

Livrable L2.7.

Synthèse sur l'évaluation des impacts sur les différents sites ateliers en matière de biodiversité et de bioaccumulation

Compartiment biote

Morandeu G., Caill-Milly N., Mille T., Soulier L., Huguenin L., de Casamajor M.-N., Milon E., d'Elbée J., Castège I., Monperrus M., Bolliet V., Goni M.-S., Lalanne Y., Ezan M., Gueux A., Deborde J., Miossec C., Guyoneaud R., Azaroff A., Lissardy M., Gassie C.

Avril 2020

Partenaires



Financeurs



UNION EUROPÉENNE
Fonds européen de développement régional



AGENCE DE L'EAU
ADOUR-GARONNE
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

« Le Programme de Recherche MICROPOLIT « état et évolution de la qualité du milieu littoral Sud Aquitain » est cofinancé par l'Union Européenne avec le Fonds Européen de Développement Régional et par l'Agence de l'eau Adour-Garonne »





Ce document a vocation de synthétiser pour chaque biote les sites concernés, les molécules recherchées et les principaux résultats obtenus. Chaque fiche est indépendante. Pour de plus amples détails, se reporter aux publications ou aux autres livrables (dont celui sur les protocoles de collecte, mesures, préparation et stockage des échantillons biologiques en vue de leurs analyses chimiques). Un bilan synthétique des productions pour ce volet biote est présenté en fin de document.

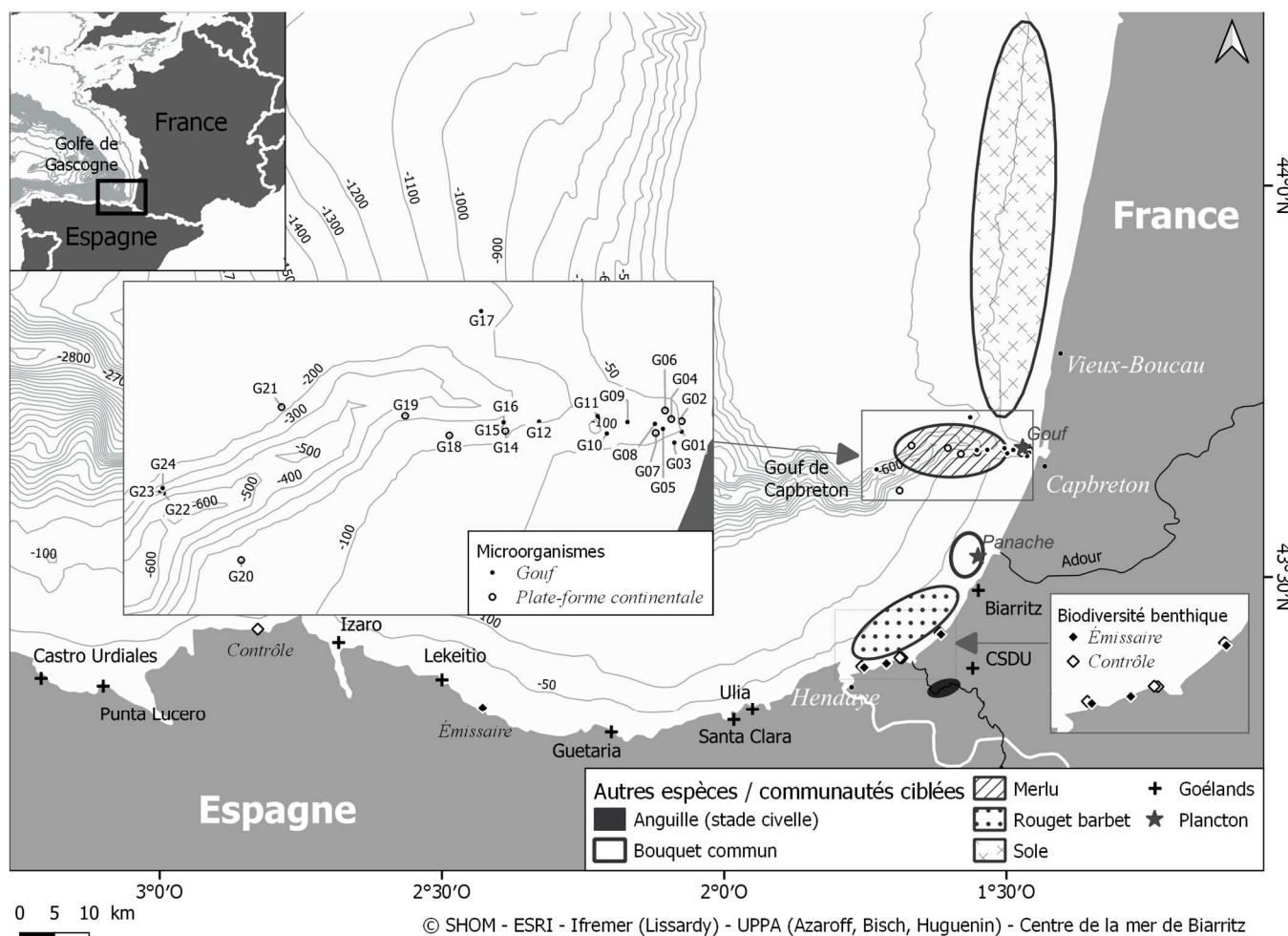
Échantillons biologiques considérés :

- I. Espèces commerciales (poissons et crevettes avec parasites dans le cas du merlu)
- II. Espèce amphihaline (anguille européenne)
- III. Zooplancton
- IV. Goéland leucophée
- V. Taxons biodiversité benthique
- VI. Microorganismes procaryotes





Carte présentant les différents sites ateliers





Espèces

Mullus surmuletus (Rouget barbet de roche-MUR-) / *Merluccius merluccius* (Merlu d'Europe-HKE-) / *Solea solea* (Sole commune-SOL-) / *Palaemon serratus* (Bouquet-CPR-) et *Anisakis* sp (parasite du merlu)

Site(s) atelier(s) concerné(s)

Côte basque rocheuse

Côte landaise

Adour et son panache

Gouf de Capbreton

Molécules recherchées par espèce et par tissu/organe [muscle (M), foie (F), gonade (G), pool d'individus (P) pour *Anisakis*]

Espèces	Éléments Traces Métalliques (ETM)	Hg	Musks	Filtres- UV chimiques	Pharmaceutiques	HAP	PCB	Pesticides
MUR	M	M/F/G	M	M	M	M	M	M
HKE	M	M/F/G	M	M	M	M	M	M
SOL	M	M/F/G	M	M	M	M	M	M
CPR	M	M	M	M	M	M	M	M
<i>Anisakis</i> sp		P	P	P		P	P	P

Stockage des résultats de concentrations en micropolluants dans la base de données (livrable L2.5) avec clé de sélection d'entrée : date/espèce/sexe/type de tissu/organe (exemple : 190619MUR.M.MU 01.04 pour le rouget)

Bddmicropolluants.xls onglet Espèces commerciales

Questions traitées

- Niveau de contamination chez plusieurs espèces d'intérêt commercial en Région Aquitaine : contaminants réglementés et émergents.
Article : Miossec et al., 2020 ; Mille et al., en cours
- Concentration et distribution du méthylmercure et du mercure inorganique dans 3 organes chez 3 espèces de poissons.
Rapport : Bish, 2018
Article : Mille et al., soumis
- Niveau de contamination entre un hôte (merlu) et son parasite (*Anisakis* sp) avec, au préalable, un bilan des connaissances actuelles sur l'anisakiase.
Rapport : Soulier, 2018
Article : Mille et al., 2020 - sous presse

4. Mesure des teneurs en lipide dans différents tissus de poissons [la concentration en lipide pouvant potentiellement expliquer la distribution des contaminants dans les organes en fonction de l'affinité des contaminants pour ces derniers (lipophiles ou non)].

Rapport : Hardy, 2019

Résultats marquants

- Pour les espèces étudiées, toutes les concentrations en polluants réglementés par la DCSMM sont inférieures aux seuils définis pour les descripteurs 8 et 9 de la DCSMM sauf pour quatre merlus.
Hg < 0.5 mg/kg poids frais poissons et crustacés sauf *Mullus sp* et Anguille < 1.0 mg/kg poids frais pour (CE 1881/2006)

Concentration maximale mesurée : merlu 0.66 mg/kg poids frais

Pb < 0.3 mg/kg poids frais pour les poissons et 0.5 mg/kg poids frais pour les crustacés (CE 1881/2006)

Concentration maximale mesurée : merlu 0.48 mg/kg poids frais

Cd < 0.05 mg/kg poids frais pour les poissons et 0.5 mg/kg poids frais pour les crustacés (CE 1881/2006)

Concentration maximale mesurée : crevette 0.0082 mg/kg poids frais

Fluoranthene < 30 µg/kg poids frais (Directive 2013/39/UE) → <LOQ dans les muscles des échantillons
Benzo[a]pyrene < 5 µg/kg poids frais (Directive 2013/39/UE) → <LOQ dans les muscles des échantillons

- Sur les 18 ETM analysés, 16 ont été retrouvés dans les muscles des espèces étudiées (Th et U non retrouvés). Les concentrations les plus élevées en Ag, As, Cd, Cu, Mo, Sr et Zn sont mesurées dans les crevettes. Cela résulte d'une plus forte bioaccumulation pour ces métaux et du métabolisme (Cu) ; ces résultats coïncident avec la littérature.

- Pour les pharmaceutiques, seule la caféine est détectée dans les muscles chez toutes les espèces étudiées avec une importante occurrence.

- Sur les 12 congénères de PCB analysés, 7 ont été retrouvés dans les muscles des espèces étudiées. Les profils de contamination en PCB diffèrent selon les espèces :

- Poissons VS Crevettes → concentrations plus élevées en congénères hexa et heptachlorés chez les poissons alors que chez les crevettes s'ajoutent les congénères 118 (pentachloré).

- Poissons : Sole < Merlu = Rouget

- Pour le mercure et plus spécifiquement le MeHg (forme toxique) :

Zooplancton < crevette < Sole = Merlu = Rouget barbet → Forte influence de la position trophique.

Pour les poissons d'un même niveau trophique, hypothèse d'une influence de l'habitat et du régime alimentaire.

Distribution variant en fonction des organes : Muscle et Foie > Gonades → Caractéristiques biochimiques et différentes stratégies de détoxification du MeHg.

- Lien contamination et parasitisme

Une concomitance est observée entre le taux de mercure et le nombre de parasites (plus le poisson est contaminé en mercure, plus le nombre de parasites dénombrés dans le poisson est grand).

Une plus forte concentration en PCB est mesurée chez le parasite (*Anisakis sp*) alors que le merlu est supposé être un hôte paraténique (sans échanges entre les deux espèces).

Questions soulevées/manques identifiés

Développer une approche transversale sur la contamination au sein de la chaîne trophique étudiée en s'appuyant sur les résultats des différentes analyses et en lien avec les attentes de la DCSMM pour les descripteurs 4, 8 et 9.

Vérifier l'hypothèse d'une diminution du système immunitaire et par voie de conséquence une moindre résistance au parasitisme pour le merlu si la teneur en mercure est importante (élargir l'échantillonnage à des classes de taille plus étendues)

Vérifier l'hypothèse d'un échange (acide gras et PCB) entre l'hôte (merlu) et son parasite (*Anisakis* sp) au moment de l'enkystement.

Collecter des espèces à plusieurs niveaux trophiques (les proies du merlu comme le chinchard commun, le merlan bleu, les euphausiacés, mais aussi des prédateurs supérieurs comme les dauphins...) pour mesurer par les analyses chimiques, les niveaux de contaminants (PCB et mercure) et leur accumulation/amplification dans le réseau trophique.

