



ACIDIFICATION DES OCÉANS

Fiche résultat

MERCY

Impact du mercure et du dioxyde de carbone sur la physiologie et le comportement des jeunes stades de vie des céphalopodes

Porteur du projet : Thomas LACOUÉ-LABARTHE, Université de la Rochelle
Début et fin du projet : 2017-2020

Résumé

Le projet MERCY pose la question des effets couplés de l'acidification de l'océan (AO) et de la contamination par le mercure (Hg) sur la biologie et le comportement chez une espèce complexe: la seiche.

Après avoir vérifié que le Hg s'accumulait significativement dans les cerveaux de céphalopodes, des travaux expérimentaux ont permis de démontrer que les processus dynamiques et l'efficacité de bioaccumulation du Hg n'étaient pas affectés par l'acidification de l'eau de mer. En revanche, l'acidification retarde le développement embryonnaire et impacte l'apprentissage de comportements spécifiques pendant le premier mois de la vie juvénile. Les mêmes effets sont observés, dans une moindre mesure, chez les juvéniles qui se nourrissent de proies contaminées en Hg. Ainsi, les seiches soumises à une élévation de CO₂ et/ou une contamination par le Hg ne se camouflent pas dans un milieu hétérogène, ce qui pose la question de savoir si elles ne peuvent pas ou ne veulent pas se camoufler. L'acidification tend aussi à inverser la latéralisation des juvéniles, c'est à dire le côté du cerveau privilégié pour effectuer des tâches rapides. Les actions moléculaires de ces deux facteurs restent encore à élucider ainsi que les conséquences de ces effets en terme de survie des juvéniles.

Contexte et objectifs

L'AO est un phénomène de baisse du pH de l'eau de mer causée par l'augmentation du dioxyde carbone provenant des activités humaines. Il est acquis que ce changement majeur a de graves conséquences, notamment sur les organismes calcifiants tels que les coquillages ou les coraux, mais aussi les poissons pour lesquels le CO₂ perturbe la physiologie (respiration et ionorégulation), la croissance, ou encore le comportement. Cependant, l'acidification s'opère aussi dans un contexte existant et constant de contamination du milieu marin par des polluants. Le Hg est un des métaux les plus problématiques du fait de sa persistance et du fait qu'il existe à la fois sous une forme inorganique (iHg) et organique (sous forme de méthylmercure - MeHg), cette dernière étant connue pour ses capacités de bioaccumulation et sa neurotoxicité.

Dans ce contexte, **i)** considérant que les céphalopodes accumulent efficacement les contaminants, **ii)** qu'ils constituent une ressource marine d'intérêt croissant, et **iii)** que leur cycle de vie court dépend d'un comportement complexe grâce à un système nerveux développé, la seiche est un modèle pertinent pour tester l'hypothèse que la perturbation de la physiologie par l'AO entraîne une augmentation de la bioaccumulation du Hg et que l'exposition aux deux facteurs combinés peut impacter le développement de performances cognitives et comportementales chez les juvéniles.

Méthode et approches utilisées pour le projet

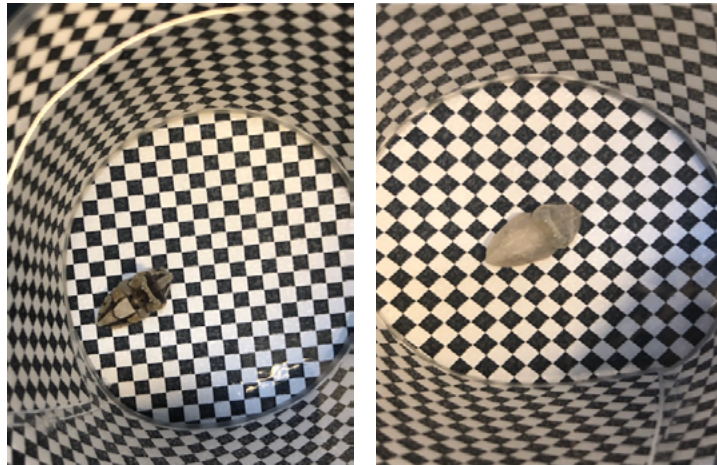
En laboratoire, des embryons et des juvéniles de seiches ont été maintenus dans des conditions de pH telles que prévues en 2100. L'utilisation de marqueurs du Hg (isotopes stables et radioactifs) a permis d'étudier l'impact de l'acidification sur l'efficacité de bioaccumulation du Hg chez les juvéniles. Ensuite, entre l'âge de 3 à 30 jours, des seiches ont subi plusieurs tests pour décrire leur activité de déplacement, leur comportement de prédation et anti-prédation et leur latéralisation visuelle. Enfin, les cerveaux ont été prélevés pour élucider les mécanismes de toxicité du CO₂ et du Hg sur le système nerveux des seiches.

