation de son efficacité, en particulier pour le BP3 aux deux concentrations testées. Globalement, ces résultats montrent une altération des fonctions immunitaires des hémocytes induite par l'exposition aux filtres UV.

Mots clés : benzophénone-3, octinoxate, octocrylène, écotoxicité, réponses immunitaires

Remerciement : *l'Initiative structurante EC2CO, INSU Cnrs, qui a financé le projet EVASION*

Impact of chronic exposure to “forever chemicals” on the larval development of *Palaemon serratus*

Enzo Caiano Dos Santos¹, Jason Jeanne¹, Benoît Xuereb¹, Marie-Laure Delignette-Muller², Elise Billoir³, Julien Gourand¹, Valérie Bouchart⁴, Aurélie Dufлот¹, Agnès Poret¹, Céline Boulangé-Lecomte¹, Romain Coulaud¹

1. Université Le Havre Normandie, Université de Reims Champagne-Ardenne, INERIS, Normandie Univ, UMR-I 02 SEBIO, F-76600 Le Havre, France
2. Université de Lyon, Université Lyon 1, CNRS, VetAgro Sup, UMR 5558, Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive, 69622 Villeurbanne, France.
3. Université de Lorraine, CNRS, LIEC, F-57000 Metz, France.
4. LABÉO, Saint Contest, Caen, France

Les études des effets des substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) sont sous-représentées en écotoxicologie marine, notamment en ce qui concerne les premiers stades de développement des crustacés, alors qu'elles représentent actuellement une préoccupation majeure aussi bien de la part de la communauté scientifique que du grand public. Dans ce contexte, des larves de crevettes *Palaemon serratus* ont été exposées tout au long de leur parcours de développement larvaire à 2 polluants : le PFOS et le F-53B (substitut pour lequel peu de données sont disponibles) selon un gradient de 7 concentrations allant de 0 à 100 µg.L⁻¹, afin de permettre une modélisation dose-réponse.

Nos objectifs étaient (i) d'identifier les effets des PFAS sur les traits de vie de *P. serratus* (e.g. taux de métamorphose, durée du développement larvaire et masse des juvéniles), (ii) de déterminer des Benchmark Doses (BMD) pour chacun des composés et chaque métrique et *in fine* (iii) de comparer les effets des 2 molécules. Après exposition au PFOS, le taux de métamorphose a diminué de 50% à la plus forte concentration par rapport aux témoins et aux faibles concentrations. La durée totale de développement n'a pas été impactée mais à l'échelle de la durée de chacun des stades, des allongements significatifs ont pu être observés. La masse des juvéniles a diminué de 20% aux doses les plus élevées. Les résultats relatifs au F-53B sont en cours d'acquisition. En parallèle, la méthodologie permettant le calcul des BMD est en cours de finalisation. En conclusion, les premiers résultats suggèrent que les PFAS pourraient présenter des effets significatifs sur l'ontogénie des crustacés marins. Ces effets pourraient être délétères puisqu'ils tendent vers un allongement de la durée du développement, une diminution du taux d'accession au stade juvénile et une baisse de la masse de ces juvéniles à forte concentration.

Mots clés : crustacés - développement larvaire - évaluation de risque – exposition chronique – plasticité du développement - PFAS.

Comment mesurer l'efficacité, la dégradation et les risques environnementaux des nouveaux revêtements anti-salissures de bateau sans biocides ?

Cachot Jérôme¹, Sophie Lecomte², Fabienne Faÿ³, Cécile Massé⁴ et Florane Le Bihanic⁵

1. EPOC UMR 5805, Univ. Bordeaux, CNRS, Bordeaux INP, Allée Geoffroy Saint Hilaire, 33600 Pessac
2. CBMN UMR 5248, Univ. Bordeaux, CNRS, Bordeaux INP Allée Geoffroy Saint Hilaire, 33600 Pessac
3. LBCM EMR-6076, Université de Bretagne Sud, CNRS, 56100 Lorient
4. PatriNat, OFB, MNHN, CNRS, IRD, 75005 Paris, France
5. Parc naturel marin du Bassin d'Arcachon, Office Français de Biodiversité, 4 rue Copernic, 33470 Le Teich

Des biosalissures se développent sur toute surface immergée non traitée. Elles altèrent les performances et la durée de vie des bateaux et peuvent conduire à disséminer des espèces non indigènes dans les milieux aquatiques. Pour limiter cet encrassement biologique, des peintures anti-salissures sont régulièrement appliquées sur la coque des navires. Celles-ci contiennent généralement des biocides qui sont libérés progressivement dans l'environnement. En raison de leur persistance et/ou de leur toxicité ces biocides font peser un risque non négligeable pour les espèces aquatiques. Pour limiter ce risque écotoxicologique, des revêtements anti-salissures dit sans biocides ont été développés ou sont en cours de développement, mais leur innocuité pour l'environnement reste encore à démontrer. Le projet RAS (ANSES PNR EST 2025) vise à évaluer l'efficacité anti-salissures, la dégradation et les risques physico-chimiques, chimiques et biologiques de six revêtements anti-salissures sans biocide. L'activité anti-salissures des différents revêtements sera évaluée en laboratoire par la mesure de l'adhésion de bactéries et microalgues modèles et *in situ* par le suivi de la fixation d'espèces colonisatrices et d'espèces non indigènes et aussi de microorganismes ou de virus pathogènes. La dégradation des différents revêtements sera étudiée en conditions de laboratoire après traitement aux UV et lixiviation et aussi en conditions de terrain avec l'immersion des revêtements pendant 6 mois dans le bassin d'Arcachon. Les produits de dégradation émis (additifs et particules) seront dosés dans les lixiviats et/ou dans le milieu (sédiments et moules). L'état de surface des revêtements sera suivi au cours du temps par des méthodes de microscopies vibrationnelles (Raman et FTIR). Enfin, l'écotoxicité de ces matériaux sera évaluée en laboratoire et sur le terrain par une approche multi-espèces (cibles et non cibles) et multi-marqueurs à différents niveaux d'organisation biologique pour prendre en compte la sensibilité différentielle des espèces et les effets cocktails à faibles doses. Des essais de toxicité standardisés seront ainsi réalisés sur bactéries, microalgues, microcrustacés et embryons et larves de bivalves et de poissons marins. Enfin, la contamination par les produits de dégradation et les effets toxiques de ces revêtements anti-salissures seront déterminés *in situ* sur des moules marines encagées. Les moules exposées pendant 3 et 6 mois à ces nouveaux revêtements seront soumises à un examen histopathologique complet. Des mesures d'expression génique et protéique et de dommages oxydatifs seront évalués de façon à caractériser le spectre d'effet de ces matériaux. Ce projet original devrait apporter des données nouvelles sur l'efficacité, le comportement et le risque pour l'environnement de ces nouveaux revêtements anti-salissures de bateau sans biocides et ainsi permettre de guider les politiques publiques dans le secteur des activités nautiques pour la préservation du milieu marin.

Ce projet est financé par le PNR 2025 Environnement-Santé-Travail de l'ANSES. Il regroupe des partenaires du GDR Biofouling et Environnement.

L'imagerie cellulaire pour l'écotoxicologie aquatique

C. Chamot¹, M. Bénard¹, D. Schapman¹, S. Bernard¹, P. Chan¹, C. Guilloton², Q. Peignot², V. Lemaître¹, M. Ropitiaux^{1,3}, M. Bardor^{3,4}, N. Guisti², Y. Ben Cheikh², J. Leray², C. Boulangé-Lecomte², F. Le Foll², L. Galas¹

1. Université de Rouen Normandie, Inserm, CNRS, Normandie Univ, HeRaLeS-PRIMACEN US51-UAR2026, F-76000 Rouen, France.
2. Université Le Havre Normandie, Université de Reims Champagne-Ardenne, INERIS, Normandie Univ, UMR-I 02 SEBIO, F-76600 Le Havre, France.
3. Université de Rouen Normandie, GlycoMEV-UR 4358, Rouen, France
4. Alga Biologics, R&D, Mont-Saint-Aignan et Site de Production, Canteleu, F-76130/76380, France (adresse actuelle).

L'imagerie cellulaire offre actuellement un accès sans précédent à un monde jusqu'alors caché, révélant des détails et des mécanismes complexes qui sont fondamentaux pour la vie. L'objectif de la plateforme PRIMACEN (IBiSA) est d'offrir un accès harmonisé et démocratisé à des services et à une expertise de classe mondiale en matière d'imagerie biologique aux chercheurs en sciences de la vie. Pour assurer un continuum expérimental complet, la plateforme dispose non seulement des équipements nécessaires à la préparation et au marquage des échantillons (culture cellulaire, hébergement des organismes invertébrés marins, coupes...) mais également d'imagerie photonique avec la macroscopie, la mésoscopie, la microscopie et la nanoscopie afin de couvrir un large spectre de résolutions multidimensionnelles ($x, y, z, t, \lambda, \Delta, \tau$). Les échantillons peuvent être observés fixés ou vivants dans des configurations *in vitro*, *ex vivo* et *in vivo*. En complément, PRIMACEN propose également des approches en microscopie électronique en transmission pour étudier l'ultrastructure cellulaire et la localisation subcellulaire des molécules d'intérêt. Enfin, la plateforme offre des solutions d'analyse d'images incluant la segmentation classique ou par intelligence artificielle des objets d'intérêt, le tracking, la déconvolution et la reconstruction 3D. Un consortium nommé « Nœud Normandie » avec, au cœur, la plateforme PRIMACEN et 6 équipes R&D normandes parmi lesquelles l'UMR-I 02 INERIS SEBIO et l'UR 4358 GlycoMEV (axe de recherche « microalgues »), a intégré l'infrastructure nationale France BioImaging en 2024 et le consortium européen Eurobioimaging en 2025. Parmi les signatures technologiques et scientifiques du Nœud Normandie, on retrouve les approches multi-échelles en imagerie photonique et électronique pour les sciences vasculaires, la biologie des microalgues (Normandie Filière Algues) et les organismes marins invertébrés (moules, crevettes, copépodes).

Remerciements : Universités de Rouen et Le Havre Normandie, Région Normandie et FEDER (dispositifs Plateforme et 1^{ère} collaboration PRIMACEN-Alga Biologics via « cSMARt »), GIS IBiSA, France BioImaging, ANR (ANR-10-INBS-04).

Mots clés : imagerie cellulaire, organismes marins invertébrés, microalgues, imagerie photonique et électronique, analyse d'images.

Effets des nanoplastiques de différentes origines (industrielles, environnementaux et biosourcés) seuls ou combinés au bisphénol A (BPA) par voie trophique (*Isochrysis galbana*) sur l'huître américaine (*Crassostrea virginica*)

Léa Chartogne^{1,2}, Magalie Baudrimont², Tuan Anh To¹, Olivier Sandre³, Etienne Grau³, Véronique Coma³, Valérie S. Langlois¹

1. Institut national de la recherche scientifique (INRS), Centre ETE, Québec, QC - Canada

2. Université de Bordeaux, CNRS, Bordeaux INP, UMR EPOC 5805, Arcachon - France

3. Université de Bordeaux, CNRS, Bordeaux INP, UMR LCPO 5629, Pessac - France

Mots clés : nanoplastiques, bisphénol A, *Crassostrea virginica*, stress oxydatif, apoptose, contamination trophique.

[Résumé]

Les nanoplastiques (NP), définis comme des particules inférieures à 1 μm , sont issus de sources multiples et hétérogènes (fragmentation de macroplastiques, rejets industriels, ...) et présentent une grande variabilité dans leur composition chimique. Du fait de leur taille submicronique, ces particules sont capables d'adsorber des contaminants organiques présents dans le milieu, tels que le bisphénol A (BPA), un perturbateur endocrinien ubiquiste. Le cocktail NP-contaminant peut alors être co-transporté vers les organismes et libérer ces derniers par désorption intracellulaire, un mécanisme qualifié d'«effet cheval de Troie», susceptible d'amplifier la biodisponibilité de ces polluants au sein des réseaux trophiques benthiques.

Dans ce contexte, cette étude a évalué les effets d'une exposition trophique de sept jours chez *C. virginica* à trois types de NP (polystyrène aminé (PS-NH₂), polylactide (PLA) et nanoplastiques environnementaux (NP ENV)) et à des concentrations environnementales de 1, 10 et 100 $\mu\text{g/L}$, seuls ou en co-exposition avec le BPA à 3 $\mu\text{g/L}$. L'expression génique a été analysée dans les branchies et la glande digestive pour le stress oxydatif (*sod3*, *cat*), l'apoptose (*bax*, *bcl2*) et la fonction reproductrice et hormonale (*vit*).

Ces résultats montrent que les différents types de NP induisent des signatures moléculaires uniques à chaque plastique, suggérant que la composition chimique et les propriétés de surface des particules jouent un rôle dans les effets cellulaires observés. L'expression génique diffère également entre les deux tissus testés. Des interactions entre NP et BPA ont aussi été détectées en co-exposition.

L'ensemble de ces données souligne l'importance de prendre en compte la diversité physicochimique des NP, ainsi que leurs interactions avec d'autres contaminants, pour mieux représenter les conditions d'exposition auxquelles les organismes sont réellement confrontés en milieu côtier.

Risque écotoxicologique et renaturation des zones intertidales par analyses moléculaires et physiologiques d'organismes sentinelles

P. Déléris¹, A. Bordaz¹, J. Dourthe¹, B. Cognie¹, B. Jesus¹, H. Capioux², C. Guinle¹, C. Baratange¹, P. Rosa¹, A. Petit¹, T. Lebeau², V. Meleder¹, A. Zalouk-Vergnoux¹, L. Poirier¹

1. Nantes Université, Institut des Substances et Organismes de la Mer (UR 2160), F-44000 Nantes, France.
2. Nantes Université, Laboratoire de Planétologie et Géosciences, LPG, UMR CNRS 6112, F-44000 Nantes, France.

Le concept de « renaturation » est une solution fondée sur la nature établie pour les milieux terrestres mais en devenir pour les milieux marins.

L'objectif du présent projet est d'évaluer les risques écotoxicologiques associés à la remise en suspension des sédiments lors d'actions de renaturation intertidale. Contrairement aux études existantes, qui se concentrent sur les sédiments subtidaux (tels que le dragage portuaire), ce projet se concentre sur les sédiments intertidaux ou supratidaux, dont la perturbation pourrait libérer les polluants accumulés et les disperser le long du gradient terre-mer, affectant ainsi les écosystèmes marins. Le site de Corsept (estuaire de la Loire, France), en voie de renaturation, a servi de modèle pour cette étude.

Afin de caractériser les impacts de ces polluants, une approche multi-niveaux et multi-espèces a été menée en mésocosmes à l'aide de trois organismes modèles exposés à des éluviats réalisés à partir des sédiments du site modèle. Les microalgues du microphytobenthos, représentant les producteurs primaires, ont été évaluées pour leur capacité d'absorption du CO₂ et de résistance au stress par le biais de tests photophysologiques. La diversité et les fonctions métaboliques de la communauté bactérienne associée au sein de ce biofilm ont été analysées par métabarcoding. Enfin, la moule (*Mytilus edulis*) représentant les consommateurs primaires, a fait l'objet d'analyses physiologiques (taux de clairance) et d'évaluations moléculaires du stress oxydatif et neurotoxique (biomarqueurs enzymatiques), ainsi que d'analyses non ciblées (lipidomique et transcriptomique mRNAseq) afin d'évaluer les impacts métaboliques.

En combinant ces approches, ce travail propose une analyse exhaustive des risques écotoxicologiques liés à la remise en suspension des polluants lors de la renaturation des zones intertidales, tout en développant une évaluation multidimensionnelle des impacts sur les écosystèmes côtiers.

Mots clés : [Rewilding; mix de polluants; espèces sentinelles; -omiques].

Les microplastiques dans l'environnement marin du Sénégal : Impacts environnementaux et risques sanitaires

Mamadou DIOP¹, Serigne Mbacké SECK¹, Assane SENHOR¹, Abou Abdallah Malick DIOUARA¹, Fatou THIAM¹, Mame Ndew MBAYE¹, Malick MBENGUE¹, Matar DIOP¹, Cheikh Momar NGUER¹, Rachid AMARA²

1) Groupe de Recherche Biotechnologies Appliquées & Bioprocédés Environnementaux, Ecole Supérieure Polytechnique, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Corniche Ouest, Dakar-Fann BP: 5085, Senegal.

2) Université du Littoral Côte d'Opale, CNRS, Univ. Lille, UMR 8187, LOG, Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences, 32 Avenue Foch, Wimereux, France

Résumé

Les microplastiques sont devenus une préoccupation environnementale majeure en raison de leur omniprésence et de leurs effets potentiellement néfastes sur les écosystèmes aquatiques et sur la santé des populations humaines qui dépendent en grande partie des ressources issues de ces écosystèmes. Au Sénégal, il y a un manque d'informations sur la pollution de l'environnement marin par les microplastiques. A notre connaissance, peu d'études ont été menées dans ce domaine, et elles ne concernent que la présence de microplastiques dans les sédiments (Sonko et al., 2024) et dans certaines espèces de poissons (Kwame et al., 2025). Par ailleurs, ces études, limitées à la région de Dakar, n'ont pas permis d'obtenir une vision complète de la pollution par les microplastiques dans les écosystèmes marins et estuariens du Sénégal. Elles ne permettent pas non plus d'évaluer les risques liés à cette pollution sur la santé des écosystèmes et des populations humaines. C'est dans ce contexte que cette étude a été proposée. Elle a pour objectif générale de réaliser une évaluation spatiale et saisonnière des niveaux de contamination par les microplastiques des zones côtières du littoral sénégalais, ainsi que leurs impacts sur la biodiversité marine et sur la santé humaine. De façon plus spécifiques, cette étude vise à : i) documenter les niveaux de contamination en microplastiques dans les sédiments et dans les eaux prélevés le long du littoral du Sénégal depuis l'embouchure du Fleuve Sénégal à Saint-Louis jusqu'à Joal ; ii) identifier les sources d'émissions des microplastiques ; iii) déterminer les teneurs réelles de microplastiques dans les organismes aquatiques vivants et iv) évaluer l'exposition réelle aux microplastiques de la population sénégalaise fortement tributaire de ces produits. Les résultats primaires issus de cette étude seront présentés durant le colloque ECOBIM.

Mots clés : pollution microplastique, qualité de l'eau, littoral sénégalais, impacts environnementaux, risques sanitaires

Références :

- 1- Asante, K. (2025). Assessment of Microplastic Contamination in Edible Marine Fishes along the West African Coast.
- 2- Sonko, A., Brehmer, P., De Magny, G. C., Le Pennec, G., Ba, B. S., Diankha, O., ... & Galgani, F. (2023). Pollution assessment around a big city in West Africa reveals high concentrations of microplastics and microbiologic contamination. *Regional Studies in Marine Science*, 59, 102755.

Impact d'un polluant émergent, le p-aminophénol, sur les traits d'histoire de vie d'*Artemia salina*

Dah Elkeitkatt Fayeza, Ben Naceur Hachem, Achour Lotfi, Barka Sabria

Laboratoire Biologie intégrative et Valorisation des bioressources, BIOLIVAL LR 14ES06, Institut Supérieur de Biotechnologie de Monastir, Université de Monastir, Monastir, Tunisie

Le p-aminophénol (PAP), contaminant émergent issu de l'industrie et de la dégradation pharmaceutique, est de plus en plus présent dans les milieux aquatiques. Dans cette étude, nous avons évalué l'effet de la toxicité de ce composé sur la survie, l'éclosion, la croissance et le développement larvaire du Branchiopode *Artemia salina*.

Le protocole combine des tests de toxicité létale et sublétale avec des analyses morphométriques par imagerie. Les résultats révèlent une sensibilité différentielle marquée : les adultes sont nettement plus vulnérables ($CL_{50-96h} = 4,82$ mg/L) que les nauplii ($CL_{50-96h} = 122$ mg/L). L'impact sur l'éclosion est singulier : à forte concentration, le PAP induit un retard significatif et une chute du succès d'éclosion (9 %). Cependant, la décapsulation lève cette inhibition, suggérant une interaction entre le PAP et le chorion.

Concernant les traits de croissance, l'exposition entraîne un retard de développement majeur, marqué par un blocage larvaire au Stade II et une réduction dose-dépendante de la taille. De multiples malformations (zones oculaire, digestive et caudale) ont également été caractérisées. Ces travaux démontrent que le p-aminophénol altère les paramètres vitaux des invertébrés marins dès les premiers stades. Ces données sont cruciales pour l'évaluation des risques et la gestion de la santé des écosystèmes aquatiques face aux polluants émergents.

Mots clés : *Artemia salina*, contaminants émergents, p-aminophénol, traits de vie, croissance, développement larvaire.

Réponses métaboliques au mercure chez la moule zébrée et le gardon exposés par voie trophique, à différentes températures

Elise DAVID¹, Marie-Lou LE BIHAN¹, Simon AGOSTINI², Laurence DELAHAUT¹, Véronique GAILLET¹, Isabelle BONNARD¹, Béatriz DECENCIÈRE², Claudia COSIO¹

1. Université de Reims Champagne-Ardenne, UMR-I 02 SEBIO, Reims, France.
2. CEREEP - Ecotron IDF, CNRS - UAR 3194 CNRS, Saint-Pierre-lès-Nemours, France.