Publication 1 (acceptée dans Food Chemistry en 2020)

Simultaneous determination of 42 pharmaceuticals in seafood samples by solvent extraction coupled to liquid chromatography–tandem mass spectrometry

Miossec C.¹, Mille T.¹, Lancelleur L.¹, Monperrus M.¹

Food Chemistry, 322, 126765. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126765>

¹ Institut des sciences analytiques et physico-chimique pour l'environnement et les matériaux - MIRA, CNRS/univ. Pau & Pays Adour, Anglet, France

Résumé

Une méthode analytique efficace et sensible basée sur la chromatographie en phase liquide – spectrométrie de masse en tandem (LC – MS / MS) a été développée et validée pour la détermination simultanée de 42 résidus pharmaceutiques appartenant à différentes classes thérapeutiques (antibiotiques, analgésiques, anti-inflammatoires, agents cardiovasculaires, anxiolytiques et indicateurs humains) dans des échantillons de produits de la mer. La préparation d'échantillons très simple comprenait l'extraction des composés d'intérêt avec du méthanol acidifié, la concentration par évaporation et la filtration de l'extrait final avant l'analyse LC – MS / MS. Les performances analytiques ont été évaluées dans les muscles d'espèces commerciales (merlu, rouget barbet, sole et crevettes) et ont montré de bons rendements d'extraction aux deux niveaux de concentration testés, avec des coefficients de variation inférieurs à 45%. Les limites de quantification variaient de 0,1 à 40,2 ng/g. Cette procédure a été appliquée avec succès à la détermination des molécules cibles dans des poissons provenant du golfe de Gascogne (sud de la France) et 4 de ces 42 résidus pharmaceutiques ont été détectés à des niveaux en ng/g bas, suggérant une contamination très limitée.

Abstract

An efficient and sensitive analytical method based on liquid chromatography–tandem mass spectrometry (LC–MS/MS) has been developed and validated for the simultaneous determination of 42 pharmaceuticals belonging to different therapeutic classes (i.e. antibiotics, analgesics, anti-inflammatories, cardiovascular agents, anxiolytics and human indicators) in seafood samples. The very simple sample preparation included analytes extraction with acidified methanol, concentration by evaporation and filtration of the final extract prior to LC–MS/MS analysis. Analytical performances were evaluated in muscles of four commercial species (hake, red mullet, sole and shrimp) and showed good recoveries at two spiked concentration levels, with relative standard deviations below 45%. Limits of quantification ranged from 0.1 to 40.2 ng/g. This procedure has been successfully applied to the determination of the target analytes in seafood collected from the Bay of Biscay (Southern France) and 4 of these 42 pharmaceuticals were detected at low ng/g levels, suggesting a very limited contamination.

Publication 2 (soumise à Marine Pollution Bulletin)

Distribution of mercury species in different tissues and trophic levels of commonly consumed fish species from the south Bay of Biscay (France)

Mille T.¹, Bisch A.¹, Caill-Milly N.², Cresson P.³, Deborde J.⁴, Gueux A.⁴, Morandeau G.², Monperrus M.¹

¹ Institut des sciences analytiques et physico-chimique pour l'environnement et les matériaux - MIRA, CNRS/ univ. Pau & Pays Adour, Anglet, France

² Ifremer, Laboratoire Environnement Ressources d'Arcachon - FED 4155 MIRA, 64600 Anglet, France

³ Ifremer, Laboratoire Ressources Halieutiques de Boulogne, 150 quai Gambetta, 62200 Boulogne sur Mer, France

⁴ Ifremer, Laboratoire Environnement et Ressources des Pertuis Charentais (LERPC), BP133, 17390 La Tremblade, France

Résumé

Les concentrations de mercure total (THg), de méthylmercure (MHg) et de mercure inorganique (IHg) ont été évaluées et comparées dans différents organes et tissus (foie, muscle et gonades) pour trois espèces de poissons courantes (merlu, rouget et sole) sur le plateau continental des côtes françaises d'Aquitaine. Les résultats ont montré une distribution spécifique à l'espèce des espèces de mercure, ce qui suggère que l'habitat d'alimentation et les stratégies de détoxification du MHg par les poissons étaient des facteurs biotiques importants, qui ont influencé la teneur en espèces de mercure dans les poissons. De plus, le transfert de MHg dans le réseau trophique a été accentué par une augmentation des concentrations de MHg dans les muscles de plusieurs taxons, y compris les poissons et les crustacés, avec la signature isotopique stable à l'azote comme indicateur de niveau trophique mesuré dans le muscle.

Abstract

Mercury (Hg) is a contaminant of global concern in marine ecosystems, notably due to its ability to accumulate and concentrate in food webs. Concentrations of total mercury (THg), methylmercury (MeHg) and inorganic mercury (IHg) were assessed and compared in different tissues (liver, muscle, and gonads) of three common fish species (hake, red mullet, and sole) from the continental shelf from the southern part of the Bay of Biscay. Several studies investigated Hg concentration in fish muscle, but few assessed concentrations in other organs, despite the importance of such data to understand contaminant organotropism and metabolism. Results showed that trophic position and feeding habitat are required to understand the variability of Hg concentration in muscle between fish species. In addition, high MeHg/THg ratio in muscle could be explained by the predatory behavior of the studied fish species and the biomagnification of this Hg species within the food web, MeHg. Despite differences between species, Hg concentration was always higher in muscle and liver. These results can be related to physiological processes especially the MeHg detoxification strategies.

Publication 3 (en révision chez Environmental Pollution)

Differential micropollutants bioaccumulation in European hake and their parasites *Anisakis* sp.

Mille T.¹, Soulier L.⁴, Caill-Milly N.², Cresson P.³, Morandea G.², Monperrus M.¹

¹ Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, CNRS, IPREM, Anglet, France

² Ifremer, Laboratoire Environnement Ressources d'Arcachon, 64600 Anglet, France

³ Ifremer, Centre Manche Mer du Nord, Laboratoire Ressources Halieutiques Manche Mer du Nord, 150 quai Gambetta, 62200 Boulogne sur Mer, France

⁴ Institut des milieux aquatiques, 1 Rue Donzac, 64100 Bayonne, France

Résumé

Les organismes sont exposés à divers facteurs de stress, notamment les parasites et les micropolluants, et leur effet combiné est difficile à prévoir. Cette étude a évalué la relation trophique, la bioaccumulation des micropolluants et le degré d'infection dans un couple hôte-parasite. Des signatures isotopiques stables de carbone et d'azote ont été déterminées dans le muscle de merlu (*Merluccius merluccius*) et chez son parasite (*Anisakis* sp.) récoltées dans le sud du golfe de Gascogne. La concentration des micropolluants prioritaires (espèces de mercure et congénères biphenyles polychlorés) et émergents (muscs et écrans solaires) a également été mesurée pour le parasite et son hôte, afin de détecter un transfert potentiel de contaminants entre les deux espèces. Les résultats ont montré une interaction trophique partielle entre le parasite et son hôte, au cours du processus d'enkystement dans la cavité ventrale du merlu par les *Anisakis* sp. Le transfert de PCB entre les deux espèces peut résulter de l'absorption de lipides par les parasites, alors qu'aucune relation ne s'est produite pour les deux autres contaminants. Enfin, une corrélation positive a été trouvée entre le nombre d'*Anisakis* sp. et la contamination en méthylmercure pour le merlu, soulignant l'hypothèse que le niveau de contamination en méthylmercure peut affaiblir suffisamment le système immunitaire de l'hôte pour affecter le degré d'infection parasitaire.

Abstract

Organisms are exposed to various stressors including parasites and micropollutants. Their combined effects are hard to predict. This study assessed the trophic relationship, micropollutants bioaccumulation and infection degree in a host-parasite couple. Carbon and nitrogen isotopic ratios were determined in hake *Merluccius merluccius* muscle and in its parasite *Anisakis* sp. Concentrations of both priority (mercury species and polychlorinated biphenyls congeners) and emerging (musks and sunscreens) micropollutants were also measured for the parasite and its host, to detect potential transfer of contaminants between the two species. The results showed partial trophic interaction between the parasite and its host, in accordance with the *Anisakis* sp. life encysted in hake viscera cavity. PCB transfer between the two species may result from some lipids uptake by the parasite, while no relation occurred for the two other contaminants. Finally, a positive correlation was found between the number of *Anisakis* sp. larvae and the methylmercury contamination for hake, emphasizing the assumption that the contamination level in methylmercury can weaken immune system of the host enough to affect parasite infection degree.

Publication 4 (en préparation)

Metal and organic contaminants in muscle of several commercial marine species from SE Bay of Biscay (France)

Mille T.¹, Miossec C.¹, Bolliet V.², Caill-Milly N.³, Cresson P.⁴, Morandeau G.³, Monperrus M.¹

¹ Institut des sciences analytiques et physico-chimique pour l'environnement et les matériaux - MIRA, CNRS/ univ. Pau & Pays Adour, Anglet, France

² INRA, UMR 1224 Ecobiop, Pôle d'Hydrobiologie, Quartier Ibarron, 64310, Saint Pée sur Nivelle, France

³ Ifremer, Laboratoire Environnement Ressources d'Arcachon - FED 4155 MIRA, 64600 Anglet, France

⁴ Ifremer, Laboratoire Ressources Halieutiques de Boulogne, 150 quai Gambetta, 62200 Boulogne sur Mer, France

Résumé

Des concentrations de 84 contaminants, dont plusieurs classes chimiques mais également prioritaires et émergentes, ont été mesurées dans le muscle de 4 espèces de poissons marins (*Anguilla Anguilla*, *Merluccius merluccius*, *Mullus surmuletus* and *Solea solea*) et un crustacé (*Palaemon serratus*) du sud-ouest du golfe de Gascogne (océan Atlantique). Les niveaux sont comparés aux seuils réglementaires et à la littérature.

Abstract

Concentrations of 84 contaminants, including several chemical class but also priority and emerging were measured in the muscle of 4 marine fish species (*Anguilla Anguilla*, *Merluccius merluccius*, *Mullus surmuletus* and *Solea solea*) and one crustacean (*Palaemon serratus*) from the South Western of Bay of Biscay (Atlantic Ocean). Levels are compared to regulatory thresholds and to litterature.

Rapport 1

Mercury species distribution in organisms from the southern Aquitaine coastline: levels and organotropism

Bisch Amaëlle

Master 2 DYNEA effectué du 01/03/2019 au 01/07/2019

Au sein du Laboratoire IPREM sous la direction de Mathilde Monperrus

Résumé

Les concentrations en mercure total (THg) et en méthylmercure (MMHg) ont été mesurées dans le muscle, le foie et les gonades de trois espèces de poissons (*Merluccius merluccius*, *Mullus surmuletus* et *Solea solea*) du littoral sud Aquitain afin de déterminer la distribution des différentes espèces de mercure au sein des organismes. L'étude inclut également des crevettes grises (*Palaemon serratus*), du zooplancton et des anguilles (*Anguilla anguilla*) pour comparer différents niveaux trophiques. Pour les concentrations de THg, on peut observer la tendance suivante : Anguille (*Anguilla anguilla*) > Merlu (*Merluccius merluccius*) ≈ Red mullet (*Mullus surmuletus*) > Sole (*Solea solea*) > Common prawn (*Palaemon serratus*) > Zooplancton. Pour les trois espèces de poisson, les muscles présentent les concentrations les plus élevées, suivis par les foies et les gonades. Les résultats démontrent également des corrélations entre des paramètres biologiques (longueur, poids, ...) et les concentrations de mercure pour certaines espèces mais aussi l'importance du sexe et du stade de maturité dans

la distribution des espèces de mercure. Dans 3 % des échantillons de poissons, les concentrations de mercure total dépassent le seuil sanitaire fixé par l'Union Européenne.

Rapport 2

L'anisakiase, une zoonose en émergence - connaissances actuelles

Soulier L.¹

¹ Institut des milieux aquatiques, 1 Rue Donzac, 64100 Bayonne, France

Résumé

Les Anisakidés sont des nématodes parasites de mammifères marins, dont les larves parasitent avec une forte fréquence de nombreuses espèces de poissons et peuvent présenter un risque pour la santé humaine, l'Homme étant un cul-de-sac épidémiologique.