Principales conclusions

Les résultats ont montré que :

Le Hg se concentre dans les cerveaux des seiches.

- La consommation de proies riches en Hg (ex. les poissons) est la principale voie de contamination pour les seiches. L'acidification n'a pas d'effet sur l'efficacité de bioaccumulation chez les juvéniles.
- L'acidification retarde l'efficacité de prédation à la naissance, en lien avec l'allongement du développement embryonnaire en conditions acidifiées.
- Le comportement anti-prédation est perturbé par l'acidification et le Hg, avec une perte de capacité des juvéniles à se camoufler sur un milieu hétérogène après trois semaines de vie juvénile. La latéralisation visuelle, c'est à dire l'utilisation préférentielle d'un côté du cerveau pour effectuer des tâches rapides comme détecter des prédateurs, s'inverse sous l'effet du CO₂ et du Hg.
- Les liens entre le comportement et les mécanismes moléculaires de toxicité du CO₂ et du Hg sur le système nerveux sont encore à élucider.



Photos des colorations de juvéniles de seiches prises sur un damier simulant un milieu hétérogène. A gauche, une seiche contrôle prend une coloration complexe favorable à un camouflage efficace. A droite, une seiche maintenue dans l'eau acidifiée garde une coloration unie et homogène, beaucoup plus visible (Photos : © Antoine Minet)

Impact des résultats pour la science et la société, la décision publique et privée

En démontrant que l'AO n'impacte pas la bioaccumulation du Hg dans les juvéniles, ces résultats contrastent avec les travaux précédents qui mettaient en évidence une atténuation des concentrations en Hg chez les copépodes et les poissons sous l'effet d'une élévation de CO₂. Cette différence peut s'expliquer par l'assimilation totale et la forte rétention du MeHg accumulé par voie trophique chez les seiches.

Les effets mis en évidence sur le comportement anti-prédateur sont cohérents avec les travaux menés sur le calmar pygmé et plus généralement avec les travaux sur les poissons de récifs. Mais ces effets, qui font aussi l'objet d'un vif débat dans la communauté scientifique sont à relativiser considérant que leurs conséquences écologiques en terme de survie pour les juvéniles impactés ou pour les générations suivantes ne sont pas connues.

Le projet MERCy a également démontré que l'acidification, la contamination littorale par le Hg et la combinaison des deux n'étaient pas sans effet pour les juvéniles de seiches. Ces travaux soulignent donc **l'importance de considérer le pH et son évolution ainsi que les niveaux de Hg transféré dans les chaînes trophiques pour qualifier la qualité des nourriceries côtières**, fondamentales pour le maintien de populations dont les stocks tendent à s'effondrer ces dernières années.

Enfin, la seiche, sa biologie et « son intelligence » restent un vecteur privilégié pour sensibiliser le grand public aux menaces qui pèsent sur le milieu marin.

PARTICIPANTS :

Thomas LACQUE-LABARTHE, Université de la Rochelle / Christelle JOZET-ALVES, Université de Caen / Paco BUSTAMANTE, Université de la Rochelle / Marc METIAN, AIEA Monaco / Antoine MINET, Doctorant, Université de la Rochelle / Sophie GENTES, Post doctorante, IPREM Pau / Anais BERRY, Université de la Rochelle / Marina FERNANDEZ-DECLERCK, Ilona MARGOUMET-JOYAU et Ambre DAMOUR, stagiaires