La contamination des milieux et des ressources naturelles par le mercure est une préoccupation majeure en écotoxicologie, pour la santé de l'environnement comme la santé humaine. Pourtant, le transfert trophique du méthylmercure à des concentrations réalistes et dans un contexte de réchauffement climatique reste encore peu étudié. Cette étude vise à évaluer ce transfert et ses effets au sein d'un réseau trophique d'eau douce. Des moules d'eau douce *Dreissena polymorpha* ont été nourries avec des microalgues préalablement contaminées au méthylmercure MeHg, à différentes concentrations et différentes températures (15, 18 et 21°C) afin de simuler l'impact du réchauffement climatique. Des dreissènes contaminées ont ensuite été utilisées pour nourrir des gardons *Rutilus rutilus*. Chez les deux espèces, moules et gardons, l'accumulation du mercure a été mesurée et des réponses ciblées ont été étudiées à travers la mesure de l'expression de gènes codant pour des enzymes antioxydantes et de détoxification, ainsi que de gènes liés au métabolisme énergétique. D'autre part, l'activité d'enzymes clés associées à ces mêmes métabolismes a été évaluée au niveau biochimique. Après 4 jours d'exposition à des algues contaminées, les dreissènes ont accumulé plus fortement le mercure dans leur glande digestive que dans les autres tissus, avec un effet de la température. Chez le gardon, les résultats ont mis en évidence une bioaccumulation significative du mercure total dans le foie des poissons exposés pendant 4 jours à des moules contaminées suggérant une réponse hépatique rapide à une faible concentration. Dans cet organe, une surexpression de certains gènes impliqués dans la gestion de l'ATP a été observée chez les individus contaminés, ce qui pourrait refléter une réponse transcriptionnelle due à un besoin énergétique accru, en lien avec la contamination en MeHg. Ces premiers résultats suggèrent la mise en place de compromis entre détoxification et efficacité métabolique sous l'action combinée du mercure et du réchauffement.

Mots clés : Mercure, stress thermique, transfert trophique, énergie, détoxification

Profils biochimiques et stades de vie chez la moule zébrée en biosurveillance

Chloé De Vernisy^{1,2}, Simon Devin^{1,2}, Claire Caillard¹, Sandrine Pain-Devin^{1,2}

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

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

Dans le cadre de programmes de biosurveillance aquatique utilisant la moule zébrée *Dreissena polymorpha* comme organisme sentinelle, la standardisation repose sur l'utilisation d'adultes (autour de 20 mm pour la longueur de la coquille). Si ce critère garantit une homogénéité physiologique dans des conditions optimales de prélèvement, il se trouve parfois limité par les contraintes de terrain. La disponibilité des dreissènes peut varier selon les sites, les saisons et les conditions environnementales. Ainsi la taille des individus disponibles peut-être variable et elle est souvent plus faible que souhaitée. Cette réalité opérationnelle souligne l'intérêt d'étudier des individus de différentes gammes de taille et donc, à différents stades du cycle de vie afin d'en explorer les réponses.

Cette étude vise à évaluer si les profils de biomarqueurs biochimiques diffèrent selon des stades de développement définis sur la base de la taille. Des moules zébrées ont été collectées dans la Moselle : en avril, lors du démarrage de la gamétogénèse, et en octobre, lors du retour au repos après l'émission des gamètes. Une batterie de 11 biomarqueurs biochimiques impliqués dans les défenses antioxydantes, le métabolisme énergétique et les effets toxiques a été mesurée sur des moules réparties en 5 classes de taille (10 à >20 mm), couvrant les derniers stades juvéniles et les stades adultes.

Nos résultats démontrent que les réponses biochimiques discriminent efficacement les stades de vie, révélant des profils physiologiques distincts selon la classe de taille et la saison. Cette différenciation des profils entre stades jeunes et adultes soulève la question de la représentativité : ignorer la taille des individus collectés revient à moyenniser des réponses physiologiquement incomparables, tandis que se limiter à une seule classe de taille ne permet pas de rendre compte de la diversité des états au sein de la population. Un cadre multi-critères intégrant la taille, la période de prélèvement et le stade de développement permettrait d'améliorer l'interprétation des réponses biologiques en tenant compte des variations physiologiques naturelles.

Mots clés : *Dreissena polymorpha*, biomarqueurs biochimiques, stade de développement, variabilité saisonnière, taille

Évaluation de la cardiotoxicité du cadmium au cours du développement embryonnaire chez un vertébré aquatique modèle : *Xenopus laevis*

Pélagie Douchez^{1,2}, Yoshiko Takeda-Uchimura¹, Ingrid Fliniaux¹, Alain Martoriati¹, Sébastien Lemièrè², Matthieu Marin¹, Franck Vandebulcke², Katia Cailliau¹

1. Université de Lille, UMR UGSF CNRS 8576, Villeneuve-d'Ascq, France.

2. ULR 4515, LGCgE, Lille, France

Mots-clés : cadmium, *Xenopus laevis*, cœur, appareil de Golgi, polysialylation

Le cadmium, un élément trace métallique, est omniprésent dans les écosystèmes aquatiques. Parmi les effets connus, on retrouve la cardiotoxicité, notamment associée à un risque accru de maladies cardiovasculaires chez l'ensemble des organismes vivants y compris l'Homme. La compréhension des mécanismes de toxicité et l'identification de nouvelles cibles de ce contaminant permettraient de développer de nouveaux biomarqueurs et de nouvelles voies thérapeutiques.

Dans cette étude, des embryons de xénope (*Xenopus laevis*) sont exposés au cadmium (CdCl_2 , 15 μM) dès la fécondation et jusqu'au 6^e jour de développement. À ce stade, le système cardiaque est mature ; une analyse plus fine peut alors être envisagée.

Ainsi, l'étude de coupes histologiques cardiaques a montré que l'exposition au cadmium entraîne l'absence de trabecules. Des analyses post-traductionnelles ont mis en évidence une perturbation de la régulation d'une protéine d'adhésion cellulaire (NCAM), avec l'augmentation de sa polysialylation. Cette modification s'est accompagnée d'une dérégulation de l'expression des effecteurs golgiens Rab11 GTPase et Golph3 dans le cœur des têtards. Toutefois, si les polysialyltransférases ST8Sia2 et ST8Sia4 n'ont pas présenté d'augmentation au niveau transcriptionnel, les résultats ont montré qu'elles s'accumulent dans l'appareil de Golgi. Enfin, l'augmentation de sialylation de NCAM est responsable d'une O-GlcNAcylation de FAK.

Ainsi, ces résultats constituent une avancée significative quant à l'identification de nouveaux acteurs de la toxicité cardiaque du cadmium.

Impact du bisphénol S sur le développement précoce du xénope (*Xenopus laevis*)

Pélagie Douchez^{1,2}, Coralie Lemoine¹, Yoshiko Takeda-Uchimura¹, Ingrid Fliniaux¹, Alain Martoriati¹, Sébastien Lemièrè², Franck Vandenbulcke², Katia Cailliau¹ & Matthieu Marin¹

1. Université de Lille, UMR UGSF CNRS 8576, Villeneuve-d'Ascq, France.

2. ULR 4515, LGCgE, Lille, France

Mots-clés : bisphénol S, *Xenopus laevis*, développement précoce, marqueurs de stress

Le bisphénol S (BPS), introduit comme substituant au bisphénol A, présente une forte persistance environnementale dans tous les écosystèmes, et plus particulièrement en milieu aquatique. Parmi les organismes les plus touchés, le groupe des amphibiens est le plus menacé par le réchauffement climatique, l'anthropisation, mais surtout par la pollution. Dans cette étude, des têtards de *Xenopus laevis* ont été exposés à trois concentrations de bisphénol S (10^{-8} M, 10^{-6} M, 10^{-4} M) dès la fécondation et jusqu'au 6^e jour de développement.

Après 6 jours d'exposition au bisphénol S, de multiples analyses ont été envisagées. Au niveau physiologique, les résultats montrent que le rythme cardiaque entre les têtards témoins et les têtards exposés au bisphénol S (à toutes les concentrations) n'est pas différent. Une approche biométrique automatisée n'a pas montré de différences morphologiques entre les différentes conditions d'exposition.

En revanche, l'analyse protéique de différents marqueurs de stress a révélé des modifications. Ainsi, 3 protéines de la famille des Heat shock proteins ont été étudiées : Hsp90, Hsp70 et Hsp27.

Les résultats ont mis en évidence une augmentation de l'expression d'Hsp90, une diminution de celle d'Hsp27, tandis que l'expression d'Hsp70 est restée inchangée. Le dernier marqueur envisagé dans cette étude est un acteur du protéasome Rpn10, dont l'expression diminue après 6 jours d'exposition au bisphénol S.

Pris dans leur ensemble, ces résultats soulignent que l'exposition au bisphénol S affecte l'expression de différents marqueurs de stress au cours du développement précoce des têtards de xénope.

Une meilleure compréhension des mécanismes de toxicité du bisphénol S permettra le développement de nouveaux biomarqueurs d'exposition/d'effet notamment sur les stades de vie précoce des amphibiens.

L'impact des carburants alternatifs sur la moule bleue et le pétoncle géant lors d'un déversement en condition hivernale

Carolanne Ducasse, Richard St-Louis¹

1. Département de biologie, chimie et géographie, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Canada.

Le transport maritime est l'un des moteurs de l'économie mondiale. Par contre, il contribue grandement à la pollution atmosphérique. En effet, les émissions annuelles du transport maritime représentent près de 15% des émissions globales d'oxydes d'azote (NOx) et 5,8% d'oxydes de soufre (SOx) (Celo *et al.*, 2015). Afin de réduire ces émissions, l'Organisation maritime internationale (OMI) a mis en place en janvier 2020 des mesures plus strictes liées aux émissions des carburants marins. Ces normes visent à diminuer la limite de la teneur en soufre dans les carburants, passant maintenant de 3,5% à 0,5% (Organisation Maritime Internationale, 2019). Afin de respecter ces normes, une transition vers les carburants alternatifs est réalisée. Les carburants à faible (VLSFO) et à très faible teneur en soufre (ULSD) sont maintenant utilisés. Aussi, les biodiésels prennent davantage de terrain avec le B100 (FAMEs) et l'huile végétale hydrotraitée (HVO). Bien que ces derniers ne contiennent que peu ou aucun soufre dans leur composition, leurs effets biologiques sur la faune marine sont encore peu connus (Mussa *et al.*, 2024). Peu d'études ont évalué les risques écotoxicologiques des biocarburants lors d'un déversement en condition hivernale. Ainsi, le projet vise à évaluer les effets biologiques sous-létaux de biodiésels déversés sous un couvert de glace par rapport à deux bivalves marins, soit la moule bleue (*Mytilus edulis*) et le pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*). Le choix de ces bivalves est lié à leur importance commerciale dans le Golfe du Saint-Laurent mais aussi à leur trait anatomique distinct (Durier *et al.*, 2021). Dans ce projet, les carburants étudiés seront le biodiesel (FAMEs) B100 et le biodiesel d'huile végétale hydrotraitée (HVO). Sur la base des recherches antérieures (Schmutz *et al.* 2021; Durier *et al.*, 2021), les effets biologiques à court terme des bivalves adultes (exposition de 7 jours) ainsi que leur capacité de résilience dans un milieu non-contaminé durant plusieurs mois seront étudiés. Par la réponse de biomarqueurs, les effets biologiques sous-létaux des adultes seront mesurés et corrélés avec les résultats du comportement valvaire en valvométrie. Les résultats des analyses chimiques des échantillons d'eau et de tissus des bivalves seront interprétés en relation avec les effets biologiques.

Mots clés : Biocarburant, valvométrie, biomarqueur, bioaccumulation, déversement



Développement d'une méthode d'analyse intégrative de données transcriptomiques temps-dose-réponse

Ellis FRANKLIN^{1,2}, Sophie PRUD'HOMME¹, Jérémie OHANESSIAN¹, Simon THIRY¹, Vincent FELTEN¹, Elise BILLOIR¹, and Marie Laure DELIGNETTE-MULLER²

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

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

Mots clés : transcriptomique, temps-dose-réponse, *Daphnia magna*, benchmark dose, mécanismes d'action

Les approches transcriptomiques en dose-réponse (DR) occupent une place croissante en écotoxicologie moléculaire. Des outils comme DRomics permettent l'identification de gènes dérégulés le long d'un gradient d'exposition, la modélisation de leur courbe DR et l'estimation de benchmark doses (BMD) pour l'évaluation du risque. Cependant, la plupart des études sont réalisées à un seul temps d'exposition, alors que l'expression génique est intrinsèquement dynamique. Le choix du temps d'échantillonnage lors d'un bioessai influence directement quels gènes sont dérégulés, leurs sensibilités et les mécanismes d'action inférés, pouvant ainsi masquer des événements clés de la réponse aux contaminants.

Lors de la conception d'expériences portant sur plusieurs doses et temps d'exposition, l'une des principales attentes consiste à identifier les motifs de dérégulation génique modulées par ces deux variables. La stratégie la plus couramment adoptée consiste à analyser les données à chaque temps d'exposition indépendamment, rendant difficile l'identification de relations dose et temps dépendantes. Une analyse détaillée de la relation temps-dose-réponse (TDR) apparaît pourtant essentielle pour identifier les événements moléculaires à l'origine des effets des contaminants.

Nous proposons ici une extension de DRomics pour cette analyse TDR, en l'illustrant à partir d'un jeu de données RNA-seq de *Daphnia magna* exposée à sept concentrations de dibutyl phtalate pendant huit temps d'exposition. Une exploration préliminaire met en évidence, sur les profils d'expression, un effet temporel dominant, et complexe à décrire par un modèle paramétrique. L'effet de la dose semble plus faible, et généralement monotone ou biphasique. Nous avons donc choisi d'intégrer le temps comme facteur catégoriel au sein des tests de tendance quadratiques tels que proposés dans DRomics, afin de sélectionner les transcrits dont l'expression est influencée par la dose, que cet effet soit modulé ou non par le temps. Couplée à des visualisations TDR dédiées et des annotations fonctionnelles, cette approche ouvre la voie à une caractérisation plus complète des mécanismes d'action des contaminants en écotoxicologie moléculaire.

Effets des rayonnements ionisants sur les planaires

B. Gagnaire¹, C. Vignet², V. Camilleri¹, J.M. Malgouyres²

1. ASNR/LECO, Centre de Cadarache, St Paul lez Durance, France.

2. INU Champollion, Laboratoire BTSB, Albi, France.

Les planaires sont des invertébrés aquatiques qui sont retrouvés partout dans le monde. Ces organismes carnivores ont leur génome séquencé, elles sont faciles à maintenir et manipuler en laboratoire et leur coût d'entretien est faible. Elles suscitent un intérêt en recherche en raison de leurs remarquables capacités de régénération. Elles peuvent reconstruire entièrement leur corps à partir de fragments minimes, et notamment la partie antérieure comprenant la tête et le cerveau. Cet animal est un modèle pour l'étude des mécanismes de régénération tissulaire, de la plasticité cellulaire, et de la biologie des cellules souches. Les planaires possèdent également un système nerveux central et périphérique avec de nombreux éléments communs à celui des vertébrés tel que les neurones, et les neurotransmetteurs. Dans le cas présent, la planaire est développée en tant que modèle en écotoxicologie pour évaluer, notamment grâce aux modifications comportementales et physiologiques, les altérations qui peuvent être générés par des perturbateurs retrouvés dans l'environnement.

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. Les conséquences écotoxicologiques des rayonnements ionisants n'ont pas été étudiées de manière approfondie lors du processus de régénération.

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact des rayonnements ionisants lors du processus régénératif des planaires. Les planaires entières et en régénération ont été placées individuellement dans des plaques 24 puits et soumises à 4 conditions d'irradiation (témoin, 0,5, 5 et 50 mGy/h) pendant 2 semaines. La morphologie des individus a été suivie régulièrement afin de déterminer le stade de régénération auquel ils appartiennent pendant 2 semaines. A la fin de l'irradiation, le comportement des planaires a été étudié en utilisant le logiciel Daniovision. Les planaires ont également été suivies pendant 10 jours en conditions témoins.

Les premiers résultats indiquent des retards de régénération pour les planaires qui ont été exposées aux plus forts débits de dose testés, et ces mêmes individus présentent des malformations 10 jours après l'arrêt de l'irradiation. Les analyses du comportement de nage sont en cours.

Cette étude permet de décrire l'impact des rayonnements ionisants, un stresser qui altère l'équilibre redox intracellulaire, sur le processus de régénération des planaires. De plus elle contribue à enrichir les données d'écotoxicologie des rayonnements ionisants sur des espèces non humaines, dont la radiosensibilité varie sur plus de 4 ordres de grandeurs.

Mots clés : planaire, rayonnements ionisants, régénération, comportement.

Les réponses écotoxicologiques de *Daphnia dubia* à la contamination métallique des lacs de la région de Rouyn-Noranda.

Gabrielle Boudreault¹, Louis-Philippe Bedford¹, Rowan Barrett², Alison M. Derry³, Maikel Rosabal¹

1. Université du Québec à Montréal, Laboratoire en métallomique environnementale, Montréal, Canada.
2. McGill University, Barrett Lab, Montréal, Canada
3. Université du Québec à Montréal, Laboratoire Eco-Evo, Montréal, Canada.

À Rouyn-Noranda (Québec, Canada), la fonderie Horne contamine en éléments traces (ET) les milieux aquatiques environnants depuis près d'un siècle. En outre, les concentrations de cadmium, de cuivre et de zinc dépassent les critères canadiens de qualité de l'eau. Malgré cette contamination à long terme, *Daphnia dubia* persiste en grand nombre, mais ses mécanismes d'adaptation restent méconnus. Cette étude évalue les différences de tolérance des populations de *D. dubia* à différents niveaux de contamination en ET provenant de trois lacs de la région : Osisko, fortement contaminé ; Dufault, modérément contaminé ; Duprat, référence. Nous avons réalisé des tests de mortalité avec l'exposition à trois conditions différentes d'eau de lac afin d'évaluer la mortalité au fil du temps. La bioaccumulation totale des métaux a été mesurée par ICP-QQQ. En parallèle, des analyses de différenciation génétique (F_{ST}) ont été effectuées par séquençage du génome entier en pool afin d'évaluer la structure génétique parmi les populations à l'étude. Les tests d'exposition ont révélé des stratégies contrastées, indiquant une tolérance à la contamination spécifique à chaque population. *D. dubia* du lac Dufault est très plastique et tolère toutes les eaux, tandis que les individus de la population du lac Osisko sont plus spécialisés et ne survivent que dans leur propre eau. Dans l'ensemble, les populations d'Osisko et de Dufault ont bioaccumulé des concentrations de métaux plus élevées que celles de Duprat. Des analyses génomiques sont en cours pour évaluer la différenciation génétique des populations. Nos résultats contribuent à une meilleure compréhension des réponses écotoxicologiques des populations de *D. dubia*, aidant à expliquer les mécanismes génétiques sous-jacents à leur persistance dans les lacs contaminés par ces métaux.

Mots clés : Daphnies, Éléments traces, Tolérance, Bioaccumulation, Génétique.

Developpement d'un bioessai basé sur le taux d'alimentation de la crevette *Palaemon serratus* : Définition d'un cadre expérimental et application.

Julien Gourand¹, Romain Coulaud¹, Anthony G.E. Mathiron², Daria Terescenco³, Nicolas Hucher³, Guillaume Jubeaux², Aurélie Duflot¹, Agnès Poret¹, Gauthier Tremolet¹, Jason Jeanne¹, Céline Boulangé-Lecomte¹, Benoit Xuereb¹

1. Université Le Havre Normandie, Université de Reims Champagne-Ardenne, INERIS, Normandie Univ, UMR-I 02 SEBIO, F-76600 Le Havre, France.
2. BIOMAE - Groupe CARSO, 320 rue de la Outarde, 01500 Château-Gaillard, France.
3. UNIHAVRE, FR 3038 CNRS, URCOM, Normandie Univ., Le Havre 76600, France

L'altération du taux d'alimentation (TA) chez les crustacés est reconnu comme une métrique particulièrement pertinente pour l'évaluation de substance ou environnementale. En tant qu'indicateur généraliste d'un stress toxique, il peut être modulé par de nombreux contaminants¹ et constitue souvent l'une des premières réponses observables². Néanmoins, les bioessais basés sur le TA de macro-crustacés prédateurs restent encore largement sous-développés³. Parmi les crustacés marins, la crevette *Palaemon serratus* représente un candidat prometteur pour pallier à ce manque méthodologique. Cette espèce écologiquement pertinente possède les caractéristiques d'un modèle écotoxécologique adapté^{4,5,6}. Toutefois, plusieurs points relatifs à la définition de la méthodologie doivent être précisés afin de proposer un bioessai fiable. Premièrement, nous avons développé une diète standardisée, à la fois appétente pour *P. serratus* et résistante à une immersion en eau de mer. Les résultats ont montré qu'une diète contenant 1.5 % d'agar mixée avec 12 % de TetraMin® était la formulation la plus adaptée. Secondement, la durée du test a été évaluée en examinant les effets du temps et de la fréquence de renouvellement de la diète sur le TA. *P. serratus* a présenté un TA linéaire dans le temps, supportant ainsi un bioessai de 14-16 jours, avec un renouvellement total de la diète mi-expérience, permettant d'améliorer la précision des mesures sans affecter le TA. Enfin, sur la base de ce cadre méthodologique, la sensibilité du bioessai a été évaluée à la fois en conditions de laboratoire et *in situ*. En laboratoire, l'exposition d'individus au méthomyl (insecticide carbamate) a causé une augmentation du TA pouvant aller jusqu'à 300 %. *In situ*, une campagne de déploiement (n = 8 stations) a permis de détecter des altérations significatives du TA entre stations. Ces résultats démontrent que l'altération du TA de *P. serratus* peut être utilisé comme un bioessai marin sensible et discriminant.