Anisakis sp. représente une problématique future importante en santé publique, mais il peut également être un marqueur écologique de déplacement de stocks de poisson, en relation ou non avec le changement climatique. Différentes populations de merlus peuvent être distinguées par la détection d'espèces d'*Anisakis*. En particulier *A. simplex* s.s., *A. pegreffii* et *A. physeteris* ont montré des capacités très diverses de migration dans le tissu musculaire des poissons, ce qui implique un potentiel zoonotique différent. *A. simplex* s.s. est l'espèce la plus courante dans le golfe de Gascogne mais le suivi de l'évolution de la prévalence d'*A. pegreffii* pourrait être un marqueur du réchauffement climatique.

La présence d'*Anisakis* dans les poissons n'est pas seulement un problème de santé publique mais représente également un écueil économique. En effet, sa découverte dissuade les consommateurs d'acheter des produits de la pêche soit par conscience du risque, soit par répulsion, et entraîne une perte économique. Des mesures de prévention (éviscération rapide des poissons), de conservation (congélation) ou de préparation (cuisson à cœur) permettent de limiter les conséquences sanitaires sans pour autant résoudre tous les risques tels les allergies.

Abstract

Anisakidae are parasite nematodes of marine mammals, but the larvae parasitize numerous fish species with high frequency and can pose a risk to human health, since humans are an epidemiological dead end.

Anisakis sp. represents an important future public health problem, but it can also be an ecological marker of the displacement of fish stocks, related or not to climate change. Different populations of hake can be distinguished by the detection of *Anisakis* species. In particular, *A. simplex* s.s., *A. pegreffii* and *A. physeteris* have shown very diverse capacities for migration into the muscle tissue of fish, which implies a different zoonotic potential. *A. simplex* s.s. is the most common species in the Bay of Biscay but monitoring changes in the prevalence of *A. pegreffii* could be a marker of global warming.

The presence of *Anisakis* in fish is not only a public health problem but also represents an economic risk. Indeed, his discovery dissuades consumers from buying fishery products either because of risk awareness or repulsion, and results in economic loss. Prevention measures (rapid evisceration of fish), conservation (freezing) or preparation (cooking to the core) make it possible to limit the health consequences without however resolving all risks such as allergies.

Rapport 3

Distribution des lipides entre différents organes de poissons pêchés sur la côte sud Aquitaine

Hardy Elodie

Contrat en Alternance effectué du 03/09/2018 au 31/08/2019

Au sein du Laboratoire Environnement Ressources d'Arcachon-Anglet (site d'Anglet) sous la direction de Marie-Noëlle de Casamajor et Gilles Morandeau

Résumé

Les concentrations lipidiques dans deux organes chez trois espèces de poissons ont été mesurées.

La comparaison des espèces a montré que le muscle de la sole est moins riche en lipides que celui du rouget et du merlu. A l'inverse, dans le cas du foie, celui du rouget est moins riche en lipides que celui de la sole, lui-même moins riche que celui du merlu. La physiologie différenciée selon les espèces peut expliquer un stockage des lipides différent dans les organes. Cependant, les soles et les rougets montrent des niveaux de concentration lipidique assez proche qui peut s'expliquer par un régime alimentaire et un milieu de vie similaire.

Un effet sexe a été observé pour les concentrations lipidiques des foies des rougets et des foies et muscles des soles. Généralement les femelles sont plus riches en lipides que les mâles car les elles ont besoin de mobiliser beaucoup d'énergie pour la reproduction.

Concernant la longueur et la masse, aucune différence significative n'a été montrée entre les sexes ; aucune relation n'a été observée entre la longueur des poissons et la concentration lipidique dans les muscles et les foies. Ceci peut s'expliquer par une gamme de longueur et de masse restreinte dans l'échantillonnage.

D'une façon générale, les foies avaient une concentration en lipides bien plus forte que les muscles car le foie est le site majeur de stockage des lipides chez les espèces marines. En revanche aucune relation linéaire n'a été observée pour les concentrations lipidiques entre les muscles et les foies mis à part pour le merlu.

Espèce amphihaline

Anguille européenne (*Anguilla anguilla*)

Site(s) atelier(s) concerné(s)

Côte basque rocheuse

Côte landaise

Adour et son panache

Gouf de Capbreton

Molécules recherchées

Avec code couleur

Espèces	Éléments Traces Métalliques (ETM)	Hg	Musks	Filtres-UV chimiques	Pharmaceutiques	HAP	PCB	Pesticides
Anguille européenne		Méthylmercure						

Stockage des résultats de concentrations en micropolluants dans la base de données (livrable L2.5) avec clé de sélection d'entrée : date/espèce/sexe/type de tissu/organe

Bddmicropolluants.xls onglet Espèce amphihaline

Questions traitées

1. Effet du méthylmercure sur le comportement alimentaire des civelles et leurs interactions agonistiques.

Rapport : Schler, 2018
Communication en colloque : Schler et al., 2018

2. Effet du méthylmercure sur le comportement de migration des civelles d'anguilles en conditions expérimentales

Rapport : Lamarins, 2018
Communication en colloque : Lamarins et al., 2018
Article : Liu et al., 2020

Résultats marquants

- Suite à l'exposition de civelles à une concentration de 100 ng/l de MeHg durant 7 jours :
 - Les concentrations de MeHg étaient inversement corrélées à la taille des individus ;
 - L'exposition au MeHg n'a pas modifié le comportement alimentaire observé durant la journée mais les individus contaminés étaient plus actifs et plus agressifs.
- Suite à l'exposition de civelles à une concentration de 100 ng/l de MeHg durant 7 jours :
 - Les civelles contaminées présentent une diminution du nombre d'individus synchronisant leur comportement de nage à l'alternance des courants de marées en milieu expérimental ;
 - Une diminution de l'activité de nage est également observée chez les individus contaminés et particulièrement chez les non-migrants, suggérant que ces derniers pourraient être plus sensibles au stress ;
 - L'expression des gènes liés au métabolisme énergétique est semblable chez les civelles contrôles et contaminées. Cependant, quand ces expressions de gènes sont corrélées à l'activité de nage des civelles, des corrélations positives sont observées dans les viscères et la tête des individus contaminés mais pas chez les individus contrôles ;
 - Les individus non synchronisés (considérés comme ayant une faible probabilité de migration) présentent une plus faible expression des gènes liés au métabolisme énergétique dans la tête que les individus synchronisés (considérés comme migrants).

Questions soulevées/manques identifiés

L'approche par sections d'individus plutôt qu'une approche à l'échelle de l'organisme en entier semble être prometteuse pour étudier l'impact des contaminants.

L'effet du stress (et des facteurs environnementaux engendrant un stress) sur les processus de sélection dans l'estuaire et la migration facultative est à étudier.



Publication 1 (acceptée chez CHemosphere en 2020)

New insights into methylmercury induced behavioral and energy-related gene transcriptional responses in European glass eel, (*Anguilla anguilla*).

Liu H.^{1,2}, Lamarins A.¹, Labonne J.¹, Monperrus M.³, Coste P.¹, Huchet E.¹, Rives J.¹, Seiliez I.², Bolliet V.¹, *CHemosphere*, 255, 127020. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127020>

¹ Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, INRAE, ECOBIOP, Aquapôle INRAE, MIRA, F64310, Saint-Pée-sur-Nivelle, France

² INRAE, Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, NuMéA, F64310, Saint-Pée-sur-Nivelle, France

³ Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, CNRS, Institut des Sciences Analytiques et de Physicochimie pour l'Environnement et les Matériaux – MIRA, UMR 5254, 64600, Anglet, France

Résumé

L'effet du méthylmercure (MeHg) a été étudié sur le comportement de migration et le métabolisme des civelles d'anguille européenne. Pour migrer en amont de l'estuaire, les civelles synchronisent leur activité de nage avec la marée montante et restent sur ou dans le substrat pendant la marée descendante. Après sept jours d'exposition au MeHg (100 ng L⁻¹), le comportement migratoire des civelles a été exprimé par leur synchronisation de nage à l'inversion du courant de l'eau toutes les 6,2 h (mimant l'alternance des marées) et leur niveau d'activité de nage. Nous avons ensuite analysé les niveaux d'expression génétique liés à l'énergie dans la tête, les viscères et les muscles à l'échelle individuelle. Les résultats montrent que le MeHg diminue le nombre de civelles synchronisées avec le changement de direction du courant ainsi que leur niveau d'activité de nage. Ce dernier effet est plus prononcé chez les individus non synchronisés que chez les synchronisés, ce qui suggère que les civelles non synchronisées seraient plus vulnérables au stress. En ce qui concerne l'expression des gènes liés à l'énergie, aucune différence significative n'est observée entre les civelles contrôles et les contaminées. En revanche, lorsque les niveaux d'activité de nage sont analysés en fonction des réponses transcriptionnelles, des corrélations positives sont mises en évidence dans les viscères mais surtout dans la tête des civelles contaminées, contrairement aux contrôles. Enfin, les civelles non synchronisées présentent un niveau d'expression des gènes du métabolisme plus faible que celui de leur homologue synchronisée, mais uniquement dans la tête. Dans l'ensemble, ces résultats confirment l'intérêt de se concentrer à l'avenir sur la tête pour étudier le comportement de migration facultative des civelles et l'effet des facteurs de stress environnementaux sur ce comportement rythmique.

Abstract

The effect of methylmercury (MeHg) was investigated in glass eel migration behavior and metabolism. To migrate up estuary, glass eels synchronize their swimming activity to the flood tide and remain on or in the substratum during ebb tide. Following seven days of exposure to MeHg (100 ng L⁻¹), glass eels migration behavior was expressed by their swimming synchronization to the water current reversal every 6.2 h (mimicking the alternation of flood and ebb tides) and their swimming activity level. In relation to their behavior, we then analyzed the energy-related gene expression levels in individual head, viscera and muscle. Results showed that MeHg decreased the number of glass eels synchronized to the change in water current direction and their swimming activity level. This last effect was more pronounced in non-synchronized fish than in synchronized ones, supporting the idea that non-synchronized glass eels could be more vulnerable to stress. As regard the expression of energy-related genes, no significant difference was observed between control and MeHg-exposed fish. In contrast, when the swimming activity levels were plotted against transcriptional responses, positive

correlations were evidenced in viscera and especially in the head of exposed glass eels but not in control. Finally, it is noteworthy that non-synchronized glass eels displayed lower expression level of metabolism genes than their synchronized counterpart, but only in the head. Altogether, these results support the interest of focusing on the head to investigate the facultative migration behavior in glass eels and the effect of environmental stressors on this rhythmic behavior.



Rapport 1

Effets d'une contamination au méthylmercure sur l'activité de nage et le métabolisme de civelles d'anguille européenne (*Anguilla anguilla*)

Lamarins Amaïa

Master 1 DYNEA effectué du 13/03/2018 au 29/06/2018

Au sein du Laboratoire Ecobiop sous la direction de Valérie Bolliet

Résumé

Il a été reporté dans la littérature que la migration estuarienne de la civelle d'anguille européenne est facultative, ce qui peut affecter le sex ratio et la dynamique de population de cette espèce menacée. En effet, le déterminisme du sexe est environnemental : les individus restant à l'aval de l'estuaire se développent plutôt en mâles, alors que ceux colonisant l'amont des bassins versants se développent plutôt en femelles. Au cours de la remontée estuarienne, les civelles peuvent être exposées à de nombreux contaminants. L'estuaire de l'Adour présente une problématique liée à la présence de méthylmercure (MeHg), contaminant connu pour affecter la capacité de nage et le métabolisme énergétique des poissons. Afin d'évaluer à l'échelle individuelle l'effet d'une contamination au MeHg sur leur capacité de nage en relation avec leur métabolisme, des civelles ont été expérimentalement exposées à deux concentrations (100 et 1000ng/L) de MeHg pendant 7 jours. Les concentrations corporelles en composés mercuriels, l'activité de nage ainsi que l'expression de 39 gènes impliqués dans le métabolisme ont été mesurés. Aucun effet de l'exposition à ces concentrations n'a été mis en évidence sur l'activité de nage totale des civelles. Cependant, après une phase d'hyperactivité en début d'expérience, la diminution de l'activité et du nombre d'individus actifs au cours du temps chez les M1000, contrairement aux contrôles, questionne sur l'impact de la présence de ce contaminant dans les estuaires sur le potentiel migratoire des civelles. Des études plus longues permettraient de tester l'impact à plus long terme d'une exposition ponctuelle à de fortes concentrations de MeHg ou d'une exposition chronique à des doses plus faibles. Par ailleurs, l'expression de gènes impliqués dans le système antioxydant, les processus autophagiques ou encore mitochondriaux n'a pas été affectée par la contamination au bout de 7 jours. Une grande variabilité a néanmoins été observée et la poursuite des analyses géniques et protéomiques, en fonction du niveau d'activité des civelles, permettra de tenir compte de phénotypes pouvant être à l'origine de cette variabilité.

Rapport 2

Impact du méthylmercure sur le comportement et la reprise alimentaire chez la civelle d'anguille européenne (*Anguilla anguilla*)

Schler Morgan

Master 1 DYNEA effectué du 13/03/2018 au 29/06/2018

Au sein du Laboratoire Ecobiop sous la direction de Valérie Bolliet

Résumé

Le cycle de vie de l'anguille européenne (*Anguilla Anguilla*) s'étend sur une grande surface géographique et à travers divers écosystèmes, de la mer des Sargasses, où se produit le frai, au plateau continental européen, où les larves subissent leur métamorphose en civelles. À ce stade, les civelles migrent vers les estuaires pour rejoindre les rivières pendant une longue période de croissance. La plupart des civelles se nourrissent peu ou pas du tout pendant la migration estuarienne, mais il existe des preuves qu'elles recommencent à se nourrir aux stades VIA2-VIA3 dans l'estuaire de l'Adour, lorsque la température atteint 10 °C. À notre connaissance, la reprise de l'alimentation et l'effet des conditions environnementales sur cette reprise sont loin d'être compris. Les estuaires sont souvent exposés à des rejets anthropiques en raison d'un développement urbain important et peuvent représenter un écosystème aquatique stressant. Par exemple, l'estuaire de l'Adour présente des concentrations sédimentaires relativement élevées de MeHg, mais l'effet du contaminant sur le comportement alimentaire des civelles n'a jamais été étudié. Pour répondre à cette question, nous avons étudié l'effet du méthylmercure sur la reprise alimentaire et le comportement agonistique des civelles. 40 civelles marquées ont été exposées pendant sept jours à une concentration de 100 ou 1000 ng/L de MeHg, alors que la même quantité de poissons a été conservée en eau douce à des fins de contrôle. Ensuite, huit civelles par condition ont été tuées pour des analyses de concentration en MeHg et 32 ont été transférées dans des aquariums remplis d'eau douce (8 poissons par aquarium, 3 aquariums par condition) afin d'observer leurs interactions sociales et la reprise de leur alimentation. À la fin de l'expérience, le métabolisme de tous les poissons a été évalué en mesurant la consommation d'oxygène afin d'évaluer les relations entre la concentration en MeHg, les interactions sociales, le comportement alimentaire et le métabolisme.

Contributions dans les colloques

1. Lamarins A., Liu H., Rives J., Monperrus M., Seiliez I., Bolliet V. (2018). **Methylmercury effect on migration propensity and metabolism in European glass eels (*Anguilla Anguilla*) from South Bay of Biscay, France.** ISOBAY 16 - XVIth International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay. 5-7 juin, Anglet. Poster
2. Schler M., Bardonnnet A., Huchet M., Coste P., Monperrus M., Bolliet V. (2018). **Effect of Methylmercury on feeding Behaviour and social interactions in glass eels.** ISOBAY 16 - XVIth International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay. 5-7 juin, Anglet. Poster

Espèces

Espèces zooplanctoniques

Site(s) atelier(s) concerné(s)

Côte basque rocheuse

Côte landaise

Adour et son panache

Gouf de Capbreton

Stockage des résultats de concentrations en micropolluants dans la base de données (livrable L2.5) avec clé de sélection d'entrée : date/espèce (ZPK pour le plancton)

Pas d'analyses chimiques sur le plancton, pour la bancarisation, voir L3.5.

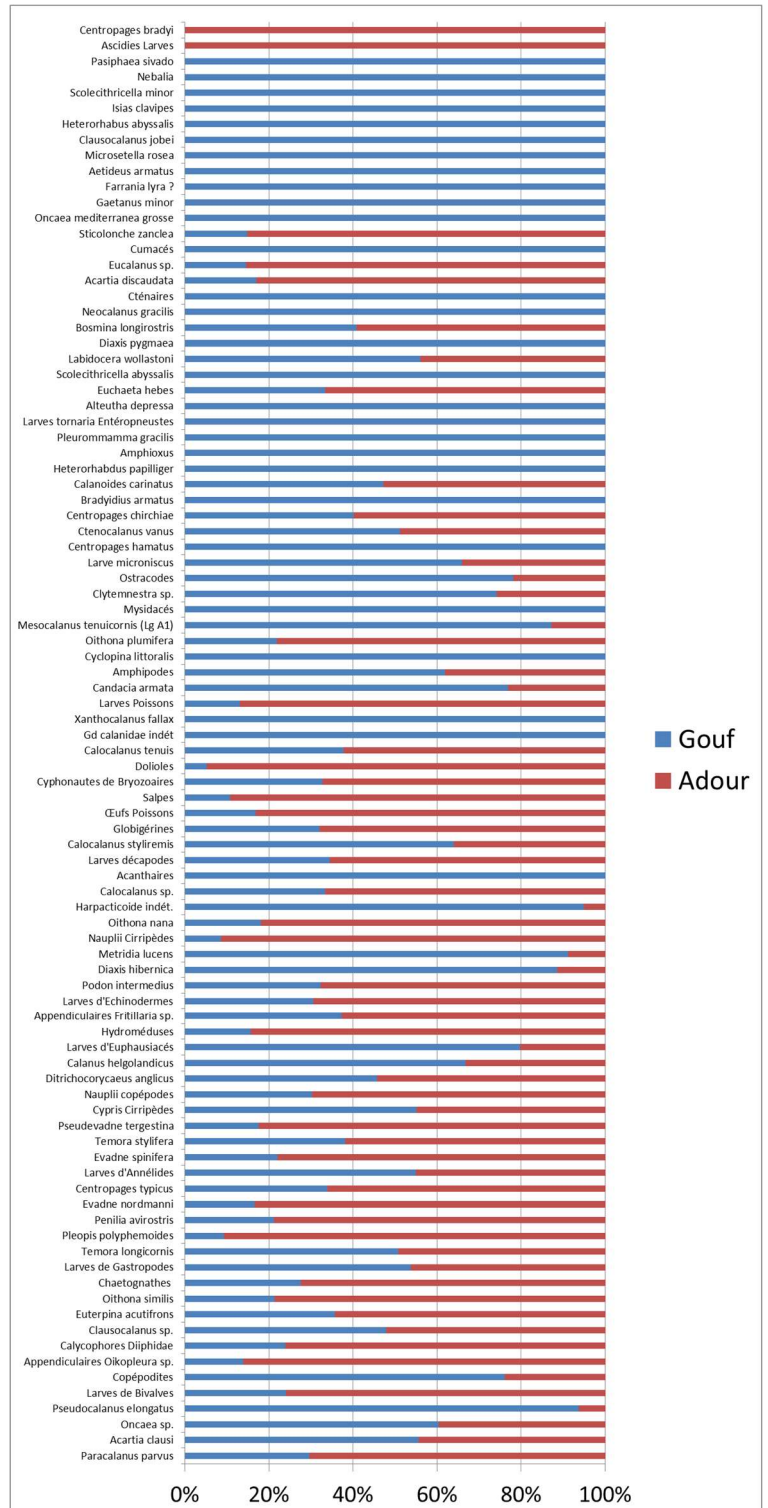
Questions traitées

1. Suivi temporel des populations zooplanctoniques en relation avec les paramètres hydrologiques et contaminants sur la côte basque.

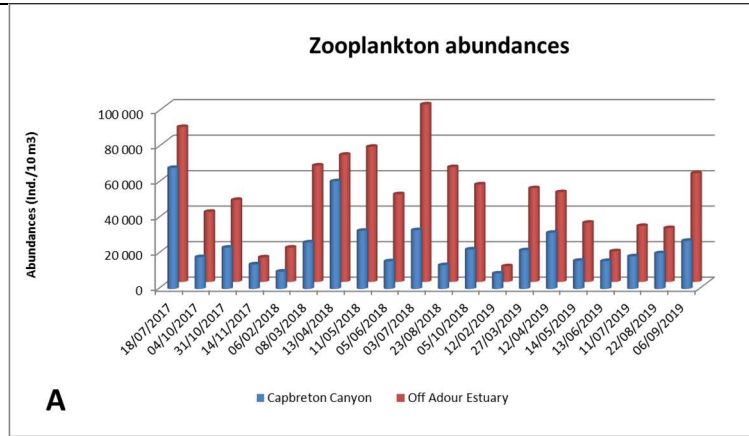
Communication en colloque : d'Elbée et al., 2018

Résultats marquants

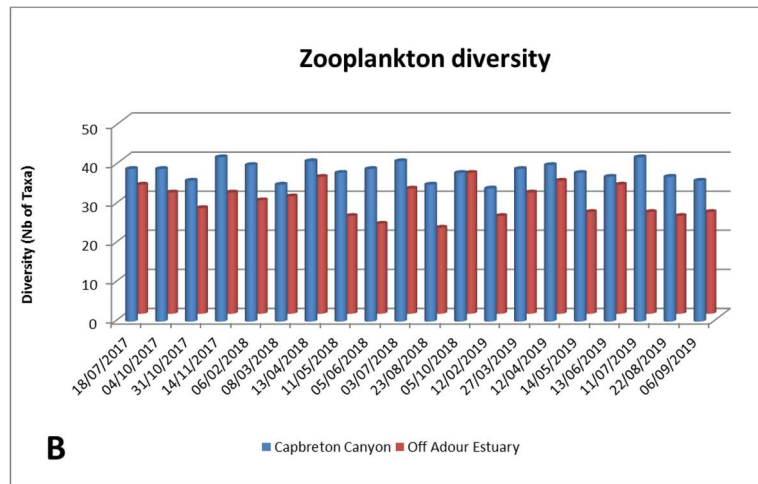
	Copépodes	Autres taxons zooplanctoniques
1	<i>Acartia clausi</i>	Amphioxus larvæ
2	<i>Acartia discaudata</i>	Amphipoda
3	<i>Aetideus armatus</i>	Annelida larvæ
4	<i>Alteutha depressa</i>	Appendicularia Fritillaria sp.
5	<i>Bradyidius armatus</i>	Appendicularia Oikopleura sp.
6	<i>Calanoides carinatus</i>	Ascidiacea larvæ
7	<i>Calanus helgolandicus</i>	Bivalvia veligera
8	<i>Calocalanus ovalis</i>	Bryozoa cyphonanta
9	<i>Calocalanus sp.</i>	Chaetognatha
10	<i>Calocalanus styliremis</i>	Cirripedia cypris
11	<i>Calocalanus tenuis</i>	Cirripedia nauplii
12	<i>Candacia armata</i>	Ctenophora
13	<i>Centropages bradyi</i>	Cumacea
14	<i>Centropages chirchiae</i>	Decapoda larvæ
15	<i>Centropages hamatus</i>	Doliolidae
16	<i>Centropages typicus</i>	Echinodermata larvæ
17	<i>Clausocalanus jobei</i>	Enteropneusta tornaria
18	<i>Clausocalanus sp.</i>	Euphausiacea larvæ
19	<i>Clytemnestra sp.</i>	Fish eggs
20	<i>Copépodites</i>	Fish larvæ
21	<i>Ctenocalanus vanus</i>	Gastropoda veligera
22	<i>Cyclopina littoralis</i>	Hydromedusa
23	<i>Diaxis hibernica</i>	Isopoda microniscus larvæ
24	<i>Diaxis pygmaea</i>	Mysidacea
25	<i>Ditrichocorycaeus anglicus</i>	Ostracoda
26	<i>Eucalanus sp.</i>	Pasiphaea sivado
27	<i>Euchaeta hebes</i>	Protista Acantharia
28	<i>Euterpina acutifrons</i>	Protista Globigerinida
29	<i>Farrania lyra ?</i>	Protista Sticlonche zanclea
30	<i>Gaetanus minor</i>	Salpida
31	<i>Gd calanidae indé.</i>	Siphonophora Calycophoræ
32	<i>Harpacticoides indé.</i>	
33	<i>Heterorhabdus papilliger</i>	
34	<i>Heterorhabdus abyssalis</i>	
35	<i>Isias clavipes</i>	
36	<i>Labidocera wollastoni</i>	
37	<i>Mesocalanus tenuicornis (Lg A1)</i>	
38	<i>Metridia lucens</i>	
39	<i>Microsetella rosea</i>	
40	<i>Nauplii copépodes</i>	
41	<i>Neocalanus gracilis</i>	
42	<i>Oithona nana</i>	
43	<i>Oithona plumifera</i>	
44	<i>Oithona similis</i>	
45	<i>Oncaea mediterranea grosse</i>	
46	<i>Oncaea sp.</i>	
47	<i>Paracalanus parvus</i>	
48	<i>Pleuromamma gracilis</i>	
49	<i>Pseudocalanus elongatus</i>	
50	<i>Scolecithricella abyssalis</i>	
51	<i>Scolecithricella minor</i>	
52	<i>Temora longicornis</i>	
53	<i>Temora stylifera</i>	
54	<i>Xanthocalanus fallax</i>	