Mots clés : Bioessai; Comportement alimentaire; Développement méthodologique.

1. Mathiron, A. G. E., Bertin, L., Brosselin, V., Delorme, N., Duny, M., Geffard, O., & Jubeaux, G. (2025). Does exposure to zinc, methomyl, and perfluorooctanoic acid alter feeding behavior on MUG® in the freshwater amphipod *Gammarus fossarum*? *Environmental Toxicology and Chemistry*, *44*(5), 1389-1399.
2. Macedo-Sousa, J. A., Pestana, J. L., Gerhardt, A., Nogueira, A. J., & Soares, A. M. (2007). Behavioural and feeding responses of *Echinogammarus meridionalis* (Crustacea, Amphipoda) to acid mine drainage. *Chemosphere*, *67*(8), 1663-1670.
3. Moreira, S. M., Moreira-Santos, M., Guilhermino, L., & Ribeiro, R. (2006). An in situ postexposure feeding assay with *Carcinus maenas* for estuarine sediment-overlying water toxicity evaluations. *Environmental Pollution*, *139*(2), 318-329.
4. Campillo, A. (1979). *Contribution à l'étude de la crevette rose Palaemon serratus (Pennant): Exploitation, Biologie, Elevage, Epidémiologie* (Doctoral dissertation, Université des sciences et techniques du Languedoc).
5. Erraud, A., Bonnard, M., Duflot, A., Geffard, A., Danger, J. M., Forget-Leray, J., & Xuereb, B. (2018). Assessment of sperm quality in palaemonid prawns using Comet assay: methodological optimization. *Environmental Science and Pollution Research*, *25*(12), 11226-11237.
6. Slaby, S., Geffard, A., Fisson, C., Bonneville-Normand, M., Allonier-Fernandes, A. S., Amara, R., ... & Xuereb, B. (2024). Advancing environmental monitoring across the water continuum combining biomarker analysis in multiple sentinel species: A case study in the Seine-Normandie Basin (France). *Journal of environmental management*, *358*, 120784.

Utilisation du taux d'alimentation *in situ* de *Palaemon serratus* comme bioessai pour l'évaluation de la qualité des milieux marins

Julien Gourand¹, Romain Coulaud¹, Aurélie Duflot¹, Agnès Poret¹, Gauthier Trémolet¹, Matthieu Bonnet¹, Jason Jeanne¹, Céline Boulangé-Lecomte¹, Benoit Xuereb¹

1. Université Le Havre Normandie, Université de Reims Champagne-Ardenne, INERIS, Normandie Univ, UMR-I 02 SEBIO, F-76600 Le Havre, France.

Tel qu'exprimé par O'Dea¹ « La vie est pleine de variations ». Cette variabilité se manifeste à tous les niveaux d'organisation, et est intimement liée aux conditions environnementales². Ces conditions jouent un rôle central dans la structuration de l'expression phénotypique individuelle, avec la capacité d'induire des réponses adaptatives, alternatives voire inadaptées³. Une telle variabilité constitue ainsi un défi majeur lorsqu'on étudie des réponses individuelles, car elle est par nature incontrôlable et peut influencer de manière spécifique les résultats expérimentaux. Ces considérations sont particulièrement pertinentes en écotoxicologie comportementale, le comportement étant naturellement très variable⁴. Ce défi devient encore plus marqué lors d'études *in situ*, car la réponse mesurée doit être dès alors interprétée en tenant compte de l'influence potentielle de facteurs abiotiques non contrôlés. Dans ce contexte, la présente étude vise à développer un bioessai *in situ* basé sur le taux d'alimentation individuel (TA) de *Palaemon serratus*, conçu pour rester fonctionnel au sein de stations environnementalement hétérogènes tout en permettant des comparaisons inter-stations cohérentes. Nous avons donc d'abord étudié l'influence de la température et de la salinité sur le TA dans des conditions de laboratoires contrôlées. Les résultats ont montré que ces 2 facteurs influençaient significativement le TA, et que les individus présentaient des comportements de TA variables. Nous avons ensuite examiné la relation TA-température *in situ* afin de confronter notre hypothèse de laboratoire. La relation TA-température a montré des pentes identiques entre conditions de laboratoire et *in situ*, confirmant la relation. Sur la base de ces expériences, nous avons proposés des équations mathématiques robustes à la variabilité individuelle (*i.e.*, basé sur des régressions quartiles) afin de corriger les effets de ces facteurs sur le TA *in situ*. En appliquant ces corrections aux données de TA collectées sur 11 stations Normandes, nous avons pu mettre en évidence des différences significatives de TA entre stations, tout en tenant compte de la température, de la salinité, et de la variabilité individuelle. Ainsi, nos résultats suggèrent que le TA de *P. serratus* peut être utilisé comme un bioessai *in situ* robuste, applicable sur des stations hétérogènes si les effets abiotiques sont corrigés.

Mots clés : Bioessai ; Taux d'alimentation ; Palaemon ; Facteurs confondants.

1. O'Dea, R. E., Noble, D. W., & Nakagawa, S. (2022). Unifying individual differences in personality, predictability and plasticity: a practical guide. *Methods in Ecology and Evolution*, 13(2), 278-293.
2. Stamps, J. A. (2016). Individual differences in behavioural plasticities. *Biological Reviews*, 91(2), 534-567.
3. Dochtermann, N. A., & Dingemanse, N. J. (2013). Behavioral syndromes as evolutionary constraints. *Behavioral Ecology*, 24(4), 806-811.
4. Bell, A. M., Hankison, S. J., & Laskowski, K. L. (2009). The repeatability of behaviour: a meta-analysis. *Animal behaviour*, 77(4), 771-783.

Réponses de l'holobionte de *Mytilus edulis* à un stimulus bactérien

**Corentine Guilloton¹, Frank Le Foll¹, Nathalie Giusti-Petruciani¹,
Gauthier Tremolet¹, Yosra Ben Cheikh¹**

1. Université Le Havre Normandie, UMR-I 02 Sebio, Le Havre, France.

La moule bleue vit dans un environnement naturellement riche en micro-organismes, potentiellement pathogènes. Malgré cette forte exposition, elle se distingue par une remarquable résistance aux infections bactériennes, reposant en partie sur l'efficacité de son système immunitaire inné. Cependant, au-delà des défenses immunitaires, un nombre croissant d'études met en évidence le rôle du microbiote dans la résistance aux infections, les perturbations de cet équilibre étant associées à une susceptibilité accrue aux *Vibrio* pathogènes chez les bivalves¹. Dans ce contexte, l'objectif de cette étude est de caractériser l'influence d'une réponse immunitaire sur la dynamique du microbiote chez *Mytilus edulis* en reliant la modulation de la diversité microbienne aux paramètres immunitaires cellulaires.

Des moules ont été injectées avec de l'eau de mer stérile ou une suspension de *Vibrio splendidus* tuées par la chaleur. La cinétique des réponses immunitaires cellulaires a été ensuite suivie, en parallèle d'une analyse de la diversité et de la composition du microbiote par métagénomique ciblant l'ARNr 16S.

L'injection des bactéries tuées a induit une diminution marquée et prolongée de la concentration des hémocytes circulants et de leur motilité, jusqu'à 3 et 14 jours respectivement. En revanche, chez les moules injectées par l'eau de mer, la concentration cellulaire s'est rétablie dès 2 h post-injection et la baisse de la motilité n'a persisté que durant les 30 premières minutes. Parallèlement, la composition et la diversité du microbiote ont été modulées par les deux traitements à 1 jour post-injection. Une perturbation accentuée de la diversité et de la richesse a été observée chez les moules injectées par les bactéries tuées après 7 jours.

Dans l'ensemble, ces résultats montrent que l'holobionte de *M. edulis* répond de manière différentielle selon la nature du stimulus, avec une réponse immunitaire et microbienne plus intense et durable en présence de bactéries tuées, suggérant l'activation de voies de reconnaissance distinctes. Toutefois, la nature exacte du lien entre la modulation du microbiote et la mise en place de la réponse immunitaire reste à élucier.

Mots clés : immunité innée ; bivalve ; microbiote ; hémocytes ; bactéries.

1 : Ben Cheikh, Y., Massol, F., Giusti-Petruciani, N., et Travers, M. A. « Impact of Epizootics on Mussel Farms: Insights into Microbiota Composition of *Mytilus* Species ». *Microbiological Research* 280 (2024): 127593.

Effets subchroniques des PFAS en mélange chez *Mytilus* spp.

Colleen Guinle¹, Hiba Jasmin Visaliyil¹, Clément Baratange¹, Bruno Cognie¹, Aurélie Mossion¹, Gaëtane Wielgosz-Collin¹, Samuel Bertrand¹, Yann Aminot², Paul Déléris¹, Laurence Poirier¹, Aurore Zalouk-Vergnoux¹

1. Nantes Université, Institut des Substances et Organismes de la Mer (UR 2160), F-44000 Nantes, France.
2. Ifremer, CCEM Contamination Chimique des Ecosystèmes Marins, F-44000, Nantes, France.

Les substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) sont des composés synthétiques classés comme polluants émergents en raison de leur omniprésence et persistance environnementale, ainsi que de leur potentiel bioaccumulable et toxique pour les organismes vivants. Cependant, leurs effets sur les invertébrés marins dans des conditions environnementalement réalistes sont encore peu documentés. En effet, la plupart des études récentes se sont focalisées sur des expositions aiguës par voie aqueuse à seulement quelques composés.

L'objectif de cette étude était d'évaluer les effets subchroniques des PFAS en mélange administrés expérimentalement par voie alimentaire (Σ_7 [PFAS] = 1105 ng/g poids frais) et/ou aqueuse (Σ_{36} [PFAS] = 9 ng/L) chez la moule marine (*Mytilus* spp.). Les réponses biologiques ont été évaluées après 28 jours d'exposition en utilisant des analyses d'expression génique, des biomarqueurs biochimiques, un profilage lipidomique, ainsi qu'une mesure du taux de clairance à l'échelle individuelle.

Les résultats ont révélé des réponses tissus-spécifiques et dépendantes du mode d'exposition aux PFAS. L'exposition alimentaire seule a perturbé des voies de biotransformation dans les branchies et a activé des voies pro-apoptotiques dans le manteau. L'exposition combinant les voies alimentaire et aqueuse a augmenté le taux de clairance, suggérant une stimulation de la prise alimentaire pour compenser des besoins énergétiques accrus. Certains ajustements métaboliques ont également été observés dans les deux conditions d'exposition, avec la régulation dans les différents tissus d'un gène impliqué dans la production d'ATP ainsi que des changements spécifiques du lipidome au niveau de l'organisme entier. Dans l'ensemble, ces résultats révèlent que les PFAS en mélange peuvent affecter divers processus biologiques essentiels chez *Mytilus* spp. Ils soulignent l'importance de prendre en compte les voies d'exposition multiples et d'employer des approches multi-niveaux pour évaluer l'impact réel de ces polluants émergents sur les invertébrés marins.

Mots clés : PFAS; Bivalves; Exposition alimentaire; Biomarqueurs; Lipidomique

Analyse multi-omiques des effets d'une exposition chronique à l'éthynylestradiol à concentration environnementale chez le rivulus des mangroves

**Noémie Guirandy¹, Jérôme Lambert¹, Jean-Baptiste Robert¹,
Fabien Pierron², Frédéric Silvestre¹**

1. Laboratory of Evolutionary and Adaptive Physiology, Institute of Life, Earth and Environment, University of Namur, Rue de Bruxelles, 61, Namur, Belgium
2. Univ. Bordeaux, CNRS, Bordeaux INP, EPOC, UMR 5805, F-33600 Pessac, France

L'évaluation du risque écologique repose principalement sur les effets à court terme et sur des paramètres physiologiques classiques. Cependant, les approches omiques offrent la possibilité de détecter des réponses moléculaires plus précoces ou durables. Dans cette étude, les effets d'une exposition chronique à une concentration environnementale d'éthynylestradiol (4 ng/L) ont été étudiés sur le rivulus des mangroves, *Kryptolebias marmoratus*, à l'aide d'une approche multi-omiques.

Les individus ont été exposés à l'EE2 de l'éclosion jusqu'à 123 jours post-éclosion, stade auquel tous les individus avaient atteint la maturité sexuelle. Une période de dépuración de 12 jours a ensuite été appliquée avant le prélèvement des gonades. Les analyses transcriptomique (RNA-sequencing) et épigénomique (Reduced Representation Bisulfite Sequencing) ont été réalisées afin d'identifier les réponses moléculaires associées à cette exposition.

Les résultats montrent qu'à concentration environnementale et à un stade de vie sans processus physiologique majeur, peu de gènes présentent une dérégulation transcriptionnelle, malgré la faible diversité génétique de l'espèce, susceptible d'accroître sa sensibilité aux polluants. Les gènes identifiés par RNA-seq sont principalement associés à des réponses cohérentes avec une exposition directe à l'éthynylestradiol. En revanche, l'analyse RRBS révèle des modifications de méthylation touchant un ensemble plus diversifiés de cibles génomiques sans lien avec les cibles transcriptomiques.

Ces résultats illustrent la complémentarité des approches multi-omiques en écotoxicologie. Alors que la transcriptomique suggère un effet immédiat à faible concentration, l'épigénomique met en évidence des modifications potentiellement plus durables, susceptibles d'influencer la régulation génique à long terme. L'intégration de données épigénétiques pourrait ainsi améliorer l'évaluation du risque écologique en prenant en compte des mécanismes de plasticité et d'adaptation potentielle des populations exposées.

Mots clés : Rivulus des mangroves; omiques; ethynylestradiol; effets long terme

Contamination des milieux naturels par la chlordécone : suivis à long-terme dans le cadre de l'observatoire OPALE

MP Halm Lemeille¹, Eric Abadie², Aymeric Beugnon³, Jean-Baptiste Charlier⁴, Antoine Richard³, Charlotte Dromard⁵

¹IFREMER, CCEM, 4 rue de l'île d'Yeu, 44000 Nantes, France.

²IFREMER, DOI, Le Port, Réunion

³ UR Agrosystèmes Tropicaux (UR ASTRO), INRAe, F-97170 Petit-Bourg, Guadeloupe, France

⁴ BRGM, Univ. Montpellier, Montpellier, France

⁵ Laboratoire de Biologie des Organismes et des Ecosystèmes Aquatiques (BOREA), Université des Antilles - MNHN - CNRS 8067 - SU - IRD 207, F-97110 Pointe-à-Pitre, Guadeloupe

Mots-clés : monitoring, pesticides, bioconcentration, échantillonneurs passifs

1. Contexte et enjeux

Aux Antilles françaises, une large proportion de la surface agricole utile est polluée par la chlordécone. Classée en tant que Polluant Organique Persistant depuis 2009 à cause de sa dangerosité et de sa grande stabilité chimique, cette substance a contaminé de manière durable l'ensemble des milieux naturels, des parcelles agricoles aux eaux côtières marines. Afin de suivre le niveau de contamination dans l'espace et dans le temps et d'étudier les transferts possibles entre les différents compartiments environnementaux, l'observatoire OPALE (Observatoire des Polluants Agricoles aux Antilles) a été déployé sur trois bassins versants en Guadeloupe et en Martinique (Rivières des Pères et Pérou en Guadeloupe et Galion en Martinique). Cet observatoire a pour objectif de suivre l'impact des pratiques agricoles sur l'environnement et notamment le devenir des pesticides (chlordécone mais aussi d'autres polluants) dans les sols, les eaux de surface, les eaux souterraines et plus récemment le milieu marin.

Pour ce faire, les bassins versant de l'observatoire OPALE ont été instrumentés dès 2016 pour assurer le suivi des paramètres météorologiques et hydrologiques des eaux de surfaces et souterraines. Des stations marines ont été intégrées à l'observatoire en 2022. Sur chacune des stations, les concentrations en pesticides (72 molécules suivies) sont suivies de manière trimestrielle dans l'eau de mer à l'aide d'échantillonneurs passifs intégratifs (POCIS) mais également dans différents compartiments marins tels que les producteurs primaires (phytoplancton) et le premier niveau trophique des chaînes alimentaires marines, le zooplancton. Les résultats montrent que:

- les masses d'eaux côtières reçoivent les polluants agricoles utilisés dans les bassins versants proches. En Guadeloupe, le suivi des eaux de surface a permis de quantifier 34 substances différentes, auxquelles s'ajoute 128 autres substances différentes qui ont pu être détectées;
- les masses d'eaux côtières sont principalement touchées par des apports constants de chlordécone mais aussi d'autres substances comme l'atrazine.

- dans le milieu marin, la chlordécone a été retrouvée dans tous les compartiments biotiques du début de la chaîne alimentaire (phytoplancton et le zooplancton) collectés

Les résultats confirment la contamination pérenne des masses d'eaux côtières mais également du premier maillon de la chaîne trophique. Ces données renforcent l'idée d'une contamination durable de la pollution agricole dans les eaux côtières.



Évolution temporelle de la bioaccumulation en métaux traces et de leurs interactions dans le foie de veaux de bélugas (*Delphinapterus leucas*) de l'estuaire du Saint-Laurent, Canada

Maylie Houle¹, Véronique Lesage², Maikel Rosabal³, Richard St-Louis⁴

1. Université du Québec à Rimouski, Institut des sciences de la mer, Rimouski, Canada.
2. Pêches et Océans Canada, Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli, Canada.
3. Université du Québec à Montréal, Laboratoire de Métallomique Environnementale, Montréal, Canada.
4. Université du Québec à Rimouski, Département de biologie, chimie et géographie, Rimouski, Canada.

L'estuaire du Saint-Laurent, habitat d'une population de bélugas (*Delphinapterus leucas*) en voie de disparition, est fortement impacté par les activités humaines. Depuis 2010, le taux de survie des veaux et des femelles gestantes a diminué, réduisant ainsi le recrutement au sein de la population et la croissance de cette dernière. Malgré les connaissances acquises sur les polluants de l'estuaire, l'exposome complet du béluga reste inconnu, surtout en regard des éléments traces métalliques présents chez les veaux, qui proviennent principalement de la mère. La présente étude a permis de quantifier par ICP-QQQ-MS des éléments essentiels (Na, Mg, K, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Se, Mo), non-essentiels (Li, Ti, V, As, Sr, Ag, Ba, Hg, Tl, Pb) et des éléments de terre rare (Y, La, Nd, Sm, Gd, Dy) dans le foie de veaux et de fœtus de bélugas trouvés morts entre 1988 et 2025 (n = 66). Le mercure a été analysé séparément par GC-CVFAS. Les concentrations moyennes obtenues étaient : supérieures à celles retrouvées chez d'autres odontocètes d'âges variés pour le Na, le Mg, le Cu et le Sr; inférieures pour le Se, le Mo et l'As; et similaires pour le K, le Mn, le Fe, le Co, le Zn, le V, l'Ag, le Ba, le Tl et le Pb. Selon la littérature, les variations des concentrations de Cu, de Mo, de Se et d'As reliées à l'âge expliquent partiellement une partie de ces observations. De 2008 à 2025, des diminutions (Na, Mg, Co, Li, Ti, Sr, Y, Ba, Sm, Gd, Dy) et des augmentations (Cu, Se, Mo, Ag, Tl) significatives ($p < 0.05$) de concentrations dans le foie de veaux ont été observées. Ces relations semblent généralement linéaires, et ont également été examinées en fonctions de facteurs externes pouvant causer des variations (e.g. le sexe, l'indice de condition, la localisation). Ces résultats apportent une meilleure compréhension de l'exposition des bélugas aux métaux en début de vie, avant de consommer directement des espèces présentes dans la chaîne trophique, qui est la source première de la bioaccumulation chez les mammifères.