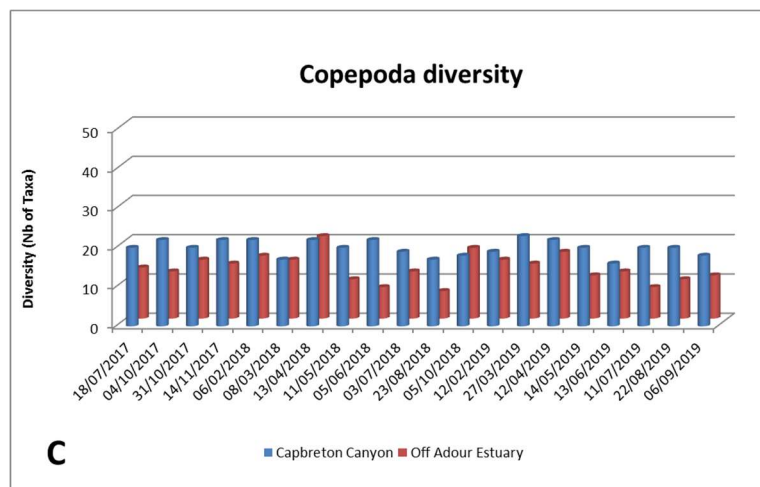
A gauche : environ 90 unités taxonomiques ont été recensées au cours de l'étude, dont une cinquantaine d'espèces de copépodes. A droite : répartition des abondances en fonction des 2 sites d'échantillonnage retenus Station Panache de l'Adour et Station Gouf de Capbreton. Certains items (une vingtaine) sont spécifiques au Gouf.



Les abondances sont très fluctuantes (entre 10^4 et 10^5 ind./10m³).
Toujours plus élevées sur la station Adour.



Le nombre d'items zooplanctoniques varie +/- 20-40 / échantillons.
Diversité plus élevée et plus stable sur la station du Gouf.



Le nombre d'espèces de Copépodes varie +/- 10 – 20/ échantillon.
La diversité copépodienne est également plus élevée et plus stable sur la station du Gouf.



Questions soulevées/manques identifiés

Evaluer l'influence des micropolluants sur l'abondance et la biodiversité zooplanctonique.

Evaluer les effets de la bioaccumulation des contaminants sur les organismes planctoniques.

Développer une approche transversale sur la contamination au sein de la chaîne trophique étudiée en s'appuyant sur les résultats des différentes analyses et en lien avec les attentes de la DCSMM pour les descripteurs 4, 8 et 9.

Contributions dans les colloques

1. D'Elbée J., Gueux A., Cazes J.-B., Lauga B. et M. Monperrus (2018) - **Seasonal dynamic of zooplankton abundance and biodiversity in the Southern Bay of Biscay - Micropolit program - Preliminary results (summer 2017- spring 2018)**. ISOBAY 16 - XVIth International Symposium of Oceanography of the Bay of Biscay. 5-7 June 2018, Anglet, France. Poster

Espèce

Goéland leucophée (*Larus michahellis*)

Site(s) atelier(s) concerné(s)

Côte basque rocheuse	Côte landaise	Adour et son panache	Gouf de Capbreton
-----------------------------	----------------------	-----------------------------	--------------------------

Molécules recherchées dans les plumes

Espèces	Éléments Traces Métalliques (ETM)	Musks	Filtres-UV chimiques	Pharmaceutiques
Goéland leucophée	Mercure total Mercure organique			Antibiotique Anti-inflammatoire Anti-douleur Anti-convulsants Anti-hypertenseurs Autres (caféine...)

Stockage des résultats de concentrations en micropolluants dans la base de données (livrable L2.5) avec clé de sélection d'entrée : Date/Code lieu/ code espèce/Sexe/Code organe ou tissu prélevé /Numéro de l'échantillon ou code du nid/Numéro du sous-échantillon (exemple : 190617 BIRR LVJ.I PLA)

Bddmicropolluants.xls onglet Oiseaux

Questions traitées

1. Mercure et lien avec le régime alimentaire du Goéland leucophée
 Communication en colloque : Zorrozua et al., 2019
 Article : Zorrozua et al., 2020
2. Utilisation du Goéland leucophée en tant que bioindicateur régional
 Rapport : Sarran, 2018
 Article : Milon et al., en préparation

Résultats marquants

- Des concentrations élevées en mercure total et mercure organique ont été retrouvées.
- 45 pharmaceutiques ont été recherchés, 35 ont été quantifiés et 20 sont présents dans au moins un échantillon. 3 pharmaceutiques sont systématiquement retrouvés dans tous les échantillons (nombre d'échantillons : 12).

Le pharmaceutique systématique le plus présent est la caféine (58 ± 34 ng/g).

- Des différences de concentrations sont mesurées en fonction des colonies échantillonnées.
- Il n'y a pour l'instant pas de seuil DCSMM. Les indicateurs sont en cours de développement. En revanche, plusieurs échantillons dépassent le seuil d'effets délétères identifiés par la littérature.
- La procédure méthodologique a été validée en comparant deux techniques d'analyses des plumes.

Questions soulevées/manques identifiés

Déterminer l'origine du mercure.

Mener des analyses complémentaires sur d'autres polluants. Ces travaux contribueraient à une meilleure connaissance sur la distribution géographique des polluants, notamment lien avec le régime alimentaire.

Développer une approche transversale sur la contamination au sein de la chaîne trophique étudiée en s'appuyant sur les résultats des différentes analyses et en lien avec les attentes de la DCSMM pour les descripteurs 4, 8 et 9.

Publication 1 (publiée chez Environmental Research en 2020)

Relating trophic ecology and Hg species contamination in a resident opportunistic seabird of the Bay of Biscay

Zorrozua N.¹, Monperrus M.², Aldalur A.¹, Castège I.³, Diaz B.¹, Egunez A.¹, Galarza A.⁴, Hidalgo J.⁵, Milon É.³, Sanpera C.^{6,7}, Arizaga J.¹

Environmental Research, 186, 109526. Publisher's official version :
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109526>

¹ Department of Ornithology, Aranzadi Sciences Society, Zorroagaina 11, E-20014, Donostia, Spain

² CNRS/ Univ Pau & Pays Adour/ E2S UPPA, Institut des Sciences Analytiques et de Physicochimie pour l'Environnement et les Matériaux – MIRA, UMR 5254, 64600, Anglet, France

³ Centre de la Mer de Biarritz, Plateau de l'Atalaye, 64200, Biarritz, France

⁴ Sustainable Development and Natural Environment Department, County Council of Biscay, 48014, Bilbao, Spain

⁵ Sociedad Ornitológica Lanus, Bilbao, Spain

⁶ Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona, Avda. Diagonal 643, E-08028, Barcelona, Spain

⁷ Institut de Recerca de la Biodiversitat (IRBio), Universitat de Barcelona, Avda. Diagonal 643, E-08028, Barcelona, Spain

Résumé

L'étude a porté sur l'analyse de concentration en mercure total et mercure organique à partir des plumes de poussins de Goélands leucophées (*Larus michahellis*) recueillies en 2016 et 2017 sur 10 colonies de la côte basque franco-espagnole. L'objectif est de caractériser la présence de mercure chez ces prédateurs supérieurs et d'éventuellement établir un lien entre les concentrations en polluant et le régime alimentaire des goélands. Des concentrations élevées en mercure (total et organique) ont été détectées (3065±1398 ng/g et 625±544 ng/g respectivement). En moyenne, la proportion de mercure organique par rapport au mercure total est de 85 ± 9%. Les premiers résultats de modèles semblent indiquer que les goélands qui se nourrissent de proies marines présentent des concentrations en mercure organique plus élevées. Or, les proies marines constituent un avantage certains pour la capacité de reproduction en termes de coût / bénéfice. En parallèle, les oiseaux qui s'alimentent davantage des ressources terrestres ou issues des décharges ont des concentrations en mercure plus basses. En outre, l'âge des poussins semblerait affecter les niveaux de concentration. La méthode d'échantillonnage non invasive, l'accessibilité aux colonies ainsi que l'écologie de l'espèce et ces premiers résultats d'analyse semblent confirmer la pertinence de choisir le Goéland leucophée comme indicateur biologique de l'état de santé de l'écosystème côtier de la côte basque.

Abstract

Methylmercury (MeHg) is the most bioavailable and toxic form of the globally distributed pollutant Hg. Organisms of higher trophic levels living in aquatic ecosystems have potentially higher concentrations of MeHg. In this work, we analysed both MeHg and inorganic Mercury (Hg(II)) concentrations from dorsal feathers of chicks from ten colonies of Yellow-legged Gull (*Larus michahellis*) in the south-eastern part of the Bay of Biscay. Overall, we detected a high mean MeHg concentration that, however, differed among colonies. Additionally, based on stable isotopes analysis ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) and conducting General Linear Mixed Models, we found that chicks which were mostly/mainly fed with prey of marine origin had higher levels of MeHg. We propose Yellow legged Gull as a reliable biomonitor for Hg species, as it is easy for sampling and in compliance with the Minamata convention on Mercury.

Publication (en préparation)

Mercury and emerging pollutants contamination in feathers of resident Yellow-legged Gull (*Larus michahellis*) in the south eastern of the Bay of Biscay

Milon É.¹, Castège I.¹, Zorrozua N.², Arizaga J.², Aldalur A.², Diaz B.², Egunez A.², Galarza A.³, Hidalgo J.⁴, Sanpera C.^{5,6}, Monperrus M.⁷

¹ Centre de la Mer de Biarritz, Plateau de l'Atalaye, 64200, Biarritz, France

² Department of Ornithology, Aranzadi Sciences Society, Zorroagagaina 11, E-20014, Donostia, Spain

³ Sustainable Development and Natural Environment Department, County Council of Biscay, 48014, Bilbao, Spain

⁴ Sociedad Ornitológica Lanus, Bilbao, Spain

⁵ Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona, Avda. Diagonal 643, E-08028, Barcelona, Spain

⁶ Institut de Recerca de la Biodiversitat (IRBio), Universitat de Barcelona, Avda. Diagonal 643, E-08028, Barcelona, Spain

⁷ CNRS/ Univ Pau & Pays Adour/ E2S UPPA, Institut des Sciences Analytiques et de Physicochimie pour l'Environnement et les Matériaux – MIRA, UMR 5254, 64600, Anglet, France

Résumé

Le mercure (Hg) et les polluants émergents, tels que les pharmaceutiques, représentent un nouveau défi de portée mondiale en termes de qualité de l'eau et restent potentiellement des menaces pour la santé humaine et les écosystèmes. Ces polluants peuvent être bioaccumulés dans les chaînes trophiques et sont pourtant peu étudiés, notamment les pharmaceutiques. Le Goéland leucopnée (*Larus michahellis*) constitue un bon candidat pour caractériser les polluants du milieu car c'est un oiseau marin doté d'une grande longévité, situé en haut des chaînes alimentaires et sur lequel on peut effectuer facilement des prélèvements non-invasifs via ses plumes.

Nous avons échantillonné les plumes de Goélands leucopnées sur 8 colonies localisées le long de la côte basque française et espagnole dans le sud du Golfe de Gascogne, afin de mesurer les concentrations de mercure et de 45 pharmaceutiques. Les premiers résultats indiquent des concentrations en mercure au-dessus des limites de toxicité recommandées dans la bibliographie ($5\,177 \pm 2\,901$ ng/g). Une forte corrélation a été détectée entre les pourcentages de mercure organique et de mercure total. 35 pharmaceutiques ont pu être détectés dans les analyses avec entre 8 et 13 composés par échantillon.

Nous avons pour la première fois mesuré des concentrations de nombreux polluants émergents dans les plumes d'oiseaux marins de la façade Atlantique. D'autres études locales ont démontré la présence de ces mêmes polluants dans les sédiments marins et la faune benthique, ce qui suggère un éventuel transfert de ces composés dans la chaîne trophique. Ainsi, le Goéland leucopnée semble incarner un bon indicateur des écosystèmes littoraux pour détecter la présence de mercure et de polluants émergents dans le sud du golfe de Gascogne. Des recherches approfondies seront nécessaires afin d'évaluer les impacts de cette contamination sur les oiseaux marins.

Abstract

Mercury (Hg) and emerging pollutants i.e. personal care products and some pharmaceuticals present a new global water quality challenge with potentially serious threats to human health and ecosystems. These pollutants have the potential to bioaccumulate in the trophic chain but remain poorly study, especially for the pharmaceuticals. Yellow-legged Gull *Larus michahellis* (YLG) is a long-lived bird occupying high trophic levels and permit non-lethal sampling through feather collection, hence could be good candidate to assess

pollutants. We sampled feathers from breeding YLG from 8 colonies along the French and Spanish coast in the south eastern of the Bay of Biscay to assess mercury and 45 pharmaceuticals concentrations. First results indicated high mercury concentrations in gull feathers ($5,177 \pm 2,901$ ng/g) above the toxicity threshold suggested in the literature. We also found a significant correlation between the percentage of organic mercury and total mercury. 35 pharmaceuticals were detected, with a range of 8 to 13 compounds per sample and a variability among colonies. This preliminary study is the first evaluating a large diversity of pharmaceuticals residues in seabird feathers. It also identifies some major compounds also found in sediments and benthic fauna of the area, suggesting that these emerging pollutants can be transferred across the food web. The foraging strategies of the YLG and the source of the contaminants are then discussed. Yellow-Legged Gull seems a reliable biomonitor of marine ecosystems for mercury and emerging pollutants in the south eastern of the Bay of Biscay. Further researches are needed to assess the toxicity impact of the emerging pollutant on seabird populations.



Rapport 1

Yellow-legged gulls (*Larus michahellis*) as regional biomonitor of priority and emerging micropollutants on the basque coast: a first evaluation.

Charlie Sarran

Stage de Master 1 DYNEA effectué du 04/03/2018 au 29/06/2018

Au sein du laboratoire IPREM de l'UPPA et du Centre de la Mer de Biarritz sous la co-direction de Mathilde Monperrus, d'Iker Castège et d'Emilie Milon.

Résumé :

Les polluants émergents tels que les pharmaceutiques sont potentiellement accumulables dans les plumes d'oiseaux marins mais très peu d'études ont été réalisées sur ce sujet. Dans le cadre du programme MICROPOLIT, des plumes de Goélands leucophées (*Larus michahellis*) recueillies en 2017 et 2018 sur 10 colonies de la côte basque franco-espagnole et sur un site d'alimentation anthropique (centre de stockage des déchets ultimes de Zaluaga Bi). Des analyses ont été conduites pour détecter la présence de mercure et de micropolluants (45 pharmaceutiques).

Une première phase de l'étude a consisté à valider la technique d'analyse du mercure en comparant deux méthodologies. Toutes deux ont donné des résultats similaires.

Les premiers résultats sur les polluants montrent une disparité de concentration parmi les colonies. Plusieurs échantillons dépassent le seuil d'effets délétères identifié par la littérature. 35 pharmaceutiques ont pu être détectés dans les analyses avec entre 8 et 13 composés par échantillon.

Le régime alimentaire opportuniste de l'espèce (proies marines, terrestres ou anthropiques provenant de décharges) semble lié avec les différentes concentrations de polluants retrouvés dans les plumes.

Cette étude préliminaire, inédite sur la côte basque, a permis de mettre en évidence une contamination de l'espèce par une large diversité de micropolluants en plus du mercure.

Contributions dans les colloques

- 1- Zorrozua N., Monperrus M., Aldalur A., Castège I., Diaz B., Egunez A., Galarza A., Hidalgo J., Milon É., Sanpera C., Arizaga J. (2019). **Mercury species contamination of resident opportunistic seabird (Yellow-legged Gull) in the Bay of Biscay**. 14th International Conference on Mercury as a Global Pollutant ». Du 8 au 13 septembre 2019, Krakovie. Poster

Espèces

Biodiversité benthique (*Gelidium spp.*, *Ulva spp.*, Porifera, *Patella spp.*, *Holothuria tubulosa.*, *Mytilus spp.*)

Site(s) atelier(s) concerné(s)

Côte basque rocheuse

Côte landaise

Adour et son panache

Gouf de Capbreton

Molécules recherchées dans le biote

	Éléments Traces Métalliques (ETM)	Musks (n=10)	Filtres-UV chimiques (n=6)	Pharmaceutiques (n=48)	HAP (n=16)	PCB (n=11)	Pesticides (n=18)
Benthos		HHCB HHCB-lactone AHTN MK ADBI ATII AHMI MA MX MM	OC 4-MBC Benzophenone 3 EHMC 3-BC OD-PABA	Oxazepam Hydrochlorothiazide Diclofenac Caffeine Carbamazepine Ciprofloxacin Losartan Atenolol Ketoprofen Ofloxacin Niflumic acid Sulfamethoxazole Azithromycin Gemfibrozil Ibuprofen Erythromycin A Trimethoprim Metronidazole Acetazolamide Roxithromycin Clarithromycin Metoprolol Norfloxacin Spiramycin Piperacillin Lorazepam Josamycin Flumequine Nordazepam Tetracycline Acetaminophen Cyclophosphamide Sulfadiazine Phenazone Ampicilline Doxycycline Oxolinic acid Rifampicin Sulfamethazine Tylosine E2, EE2, E1 19-Norethindrone Amiodarone Amoxicillin Acetylsalicylic acid Hydroxycarbamide	Naphthalene Benzo[b]fluoranthene Phenanthrene Acenaphthene Fluoranthene Pyrene Fluorene Anthracene Benzo[a]anthracene Acenaphthylene Benzo[a]pyrene Chrysene Benzo[k]fluoranthene Indeno[1,2,3-cd]pyrene Dibenzo[a,h]anthracene Benzo[g,h,i]perylene	PCB 194 PCB 28+31 PCB 180 PCB 18 PCB 52 PCB 44 PCB 101 PCB 149 PCB 118 PCB 153 PCB 138	Beta BHC Alpha BHC 4,4'-DDE Bêta Endosulfan Methoxychlor Delta BHC Endosulfan Sulfate Gamma BHC 4,4'-DDT Alpha Endosulfan Heptachlor Aldrin Dieldrine Heptachlor Epoxide 4,4'-DDD Endrin Aldehyde Endrin Ketone Endrin



L'ensemble des molécules détaillées dans le tableau précédent ont été analysées dans : *Gelidium* spp., *Ulva* spp., Porifera

Seuls les pharmaceutiques ont été analysés dans : *Patella* spp., *Holothuria tubulosa*, *Mytilus* spp.

Stockage des résultats de concentrations en micropolluants dans la base de données (livrable L2.5) avec clé de sélection d'entrée : Date/Code lieu/ code espèce/Sexe/Code organe ou tissu prélevé /Numéro de l'échantillon

Bddmicropolluants.xls onglet Biodiversité benthique

Questions traitées

1. Quelle est la contribution des substances rejetées par les stations d'épuration dans le milieu marin et leur devenir dans le biote ?
Communication en colloque : Huguenin et al., 2017
Article : Huguenin et al., 2019
2. Application du protocole d'échantillonnage DCE/DCSMM aux zones des rejets des stations d'épurations en milieu côtier rocheux intertidal et subtidal
Communications en colloque : Huguenin et al., 2018 ; Mourguiart et al., 2018 ; Salerno et al., 2018
3. Impact des rejets des effluents urbains sur les communautés benthiques rocheuses intertidales (et micropolluants associés)
Communications en colloque : Salerno et al., 2018
Article : Huguenin et al., 2019
Thèse : Huguenin L., 2019
4. Impact des rejets des effluents urbains sur les communautés benthiques rocheuses subtidales (et micropolluants associés)
Communications en colloque : Bisch et al., 2018 ; de Casamajor et al., 2018
Rapport : de Casamajor et al., 2018, 2019 et 2020
Article : Huguenin et al., en cours de soumission
5. Parmi les organismes benthiques des zones intertidales et subtidales étudiés, quels sont ceux apparaissant comme étant de potentiels bons bioaccumulateurs des micropolluants prioritaires et/ou émergents ?
Article : Huguenin et al., en cours de soumission

Résultats marquants

- La mise en œuvre du protocole d'échantillonnage Macroalgues DCE/DCSMM sur les zones des rejets des stations d'épurations en milieu côtier rocheux intertidal et subtidal permet de mettre en évidence un impact des rejets sur les structurations des communautés benthiques.
- Parmi les 109 substances analysées, seuls 53 (11 PAHs, 6 PCBs, 1 pesticide, 5 musks, 3 écrans solaires et 27 pharmaceutiques) ont été détectés et quantifiés dans le biote (organismes benthiques).
- *Ulva* spp. a été caractérisé par des concentrations plus élevées en pharmaceutiques et musks que *Gelidium* spp., caractérisé par de plus fortes concentrations en écrans solaires. À l'inverse, les échantillons de Porifera ont été caractérisés par des concentrations plus élevées en HAPs et PCBs. Finalement, *Mytilus* spp., *Patella* spp. et *Holothuria tubulosa* ont présenté des concentrations bien plus faibles en pharmaceutiques que *Ulva* spp.

Plus de précisions dans le manuscrit de Thèse de Laura Huguenin : "Rocky benthic communities' response to sewage discharges and associated micropollutants in the southeastern Bay of Biscay" soutenue le 12.12.19

Questions soulevées/manques identifiés

Poursuivre ces pistes de recherche pour expliquer la distribution géographique des polluants, notamment en lien avec le régime alimentaire

Étudier le cycle de vie, le métabolisme des potentiels « bons » bioaccumulateurs mis en évidence dans cette étude.

Analyser ces mêmes molécules dans une autre espèce (*Cystoseria* spp., espèce structurante de la côte Basque). Les prélèvements sont d'ores et déjà bancarisés.

Développer une approche transversale sur la contamination au sein de la chaîne trophique étudiée en s'appuyant sur les résultats des différentes analyses et en lien avec les attentes de la DCSMM pour les descripteurs 4, 8 et 9.

Poursuivre à long terme les suivis pour évaluer l'impact des rejets des effluents urbains sur les communautés benthiques et leurs effets sur la structure des communautés (Évaluation DCSMM Habitat/pression).