Mots clés : Espèce menacée; Éléments de terre rare; Éléments traces métalliques; Corrélations; Évolution temporelle

Dépression environnementale : Antidépresseurs et perturbation neuro-endocrinienne chez le crabe vert

Marie Houédé¹, Stéphanie Olivier¹, Manon Laurent², Emmanuelle Thouvenot³, Tiphaine Monsinjon¹, Cécile Bellanger^{4,5}, Thomas Knigge¹

1. Université Le Havre Normandie, UMR-I 02 SEBIO (Stress Environnementaux et BIo-surveillance des milieux aquatiques), Le Havre, France. 2. UniCaen, Caen, France. 3. Polytech Marseille, Aix Marseille Université, Marseille, France. 4. Université de Caen Normandie UMR 6552 CEEC (Centre d'Etude en Ethologie et Cognition), Caen, France. 5. Université de Rennes, CNRS-UMR 6552 CEEC, Rennes, France

La consommation mondiale de médicaments ne cesse d'augmenter et les antidépresseurs sont particulièrement concernés depuis la crise sanitaire liée au COVID-19 (Levaillant et *al.*, 2023). En raison d'une métabolisation partielle et d'une élimination incomplète par les stations d'épuration, ils sont détectés dans les eaux de surface jusqu'à des centaines de ng/L (e.g. Fernandes et *al.*, 2020, Martínez-Megías et *al.*, 2024). La plupart ciblent les neurotransmetteurs du groupe des monoamines, c'est-à-dire la sérotonine (5-HT), la noradrénaline (NA) et la dopamine (DA), systèmes très conservés au sein des métazoaires (Caveney et *al.*, 2006). Chez les invertébrés, les systèmes neuroendocriniens sont des éléments majeurs de la transmission de l'information entre l'environnement et les organes. La 5-HT, à la fois neurotransmetteur et hormone, est impliquée dans de nombreuses fonctions chez les crustacés telles que la mue, le camouflage, le métabolisme énergétique et les comportements agonistes (Esmaeilli et *al.*, 2025). Conçus pour agir sur les vertébrés, les antidépresseurs pourraient interagir avec les mêmes transporteurs de recapture chez les invertébrés et entraîner des perturbations neuroendocriniennes. Notre étude vise à caractériser ces perturbations chez un crustacé décapode, le crabe vert (*Carcinus maenas*). Des injections de sertraline et de venlafaxine, seules ou en mélange ont été réalisées, ainsi qu'une exposition d'un mois à un cocktail de huit antidépresseurs (fluoxétine et venlafaxine avec leurs métabolites actifs norfluoxétine et o-desmethylvenlafaxine, et paroxétine, sertraline, amitriptyline et escitalopram) à deux concentrations (environnementale et env_x100). Les premiers résultats de ces expériences confirment l'action des antidépresseurs sur le taux de sérotonine, qui agit sur l'hormone hyperglycémiant des crustacés (CHH). Cette réponse induit une mobilisation énergétique se traduisant par une hyperglycémie aiguë, susceptible d'entraîner à long terme, un épuisement des réserves glucidiques.

Mots clés : crustacé, pollution pharmaceutique, sérotonine, perturbation endocrinienne, neuroperturbation.

Effets neurodéveloppementaux de la bifenthrine après une exposition précoce chez le *Nothobranchius furzeri* : couplage entre phénotypes comportementaux et des biomarqueurs cérébraux

Julie Hétru^{1,2}, Maxime Pineau¹, Melissa Page², Cathy Debier², Frédéric Silvestre¹

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.

Le vieillissement s'accompagne de modifications physiologiques, biochimiques et moléculaires favorisant l'apparition de maladies neurodégénératives telles que les maladies d'Alzheimer et de Parkinson. Si des facteurs génétiques jouent un rôle important dans ces pathologies, l'exposition à des contaminants environnementaux est aujourd'hui reconnue comme un déterminant potentiel du vieillissement cérébral. Parmi ceux-ci, les pyréthrinoïdes, insecticides largement utilisés à l'échelle mondiale, suscitent un intérêt croissant en raison de leurs propriétés neurotoxiques et de leurs effets sur le système nerveux.

La bifenthrine, un pyréthrinoïde de type I, est connue pour induire des altérations neurologiques et comportementales chez différentes espèces, notamment aquatiques. Toutefois, les conséquences à long terme d'une exposition précoce à ce contaminant sur les trajectoires de vieillissement restent encore peu documentées.

Dans ce contexte, nous utilisons le killifish turquoise (*Nothobranchius furzeri*), un modèle vertébré reconnu pour l'étude du vieillissement et particulièrement adapté aux approches écotoxicologiques en raison de son cycle de vie court.

Les individus ont été exposés à la bifenthrine depuis l'éclosion jusqu'à cinq semaines de vie, cette période correspondant à une étape clé du développement chez cette espèce, marquée notamment par l'acquisition de la maturité sexuelle.

Les poissons ont ensuite été maintenus sans exposition. Les effets sont évalués à 5, 15 et 25 semaines post-éclosion (wph).

Nous analysons les comportements locomoteurs et de type-anxieux, l'expression de gènes impliqués dans les fonctions neuronales et gliales, ainsi que les profils de méthylation de l'ADN.

Cette étude vise à déterminer si une exposition précoce à la bifenthrine peut induire des altérations moléculaires, comportementales et épigénétiques persistantes susceptibles d'influencer les trajectoires de vieillissement cérébral.

Mots clés : *Nothobranchius furzeri*, bifenthrine, pyréthrinoïdes, vieillissement.

Développement d'un nouveau bioessai chronique larvaire chez la crevette marine sauvage *Palaemon serratus* : prise en compte de la variabilité inter-femelles et des réponses dose-réponse non monotones

Jason Jeanne¹, Benoît Xuereb¹, Marie-Laure Delignette-Muller², Elise Billoir³, Aurélie Siberchicot², Julien Gourand¹, Odile Debourge-Geffard⁴, Valérie Bouchart⁵, Aurélie Dufлот¹, Agnès Poret¹, Vincent Felten³, Michael Danger³, Céline Boulangé-Lecomte¹, Romain Coulaud¹

1. Université Le Havre Normandie, Université de Reims Champagne-Ardenne, INERIS, Normandie Univ, UMR-I 02 SEBIO, F-76600 Le Havre, France
2. Université de Lyon, Université Lyon 1, CNRS, VetAgro Sup, UMR 5558, Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive, 69622 Villeurbanne, France.
3. Université de Lorraine, CNRS, LIEC, F-57000 Metz, France.
4. Université de Reims Champagne-Ardenne, ULHN, INERIS, Normandie Univ, SEBIO, UMR-I 02, Reims, France
5. LABÉO, Saint Contest, Caen, France

La contamination chimique des écosystèmes marins menace la biodiversité, mais les outils disponibles pour évaluer la toxicité chronique chez les espèces marines restent limités. Dans ce travail, nous avons développé un bioessai chronique larvaire fondé sur plusieurs descripteurs complémentaires de la performance larvaire : les temps de passage entre stades, le succès de la métamorphose, la masse juvénile, le gain de masse quotidien et les réserves énergétiques à la métamorphose.

Afin d'évaluer la capacité de ce bioessai à détecter des effets sublétaux, des larves de *Palaemon serratus* ont été exposées de manière chronique au fénoxy-carbe, un insecticide régulateur de croissance utilisé ici comme substance modèle, selon un gradient de concentrations de 0 à 64 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Les temps de passage de stades ont fréquemment présenté des réponses non monotones en forme de U, avec un développement accéléré aux faibles doses puis ralenti aux doses plus élevées. Le succès de la métamorphose diminuait avec la dose. La masse des juvéniles diminuait d'environ 20 % à des doses intermédiaires, tandis que le gain de masse quotidien diminuait également avec la dose. Les réserves énergétiques à la métamorphose étaient elles aussi modifiées par l'exposition. Enfin, une variabilité marquée entre femelles a été mise en évidence pour plusieurs descripteurs.

En combinant plusieurs métriques du développement et de la condition physiologique, ainsi qu'un cadre d'analyse capable de prendre en compte la diversité des types de données et les relations dose-réponse non monotones, ce bioessai larvaire apparaît comme une approche prometteuse pour l'évaluation du risque chimique chez les espèces marines.

Mots clés : Développement larvaire - Écotoxicologie marine - Évaluation de risque – Exposition chronique – Plasticité du développement.

Nouveau biotest avec *Gammarus fossarum* pour l'évaluation de la qualité des sédiments d'eau douce

Cécile LUC-REY^{1,2}, Anthony G.E. MATHIRON¹, Benoît J.D. FERRARI³, Hélène BUDZINSKI⁴, Olivier GEFARD², Guillaume JUBEAUX¹

1. Biomonitoring Aquatic Environment - BIOMAE, Château-Gaillard, France.
2. INRAE, RiverLy - Fonctionnement des hydrosystèmes, Villeurbanne, France.
3. EPFL-ENAC-IIE-GE, Centre Ecotox, Lausanne, Suisse.
4. Université de Bordeaux, EPOC, Talence, France.

Le compartiment sédimentaire représente un habitat mais aussi une source de nourriture pour les espèces benthiques. Cependant, les caractéristiques physico-chimiques (notamment la granulométrie et la teneur en carbone organique) des sédiments leur confèrent une fonction à la fois de puit et de source de contamination. En effet, divers polluants s'y retrouvent, tels que les métaux, les hydrocarbures aromatiques polycycliques, les polychlorobiphényles, les produits pharmaceutiques et les produits d'hygiène personnelle ou encore les substances per- et polyfluoroalkylées. Les analyses chimiques constituent à l'heure actuelle l'approche principale pour l'étude de la qualité des sédiments, conformément à la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Mais les biotests sont désormais reconnus comme un outil d'évaluation sensible basé directement sur les effets biologiques de potentielles contaminations.

Pour répondre aux exigences de la DCE, le laboratoire Biomae participe activement depuis plus de dix ans à la biosurveillance de la qualité de l'eau grâce au déploiement à large échelle de différents biotests (bioaccumulation, écotoxicité) en utilisant l'amphipode d'eau douce Européen *Gammarus fossarum* comme espèce modèle. Afin d'améliorer la biosurveillance des systèmes aquatiques, le laboratoire développe aujourd'hui de nouveaux outils pour l'évaluation de la toxicité des sédiments d'eau douce.

L'objectif ici est de présenter les résultats de ma thèse qui a permis de mettre au point deux protocoles de biotest en se basant sur des biomarqueurs d'alimentation et de reproduction déjà standardisés chez le gammare (AFNOR XP T 90-722-3 et XP T 90-722-2). Pour ce faire, un grand nombre de sédiments naturels prélevés en France (n=139) a été testé par série, avec pour chacun un sédiment reconstitué témoin, comme recommandé par les normes actuelles (e.g. NF ISO 16303). Ces données ont premièrement été utilisées pour étudier l'importance des facteurs de confusion (granulométrie et teneur en carbone organique) dans l'interprétation des résultats, puis pour évaluer la capacité des tests à discriminer les sédiments en fonction de leur toxicité en travaillant notamment à la création de valeurs seuils. L'ensemble de ces travaux permettra de proposer ces deux nouveaux biotests à la normalisation (AFNOR).

Mots clés : sédiment, biosurveillance, amphipode, écotoxicité, laboratoire

Un modèle de culture cellulaire primaire de la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* : étude de l'effet du cadmium sur les paramètres hémocytaires

**Morgane Le Noc¹, Yasmine Even¹, Christophe Lambert¹,
Stéphanie Madec¹**

1. Univ Brest, Ifremer, CNRS, IRD, LEMAR, IUEM, F-29280 Plouzane, France.

Mots clés : Palourde, Culture cellulaire primaire, Hémocytes, Cadmium

Les estuaires et environnements côtiers subissent de fortes pressions anthropiques dues à des rejets urbains, agricoles ou aquacoles. Le cadmium est un métal non-essentiel retrouvé en concentrations élevées dans les sédiments de la rade de Brest, au niveau de l'estuaire de l'Aulne ($3,17 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Sa toxicité, sa persistance et son accumulation dans l'environnement en font un stress environnemental important. Afin d'étudier l'impact de ce polluant et d'autres contaminations (biocides, autres métaux lourds) sur le milieu marin, la palourde japonaise *R.philippinarum*, organisme fouisseur, représente un modèle intéressant. Dans un souci de développer des outils de surveillance et d'évaluation de la qualité de l'environnement côtier, notre groupe développe des approches cellulaires pour décrypter les mécanismes d'action des polluants sur les bivalves. Un modèle de culture d'hémocytes d'huîtres a ainsi été développé dans notre équipe, et plus récemment un nouveau modèle de culture primaire d'hémocytes de palourde. Les conditions de culture ont été optimisées pour maintenir les cellules viables et fonctionnelles pendant au moins 14 jours. Ainsi, ce modèle a l'avantage de permettre des expositions à court et moyen terme à des polluants seuls et en mélange, tout en multipliant les conditions.

Plusieurs études *in vitro* ont montré la toxicité du cadmium sur les paramètres hémocytaires de bivalves lors de durée d'exposition courtes (24h). Dans notre étude, nous avons exposé les cellules à différentes doses de cadmium (10^{-4} : dose environnementale – 1 – 10 – 100 – 1000 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) et avons mesuré les effets après 1, 7 et 14 jours d'exposition. Nos résultats montrent que, pour les doses les plus fortes, le temps d'exposition influence l'effet du cadmium sur la viabilité des hémocytes, sur leur production d'ATP, leur activité métabolique mitochondriale et leur activité de phagocytose. Ces résultats montrent l'intérêt d'utiliser des modèles cellulaires permettant des expositions subchroniques.

Des bioessais en multiplexe sont en cours de développement pour optimiser le modèle. Ce modèle *in vitro* représente donc un outil de mesure complémentaire aux organismes entiers et un outil pour cribler des molécules à potentiel biotechnologique en évaluant leur innocuité pour l'environnement marin.

Effets d'un filtre UltraViolet, le Benzophénone-3 sur le métabolisme hépatique du bar européen (*Dicentrarchus labrax*)

Manon Lefèvre¹, Sofia Soloperto¹, Stéphanie Olivier¹, Agnès Poret¹, Nicolas Huchet², Véronique Loizeau³, Florence Bultelle¹, Béatrice Rocher¹, Yosra Ben Chekhi¹, Salima Aroua¹, Christophe Minier¹

1. UMR-I 02 INERIS-URCAZ-ULHN, SEBIO Stress Environnementaux et BIOSurveillance des milieux aquatiques – ULHN Université Le Havre Normandie – FR CNRS 3730 Scale, 76600 Le Havre, France.
2. UNIHAVRE, FR 3038 CNRS, URCOM, Normandie Univ., 76600 Le Havre, France
3. UMR DECOD (Ecosystem Dynamics and Sustainability), IFREMER, INRAE, Institut Agro, 29280 Plouzané, France

Les estuaires et les milieux côtiers sont fortement touchés par les polluants liés aux activités anthropiques, comme les filtres UV, largement utilisés dans les produits cosmétiques et industriels pour leurs propriétés protectrices. Ceux-ci sont fréquemment détectés dans les écosystèmes aquatiques, ce qui soulève des inquiétudes quant à leur impact sur les organismes.

La benzophénone-3 (BP-3) est un filtre UV organique dont plusieurs travaux ont montré sa capacité à interférer avec la physiologie normale des organismes. Dans la présente étude, nous avons cherché à évaluer les effets d'une exposition de courte durée (7 jours) sur le métabolisme hépatique des bars juvéniles (*Dicentrarchus labrax*) (âgés de 6 mois) à des concentrations environnementales de BP-3 (0,35 et 35 µg/L). Une approche combinant des mesures biométriques, des dosages biochimiques et des mesures d'expression de gènes dans les tissus hépatiques a été développée.

Les résultats obtenus montrent que l'exposition au BP-3 ne modifie ni le poids corporel, ni l'indice hépato-somatique aux deux concentrations testées. En revanche, une augmentation significative de l'activité catalase a été observée chez les poissons exposés au BP-3. De plus, la quantification des réserves hépatiques montre chez les animaux exposés à la forte concentration de BP-3, une augmentation significative des lipides totaux et les analyses complémentaires ont permis de révéler que cela concernait notamment des triglycérides. L'analyse des niveaux d'expressions de gènes impliqués dans la lipogenèse n'a pas encore permis d'identifier les voies de signalisation impactées. Ces premiers résultats confirment le potentiel perturbateur métabolique du BP-3.

Mots clés : Benzophénone-3, téléostéen, perturbation hépatique, filtre UV, foie

Effets combinés du méthylmercure et de la température chez *Chlamydomonas reinhardtii*

Robin Loisy¹, Ondine Thouard¹, Sébastien Acket², Eric Ruelland², Claudia Cosio¹

1. UMR-I 02 SEBIO, University of Reims Champagne-Ardenne, Reims, France.

2. UMR CNRS 7025 GEC, Université de Technologie de Compiègne, Compiègne.

Mots clés : Microalgues, toxicokinétique, cytométrie en flux, lipidomiques.

Le mercure (Hg), sous forme méthylée (MeHg), demeure l'un des contaminants les plus préoccupants des milieux aquatiques en raison de sa forte capacité de bioamplification. Les microalgues, premières cibles de cette contamination, jouent un rôle déterminant dans son transfert vers les réseaux trophiques. Cette étude évalue les effets combinés du MeHg et de l'augmentation de température, selon les projections du GIEC (+6 °C pour les petits plans d'eau), sur *Chlamydomonas reinhardtii*, une microalgue modèle.

Exposées à 7 ng/L de MeHg (< 1/10 EQS), les cellules présentent rapidement des altérations de la croissance, de la production d'espèces réactives de l'oxygène (ERO) et de l'activité photosynthétique. La température est plus perturbatrice que le MeHg sur l'autofluorescence chlorophyllienne et la production d'ERO, tandis que la mortalité est principalement liée à l'exposition au MeHg. À température élevée, l'apparition accrue de palmelloïdes, un mécanisme de défense, coïncide avec une augmentation des ERO. L'analyse lipidomique a mis en évidence des perturbations de la composition membranaire et du stockage énergétique, modulées par l'interaction entre MeHg et température.

Ces travaux montrent que le réchauffement pourrait exacerber la toxicité du MeHg chez les microalgues, ouvrant la voie à une meilleure compréhension de ses impacts écotoxicologiques à venir.

Adaptations locales des populations de crevettes aux environnements contaminés le long de la côte Atlantique

Mathieu Lutier¹, Benoit Xuereb¹, Arnaud Chaumot², Romain Coulaud¹

¹ Université Le Havre Normandie, Normandie Univ, FR CNRS 3730 SCALE, UMR-I 02 SEBIO, Le Havre F-76600, France

² UR RiverLy, INRAE, 69625, Villeurbanne, France

Les méthodes actuelles d'évaluation du risque écologique reposent sur des données de toxicité issues de souches de laboratoire, ignorant les variations génétiques et écologiques au sein des espèces. Dans la réalité, les milieux aquatiques peuvent être fractionnés conduisant à des variations génétiques intraspécifiques. De plus, les pollutions auxquelles sont exposés les organismes varient grandement selon la typologie des milieux et les sources de contamination (e.g. bassin agricole, bassin industriel, etc.). Historiquement, cela donne lieu à des contrastes de contamination sur la côte Atlantique, de la mer du Nord à la Galice. Dans ce contexte, les différentes populations de crevettes Palaemonidées (*Palaemon serratus* et *Palaemon elegans*) pourraient avoir développé des adaptations locales à différentes catégories de contaminants selon leurs milieux de vie. Cela pourrait modifier leur résilience face aux changements globaux, à l'échelle locale avec de potentielles répercussions sur les pêcheries de ces espèces d'intérêt halieutique majeur. Dans ce contexte, le projet CRUSch vise à déterminer la structure génétique des populations de *P. serratus* et *P. elegans* avec des prélèvements sur une quarantaine de sites sur la côte Atlantique, de la mer du Nord à la Galice. Ces populations seront exposées à 4 polluants aux modes d'action physiologiques et aux origines de contamination différentes : le cuivre (métaux lourds issus de l'aquaculture et de l'antifouling), le phénanthrène (hydrocarbure rejeté par l'industrie et les transports), l'imidaclopride (pesticide néonicotinoïde rejeté par l'agriculture) et la perméthrine (insecticide pyréthrianoïde d'usage massivement domestique). Les sites seront choisis pour présenter des contrastes de contamination. Dans un premier temps la concentration léthale à laquelle il y a 50 % de mortalité à 96 h (LC50) sera déterminée pour chaque espèce et chacun des 4 contaminants. Cela se fera en exposant une population test prélevée en baie de Seine (Yport) à de larges gammes de concentrations pour chaque contaminant. Dans un second temps, les 40 populations seront prélevées sur la côte, entre la mer du Nord et la Galice et exposées à une concentration unique (LC50) pour chaque contaminant. Le temps nécessaire pour avoir 50 % de mortalité sera comparé entre les populations pour chaque espèce et chaque contaminant. Ce projet apportera des connaissances sur la dynamique des populations et les effets des contaminations sur la crevette bouquet et la crevette rose, deux espèces largement exploitées mais dont le cycle de vie reste largement méconnu.

Mots clés : adaptation locale, crevette, hydrocarbure, métaux lourds, pesticides

Points de bascule dans le lipidome du zooplancton Arctique exposé aux changements globaux pendant l'hiver polaire

Mathieu Lutier¹, Bethanie Edwards², Jiwoon Hwang², Nele Thomsen³, Helena Reinardy³, Katrine Borgå¹, Janne Søreide⁴, Khuong Van Dinh¹

¹ Section for Aquatic Biology and Toxicology, Department of Biosciences, University of Oslo, Norway

² Department of Earth & Planetary Science, University of California Berkeley, United States of America

³ Scottish Association for Marine Sciences (SAMS), Oban, United Kingdom

⁴ Department of Arctic Biology, The University Centre in Svalbard, Longyearbyen, Norway

Les activités humaines induisent des changements environnementaux extrêmement rapides. Ils peuvent excéder les points de bascule physiologiques au-delà desquels les changements environnementaux ont un impact drastique sur la fitness des organismes. Les points de bascule n'ont jamais été étudiés dans le lipidome des organismes exposés aux changements globaux. Pourtant, les lipides jouent un rôle crucial dans le fonctionnement de la physiologie des organismes et des écosystèmes. L'exemple le plus parlant est celui des copépodes Arctiques comme *Calanus glacialis*. En effet, ils stockent d'énormes réserves lipidiques, jusqu'à 60% de leur masse corporelle, et migrent dans l'océan profond pour hiverner dans un état de dépression métabolique, la diapause. À cause de leur composition riche en lipides, ils jouent un rôle clé dans les réseaux trophiques. De plus, la migration hivernale d'organismes aussi riches en lipides stocke de grandes quantités de carbone dans l'océan profond, régulant le climat. Le succès de la diapause est lié aux changements dans le lipidome. L'océan Arctique subit une acidification des océans (OA) quatre fois plus rapide qu'ailleurs. Les changements dans le lipidome et la dépression métabolique ont été suggérés comme protégeant les organismes quand l'OA dépasse un point de bascule. Ainsi la diapause, liée aux changements environnementaux hivernaux, et l'OA pourraient interagir et impacter le lipidome. Tout changement dans le lipidome pourrait impacter la capacité des copépodes à survivre à l'hiver polaire et impacter le fonctionnement des écosystèmes. Dans cette étude, nous avons analysé le lipidome d'organismes exposés aux changements environnementaux. Pour cela, nous avons exposé *C. glacialis*, un copépode qui utilise la diapause en hiver, à 15 conditions de pH pendant plusieurs semaines. En parallèle, nous avons exposé *Metridia longa*, une autre espèce Arctique qui reste active pendant l'hiver, aux mêmes conditions. Le lipidome de *M. longa* devrait être affecté uniquement par l'OA alors que celui de *C. glacialis* devrait refléter les effets interactifs de la diapause et de l'OA. Les lipides des deux espèces ont été analysés en utilisant de la chromatographie liquide par spectrométrie de masse en tandem (MS/MS). Nous avons annoté ~500 composés lipidiques en utilisant une combinaison des pipelines de lipidomique LOBSTAHS et MS-DIAL. Nous avons ensuite cherché les points de bascule dans le lipidome de chaque espèce en utilisant des *Weighted Gene Co-expression Network Analyses* (WGCNA) et des régressions segmentées. La méthode que nous avons développée est applicable à une grande variété de stress et d'espèces et présente un intérêt majeur pour les écotoxicologistes intéressés par les lipides et les contaminants.

Mots clés : changement climatique, lipidomique, norme de réaction, plasticité phénotypique, points de bascule

LA BIOSURVEILLANCE : VERS UNE SURVEILLANCE PLUS NUANCEE DE LA QUALITE CHIMIQUE DES EAUX LITTORALES

Lou MESSINEO¹, Laurine Marchand¹, Emmanuel JESTIN¹, Manuel SARRAZA¹

1. Agence de l'eau Seine-Normandie, Direction Connaissance et Planification, Courbevoie, France.

L'état des lieux 2025 de la DCE, met en évidence un état chimique globalement mauvais pour l'ensemble des eaux côtières et de transition du bassin Seine-Normandie. Les estuaires sont particulièrement concernés, en raison de pressions chimiques plus diversifiées, directes et intenses liées à leur position à l'interface terre-mer entre les apports continentaux et le milieu marin. Ce constat, ainsi que les limites de la surveillance actuelle face aux substances émergentes et aux effets combinés des polluants, soulignent la nécessité d'améliorer la surveillance chimique. Dans ce contexte, la mise en place d'un suivi écotoxique dans les estuaires normands constitue une réponse pertinente pour apporter une vision intégrée des pressions exercées sur les organismes aquatiques et compléter l'évaluation de l'état chimique. À l'interface entre bassins versants et milieu marin, ces zones à forte dynamique hydrosédimentaire favorisent l'accumulation des contaminants et leur remobilisation, faisant du sédiment une matrice intégratrice privilégiée pour notre stratégie.

La toxicité générale (sur bactérie, algue et copépode) et spécifique (génotoxicité, activités andro/œstrogénique, HAP et Dioxin-like) potentielle des sédiments estuariens seront testées *via* un panel de **bioessais**. Des mesures de **biomarqueurs** seront également réalisées dans un second temps sur deux organismes, la moules bleue (*Mytilus edulis*) et le flet (*Platichthys flesus*), respectivement encagé et pêché sur différents sites.

Cette mise en œuvre, sur une période de 3 ans permettra d'apprécier la faisabilité et la robustesse des outils écotoxicologiques, ainsi que leur capacité à produire des résultats exploitables, dans le cadre des suivis des contaminants dans les milieux littoraux, en vue d'envisager sa pérennisation.

Cette stratégie vise à constituer une approche complémentaire à la surveillance chimique réglementaire, étant par nature plus représentative des impacts réels des contaminants sur le milieu, en fournissant un signal écotoxique précoce en amont des investigations locales sur les contaminants.

Mots clés : DCE, Contaminants, Bioessais, Biomarqueurs, Estuaires.

Tendances spatiotemporelles d'éléments traces et signatures isotopiques du mercure chez le phoque annelé (*Pusa hispida*) de l'Arctique canadien

Arnaud MAROIS¹, Magali HOUDE², David WIDORY³, Derek C.G. MUIR⁴, Steve FERGUSON⁵, Maikel ROSABAL¹

1. Université du Québec à Montréal (UQAM)/GEOTOP, Département des sciences biologiques, Montréal, Canada.
2. Environnement et Changement climatique Canada, Montréal, Canada.
3. Université du Québec à Montréal (UQAM)/GEOTOP, Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère, Montréal, Canada.
4. Environnement et Changement climatique Canada, Burlington, Canada.
5. Pêches et Océans Canada, Winnipeg, Canada.

Malgré sa position éloignée, l'Arctique subit une contamination d'origine anthropique. Les éléments traces (ET), libérés via des sources naturelles et industrielles, peuvent contaminer divers écosystèmes dont ceux de cette région nordique. Certains ET (ex : mercure - Hg) font l'objet d'une surveillance dans des organismes arctiques comme le phoque annelé (*Pusa hispida*), un élément essentiel de la diète traditionnelle inuite. De nombreux ET au potentiel toxique n'ont toutefois pas encore été bien documentés chez cette espèce. Aussi, nos connaissances sur la provenance et les processus régissant l'entrée du Hg en Arctique jusqu'à son accumulation dans les organismes demeurent limitées. Les objectifs de cette étude étaient d'évaluer la contamination en ET dans le foie du phoque annelé de l'Arctique canadien ainsi que les sources potentielles du Hg hépatique. Des différences spatiales en concentrations d'ET et en sources du Hg étaient attendues. Des foies de phoques ont été collectés annuellement près des communautés de Sachs Harbour, Arviat, Resolute et Nain (Canada) entre 2010-2023 lors de la chasse autochtone. Les concentrations élémentaires ont été mesurées par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (ICP-MS). Les compositions isotopiques du Hg ont ensuite été déterminées à l'aide d'un ICP-MS multi-collecteur (MC-ICP-MS) dans des foies collectés à Sachs Harbour et Nain en 2022. Les résultats indiquent une variation spatiale en ET, avec des concentrations généralement supérieures dans l'ouest de l'Arctique canadien, suggérant des différences géochimiques (ex : sources, fond) ou écologiques (ex : diète). Une variation ouest-est dans les compositions isotopiques ($\delta^{202}\text{Hg}$, $\Delta^{199}\text{Hg}$, $\Delta^{201}\text{Hg}$) a été observée et pourrait refléter des sources de Hg distinctes ou l'impact de conditions environnementales locales (ex : photo-oxydation, couverture de glace de mer, courants océaniques). Des tendances temporelles en Hg et autres ET ont aussi été détectées à certains endroits. Dans l'ensemble, ce projet souligne la pertinence d'un suivi périodique des ET en Arctique et la nécessité de recherches futures sur les sources et le devenir de ces éléments dans cette région.

Mots-clés : Inuit Nunangat, métaux, variations spatiales, sources

Impact du stress thermique sur le microbiote de la moule bleue et sa réponse à *Vibrio splendidus*

Jade Mourgues¹, Frank Le Foll¹, Yosra Ben Cheikh¹

1. Université Le Havre Normandie, Université de Reims Champagne - Ardenne, INERIS, Normandie Univ, UMR-I 02 SEBIO, F-76600 Le Havre, France

La moule bleue *Mytilus edulis* est un bivalve filtreur exposé à de multiples stress environnementaux, parmi lesquels des microorganismes pathogènes (Travers *et al.*, 2015) et des changements brutaux de température (Oliver *et al.*, 2018). Ces stress cumulés peuvent perturber la physiologie de la moule, notamment son microbiote, connu pour jouer un rôle clé dans le maintien de son homéostasie (Rathour *et al.*, 2025), la rendant plus vulnérable. L'objectif de cette étude est d'investiguer l'effet de la température sur le microbiote de la moule et sur sa réponse à une bactérie pathogène.

Pour cela, des moules bleues récoltées sur le rivage rocheux d'Yport (Normandie, France) ont subi un choc thermique (de 12°C à 16°C), ou bien une acclimatation progressive (par palier de 1°C/jour) suivie d'une injection de la bactérie pathogène *V. splendidus* 10/068 1T1 à dose létale. La mortalité des moules a ensuite été suivie, ainsi que les modifications du microbiote au cours du temps via une approche de metabarcoding 16S.

L'étude a permis de montrer que les moules injectées avec la bactérie pathogène ont une cinétique de mortalité plus rapide à 16°C qu'à 12°C ainsi qu'à 20°C par rapport à 16°C. Par ailleurs la diversité du microbiote bactérien semble être modifiée par le choc de température.

Ces résultats contribuent à une meilleure compréhension de l'impact des changements brutaux de température sur l'holobionte de la moule et sa susceptibilité aux agents pathogènes.

Mots clés : [*Mytilus edulis* ; *Vibrio* ; stress thermique ; infection bactérienne ; microbiote]

La Seine passe à la loupe : nouvelles données sur les micro-et nanoplastiques dans l'estuaire.

Céleste Mouth¹, G. Winkler², M. Davranche³, M. Pattier³, N. Giusti¹, J. Forget-Leray¹

1. Université Le Havre Normandie, Université de Reims Champagne-Ardenne, INERIS, Normandie Univ, UMR-I 02 SEBIO, F-76600 Le Havre, France
2. Institut des Sciences de la Mer, Québec-Océan, Université du Québec à Rimouski, G5L 8Y7 Québec, Canada.
3. Univ Rennes, CNRS, Géosciences Rennes, UMR 6118, 35000 Rennes, France.

Les estuaires, interfaces dynamiques entre milieux continentaux et marins, sont soumis à d'importantes pressions naturelles et anthropiques. Parmi elles, la dissémination croissante de micro- et nanoplastiques (MNPs), liée à l'usage massif des plastiques et au développement des nanotechnologies, constitue un enjeu environnemental majeur. Dans ce contexte, il est essentiel de disposer de méthodes analytiques capables de détecter, identifier et quantifier les MNPs à faibles concentrations dans les matrices environnementales. À ce jour, très peu d'études ont documenté la contamination en microplastiques dans l'estuaire de Seine (France), et aucune n'a porté sur les nanoplastiques. Cette étude vise donc à compléter les données disponibles par une caractérisation qualitative et quantitative des MNPs dans les eaux de surface.

L'eau de surface a été prélevée à Tancarville puis filtrée successivement à 1 μm et 0,02 μm afin de séparer les fractions microplastique et nanoplastique. Après élimination de la matière organique au H_2O_2 , les plastiques ont été extraits au dichlorométhane puis analysés par pyrolyse GC/MS. Cette approche a permis l'identification et la quantification massique de trois polymères principaux : le polystyrène (PS), le polyéthylène (PE) et le polypropylène (PP).

Dans la fraction microplastique, les concentrations mesurées sont de 0,709 $\mu\text{g/L}$ pour le PS et de 10,764 $\mu\text{g/L}$ pour le PE, tandis que le PP est resté en dessous de la limite de détection. Dans la fraction nanoplastique, les concentrations obtenues sont de 0,039 $\mu\text{g/L}$ pour le PS, 1,387 $\mu\text{g/L}$ pour le PE et 1,136 $\mu\text{g/L}$ pour le PP.

Ces résultats fournissent des concentrations environnementales permettant de définir des niveaux d'exposition réalistes pour conduire des expérimentations écotoxicologiques sur le copépode calanoïde *Eurytemora affinis*, espèce dominante du zooplancton en Seine et largement utilisée en écotoxicologie, visant à améliorer la compréhension de l'impact des MNPs sur un maillon clé des écosystèmes estuariens.

Mots clés : Microplastiques, nanoplastiques, estuaire, pyrolyse-GC/MS.

Suivi à long terme des crevettes grises (*Crangon crangon*) de l'estuaire de la Seine : évolution spatio-temporelle de l'abondance, de la biomasse et de la structure en taille

Carolin Julie Neven¹, Camille Hanin², Alexandre Erraud², Sylvain Duhamel², Benoit Xuereb¹, Romain Coulaud¹

1. Université Le Havre Normandie, UMR-I 02, SEBIO, Le Havre, France
2. Cellule de Suivi du Littoral Normand (CSLN), Le Havre, France

Les pressions d'origine anthropique modifient rapidement les habitats et influencent fortement la dynamique des populations. Particulièrement intenses dans les estuaires, zones fortement urbanisées et industrialisées, elles affectent ces écosystèmes clés fournissant de nombreux services écosystémiques. La crevette grise *Crangon crangon* (L.) est une espèce trophique majeure de l'estuaire de la Seine. La diminution des captures de pêche observée dans les années 1990 ainsi que les aménagements portuaires des années 2000 conduisent à s'interroger sur l'état de santé de la population de crevette grise de l'estuaire de Seine. Un suivi à long terme a ainsi été mis en place depuis 2001 de mai à octobre sur 32 stations pour étudier l'évolution spatio-temporelle de l'abondance, de la biomasse et de la structure en taille des crevettes grises. Les analyses révèlent une diminution d'environ 50 % de l'abondance à partir de 2013, associée à une réduction des individus de grande taille et à un déplacement de la population de l'embouchure vers l'amont de l'estuaire. Nous pouvons faire l'hypothèse que les modifications d'habitats entraînent un déplacement spatial de la population et une augmentation de la mortalité des grandes individus. La diminution de ces derniers pourrait réduire la fécondité globale et perturber la dynamique de la population. Des données complémentaires sur le cycle de vie sont actuellement en cours d'acquisition afin de tester ces hypothèses.

Mots clés : *Crangon crangon*, evolution des populations, suivi long-terme, estuaire de Seine.

Impacts sanitaires du mercure chez les orpailleurs des régions Sud-Est du Sénégal

Nguer Cheikh M.¹, Diop Mamadou¹, Senghor Assane¹, Diouara Abou A. M.¹, Coundoul Seynabou¹, Tène Sophie D.¹, Sané Sarbading¹, Thiam Fatou¹, Amara Rachid²

¹ Groupe de Recherche en Biotechnologies Appliquées & Bioprocédés Environnementaux (GRBA-BE)-Ecole Supérieure Polytechnique (ESP)- Université Cheikh Anta DIOP

² Université du Littoral Côte d'Opale, CNRS, Univ. Lille, UMR 8187, LOG, Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences, 32 Avenue Foch, Wimereux, France

Résumé

Environ 15 à 20% des minéraux et des métaux du monde sont extraits de manière artisanale (AMS) [1]. Au Sénégal, l'EMAPE pour l'or se déroule au Sud-Est du pays, dans les régions de Tambacounda et de Kédougou. Dans ces régions, les orpailleurs travaillent sans équipements de protection individuelle et utilisent le mercure (Hg) pour optimiser le rendement d'extraction de l'or. Cette pratique non contrôlée affecte l'environnement et la santé des populations. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact sanitaire du mercure chez les orpailleurs traditionnels des régions aurifères du Sénégal. De façon plus spécifique, elle vise à (i) étudier les niveaux de contamination en Hg dans les sols et l'eau de boisson ; (ii) déterminer l'exposition réelle des populations d'orpailleurs (enfants et adultes), au mercure (iii) évaluer l'état de santé de ces populations par exploration de la fonction rénale. Plusieurs sites miniers ont été ciblés dans les régions de Kédougou (7 sites), de Tambacounda (2 sites) et de Dakar (témoin). Des échantillons d'eau (puits et forages), de sols, de sang, d'urines, d'ongles, de cheveux ont été collectés et leurs teneurs en Hg mesurées avec l'analyseur de Hg AMA 254 Altec. Les échantillons biologiques présentent des teneurs maximales en Hg de 191 ppb pour le sang, 5636 ppb pour les urines, 20687 ppb pour les cheveux et 14572 ppb pour les ongles, révélant des expositions importantes. Les concentrations en Hg dans les échantillons d'eau étaient faibles, inférieures à la limite admissible de l'UE (1ppb) sauf pour le site de Kérékonko où la teneur en Hg était de $3,03 \pm 0,10$ ppb. Bien que ces valeurs soient inférieures aux seuils recommandés pour l'eau potable (6 µg/L normes OMS), le risque sanitaire ne peut être exclu. L'exploration de la fonction rénale permettra de mesurer l'impact réel de l'exposition des populations au Hg.[2]

Mots clés : exposition - mercure – santé – orpailleurs

Références

[1] AGC/ONU Environnement « Estimation initiale nationale du secteur de l'EMAPE d'or au Sénégal » 2018.

[2] M. M.Wagrowska-Danilewicz, « Mercury-induced nephrotic syndrome: a case report and review of the literature » Pol.J.Pathol., n°165, p. 322–326, 2014

Essai de toxicité aiguë chez le médaka marin (*Oryzias melastigma*) : adaptation et optimisation du protocole

David Nos¹, Melissa Font¹, Hugues Rosselle¹, Sarah Johann², Jakob Pfefferle², Marie-Laure Bégout¹ et Xavier Cousin¹

¹MARBEC Université de Montpellier, CNRS, Ifremer, IRD, INRAE, Palavas-les-Flots, France

²Department Evolutionary Ecology & Environmental Toxicology, Goethe University Frankfurt, Germany

Mots clés : Toxicité aiguë ; Médaka ; Optimisation de protocole

L'évaluation précise de la toxicité des substances chimiques dans les environnements marins est essentielle pour assurer une protection efficace des écosystèmes. Les tests réglementaires actuels sont principalement conçus pour des espèces d'eau douce, ce qui peut conduire à des extrapolations inexactes lorsqu'ils sont appliqués à des organismes marins. Afin de combler cette lacune, nous avons développé un protocole de toxicité aiguë sur embryons de poissons à haut débit utilisant le médaka marin (*Oryzias melastigma*), une espèce particulièrement adaptée aux expérimentations en laboratoire en raison de sa petite taille, de son cycle de vie court, de sa reproduction non saisonnière, de son chorion transparent et de son dimorphisme sexuel.

Les embryons, jusqu'à 12 jours après la fécondation, ont été évalués selon plusieurs paramètres indicateurs de toxicité aiguë, notamment l'éclosion, la mortalité, les malformations, la fréquence cardiaque et la réponse photo-motrice des larves. Les expériences ont exploré différentes combinaisons de facteurs intrinsèques (âge, stade de développement) et de facteurs extrinsèques (température d'incubation, type de récipient d'exposition, jour de mesure) afin d'optimiser la reproductibilité du protocole et la sensibilité des paramètres mesurés. Le développement larvaire et les performances comportementales se sont révélés les plus constants à 28 °C, permettant l'évaluation de l'ensemble des paramètres au cours de la période expérimentale et offrant une détection robuste des effets toxiques aigus.

Le protocole optimisé est actuellement en cours de validation en utilisant le triclosan (Triclosan) comme contrôle positif afin de générer des données reproductibles sur la sensibilité de la méthode et de soutenir une standardisation inter-laboratoires. Ce travail fournit un cadre expérimental solide pour les essais de toxicité aiguë sur embryons de poissons marins, en proposant une approche fiable, éthique et à haut débit, qui améliore la pertinence et la précision des évaluations écotoxicologiques en milieu marin.

Comparaison de la bioaccumulation du mercure inorganique et du méthylmercure chez la moule bleue (*Mytilus edulis*) exposée par voie dissoute et trophique

Javiera PAVEZ-CASTRO¹, Frank LE FOLL¹ et Claudia COSIO²

¹ Université Le Havre Normandie, UMR I-02 SEBIO, Le Havre, France.

² Université de Reims Champagne-Ardenne, UMR I-02 SEBIO, Reims, France.

Le méthylmercure (MeHg) s'accumule dans les réseaux aquatiques, même à des concentrations infimes (subpicomolaires), représentant un risque de santé publique mondial. Pourtant, sa bioaccumulation chez les organismes de bas niveau trophique reste peu étudiée comparée à celle du mercure inorganique (IHg).

Cette étude compare la bioaccumulation de l'IHg et du MeHg chez la moule bleue (*Mytilus edulis*), exposées pendant 96h par voie dissoute et trophique. Les expériences ont été réalisées en aquariums de 4 L (n = 5) avec des prélèvements à 24, 48 et 96h. L'exposition trophique a simulé un bloom microalgal ($\sim 3,5 \times 10^4$ cellules·ml⁻¹), avec des microalgues préexposées au Hg (20 fg·cellule⁻¹, 10x EQS), distribué à raison de 10^7 cellules·ind⁻¹·j⁻¹. L'exposition dissoute reposait sur un enrichissement équivalent de l'eau. Le mercure total (THg = IHg + MeHg) a été mesuré dans les branchies, glande digestive et muscle adducteur postérieur par spectrométrie CV-AFS.