Plus de précisions dans le manuscrit de Thèse de Laura Huguenin : "Rocky benthic communities' response to sewage discharges and associated micropollutants in the southeastern Bay of Biscay" soutenue le 12.12.19

**Publication 1 (acceptée dans Continental Shelf Research en 2019,
<https://archimer.ifremer.fr/doc/00494/60587/>)**

Impact of wastewater treatment plant discharges on macroalgae and macrofauna assemblages of the intertidal rocky shore in the southeastern Bay of Biscay

Huguenin L.^{1,2,3}, Lalanne Y.², de Casamajor M.-N.³, Gorostiaga J.-M.⁴, Quintano E.⁴, Salerno M.², Monperrus M.^{1,2}

Continental Shelf Research, 181, 34-49. Publisher's official version : <https://doi.org/10.1016/j.csr.2019.04.014>

¹ CNRS/ UNIV PAU & PAYS ADOUR/ E2S UPPA, Institut des Sciences Analytiques et de Physico-Chimie pour l'Environnement et les Matériaux – MIRA, UMR5254, Anglet, 64600, France

² UNIV PAU & PAYS ADOUR/ E2S UPPA –1 Allée Parc Montaury, Anglet, 64600, France

³ IFREMER - Laboratoire Environnement Ressources Arcachon (FED 4155 MIRA) - 1 allée du parc Montaury, Anglet, 64600, France

⁴ Department of Plant Biology and Ecology, Faculty of Science and Technology, University of the Basque Country UPV/EHU, PO Box 644, Bilbao, 48080, Spain

Résumé

Les habitats rocheux intertidaux sont particulièrement vulnérables aux pressions anthropiques, en particulier dans les zones à forte concentration urbaine comme le sud-est du golfe de Gascogne. Cette recherche vise à établir une évaluation de l'impact potentiel des rejets d'eaux usées sur les assemblages benthiques rocheux intertidaux sur les macroalgues et la macrofaune, conformément aux directives européennes (directive-cadre sur l'eau -DCE et directive-cadre sur la stratégie pour le milieu marin -DCSMM). Les assemblages ont été échantillonnés à cinq endroits selon une conception de contrôle-impact. Un effet détectable modéré des rejets a été mis en évidence sur la structure de l'assemblage au moyen d'analyses multivariées, mais cela était moins évident en utilisant d'autres paramètres biologiques et écologiques. Les résultats suggéreraient également que les macroalgues benthiques constituent pour la zone d'étude la meilleure composante biotique pertinente pour évaluer l'effet de cette pression sur les habitats des plates-formes rocheuses intertidales. Modifications de l'abondance relative de *Ceramium* spp., *Corallina* spp. et *Halopteris scoparia* étaient principalement responsables des dissemblances trouvées. Enfin, un rapport de qualité pseudo-écologique, basé sur les mesures actuelles de la DCE, a également été calculé pour chaque site en fonction d'une distance à l'émissaire pour évaluer sa sensibilité à ce type de pression. Les résultats étaient conformes à ceux de la surveillance de la DCE car les sites non ou moins impactés étaient classés comme « bons » contrairement aux autres sites classés comme « modérés ». Ainsi, ces travaux apportent des informations complémentaires pour la DCSMM et comblent les carences soulignées par les directives sur la réponse des indicateurs biologiques à diverses pressions et la biocénose du sud-est du golfe de Gascogne.

Abstract

Rocky intertidal habitats are particularly vulnerable to anthropogenic pressures especially in areas with high urban concentrations such as southeastern Bay of Biscay. This research aims to establish an assessment of the potential impact of sewage discharges on intertidal rocky benthic assemblages on macroalgae and on macrofauna as required by the European Directives (Water Framework Directive -WFD and Marine Strategy Framework Directive -MSFD). The assemblages were sampled at five locations according to a control-impact design. A moderate detectable effect of discharges was highlighted on the assemblage structure by means of multivariate analyses but this was less evident using other biological and ecological metrics. Results would also suggest that benthic macroalgae constitute for the study area the best relevant biotic component to assess the effect of this pressure on the intertidal rocky platform habitats. Changes in the relative abundance of *Ceramium* spp., *Corallina* spp. and *Halopteris scoparia* were mainly responsible of the dissimilarities found. Finally, a



pseudo-ecological quality ratio, based on the current WFD metrics, was also calculated for each site within locations (i.e. each distance from the outfall) to assess its sensitivity to this type of pressure. Results were conformed with those of the WFD monitoring because the un- or less-impacted sites were ranked as “Good” contrary to the others ranked as “Moderate”. Thus, this work provides additional information for the MSFD and bridges deficiencies emphasized by Directives on the response of biological indicators to various pressures and the biocenosis of southeastern Bay of Biscay.



Publication 2 (en cours de soumission)

Does wastewater discharge drive rocky subtidal community shifts? A case study

Huguenin L.^{1,2,3}, Lalanne Y.², de Casamajor M.-N.⁴, Gorostiaga J.-M.³, Quintano E.³, Monperrus M.^{1,2}

¹ CNRS/ UNIV PAU & PAYS ADOUR/ E2S UPPA, INSTITUT DES SCIENCES ANALYTIQUES ET DE PHYSICO-CHIMIE POUR L'ENVIRONNEMENT ET LES MATERIAUX – MIRA, UMR5254, 64600, ANGLET, France

² UNIV PAU & PAYS ADOUR/ E2S UPPA, UFR Sciences et Techniques de la Côte Basque –1 Allée Parc Montaury, 64600 Anglet, France

³ Department of Plant Biology and Ecology, Faculty of Science and Technology, University of the Basque Country UPV/EHU, PO Box 644, Bilbao 48080, Spain

⁴ IFREMER -Laboratoire Environnement Ressources Arcachon (FED 4155 MIRA) -1 allée du parc Montaury, 64600 Anglet, France

Résumé

Cette étude vise à évaluer l'impact potentiel des rejets des stations d'épuration sur les assemblages benthiques rocheux subtidal du sud-est du golfe de Gascogne, conformément aux directives européennes. La réponse des macroalgues et de la macrofaune dans deux habitats subtidal différents (infralittoral et circalittoral) a été évaluée par des approches multivariées et multimétriques dans le cadre d'un plan d'échantillonnage de type contrôle/impact. Les analyses multivariées n'ont pas reflété d'effets significatifs de l'effluent sur la composition et l'abondance des macroalgues et de la macrofaune, des groupes morpho-fonctionnels et des groupes écologiques dans les deux habitats. Cependant, des changements ont été détectés dans l'abondance relative de certains bioindicateurs (sensibles vs opportunistes), notamment des macroalgues, révélant l'existence d'un impact léger à modéré de l'effluent. L'évaluation d'impact utilisant des approches multimétriques pour les macroalgues (rapport de qualité écologique) s'est avérée plus sensible pour détecter l'impact. Ce travail propose de nouvelles approches d'intégration de la macrofaune pour une évaluation efficace de l'impact des changements des communautés benthiques liés aux mesures d'atténuation des STEP.

Abstract

This study aims to assess the potential impact of treatment plant discharge on subtidal rocky benthic assemblages in the Southeastern Bay of Biscay in compliance with the European Directives. Their response at two different subtidal habitats was assessed through multivariate and multimetric approaches within an impact-control sampling design. Multivariate analyses did not reflect significant effects of the effluent on the composition and abundances of macroalgae and macrofauna, morpho-functional groups and ecological groups in both habitats. However, changes were detected in the relative abundance of certain bioindicators (sensitive vs. opportunistic), specially of macroalgae, revealing the existence of a slight-moderate impact of the effluent. In contrast, impact evaluation applying multimetric approaches were discordant with those obtained by multivariable analysis techniques. The latter approach seemed to be more sensitive for impact detection. This work provides new approaches of integrating macrofauna for efficient impact evaluation of benthic communities' changes related to WWTP mitigation measures.

Rapport 1 (<https://archimer.ifremer.fr/doc/00406/51739/>)

Prospection et échantillonnage des émissaires en mer au large de la côte basque. Rapport de campagne - Micropolit année 1.

De Casamajor M.-N.¹, Huguenin L.², Lissardy M.¹

¹ IFREMER - Laboratoire Environnement Ressources Arcachon (FED 4155 MIRA) - 1 allée du parc Montaury, Anglet

² CNRS/ UNIV PAU & PAYS ADOUR/ E2S UPPA, Institut des Sciences Analytiques et de Physico-Chimie pour l'Environnement et les Matériaux – MIRA, UMR5254, Anglet, 64600, France

Résumé

Ce travail a pour objectif de faire la synthèse des travaux réalisés dans le cadre de prospections en milieu subtidal sur la côte basque française en 2017. Le déroulement de cette campagne est présenté, ainsi que les différentes données collectées permettant d'établir un bilan. Cependant, sur les 3 step ciblées, une seule a pu être correctement échantillonnée d'un point de vue biologique et écologique. L'analyse des difficultés rencontrées au cours de ces investigations permettra de recadrer la mise en œuvre du protocole pour répondre aux mieux aux objectifs fixés initialement au cours de la campagne 2018.

Abstract

This work aims to summarize the work carried out in the framework of surveys in subtidal environment on the French Basque coast in 2017. The course of this campaign is presented as well as the various data collected making it possible to establish a balance sheet. The latter refers to the fact that only one of the three targeted steps could be correctly sampled from a biological and ecological point of view. The analysis of the difficulties encountered during these investigations will make it possible to reframe the implementation of the protocol in order to best meet the objectives originally set during the 2018 sampling program.



Rapport 2

Échantillonnage des émissaires en mer au large de la côte basque. Application du protocole DCE/DCSMM campagne 2018/Année 2.

De Casamajor M.-N.¹, Huguenin L.², Lissardy M.¹

¹ IFREMER - Laboratoire Environnement Ressources Arcachon (FED 4155 MIRA) - 1 allée du parc Montaury, Anglet, France

² CNRS/ UNIV PAU & PAYS ADOUR/ E2S UPPA, Institut des Sciences Analytiques et de Physico-Chimie pour l'Environnement et les Matériaux – MIRA, UMR5254, Anglet, 64600, France

Résumé

En 2018, le protocole « Macroalgues subtidales » de la DCE / DCSMM a été appliqué sur les émissaires des stations d'épuration de la commune d'Urrugne et de Guéthary pour évaluer cet indicateur sur des sites directement soumis à une pression. Ainsi, les échantillonnages se sont déroulés entre la zone de rejet de l'émissaire au niveau « - 3 m » et jusqu'à une vingtaine de mètres de profondeur pour recueillir les données nécessaires aussi bien pour la faune que pour la flore. En parallèle, des prélèvements ont été réalisés à différents niveaux trophiques pour les analyses chimiques. Ces prélèvements concernent principalement des algues, des éponges et des holothuries. Les premiers résultats montrent que l'EQR sur ces deux sites est « moyen ». Ceci alors que ce paramètre a été « bon » pour cette masse d'eau en 2017 sur les stations de référence DCE. Les analyses chimiques sont actuellement en cours pour compléter ces éléments.

Abstract

In 2018, the protocol "Macroalgae subtidal" of the WFD / MSFD was applied to the emissaries of wastewater treatment plants of Urrugne and Guéthary city to evaluate this indicator on sites directly under pressure. Thus, the sampling took place between the emissary discharge zone at the 3 m depth level and up to twenty meters deep to collect the necessary data for both fauna and flora. In parallel, samples were taken at different trophic levels for chemical analyses. These samples mainly concern algae, sponges and sea cucumbers. The first results show that the EQR on these two sites is "average". This parameter was "good" for this body of water in 2017 on the sites considered as "reference stations". Chemical analyses are currently underway to complete these elements.

Rapport 3

Échantillonnage des émissaires en mer au large de la côte basque. Application du protocole DCE/DCSMM campagne 2019/Année 2 et synthèse des trois années.

De Casamajor M.-N.¹, Huguenin L.², Lissardy M.¹

¹ IFREMER - Laboratoire Environnement Ressources Arcachon (FED 4155 MIRA) - 1 allée du parc Montaury, Anglet, France

² CNRS/ UNIV PAU & PAYS ADOUR/ E2S UPPA, Institut des Sciences Analytiques et de Physico-Chimie pour l'Environnement et les Matériaux – MIRA, UMR5254, Anglet, 64600, France

Résumé

Le protocole « Macroalgues subtidales » de la DCE / DCSMM a été appliqué sur les émissaires des stations d'épuration de la commune d'Urrugne et de Guéthary pour évaluer cet indicateur sur des sites directement soumis à une pression ici « effluents urbains ». Ainsi, les échantillonnages se sont déroulés entre la zone de rejet de l'émissaire au niveau « - 3 m » et jusqu'à une vingtaine de mètres de profondeur pour recueillir les données nécessaires aussi bien pour la faune que pour la flore. En parallèle, le même échantillonnage a été réalisé sur une station dite « contrôle » du réseau de surveillance DCE sur la commune de Socoa. Les deux campagnes de 2017 et 2018 ont permis de cadrer les échantillonnages. La troisième campagne en 2019 constitue une phase de test du protocole pour l'acquisition des métriques utiles en réponse à la DCSMM. Ce rapport présente les résultats de la troisième campagne ainsi que la synthèse des 3 années de travaux réalisés au cours du projet Micropolit.