La forme chimique du Hg est le principal facteur contrôlant la bioaccumulation du THg, avec des concentrations 7 fois plus élevées pour le MeHg que pour l'IHg, quelle que soit la voie d'exposition. Les facteurs de bioaccumulation (BAF) confirment cette tendance, avec des valeurs de l'ordre de 48 ± 93 g⁻¹ pour le MeHg contre 5 ± 7 g⁻¹ pour l'IHg. Lors de l'exposition par voie dissoute, les branchies présentent les concentrations les plus élevées (0,6 - 8 mg·kg⁻¹), tandis que le muscle montre une accumulation plus progressive (0,04 - 0,4 mg·kg⁻¹). En exposition trophique, la glande digestive présente les concentrations les plus élevées ($1,23 \pm 1,13$ mg·kg⁻¹), ce qui pourrait en partie refléter la présence de contenu digestif non assimilé plutôt qu'une accumulation strictement tissulaire. Aucune différence significative de bioaccumulation n'est observée entre les deux types de microalgues ($p > 0,05$).

Ces résultats indiquent une assimilation plus efficace du MeHg, cohérente avec les observations antérieures chez les bivalves, et confirment le rôle clé des branchies dans l'exposition dissoute. L'absence d'effet de l'espèce de microalgue suggère que la spéciation du Hg contrôle davantage sa biodisponibilité que la nature du vecteur trophique dans ces conditions.

Mots clés : spéciation du mercure, exposition trophique, exposition dissoute, bivalves, bioamplification.

Le potentiel informatif des approches non ciblées en dose-réponse est-il sous-estimé ?

Sophie M. Prud'homme¹, Ellis Franklin^{1,2}, Marie Laure Delignette-Muller², Elise Billoir^{1,3}.

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

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

3. CNRS IRL 2028 "Eco-Evo-Devo of Coral Reef Fish Life Cycle" (EARLY), Okinawa, Japan

L'intérêt des approches moléculaires non ciblées (dites « approches omiques ») pour la compréhension des mécanismes d'action, modes d'action et effets des contaminants sur les organismes, est aujourd'hui reconnu par la communauté scientifique. Le développement d'outils d'analyse dédiés à la modélisation dose-réponse (DR) pour les données issues des approches omiques, tel que l'outil DRomics, a accompagné la publication d'un nombre croissant de ce type d'études investiguant un gradient de doses.

A ce jour, l'exploitation de ces données consiste en la caractérisation de seuils de sensibilité des perturbations, et notamment du « molecular Point of Departure » (mPOD) des contaminants, basée sur l'estimation des « benchmark doses » (BMD) à partir des modèles DR ajustés pour chacune des variables (transcrit, protéine ou métabolite) dérégulées.

Mais au-delà de ces seuils de sensibilités, les formes des courbes DR modélisées peuvent-elles nous informer sur les mécanismes d'action engendrés par les contaminants ? C'est ce que laisse penser l'exploration de nos données transcriptomiques issues de larves de zebrafish (*Danio rerio*) exposées au plastifiant dibutyl pthalate (DBP) selon un gradient de 5 concentrations. L'observation de l'ensemble des courbes DR pour les 2433 transcrits dérégulés le long du gradient de concentrations testé révèle une répartition remarquable des formes de courbes en groupes distincts. Ces groupes de transcrits dérégulés de façon coordonnées, avec des sensibilités différentes entre certains groupes, suggèrent la coexistence de différents mécanismes d'action de ce contaminant.

Afin de vérifier si cette observation est généralisable à d'autres cas d'études, nous avons étudié les ensembles de courbes DR modélisés par l'outil DRomics à partir d'un panel de jeux de données omiques en dose-réponse publiés en (éco)toxicologie. Nous avons ainsi pu caractériser dans quelles conditions expérimentales, d'objet d'étude et de contaminant, ces groupes de courbes étaient observées. Nous discuterons des intérêts et du potentiel informatif encore inexploité de ces données moléculaires non ciblées en dose-réponse, et d'approches méthodologiques envisagées pour les exploiter.

Mots clés : données à haut-débit, molecular point of departure, analyse de données

TOP modèle, chercher le code *TOP, Taux Optimal de Phagocytose*

Damien Rioult¹, Agnès Poret², Iris Barjhoux³, Frank Le Foll²

1. Université de Reims Champagne-Ardenne, URCATech-MOBICYTE, Reims, France
2. Université Le Havre Normandie, Université de Reims Champagne-Ardenne, INERIS, Normandie Univ, UMR-I 02 SEBIO, F-76600, Le Havre, France
3. Université de Reims Champagne-Ardenne, Université Le Havre Normandie, INERIS, Normandie Univ, UMR-I 02 SEBIO, F-76600, Le Havre, France

La phagocytose est un mécanisme fondamental, partagé par tous les organismes, qu'ils soient à immunité exclusivement innée ou à immunité adaptative.

En écotoxicologie, l'effet des contaminants sur la fonction phagocytaire est fréquemment interrogé. La technique la plus répandue prend la forme d'un bioessai cellulaire *ex vivo* sur des immunocytes (cœlomocytes, hémocytes, leucocytes) fraîchement prélevés et mis en présence de microbilles fluorescentes sur une surface 2D correspondant à une boîte ou une plaque de culture cellulaire. Après un temps d'incubation défini, les cellules sont remises en suspension et analysées par cytométrie en flux.

Dans ce travail, nous avons cherché à établir un modèle mathématique de phagocytose qui permette de retrouver la distribution des populations cellulaires contenant n billes au bout d'un temps d'incubation t et en fonction des conditions initiales.

Les résultats indiquent que le modèle TOP obtenu parvient à une excellente prédiction des paramètres phagocytaires (capacité et efficacité phagocytaire) mesurés dans des conditions expérimentales variées. Il fait ressortir une constante phagocytaire intrinsèque. Le modèle TOP permet également l'intégration de la motilité cellulaire qui est un paramètre important modulé expérimentalement par les facteurs paracrines de type eicosanoïdes et les anti-inflammatoires de type stéroïdiens.

Les perspectives sont maintenant de transformer le modèle TOP, qui fonctionne en point final, en un modèle hyperTOP qui inclurait la dynamique temporelle. Les collaborations sont les bienvenues.

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

Réponses larvaires au réchauffement et au cuivre chez une crevette estuarienne: Une référence pour des comparaisons latitudinales

**Rodríguez-Ruiz, Ángela^{1*}, de Carvalho-Souza, Gustavo F.¹,
Vallejo Sánchez-Movellán, Raúl¹, Araújo, Cristiano V.M.¹,
González-Ortegón, Enrique¹**

1. Institute of Marine Sciences of Andalusia (ICMAN-CSIC), Cádiz, Spain.

Les changements globaux entraînent une augmentation de la fréquence des vagues de chaleur marines (MHWs) ainsi que des concentrations en éléments traces métalliques tels que le cuivre, en particulier dans les écosystèmes estuariens, où les activités anthropiques augmentent les apports en contaminants. Les stades larvaires sont particulièrement sensibles à ces stress, pouvant ainsi influencer la dynamique des populations dans un contexte environnemental futur. Cette étude évalue les effets combinés d'une vague de chaleur simulée et de concentrations environnementales de cuivre dans le golfe de Cadix sur les performances larvaires d'une crevette estuarienne *Palaemon longirostris*.

Des larves nouvellement écloses ont été exposées à deux régimes thermiques (un contrôle à 24 °C et une vague de chaleur simulée atteignant 28 °C avant un retour à la température initiale), combinés à trois traitements en cuivre (0, 20 et 200 nM). Les larves ont été élevées individuellement, et les réponses biologiques ont été évaluées en termes de survie, de vitesse de développement (estimée par la durée d'intermue entre les stades zoé) et de poids sec des juvéniles comme indicateur de biomasse. Les résultats préliminaires indiquent que les conditions de vague de chaleur accélèrent le développement larvaire, effet renforcé par la présence au cuivre, en particulier aux concentrations les plus élevées. Toutefois, cette accélération s'accompagne d'une augmentation de la mortalité, suggérant un compromis entre vitesse de développement et survie sous l'effet de stress combinés.

Cette étude constitue une base de référence pour une population méridionale en vue d'une réplique expérimentale à une latitude nordique, plus précisément dans l'estuaire de la Seine (Le Havre, France). Elle permettra d'évaluer les réponses spécifiques des populations et leur plasticité écologique sous des régimes thermiques contrastés. Ce cadre comparatif contribuera à améliorer notre compréhension de la capacité des espèces estuariennes à faire face à des stress multiples dans un contexte de changement global.

Mots-clés: écologie larvaire, *Palaemon longirostris*, contamination au cuivre, plasticité phénotypique, stress thermique

Early-life responses to warming and copper in an estuarine shrimp: A southern baseline for latitudinal comparisons

**Rodríguez-Ruiz, Ángela¹, de Carvalho-Souza, Gustavo F.¹,
Vallejo Sánchez-Movellán, Raúl¹, Araújo, Cristiano V.M.¹,
González-Ortegón, Enrique¹**

1. Institute of Marine Sciences of Andalusia (ICMAN-CSIC), Cádiz, Spain.

Global change is increasing the frequency of marine heatwaves (MHWs) and the concentrations of trace metals such as copper, particularly in estuarine ecosystems, where intense anthropogenic activity enhances contaminant inputs and exposure levels. Early life stages are particularly sensitive to these stressors, potentially shaping population dynamics under future environmental conditions. This study evaluates the combined effects of a simulated MHW and environmentally relevant copper concentrations in the Gulf of Cádiz on the larval performance of the estuarine shrimp *Palaemon longirostris* H. Milne Edwards, 1837.

Newly hatched larvae were exposed to two thermal regimes (a control at 24°C, and a simulated MHW reaching 28°C before returning to baseline), combined with three copper treatments (0, 20, and 200 nM). Larvae were reared individually, and responses were assessed in terms of survival, development rate (estimated as the intermolt period between zoeal stages), and juvenile dry weight as a proxy for biomass accumulation. Preliminary results indicate that MHW conditions accelerate larval development, an effect that is further enhanced by copper exposure, particularly at higher concentrations. However, this accelerated development is associated with increased mortality, suggesting a trade-off between developmental speed and survival under combined stressors.

This study provides a southern population baseline for future experimental replication at a northern latitude, specifically in the Seine estuary (Le Havre, France), enabling the assessment of population-specific responses and ecological plasticity under contrasting thermal regimes. This comparative framework will help determine whether estuarine populations differ in their sensitivity and plasticity when exposed to multiple stressors under contrasting thermal regimes.

Keywords: larval ecology, *Palaemon longirostris*, copper contamination, phenotypic plasticity, heat-stress

Exposition précoce aux contaminants chez l'huître *Magallana gigas* : conséquences sur son microbiome et sa réponse à une infection virale

Maëllann Roger¹, Benjamin Morga², Lionel Degrémont², Fanny Troncin³, Delphine Tourbiez², Elise Maurouard², Farida Akcha¹, Anthony Bertucci¹

1. Ifremer, Unité CCEM, Nantes, France.
2. Ifremer, Unité ASIM, La Tremblade, France.
3. Université de Bordeaux, France.

Les écosystèmes côtiers sont exposés à des mélanges complexes de contaminants qui peuvent perturber les communautés microbiennes soutenant le fonctionnement des écosystèmes et la santé des hôtes. Dans ce contexte, l'huître creuse (*Magallana gigas*), une espèce clé et sentinelle contribuant aux écosystèmes côtiers et à l'aquaculture mondiale, subit également des mortalités juvéniles récurrentes causées par l'herpèsvirus OsHV-1. Cependant, les liens entre pollution, microbiome et sensibilité aux maladies restent mal compris. La sensibilité à ces stress environnementaux est particulièrement élevée aux stades larvaires, une période critique où les interactions entre hôte et microbes se mettent en place. Pour explorer ces questions, six familles d'huîtres présentant des différences de résistance à OsHV-1 ont été exposées pendant dix jours après la fécondation à un mélange environnementalement réaliste de contaminants, suivi d'un défi viral au stade juvénile.

L'exposition aux contaminants réduit le succès de fécondation de la plupart des familles d'huîtres, et le microbiome est significativement influencé par le stade de développement, le génotype de l'hôte et le traitement contaminant, indiquant des trajectoires d'assemblage modifiées. Cependant, cette exposition précoce n'a pas eu d'effet significatif sur la réponse des familles d'huîtres à une infection virale, malgré des différences persistantes dans les communautés microbiennes au stade juvénile. Ces résultats démontrent que les stress environnementaux peuvent perturber le microbiome associé à *M. gigas*, un phénomène connu sous le nom de symbiototoxicité, même en l'absence de toxicité manifeste pour l'hôte. L'intégration de la diversité et des fonctions du microbiome en écotoxicologie pourrait offrir un éclairage précieux sur la vulnérabilité des holobiontes, les mécanismes de toxicité et des moyens d'améliorer les pratiques aquaculturelles et la gestion des écosystèmes côtiers face à des stress multiples.

Mots clés : Microbiome, Huître, Pesticides, Infection virale, Symbiototoxicité.

Effets chronique des microplastiques biodégradables sur la physiologie du médaka (*Oryzias melastigma*)

ROSSELLE Hugues¹, GREUET Paul², GASTALDI Emmanuelle², MARIE Benjamin³, MERCIER-BONIN Muriel⁴, COUSIN Xavier¹

1. UMR MARBEC, Univ Montpellier, CNRS, Ifremer, IRD, INRAE, 34250, Palavas, France
2. UMR IATE, Univ de Montpellier, INRAE, Institut Agro Montpellier, 34000 Montpellier, France
3. UMR 7245 MCAM, Molécules de Communication et Adaptation des Microorganismes, MNHN, 75005 Paris, France
4. Toxalim, Université de Toulouse, INRAE, ENVT, EI-Purpan, UMR INRAE 1331, 180 chemin de Tournefeuille, BP 93173, Toulouse cedex 3, 31027, France

Mots clés : Plastiques biodégradables ; Médaka ; Toxicité chronique ; Physiologie

Ces dernières années, les plastiques biodégradables ont émergé comme alternatives afin de réduire l'impact environnemental des plastiques conventionnels. Certaines études montrent cependant que les plastiques biodégradables ne sont pas exempts de toxicité [1]. Ces travaux font partie de mon projet doctoral, dont l'objectif est d'évaluer la toxicité chronique de différents polymères plastiques : deux polymères biodégradables (PHBV et PLA), qui se dégradent respectivement dans l'eau de mer et en compost industriel comparés avec un polymère conventionnel (PS).

Des médakas marins ont été nourris avec un aliment supplémenté avec les différents plastiques à des concentrations proches de celles de l'environnement pendant 5 mois. Des suivis de croissance (taille et poids), de reproduction (quantité d'œufs produits) et de comportement ont été effectués. À la fin de l'expérience, différents organes ont été prélevés : l'intestin pour analyser l'impact des plastiques sur le microbiote intestinal (métabolites, abondance et diversité bactérienne) et le muscle pour évaluer les perturbations des métabolites énergétiques.

Les premiers résultats montrent des effets sur la croissance. L'analyse du microbiote est en cours mais nous avons d'ores et déjà observé une modification importante des métabolites intestinaux après l'exposition aux microplastiques de PHBV, suggérant ainsi une modification de la fonction digestive. Des effets sur la descendance ont été observés au travers d'analyses comportementale et physiologique des stades embryo-larvaires. Ces résultats permettront de mettre en lumière les dangers associés à ces polymères alternatifs.

[1] DUAN, Zhenghua, CHENG, Haodong, DUAN, Xinyue, ZHANG, Haihong, WANG, Yudi, GONG, Zhiyuan, ZHANG, Huajing, SUN, Hongwen and WANG, Lei, 2022. Diet preference of zebrafish (*Danio rerio*) for bio-based polylactic acid microplastics and induced intestinal damage and microbiota dysbiosis. *Journal of Hazardous Materials*. May 2022. Vol. 429, p. 128332.

Bioaccumulation du mercure, réponses moléculaires et individuelles chez *Dreissena polymorpha* dans deux rivières françaises aux sources de contamination contrastées

Clarisse Seguin¹, D. Rioult^{1,2}, M. Petrova¹, E. Bossard¹, I. Bonnard¹, L. Delahaut¹, N. Le Bris³, O. Grosso⁴, D. Renault³, J. Armengaud⁵, L.E. Heimbürger-Boavida⁴ et C. Cosio¹

1. Université de Reims Champagne-Ardenne, UMR-I 02 SEBIO, Reims, France ;

2. Université de Reims Champagne-Ardenne, URCATech, MOBICYTE, Reims, France

3. Université de Rennes, UMR CNRS 6553 EcoBio, Rennes, France ;

4. Aix Marseille Université, Université de Toulon, CNRS, UM 110, Mediterranean Institute of Oceanography (MIO), Marseille, France

5. Laboratoire « Innovative technologies for Detection and Diagnostics », CEA-Marcoule, 30200 Bagnols-sur-Cèze, France

Les bivalves filtreurs tels que *Dreissena polymorpha* sont des organismes sentinelles pertinents pour étudier la biodisponibilité et les effets des contaminants en milieu naturel. La contamination des écosystèmes aquatiques par le mercure (Hg) est une préoccupation environnementale majeure, en raison de la bioaccumulation du méthylmercure (MeHg) dans les réseaux trophiques. Afin de comparer l'influence de situations environnementales contrastées en matière de pollution au mercure sur la bioaccumulation du Hg, des encagements de dreissènes ont été réalisés dans deux rivières françaises : la Deûle, avec un héritage industriel marqué et, la Seine, avec une contamination plus diffuse. Les concentrations en Hg total (THg) et MeHg ont été mesurées dans l'eau et dans les tissus des dreissènes pendant 3 semaines. En parallèle, des mesures de peroxydation lipidique et des analyses de métabolomique et de protéomique ont été réalisées. Les résultats montrent que la source de contamination des cours d'eau influence la bioaccumulation du Hg chez les dreissènes. Les concentrations en THg sont légèrement supérieures chez les individus encagés dans la Deûle, dépassant la norme de qualité environnementale du THg pour le biote et à l'inverse, des concentrations en MeHg plus élevées ont été mesurées dans la Seine. Ces résultats sont en cohérence avec le passé industriel de la Deûle et avec les mesures dans les particules. Les niveaux de peroxydation lipidique ainsi que les différences observées chez certains métabolites suggèrent également un déséquilibre énergétique et oxydatif plus marqué chez les organismes exposés dans la Deûle, en cohérence avec la bioaccumulation du THg. Les analyses protéomiques sont en cours et permettront d'affiner l'interprétation des réponses biologiques observées. Dans l'ensemble, ces résultats soulignent l'omniprésence du Hg dans les milieux aquatiques et l'importance de maintenir ce contaminant dans les stratégies de biosurveillance environnementale. De plus, l'approche intégrée combinant bioaccumulation, biomarqueurs et omiques apporte une vision plus fine du stress physiologique des organismes exposés et complète les approches de surveillance classiques.

Mots clés : Mercure, biosurveillance, moule zébrée, métabolomique, protéomique

Modulation chimique de la motilité des hémocytes de *Mytilus edulis* en dispositif microfluidique

Severino S.¹, Saint-Louis R.², Le Foll F.³, Tremblay R.¹, Cardinal S.²

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, 300, allée des Ursulines, Rimouski, QC G5L 3A1

³. UMR-I 02 SEBIO - Stress Environnementaux et BIOsurveillance des milieux aquatiques, 25, rue Philippe Lebon, BP1123, 76063 Le Havre cedex, France

La présence multiple de polluants ainsi que leur persistance s'accroissent dans différents environnements mais aussi dans les organismes vivants. L'écotoxicologie fait face à de nouvelles limitations analytiques dues à la complexité des matrices environnementales traitées mais également à celle des polluants à analyser. Le microfluidique se présente comme une solution à cette problématique suite aux nombreux avantages qu'il présente comme notamment le criblage à haut débit et l'imagerie à haut contenu, réalisés sur des échantillons de petite quantité. L'introduction de la microfluidique dans les études d'écotoxicologie marine n'en est qu'à ses débuts. Avant le développement de protocoles standardisés, un modèle biologique connu en écotoxicologie marine, la moule bleue, est utilisé pour démontrer la faisabilité de la microfluidique dans ce domaine. Ces organismes filtrants sont constamment exposés à divers polluants. La présence de substances nocives peut altérer leurs défenses immunitaires et menacer leur survie. L'immunité des bivalves repose uniquement sur des défenses innées impliquant des mécanismes cellulaires, médiés par les hémocytes circulant et infiltrant les tissus pour migrer vers les sites infectés ou endommagés. Le déplacement de ces cellules immunitaires est donc crucial lors de la réponse immunitaire. Dans cette étude, nous transposons l'étude de ce paramètre clé dans des dispositifs microfluidiques de culture cellulaire en explorant l'impact des expositions chimiques de type poly-aromatique telles que le carbazole et le dibenzothiophène sur la motilité des hémocytes de moules bleues. Décrite depuis de nombreuses années, il est désormais possible de quantifier la motilité via des techniques de microscopie avancées comme le suivi timelapse permettant d'accéder notamment aux valeurs de vitesse cellulaire, et ainsi de quantifier l'inflammation. La vitesse basale des hémocytes en culture primaire est évaluée. L'exposition chimique des hémocytes semble induire une inhibition de la motilité cellulaire. Nos résultats indiquent que ces polluants chimiques peuvent altérer la migration des hémocytes chez les moules, pouvant affaiblir la réponse immunitaire et, par conséquent, diminuer la survie des organismes.