Abstract

The current " Subtidal macroalgae " protocol of the WFD / MSFD was applied to wastewater treatment plant emissaries from 2 coastal cities (Urrugne and Guéthary) to assess this indicator on sites directly under pressure. Thus, the sampling took place between the discharge zone (at 3 m depth) and up to twenty meters deep to collect the required data for both fauna and flora. Simultaneously, a thirdly "control" location was sampled and was located on a current WFD location (i.e. Socoa). The first two campaigns, undertaken in 2017 and 2018, allowed us to improve the sampling process. The third campaign, planned in 2019, constituted a testing phase of the protocol for the acquirement of useful metrics in response to the MSFD requirements. This report deals with the third campaign results and a synthesis of the work carried out during the project.

Contributions dans les colloques

1. Bisch Amaelle, Huguenin Laura, Miossec Carole, de Casamajor Marie-Noelle, Lalanne Yann, Gorostiaga José Maria, Monperrus Mathilde (2018). **Accumulation of priority and emerging pollutants in benthic organisms from the rocky Basque coast**. ISOBAY 16 - XVIth International Symposium of Oceanography of the Bay of Biscay. 5-7 June 2018, Anglet, France. Poster
2. de Casamajor Marie-Noelle, Lalanne Yann, Sartoretto Stephane, Huguenin Laura, Mourguiart Bastien, Bru Noelle, Lissardy Muriel (2018). **Why not monitoring circalittoral reef habitat of the south of the Bay of Biscay with INDEX-COR approach?** ISOBAY 16 - XVIth International Symposium of Oceanography of the Bay of Biscay. 5-7 June 2018, Anglet, France. Poster
3. Huguenin Laura, de Casamajor Marie-Noelle, Lalanne Yann, Gorostiaga José-Maria, Monperrus Mathilde (2017). **Impact of urban effluents on benthic communities along the Basque coast**. COAST Bordeaux 2017 "Évolution systémique et de la biodiversité des environnements côtiers et littoraux sous la pression du changement climatique, des facteurs naturels et anthropiques locaux". Du 7 au 10 novembre 2017, Bordeaux. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00406/51742/>. Poster
4. Mourguiart Bastien, Lalanne Yann, Huguenin Laura, Bru Noelle, de Casamajor Marie-Noelle (2018). **Assessment of circalittoral reef benthic assemblages along a distance gradient to the coast in N2000 Basque coast (southern Bay of Biscay)**. ISOBAY 16 - XVIth International Symposium of Oceanography of the Bay of Biscay. 5-7 June 2018, Anglet, France. Poster
5. Salerno Manon, Huguenin Laura, de Casamajor Marie-Noelle, Lalanne Yann, Bisch Amaelle, Gorostiaga José-Maria, Monperrus Mathilde (2018). **Assessing impact of sewage outfalls on intertidal rocky shores along the Basque coast (south eastern Bay of Biscay): assemblage structure analysis of benthic communities**. ISOBAY 16 - XVIth International Symposium of Oceanography of the Bay of Biscay. 5-7 June 2018, Anglet, France. Poster

Espèces

Communautés microbiennes

Site(s) atelier(s) concerné(s)

~~Côte basque rocheuse~~

~~Côte landaise~~

Adour et son panache

Gouf de Capbreton

Molécules recherchées

Espèces	Éléments Traces Métalliques (ETM)	Musks	Filtres-UV chimiques	Pharmaceutiques
		HHCB	OC	Carbamazepine Ofloxacin

Stockage des résultats de concentrations en micropolluants dans la base de données (livrable L2.5) avec clé de sélection d'entrée : Date/Code lieu/ code espèce/Sexe/Code organe ou tissu prélevé /Numéro de l'échantillon

Echantillons non bancarisés

Questions traitées

1. Etude de la faisabilité de l'isolement de souches bactériennes capables de dégrader un cocktail de polluants

Article : Azaroff et al., soumis ; Azaroff et al., 2020

Thèse : Azaroff, 2019

Résultats marquants

- La carbamazépime apparait comme le contaminant le plus rémanent dans les enrichissements. Une forte dégradation abiotique du galaxolide et de OC est observée en conditions oxiques. En anaérobiose, les conditions favorisant les métabolismes de sulfato et nitrate réduction se révèlent comme les plus efficaces dans la biodégradation du galaxolide et du OC.

Questions soulevées/manques identifiés

L'amélioration des connaissances sur la diversité microbienne en milieu marin peut conduire au développement d'outils techniques dotés de capacités de dégradation et d'une tolérance élevée à l'avenir, mais également mettre en évidence la façon dont la remédiation microbienne contribue à la résilience de la nature en milieu marin.

Publication 1 (soumise dans Journal of Hazardous Material)

Microbial degradation of selected emerging contaminants in marine Capbreton Canyon: from sediments to pure strains

Azaroff A.¹, Monperrus M.¹, Miossec C.¹, Gassie C.², Guyoneaud R.²

¹ Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, CNRS, IPREM-MIRA, UMR 5254, 64600 Anglet, France

² Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, CNRS, IPREM-MIRA, Environmental Microbiology, UMR 5254, 64000, Pau, France

Résumé

Bien que les contaminants émergents (EC) soient de plus en plus surveillés dans les matrices environnementales, il existe encore un manque de données dans les écosystèmes marins, en particulier sur leur devenir et leur potentiel de dégradation. Dans ce travail, pour la première fois, le potentiel de dégradation des muscs synthétiques (galaxolide et tonalide), des filtres UV (padimate O et octocrylène) et d'un composé pharmaceutique (carbamazépine) a été étudié dans des échantillons de sédiments marins, dans des conditions de laboratoire en utilisant des incubations de boues de sédiments dans des conditions biotiques et abiotiques. Des temps de demi-vie minimum dans des conditions biotiques ont été trouvés à 21 jours, 129 jours et 199 jours pour O padimate, galaxolide et carbamazépine, respectivement. Les enrichissements effectués dans des conditions anoxiques et oxiques ont démontré que les dégradations après un mois d'incubation, soit dans des conditions biotiques soit abiotiques, étaient limitées dans des conditions anoxiques par rapport aux conditions oxiques pour tous les contaminants. De nouvelles bactéries aérobies capables de dégrader les muscs synthétiques et les filtres UV ont été isolées. Ces nouvelles souches étaient principalement liées au genre *Bacillus*. Sur la base de ces résultats, les souches isolées capables de dégrader ces EC, peuvent avoir une forte implication dans la résilience naturelle en milieu marin et pourraient être utilisées dans les processus de restauration.

Abstract

Despite emerging contaminants (ECs) are more and more monitored in environmental matrices, there is still a lack of data in marine ecosystems, especially on their fate and degradation potentials. In this work, for the first time, the degradation potential of synthetic musks (galaxolide and tonalide), UV filters (padimate O and octocrylene) and a pharmaceutical compound (carbamazepine) was studied in marine sediment samples, under laboratory conditions using sediment slurry incubations under biotic and abiotic conditions. Minimum half life times under biotic conditions were found at 21 days, 129 days and 199 days for O padimate, galaxolide and carbamazepine, respectively. Enrichments conducted under anoxic and oxic conditions demonstrated that degradations after one month of incubation either under both biotic and abiotic conditions were limited under anoxic conditions compared to oxic conditions for all the contaminants. Novel aerobic bacteria, able to degrade synthetic musks and UV filters have been isolated. These novel strains were mainly related to the Genus *Bacillus*. Based on these results, the isolated strains able to degrade such ECs, can have a strong implication in the natural resilience in marine environment, and could be used in remediation processes.

Publication 2 (acceptée chez Environmental Pollution en 2020)

Marine mercury-methylating microbial communities from coastal to Capbreton Canyon sediments (North Atlantic Ocean)

Azaroff A.¹, Goñi Urriza M.², Gassie C.², Monperrus M.¹, Guyoneaud R.²

Environmental Pollution, 262, 114333. Publisher's official version :

<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114333>

¹ Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, CNRS, IPREM-MIRA, UMR 5254, 64600 Anglet, France

² Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, CNRS, IPREM-MIRA, Environmental Microbiology, UMR 5254, 64000, Pau, France

Résumé

La méthylation microbienne du mercure (Hg) transforme le mercure inorganique (Hg(II)) en mercure organique (le méthylmercure (MeHg), un dangereux neurotoxique) principalement dans les environnements anoxiques aquatiques. La difficulté d'échantillonnage dans les écosystèmes marins, en particulier dans les canyons sous-marins, conduit à un manque de connaissances sur le microbiome méthyliant le mercure dans les sédiments marins. Une étude antérieure avait montré un enrichissement d'espèces mercurielles (Hg(II) et MeHg) dans les sédiments du canyon de Capbreton où les paramètres géochimiques et les activités microbiennes limitaient la production nette de MeHg. Afin de caractériser les communautés microbiennes méthyliantes du mercure des sédiments côtiers aux sédiments plus profonds, une analyse de la diversité des microorganismes (basée sur le séquençage de l'ADNr 16s) ainsi qu'une analyse des bactéries méthyliant le mercure (basée sur le clonage et séquençage du gène *hgcA*) ont été réalisées. Les analyses de diversité (ADNr 16s et *hgcA*) ont démontré que les potentiels procaryotes présumés de méthylation du Hg se trouvaient parmi les *δ*-protéobactéries, dominée par des bactéries réductrices de composés soufrés (principalement sulfate). D'autres clades, tels que *Firmicutes*, *Chloroflexi* et *Euryarchaea* étaient mineurs. Néanmoins, 45 % des séquences de *hgcA* ne sont toujours pas affiliées, ce qui indique que des études supplémentaires en milieu marin sont nécessaires pour déchiffrer les implications de ces nouveaux microorganismes porteurs de *hgcA* dans la méthylation du Hg. Ces premiers résultats dans un écosystème marin productif suggèrent également l'implication du cycle du soufre dans la méthylation du mercure.

Abstract

Microbial mercury (Hg) methylation transforms inorganic mercury to neurotoxic methylmercury (MeHg) mainly in aquatic anoxic environments. Sampling challenges in marine ecosystems, particularly in submarine canyons, leads to a lack of knowledge about the Hg methylating microbes in marine sediments. A previous study showed an enrichment of mercury species in sediments from the Capbreton Canyon where both geochemical parameters and microbial activities constrained the net MeHg production. In order to characterize Hg-methylating microbial communities from coastal to deeper sediments, we analysed the diversity of microorganisms' (16S rDNA-based sequencing) and Hg methylators (*hgcA* based cloning and sequencing). Both, 16S rDNA and *hgcA* gene analysis demonstrated that the putative Hg-methylating prokaryotes were likely within the *Deltaproteobacteria*, dominated by sulfur-compounds based reducing bacteria (mainly sulfate reducers). Additionally, others clades were also identified as carrying *HgcA* gene, such as, *Chloroflexi*, *Spirochaetes*, *Elusimicrobia*, PVC superphylum (*Plantomycetes*, *Verrucomicrobia* and *Chlamydiae*) and *Euryarchaea*. Nevertheless, 61% of the *hgcA* sequences were not assigned to specific clade, indicating that further studies are needed to understand the implication of new microorganisms carrying *hgcA* in the Hg



methylation in marine environments. These first results suggest that sulfur cycle drives the Hg-methylation in marine ecosystem.



BILAN

Tableau synthétique des productions (par type de document)
réalisées dans le projet MICROPOLIT pour le volet biote

Type de document	Nombre
Publication acceptée	5
Publication en cours d'évaluation (under review)	4
Publication en préparation	2
Rapport (étudiant licence pro./Master)	5
Rapport autre	4
Poster dans des colloques	9
Manuscrit de thèse	2
Description de protocole	1