Mots clés : microfluidique, motilité, hémocytes, timelapse, *Mytilus edulis*

Les horloges épigénétiques comme outils en écotoxicologie aquatique : du rivulus des mangroves au béluga du Saint-Laurent

Frédéric Silvestre¹, Justine Bélik¹, Brianna Perino¹, Noémie Guirandy², Romain Thibault², Jonathan Verreault²

1. Université de Namur, Laboratoire de Physiologie Evolutive et Adaptative, Namur, Belgique.

2. Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec, Canada.

Certaines marques épigénétiques, comme la méthylation des cytosines (5mC), évoluent de manière prévisible avec l'âge, offrant la possibilité de développer des « horloges épigénétiques » chronologiques (âge temporel) et biologiques (vieillesse cellulaire). Le rivulus des mangroves (*Kryptolebias marmoratus*), seul vertébré à autofécondation, constitue un modèle exceptionnel pour dissocier effets épigénétiques et variation génétique. À partir de 90 échantillons cérébraux couvrant 60 à 1 100 jours, 40 sites CpG ont été identifiés dont la méthylation prédit l'âge chronologique avec une haute précision ($R^2 > 0,96$). Ces sites sont associés à des gènes impliqués dans le maintien cellulaire et la neurodégénérescence, dont le récepteur aux hydrocarbures aromatiques, cible moléculaire majeure de nombreux contaminants environnementaux. Cette horloge permettra de suivre des populations naturelles de rivulus, de déterminer leur niveau de stress, et d'y associer des niveaux de contaminants environnementaux. Cette méthodologie pourra ensuite s'appliquer au béluga du Saint-Laurent (*Delphinapterus leucas*), population en déclin exposée à des contaminations chroniques. L'absence de méthode fiable pour déterminer l'âge des individus vivants limite l'évaluation de leur état de santé. Le développement d'une horloge épigénétique adaptée à cette population permettra d'explorer le rôle de l'âge dans l'accumulation des contaminants, le statut immunitaire et hormonal, et la présence de maladies infectieuses. Ces deux projets illustrent le potentiel des horloges épigénétiques comme outils intégrateurs en écotoxicologie aquatique, reliant exposition environnementale, vieillissement biologique et état de santé des espèces aquatiques vulnérables.

Mots clés : horloge épigénétique, rivulus des mangroves, bélugas, vieillissement.

Déploiement du test DLES pour la détection de perturbateurs endocriniens à activité estrogénique en Normandie

Sylvain Slaby¹, Aurélie Duflot¹, Géraldine Maillet², Jérôme Couteau², Anne-Sophie Allonier-Fernandes³, Tiphaine Monsinjon¹

1. Université Le Havre Normandie, Université de Reims Champagne-Ardenne, INERIS, Normandie Univ, UMR-I 02 SEBIO, F-76600 Le Havre, France.
2. TOXEM, Montivilliers, France.
3. Agence de l'eau Seine-Normandie, 12 rue de l'Industrie CS 80148 92416 Courbevoie Cedex, France.

Mots clés : Perturbation endocrinienne, Bioessai, Biosurveillance

Les perturbateurs endocriniens à activité estrogénique (EEDC) constituent un enjeu environnemental majeur, suscitant une attention croissante de la part de la communauté scientifique et des instances de régulation. Néanmoins, les méthodes actuelles d'évaluation de la qualité des milieux aquatiques restent limitées pour détecter et caractériser efficacement ces composés. C'est dans ce contexte que le *Dicentrarchus labrax* Estrogen Screen (test DLES) a été développé. L'objectif de ce travail est d'évaluer à grande échelle l'utilisation de ce bioessai comme outil de biosurveillance afin de détecter des composés à activité estrogénique et anti-estrogénique dans les cours d'eau.

Le test DLES est basé sur l'expression d'un gène rapporteur régulé par l'activation des récepteurs nucléaires aux estrogènes de *D. labrax*. Ce bioessai a été appliqué sur des extraits HLB d'échantillons d'eau de surface, prélevés dans 15 cours d'eau normands et sélectionnés pour représenter différentes pressions anthropiques. Les résultats ont été analysés grâce à une méthodologie statistique basée sur la détermination de seuils.

Les résultats démontrent l'intérêt de réaliser ce type d'analyse dans les eaux de surface, ainsi que celui d'utiliser un bioessai basé sur le poisson, offrant une meilleure pertinence face aux essais standardisés centrés sur l'humain. En apportant de nouvelles données sur la présence de potentiels EEDC dans l'environnement, ce travail contribue à éclairer la prise de décision et à orienter les mesures visant à préserver la ressource en eau. Plus largement, ces résultats pourraient alimenter les réflexions autour de l'évolution de la Directive Cadre sur l'Eau, notamment en faveur de l'intégration d'outils de suivi écotoxicologique dans l'évaluation de la qualité des masses d'eau.

Cette étude est soutenue par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie (projet DLES-Normandie, 2023-2026).

Effets du changement climatique et de l'éthinylestradiol sur la croissance et le transcriptome de l'épinoche à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*)

Thiry Simon¹, Teletchea Fabrice², Billoir Elise^{1,3}, Sohm Bénédicte¹, Turiès Cyril⁴, Bado-Nilles Anne⁴, Prud'homme Sophie¹

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

2. Université de Lorraine, CNRS, LIEC, F-54000 Nancy, France

3. CNRS IRL 2028 "Eco-Evo-Devo of Coral Reef Fish Life Cycle" (EARLY), Okinawa, Japan

4. Institut national de l'environnement industriel et des risques, Université de Reims Champagne-Ardenne, Université Le Havre Normandie, Normandie Univ, UMR-I 02 SEBIO, 60550 Verneuil-en-Halatte, France

Le scénario de changement climatique global (CCG) RCP8.5 du GIEC prévoit un réchauffement de 3°C et une diminution du pH de 0,4 pour les écosystèmes aquatiques d'ici 2100. Les conséquences du CCG sur les poissons téléostéens sont nombreux, avec notamment une réduction de la taille. Outre ses effets intrinsèques, le CCG peut avoir des effets interactifs avec d'autres stressseurs locaux comme des perturbateurs endocriniens. Des épinoches à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*) ont été maintenues deux ans en eau douce, soit en vivant avec des variations de températures et de pH similaires à celles de l'eau dans l'Oise, soit en étant confrontées à ces mêmes variations avec un ΔT de +3°C et un ΔpH de -0,4. Parallèlement, pour les deux conditions climatiques, les poissons ont été exposés ou non à 15 ng/L du xénoœstrogène 17 α -éthinylestradiol (EE2) lors de leur développement, de 0 à 21 jours post-fécondation. La croissance, suivie tout au long de l'expérience, était ralentie dans un contexte de CCG, et la taille atteinte par les individus à la fin de l'expérience était significativement plus faible qu'en condition témoin chez les femelles exposées au CCG mais aussi chez celles exposées uniquement à l'EE2 deux ans plus tôt. Les transcriptomes hépatiques des poissons mâles et femelles ont été séquencés afin d'identifier les transcrits dont l'abondance varie chez les poissons exposés au CCG et/ou à l'EE2, ainsi que le type d'interaction entre les deux facteurs. Les femelles présentent une réponse transcriptionnelle plus étendue que les mâles. De plus, le CCG induit un plus grand nombre de dérégulations que l'EE2, peu importe le sexe. L'exploration des fonctions biologiques associées aux transcrits dérégulés semble indiquer que les épinoches soumises à ces stressseurs n'ont pas un apport énergétique suffisant pour maintenir leur croissance tout en soutenant un rythme métabolique accéléré par la hausse de température, et en compensant les effets retardés de l'EE2.

Mots clés : multi-stress, température, pH, perturbateur endocrinien, RNA-Seq

Etude de l'influence de l'oxydation de surface et des additifs sur le potentiel écotoxicologique de nanoplastiques chez la daphnie

Antoine Turret¹, Greyson Ragueneau¹, Cloé Veclin², Didier Robert³, Stéphanie Reynaud², Bruno Grassl² et Laure Garrigue-Antar¹

1. Leesu, Ecole des Ponts, Univ Paris Est Creteil, F-94010 Creteil, France.
2. IPREM, Université de Pau et des Pays de l'Adour/CNRS, Pau, France.
3. ICPEES, Université de Strasbourg, Strasbourg, France.

Mots clés : nanoplastiques, additifs, daphnie, immobilisation, comportement.

Les nanoplastiques (NPs), considérés comme des contaminants ubiquistes émergents, suscitent une attention croissante en écotoxicologie en raison de leur petite taille ($< 1 \mu\text{m}$), de leur comportement colloïdal et de leur grande surface spécifique. Cependant, la majorité des études de toxicité utilise des particules de polystyrène commerciales, dont la composition chimique exacte, notamment en conservateurs et tensioactifs, est rarement documentée. Dans ce contexte, l'origine réelle de la toxicité observée demeure difficile à déterminer, pouvant provenir des particules plastiques elles-mêmes, des additifs associés ou du cocktail. Notre étude vise à distinguer la contribution respective des nanoplastiques de polystyrène (PS-NPs), leur oxydation de surface et de leurs additifs à la toxicité observée chez les organismes aquatiques, en utilisant des PS-NPs synthétisés en laboratoire de composition chimique contrôlée et parfaitement caractérisés. Cinq types de PS-NPs ont été étudiés, différant par leur fonctionnalisation de surface et par la présence ou l'absence de tensioactifs : avec ou sans groupes COOH en surface, et avec ou sans Tween-20 ou SDS. Des tests d'exposition aiguë de 48 h (OCDE 202), ont été réalisés sur deux espèces de microcrustacés d'eau douce, *Daphnia curvirostris* et *Daphnia magna*, selon une gamme de concentrations allant de 1 à 100 mg/L. Les résultats montrent des profils de toxicité similaires pour les différents PS-NPs chez les deux espèces, avec une résistance légèrement plus élevée chez *D. magna*. Les PS-NPs dépourvus de tensioactifs ne montrent pas de toxicité. Seuls les PS-NPs ne comportant pas d'oxydation de surface et en présence de SDS ont présenté une très forte toxicité. Notre étude souligne l'intérêt d'utiliser des NPs dont la composition chimique, y compris les additifs incorporés, est parfaitement connue, afin de mieux comprendre les mécanismes de toxicité sous-jacents.

Evaluation des effets de résidus médicamenteux sur *Sepia officinalis* : approche écotoxicologique et neurocomportementale

**Quentin VERTREZ¹, Salomé Brousseau¹, Christelle Jozet-Alves¹,
Anne-Sophie Darmaillacq¹ & Cécile Bellanger¹**

1. UMR 6552 CEEC, (Centre d'Etude en Ethologie et Cognition, ex-« EthoS »)
CNRS, Universités de Rennes et Caen-Normandie - CREC Station Marine
54 rue du Docteur Charcot, 14530 LUC SUR MER, France

La présence croissante de résidus médicamenteux dans les milieux aquatiques, souvent sans cadre réglementaire, soulève des questions écotoxicologiques¹. Leur impact à faibles doses reste mal connu, en particulier sur le système nerveux et le comportement des espèces². Ces effets sublétaux, difficiles à détecter, peuvent compromettre la survie des organismes. Il est donc crucial de mieux évaluer ces risques, accentués par le changement climatique^{2,3}. Dans le bassin Seine-Normandie, 10 substances pharmaceutiques ont régulièrement été retrouvées dans les eaux de surface, avec une fréquence de détection variant entre 20 et 60 % sur la période 2016-2019⁴. La seiche commune (*Sepia officinalis*), espèce d'intérêt écologique et économique en Manche, constitue un modèle pertinent pour étudier les effets de ces contaminants³. Ce projet vise ainsi à évaluer l'impact de ces 10 résidus médicamenteux sur la seiche à des stades de développement particulièrement vulnérables⁵ en caractérisant leurs effets sublétaux sur le système nerveux et les comportements essentiels à la survie. Dans un souci de pertinence environnementale, les 3 concentrations de chacune des substances utilisées dans cette étude sont adaptées à leur concentration respective retrouvée dans les eaux de surface (concentration environnementale, CE) : CE, CEx10 et CEx100. Trois expositions *in vivo* ont été réalisées chez des nouveau-nés de seiche jusqu'à 8 jours post-éclosion, afin d'évaluer les effets de comportementaux de la Carbamazépine, de l'Oxazépam et du cocktail environnemental des 10 médicaments. L'exposition à l'Oxazépam à la concentration de 0,3 µg/L (CEx10) a induit une diminution significative de l'activité locomotrice et du comportement exploratoire des seiches par rapport au groupe contrôle. En revanche, aucune altération comportementale significative n'a été observée suite à l'exposition à la Carbamazépine seule ni au cocktail. Ces résultats suggèrent un effet comportemental spécifique de l'Oxazépam à faible concentration chez les premiers stades de développement de la seiche, tandis que les autres traitements testés n'ont pas induit de réponse mesurable dans les conditions expérimentales étudiées.

Mots clés : Ecotoxicologie, comportement, médicaments, neurotoxicité, céphalopodes.

Références

¹ Adeleye A. S., et al. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.127284> ² Kayode-Afolayan, Shola D., et al. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01288> ³ Bidet F., 2015. Impact d'une pollution marine par des résidus psychotropes sur la maturation précoce du cerveau et des comportements chez la seiche. Physiologie, Biologie des Organismes et des Populations. Thèse de Doctorat, Université de Caen Normandie. 310 p.

⁴ Decker et Allonier, 2021, congrès Astee. ⁵ Bildel F., et al. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4591-7>

Est-ce que les contaminants pourraient avoir un lien avec la détérioration de la condition et de l'état de santé des bélugas et des marsouins communs du Saint-Laurent?

Sofia Higgs¹, Émilie L. Couture², Stéphane Lair², Véronique Lesage³, Robert Michaud⁴, Hui Peng⁵, Maikel Rosabal¹, Jonathan Verreault¹

¹ Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec, Canada

² Université de Montréal, St. Hyacinthe, Québec, Canada

³ Pêches et Océans Canada, Mont-Joli, Québec, Canada

⁴ Groupe de recherche et d'éducation sur les mammifères marins, Tadoussac, Québec, Canada

⁵ University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada

Les mammifères marins de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent font face à plusieurs agents de stress anthropiques, incluant l'exposition à une diversité de contaminants organiques et d'éléments traces. Le béluga de l'estuaire du Saint-Laurent (ESL) est une population résidente considérée comme en voie de disparition qui possède d'importantes réserves en gras, tandis que le marsouin commun est un visiteur saisonnier de l'ESL désigné comme espèce préoccupante ayant un taux métabolique élevé (stockage minimal de gras). En 2022, les échouages estivaux de marsouins dans l'ESL ont bondi de 399% au-dessus de la moyenne, principalement en raison d'émaciation. Nous tentons de déterminer comment la charge de contaminants est liée à la condition corporelle, mesurée par un indice de masse mise à l'échelle (SMI), et à la mortalité de ces deux espèces de cétacés. Nous avons analysé une série de retardateurs de flamme (RF), de substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) et d'éléments traces dans 46 carcasses de bélugas et 25 carcasses de marsouins communs récupérées entre 2016 et 2024 dans l'ESL. Les résultats ont révélé que les carcasses de bélugas avaient des concentrations plus élevées en RF et en PFAS, tandis que celles des marsouins étaient dominées par les éléments traces. Le SMI des bélugas était négativement corrélé aux PFAS et au mercure total (THg). Chez les marsouins, un SMI plus faible était principalement lié à l'âge (veaux) et au THg. La mortalité par maladies infectieuses chez les marsouins était aussi associée à des niveaux élevés en THg. Chez les bélugas, les concentrations plus élevées de PFAS étaient liées à des complications pendant la gestation et la mise bas.

Mots clés : baleines, Saint-Laurent, condition corporelle, métabolisme énergétique, contaminants.

Évaluation *in vitro* de la neurotoxicité de résidus médicamenteux chez la seiche commune (*Sepia officinalis*)

Quentin VERTREZ¹, Salomé Brousseau¹ & Cécile Bellanger¹

1. Universités de Rennes et Caen-Normandie et CNRS, UMR 6552 CEEC (Centre d'Étude en Éthologie et Cognition), Luc-sur-Mer, France

Le système nerveux, seul ou en interaction avec le système endocrinien, régule les grandes fonctions physiologiques qui permettent aux animaux d'assurer leur survie et celle de leur espèce. Un des axes forts de l'écotoxicologie porte donc sur l'évaluation de la neurotoxicité des polluants sur la faune sauvage. Les céphalopodes sont les mollusques dont le système nerveux est le plus sophistiqué, ce qui leur confère des comportements et des capacités cognitives complexes. La seiche commune est l'espèce céphalopode la plus représentée en Manche. Les premiers stades de son développement se déroulent dans les eaux côtières donc susceptibles de subir une pression anthropique plus ou moins forte. Il est alors important de pouvoir évaluer l'effet des polluants retrouvés dans les eaux côtières (e.g. Baie de Seine) sur le développement du système nerveux de la seiche^{1,2}. Dans ce contexte, le projet MEDSENE (AESN) s'intéresse au potentiel neurotoxique des dix substances pharmaceutiques les plus fréquemment retrouvées dans les eaux de surface du bassin versant Seine-Normandie (période 2016-2019)⁴. Les contraintes liées à l'élevage des seiches, associées à des considérations éthiques, limitent les expérimentations d'exposition *in vivo* aux polluants et incitent au développement de tests *in vitro*. Cette étude s'intéresse au potentiel neurotoxique de ces médicaments sur des cultures primaires de cellules nerveuses de seiches². Pour ce faire, les cellules provenant du système nerveux central (lobes optiques) de seiches (stades péri-nataux) sont cultivées en présence de milieu de culture adapté supplémenté, ou non, en médicaments d'intérêt (individuellement ou un mélange de ces 10 molécules). Trois concentrations ont été utilisées pour chacune des substances basées sur leur concentration respective retrouvée dans les eaux de surface (concentration environnementale, CE) : CE, CEx10 et CEx100. La viabilité cellulaire est évaluée après 72h d'exposition à 18°C et normalisée par rapport à des cultures contrôles. La majorité des médicaments étudiés n'affectent pas significativement la viabilité des cellules nerveuses aux concentrations utilisées, à l'exception de ceux dont le mode d'action est connu pour agir sur le système nerveux (e.g. psychotropes) pour lesquels une réduction de la viabilité cellulaire a été observée.

Mots clés : résidus pharmaceutiques, neurotoxicité, céphalopodes, culture cellulaire primaire.

¹ Elagoz et al. 2024. <https://doi.org/10.1186/s13064-024-00186-2> ; ² Bidel F., 2015. Impact d'une pollution marine par des résidus psychotropes sur la maturation précoce du cerveau et des comportements chez la seiche. Physiologie, Biologie des Organismes et des Populations. Thèse de Doctorat, Université de Caen Normandie. 310 p. ³ Decker et Allonier, 2021, congrès Astee.

La planaire comme modèle aquatique pour détecter et caractériser les altérations du milieu

Caroline Vignet ¹, **Elsa Benoist Mathieu**^{1,2}, **Jean Michel Malgouyres**¹, **Lisa Jacquin**², **Séverine Jean**²

1 : INU Champollion, BTSB, Albi, France

2 : CRBE, UT, Toulouse, France

[Résumé en Arial 12. Environ 2000 caractères : **tout doit tenir dans 1 seule page maximum**]

Mots clés : planaires, SDHI, fongicides, comportement, régénération

Les inhibiteurs de la succinate deshydrogénase (SDHI) sont des fongicides mitotoxiques utilisés en agriculture qui interviennent directement en inhibant une enzyme-clé de la respiration cellulaire, empêchant la production d'énergie pour la cellule par les mitochondries. L'enzyme ciblée par les SDHI est la succinate deshydrogénase, une enzyme présente dans les mitochondries et très conservées chez tous les organismes eucaryotes. Cette particularité rend les SDHI dangereux et potentiellement toxiques pour l'ensemble des êtres vivants. La plupart de ces molécules se retrouvent ensuite dans l'environnement et une grande partie termine dans le compartiment aquatique où vivent de nombreux organismes non cibles incluant les planaires. Ces invertébrés aquatiques carnivores possèdent une forte capacité de régénération et sont sensibles aux polluants. Les planaires possèdent un système nerveux avec tous les éléments constitutifs de ceux des vertébrés supérieurs comme les neurones et les neurotransmetteurs. Elles peuvent aussi être utilisées comme bioindicateur de la santé des écosystèmes, et leur grande sensibilité aux substances bioactives est utilisée pour analyser la qualité et le niveau de pollution de l'eau. C'est par conséquent un outil important en cours de développement pour évaluer la santé des écosystèmes.

Nous avons analysé le comportement (locomotion, réponse au stress) et la régénération de l'espèce *Schmidtea mediterranea* pour évaluer les effets des 3 SDHI : le boscalid, le bixafen et le fluopyram. Nous avons pu observer une inhibition de la locomotion et des facteurs de comorbidité peu commun sur les planaires.

Table des matières

Proposition d'une stratégie de biosurveillance des cours d'eau du bassin Seine-Normandie, Allonier Anne-Sophie [et al.]	1
Effet comportemental d'un mélange d'antidépresseurs présents dans l'environnement chez le crabe vert <i>Carcinus maenas</i> , Ait Sahlia–Derridj Nina	2
e-Valve Chaîne valvométrique déployée en laboratoire : effets de lixiviats de pneumatiques chez <i>Mytilus edulis</i> projet construit à Ecobim Sousse 2025, Anquetin Julie [et al.]	3
Impact des microplastiques dopés au Phosphonocaprolactame sur les biomarqueurs Chez la palourde, Beyrem Hamouda	4
Vieillessement et toxicité des nouveaux revêtements antisalissures de bateau sans biocide, Boisserie-Gimenez Rémy [et al.]	7
Au-delà de la relation dose-réponse : ce que les approches multi-échelles et temporelles révèlent sur l'interprétation des biomarqueurs, Bain Manon [et al.]	8
Dysbiose intestinale et altérations métaboliques induites par les microplastiques chez le bar européen juvénile (<i>Dicentrarchus labrax</i>) : une approche multi-omique, Banni Mohamed	9
La Fondation evertéa : partager la connaissance et accélérer la recherche en Santé-Environnement en France et en Europe, Baudiffier Damien [et al.]	10
Contamination par les microplastiques et filtres UV dans les zones portuaires : approche comparative intercontinentale chez les moules, Ben Cheikh Yosra [et al.]	

al.]	12
Évaluation de l'impact de filtres UV organiques sur les écosystèmes estuariens et marins, Ben Cheikh Yosra [et al.]	13
Modélisation des capacités de liaison au récepteur sbGPER1 (<i>Dicentrarchus labrax</i>) dans une perspective écotoxicologique, Bruzzi Sami [et al.]	14
Impact des filtres UV sur les réponses immunitaires de la moule bleue, Bérard Justine [et al.]	15
Impact de l'exposition chronique aux polluants éternels (PFAS) sur le développement larvaire de <i>Palaemon serratus</i> , Caiano Dos Santos Enzo [et al.]	16
Comment mesurer l'efficacité, la dégradation et les risques environnementaux des nouveaux revêtements anti-salissures de bateau sans biocide ?, Cachot Jérôme	17
L'imagerie cellulaire pour l'écotoxicologie aquatique, Chamot Christophe [et al.]	18
Effets des nanoplastiques de différentes origines (industrielles, environnementaux et biosourcés) seuls ou combinés au bisphénol A (BPA) par voie trophique (<i>Isochrysis galbana</i>) sur l'huître américaine (<i>Crassostrea virginica</i>), Chartogne Léa [et al.]	19
Risque écotoxicologique et renaturation des zones intertidales par analyses moléculaires et physiologiques d'organismes sentinelles, Deleris Paul	20
Les microplastiques dans l'environnement marin du Sénégal : Impacts environnementaux et risques sanitaires, Diop Mamadou [et al.]	21
Impact d'un polluant émergent, le p-aminophénol, sur les traits d'histoire de vie d' <i>Artemia salina</i> , Dah Elkeitkatt Fayeza [et al.]	22
Réponses métaboliques au mercure chez la moule zébrée et le gardon exposés par voie trophique, à différentes températures, David Elise [et al.]	23

Profils biochimiques et stades de vie chez la moule zébrée en biosurveillance, De Vernisy Chloe [et al.]	24
Évaluation de la cardiotoxicité du cadmium au cours du développement embryonnaire chez un vertébré aquatique modèle : <i>Xenopus laevis</i> , Douchez Pélagic [et al.]	25
Impact du bisphénol S sur le développement précoce du xénope (<i>Xenopus laevis</i>), Douchez Pélagic [et al.]	26
L'impact des carburants alternatifs sur la moule bleue et le pétoncle géant lors d'un déversement en condition hivernale, Ducasse Carolanne [et al.]	27
Développement d'une méthode d'analyse intégrative de données transcriptomiques temps-dose-réponse, Franklin Ellis [et al.]	28
Effets des rayonnements ionisants sur les planaires, Gagnaire Béatrice [et al.]	29
Les réponses écotoxicologiques de <i>Daphnia dubia</i> à la contamination métallique des lacs de la région de Rouyn-Noranda., Gabrielle Boudreault [et al.]	30
Developpement d'un bioessai basé sur le taux d'alimentation de la crevette <i>Palaemon serratus</i> : Définition d'un cadre expérimental et application, Gourand Julien [et al.]	31
Utilisation du taux d'alimentation in situ de <i>Palaemon serratus</i> comme bioessai pour l'évaluation de la qualité des milieux marins, Gourand Julien [et al.]	33
Réponses de l'holobionte de <i>Mytilus edulis</i> à un stimulus bactérien, Guilloton Corentine [et al.]	35
Effets subchroniques des PFAS en mélange chez <i>Mytilus</i> spp., Guinle Colleen [et al.]	36
Analyse multi-omiques des effets d'une exposition chronique à l'éthinylestradiol à concentration environnementale chez le rivulus des mangroves, Guirandy Noémie [et al.]	37

Contamination des milieux naturels par la chloredecone : suivis à long terme dans le cadre de l'observatoire OPALE, Halm Lemeille Marie Pierre [et al.]	38
Évolution temporelle de la bioaccumulation en métaux traces et de leurs interactions dans le foie de veaux de bélugas (<i>Delphinapterus leucas</i>) de l'estuaire du Saint-Laurent, Canada, Houle Maylie [et al.]	40
Dépression environnementale : Antidépresseurs et perturbation neuro-endocrinienne chez le crabe vert, Houédé Marie [et al.]	41
Effets neurodéveloppementaux de la bifenthrine après une exposition précoce chez le <i>Nothobranchius furzeri</i> : couplage entre phénotypes comportementaux et des biomarqueurs cérébraux, Hétru Julie [et al.]	42
Développement d'un nouveau bioessai chronique larvaire chez la crevette marine sauvage <i>Palaemon serratus</i> : prise en compte de la variabilité inter-femelles et des réponses dose-réponse non monotones, Jeanne Jason [et al.]	43
Nouveau biotest avec <i>Gammarus fossarum</i> pour l'évaluation de la qualité des sédiments d'eau douce, Luc-Rey Cécile [et al.]	44
Un modèle de culture cellulaire primaire de la palourde japonaise <i>Ruditapes philippinarum</i> : étude de l'effet du cadmium sur les paramètres hémocytaires, Le Noc Morgane [et al.]	45
Effets d'un filtre UltraViolet, le Benzophénone-3 sur le métabolisme hépatique du bar européen (<i>Dicentrarchus labrax</i>), Lefèvre Manon [et al.]	46
Effets combinés du méthylmercure et de la température chez <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> , Loisy Robin [et al.]	47
Adaptations locales des populations de crevettes aux environnements contaminés le long de la côte Atlantique, Lutier Mathieu [et al.]	48
Points de bascule dans le lipidome du zooplancton Arctique exposé aux changements globaux pendant l'hiver polaire, Lutier Mathieu [et al.]	49
La biosurveillance : vers une surveillance plus nuancée de la qualité chimique des eaux littorales, Messineo Lou [et al.]	50

Tendances spatiotemporelles d'éléments traces et signatures isotopiques du mercure chez le phoque annelé (<i>Pusa hispida</i>) de l'Arctique canadien, Marois Arnaud [et al.]	51
Impact du stress thermique sur le microbiote de la moule bleue et sa réponse à <i>Vibrio splendidus</i> , Mourgues Jade [et al.]	52
La Seine passe à la loupe : nouvelles données sur les micro-et nanoplastiques dans l'estuaire., Mouth Céleste [et al.]	53
Suivi à long terme des crevettes grises (<i>Crangon crangon</i>) de l'estuaire de la Seine : évolution spatio-temporelle de l'abondance, de la biomasse et de la structure en taille, Neven Carolin Julie [et al.]	54
Impacts sanitaires du mercure chez les orpailleurs des régions du Sud-Est du Sénégal, Nguer Cheikh Momar	55
Essai de toxicité aiguë chez le médaka marin (<i>Oryzias melastigma</i>) : adaptation et optimisation du protocole, Nos David [et al.]	56
Comparaison de la bioaccumulation du mercure inorganique et du méthylmercure chez la moule bleue (<i>Mytilus edulis</i>) exposée par voie dissoute et trophique, Pavez Castro Javiera [et al.]	57
Le potentiel informatif des approches non ciblées en dose-réponse est-il sous-estimé ?, Prud'homme Sophie [et al.]	58
TOP modèle, chercher le code, Rioult Damien [et al.]	59
Réponses larvaires au réchauffement et au cuivre chez une crevette estuarienne: Une référence pour des comparaisons latitudinales, Rodríguez Ruiz Ángela [et al.]	60
Exposition précoce aux contaminants chez l'huître <i>Magallana gigas</i> : conséquences sur son microbiome et sa réponse à une infection virale, Roger Maëllann [et al.]	63
Effets chronique des microplastiques biodégradables sur la physiologie du médaka (<i>Oryzias melastigma</i>), Rosselle Hugues [et al.]	64

Bioaccumulation du mercure, réponses moléculaires et individuelles chez <i>Dreissena polymorpha</i> dans deux rivières françaises aux sources de contamination contrastées, Seguin Clarisse [et al.]	65
Modulation chimique de la motilité des hémocytes de <i>Mytilus edulis</i> en dispositif microfluidique, Severino Suzie [et al.]	66
Les horloges épigénétiques comme outils en écotoxicologie aquatique : du rivulus des mangroves au béluga du Saint-Laurent, Silvestre Frédéric [et al.]	67
Déploiement du test DLES pour la détection de perturbateurs endocriniens à activité estrogénique en Normandie, Slaby Sylvain [et al.]	68
Effets du changement climatique et de l'éthinylestradiol sur la croissance et le transcriptome de l'épinoche à trois épines (<i>Gasterosteus aculeatus</i>), Thiry Simon [et al.]	69
Etude de l'influence de l'oxydation de surface et des additifs sur le potentiel écotoxicologique de nanoplastiques chez la daphnie, Turret Antoine [et al.]	70
Evaluation des effets de résidus médicamenteux sur <i>Sepia officinalis</i> : approche écotoxicologique et neurocomportementale, Vertrez Quentin [et al.]	71
Est-ce que les contaminants pourraient avoir un lien avec la détérioration de la condition et de l'état de santé des bélugas et des marsouins communs du Saint-Laurent?, Verreault Jonathan [et al.]	73
Évaluation in vitro de la neurotoxicité de résidus médicamenteux chez la seiche commune (<i>Sepia officinalis</i>), Vertrez Quentin [et al.]	74
La planaire comme modèle aquatique pour détecter et caractériser les altérations du milieu, Vignet Caroline [et al.]	75
Liste des auteurs	76

Liste des auteurs

- Abadie Eric, 38, 39
Achour Lotfi, 22
Acket Sébastien, 47
Agostini Simon, 23
Ait Sahlia–Derridj Nina, 2
Akcha Farida, 63
Allonier Anne-Sophie, 1
Allonier-Fernandes Anne-Sophie, 14, 68
Amara Rachid, 3, 21
Aminot Yann, 36
Anquetin Julie, 3
AraÚjo Cristiano V.m., 60–62
Armengaud Jean, 65
Aroua Salima, 46
Augeraud-Veron Emmanuelle, 7
Aznan Aimi Athirah, 12
- Bado-Nilles Anne, 69
Bain Manon, 8
Banni Mohamed, 9
Baratange Clément, 36
Bardor* Muriel, 18
Barjhoux Iris, 59
Barka Sabria, 22
Barrett Rowan, 30
Baudiffier Damien, 10, 11
Baudrimont Magalie, 19
Baudry Julien, 3
Bedford Louis-Philippe, 30
Bellanger Cécile, 41, 71, 72, 74
Ben Cheikh Yosra, 12, 13, 15, 18, 35, 46, 52
Ben Naceur Hachem, 22
Benoist Mathieu Elsa, 75
Bernard Sophie, 18
Bertrand Samuel, 36
Bertucci Anthony, 63
Beugnon Aymeric, 38, 39
Beyrem Hamouda, 4–6
Billoir Elise, 16, 28, 43, 69
Boisserie-Gimenez Rémy, 7
Bonnard Isabelle, 23, 65
Bonnet Matthieu, 33, 34
Borgå Katrine, 49
Bossard Evan, 65
- Bouchart Valérie, 16, 43
Boulangé-Lecomte Céline, 16, 18, 31–34, 43
Brousseau Salomé, 71, 72, 74
Bruzzi Sami, 14
Budzinski Hélène, 44
Bégout Marie-Laure, 56
Bélik Justine, 67
Bénard Magalie, 18
Bérard Justine, 15
- Cachot Jérôme, 7, 17
Caiano Dos Santos Enzo, 16
Caillard Claire, 8, 24
Cailliau-Maggio Katia, 25, 26
Camilleri Virginie, 29
Cardinal Sébastien, 66
Chamot Christophe, 18
Chan Philippe, 18
Charlier Jean-Baptiste, 38, 39
Chartogne Léa, 19
Chaumot Arnaud, 48
Chuan Lee Chang, 12
Cognie Bruno, 36
Coma Véronique, 19
Cosio Claudia, 23, 47, 57, 65
Coulaud Romain, 16, 31–34, 43, 48, 54
Cousin Xavier, 56, 64
Couteau Jérôme, 68
- Dah Elkeitekatt Fayeza, 22
Danger Michaël, 43
Darmaillacq Anne-Sophie, 71, 72
David Elise, 23
Davranche Mélanie, 53
De Carvalho-Souza Gustavo F., 60–62
De Vernisy Chloe, 24
De Vernisy Chloé, 8
Debier Cathy, 42
Debourge-Geffard Odile, 43
Decencièrre Beatriz, 23
Delahaut Laurence, 23, 65
Delaunay Delphine, 10, 11
Deleris Paul, 20
Delignette-Muller Marie Laure, 16, 28, 43

Delignette-Muller Marie-Laure, 58
 Derry Alison, 30
 Devin Simon, 8, 24
 Diop Mamadou, 21
 Diop Matar, 21
 Diouara Abou Abdallah Malick, 21
 Douchez Pélagie, 25, 26
 Dreyer Pauline, 10, 11
 Dromard Charlotte, 38, 39
 Ducasse Carolanne, 27
 Duffot Aurélie, 14, 16, 31–34, 43, 68
 Duhamel Sylvain, 54
 Dupuy Sévérine Jean, 75
 Dégremont Lionel, 63
 Déléris Paul, 36

 Edwards Bethanie, 49
 Elise Billoir, 58
 Erraud Alexandre, 54
 Even Yasmine, 45

 Felten Vincent, 28, 43
 Ferguson Steve, 51
 Ferrari Benoit J.d., 44
 Fliniaux Ingrid, 25, 26
 Florence Bultelle, 46
 Fodil Nour El Houda, 3
 Font Mélissa, 56
 Forget-Leray Joëlle, 12, 13, 53
 Franklin Ellis, 28, 58

 Gabrielle Boudreault, 30
 Gagnaire Béatrice, 29
 Gai Xiaoyu, 12
 Gaillet Véronique, 23
 Galas Ludovic, 18
 Garrigue-Antar Laure, 70
 Gastaldi Emmanuelle, 64
 Geffard Olivier, 44
 Giraud Maeva, 13
 Giusti Petrucciani Nathalie, 13, 35
 Giusti-Petrucciani Nathalie, 12, 15, 53
 Goncalves Valérie, 8
 Gonzalez-Ortegon Enrique, 60–62
 Gourand Julien, 16, 31–34, 43
 Grassl Bruno, 70
 Grau Etienne, 19
 Greuet Paul, 64
 Grosso Olivier, 65
 Guilloton Corentine, 12, 18, 35
 Guinle Colleen, 36
 Guirandy Noémie, 37, 67

 Guisti Nathalie, 18

 Halm Lemeille Marie Pierre, 38, 39
 Hanin Camille, 54
 Heimbürger-Boavida Lars-Eric, 65
 Higgs Sofia, 73
 Houde Magali, 51
 Houle Maylie, 40
 Houédé Marie, 41
 Hucher Nicolas, 31, 32, 46
 Hwang Jiwoon, 49
 Hétru Julie, 42

 Jacquin Lisa, 75
 Jeanne Jason, 16, 31–34, 43
 Jestin Emmanuel, 50
 Johann Sarah, 56
 Jozet-Alves Christelle, 71, 72
 Jubeaux Guillaume, 31, 32, 44

 Knigge Thomas, 41

 L. Couture Émilie, 73
 Lair Stéphane, 73
 Lambert Christophe, 45
 Lambert Jérôme, 37
 Laurent Manon, 41
 Le Bihan Marie-Lou, 23
 Le Bris Nathalie, 65
 Le Foll Frank, 3, 18, 35, 52, 57, 59, 66
 Le Noc Morgane, 45
 Lecomte Sophie, 7
 Lefèvre Manon, 46
 Lemaître Vincent, 18
 Lemiere Sebastien, 25, 26
 Lemoine Coralie, 26
 Lesage Véronique, 40, 73
 Li Wenlong, 12
 Li Xiaolin, 12
 Liu Huatai, 12
 Liu Shuai, 12
 Loisy Robin, 47
 Loizeau Véronique, 46
 Luc-Rey Cécile, 44
 Lutier Mathieu, 48, 49

 Madec Stéphanie, 45
 Maillet Géraldine, 68
 Malgouyres Jean-Michel, 29, 75
 Marchand Laurine, 50
 Marie Benjamin, 64
 Marin Matthieu, 25, 26
 Marois Arnaud, 51

Martoriati Alain, 25, 26
 Mathiron Anthony, 31, 32
 Mathiron Anthony G.e., 44
 Maurouard Elise, 63
 Mbaye Mame Ndew, 21
 Mbengue Malick, 21
 Mercier-Bonin Muriel, 64
 Messineo Lou, 50
 Michaud Robert, 73
 Minier Christophe, 46
 Monsinjon Tiphaine, 14, 41, 68
 Morga Benjamin, 63
 Mossion Aurélie, 36
 Mourgues Jade, 15, 52
 Mouth Céleste, 53
 Muir Derek C. G., 51

 Neven Carolin Julie, 54
 Nguer Cheikh Momar, 21, 55
 Nos David, 56

 Ohanessian Jérémie, 28
 Olivier Damien, 3
 Olivier Stéphanie, 41, 46

 Page Melissa, 42
 Pain-Devin Sandrine, 8, 24
 Pattier Maxime, 53
 Pavez Castro Javiera, 57
 Peignot Quentin, 18
 Peng Hui, 73
 Pereira-Ramos Luc, 1
 Perino Brianna, 67
 Petrova Mariia, 65
 Pfefferle Jakob, 56
 Pierron Fabien, 37
 Pineau Maxime, 42
 Poirier Laurence, 36
 Poret Agnès, 16, 31–34, 43, 46, 59
 Prud'homme Sophie, 28, 58, 69
 Puech Aurélie, 1

 Ragueneau Greyson, 70
 Reinardy Helena, 49
 Renault David, 65
 Reynaud Stéphanie, 70
 Richard Antoine, 38, 39
 Rioult Damien, 59, 65
 Robert Didier, 70
 Robert Jean-Baptiste, 37
 Rocher Béatrice, 46
 RodrÍguez Ruiz Ángela, 60–62
 Roger Maëlann, 63

 Ropitiaux Marc, 18
 Rosabal Maikel, 30, 40, 51, 73
 Rosselle Hugues, 56, 64
 Ruelland Eric, 47

 S. Langlois Valerie, 19
 Sandre Olivier, 19
 Sarraza Manuel, 50
 Schapman Damien, 18
 Seck Serigne Mbacké, 21
 Seguin Clarisse, 65
 Senghor Assane, 21
 Severino Suzie, 66
 Siberchicot Aurélie, 43
 Silvestre Frédéric, 37, 42, 67
 Slaby Sylvain, 14, 68
 Sohm Bénédicte, 69
 Soloperto Sofia, 46
 St-Louis Richard, 27, 40, 66
 Stien Didier, 13
 Søreide Janne, 49

 Takeda-Uchimura Yoshiko, 25, 26
 Teletchea Fabrice, 69
 Terescenco Daria, 31, 32
 Thiam Fatou, 21
 Thibault Romain, 67
 Thiry Simon, 28, 69
 Thomsen Nele, 49
 Thouard Ondine, 47
 Thouvenot Emmanuelle, 41
 Théry Jérémy, 3
 Ting Sam Sung, 12
 To Tuan Anh, 19
 Tourbiez Delphine, 63
 Tourret Antoine, 70
 Tremblay Réjean, 66
 Troncin Fanny, 63
 Trémolet Gauthier, 3, 31, 32, 35
 Turiès Cyril, 69

 Vallejo SÁnchez-MovellÁn RaÚl, 60–62
 Van Dinh Khuong, 49
 Vandenbulcke Franck, 25, 26
 Veclin Cloé, 70
 Verreault Jonathan, 73
 Vertrez Quentin, 71, 72, 74
 Vignet Caroline, 29, 75
 Visaliyil Hiba Jasmin, 36

 Wang Xinhong, 12
 Widory David, 51
 Wielgosz Collin GaËtane, 36

Winkler Gesche, 53

Xuereb Benoit, 16, 31–34, 43, 48, 54

Yuan Yichen, 12

Zalouk-Vergnoux Aurore, 36

Zhe Lu, 3