



# ACIDIFICATION DES OCÉANS

## Fiche résultat

### ICOBIO

Impact du changement océanique sur la biologie des organismes calcifiants : le cas de l'ormeau européen *Haliotis tubercula*, une espèce d'intérêt économique

Porteur du projet : Stéphanie AUZOUX-BORDENAVE (UPMC-Borea)

Début et fin du projet : 2017-2020

#### Résumé

L'ormeau *Haliotis tuberculata* est un mollusque d'intérêt écologique et économique exploité en Bretagne (pêche et aquaculture) pour sa chair comestible. Comme de nombreux organismes littoraux, cette espèce est sensible aux variations des conditions du milieu, notamment de température et de pH. De plus, la coquille de l'ormeau est majoritairement constituée d'aragonite, une forme de carbonate de calcium particulièrement sensible à l'acidification.

Le projet ICObio visait à étudier les réponses morphologiques, physiologiques et comportementales de l'ormeau face à l'acidification océanique. L'influence de la nourriture (quantité et qualité des algues), qui est susceptible de moduler les effets de l'acidification des océans (AO), a également été testée sur les stades juvéniles.

## Contexte et objectifs

Les Mollusques, qui comportent un squelette en carbonate de calcium, sont particulièrement vulnérables à l'AO notamment au cours des stades précoces de leur développement. La diminution du pH océanique peut entraîner des perturbations du métabolisme, de la croissance, de la formation coquillière, de la reproduction ainsi que des retards de développement.

Le projet ICOBio visait à étudier l'impact de l'AO sur un mollusque d'intérêt écologique et économique, l'ormeau européen *H. tuberculata*, à différents stades de son cycle biologique : adultes reproducteurs, larves, juvéniles. Les principaux objectifs ont consisté à analyser, via une approche multidisciplinaire, les effets d'une réduction du pH (-0,3 unité) sur les réponses morphologiques, physiologiques et comportementales. De plus, comme les effets de l'AO pouvant être modulés par l'alimentation, les chercheurs ont étudié comment la qualité et la quantité de nourriture pouvaient interagir avec la réponse des juvéniles à une diminution de pH de 0,3 unité.

L'originalité du projet réside dans l'évaluation sur le long terme (12 mois) des effets de l'acidification sur les adultes et sur la génération issue de parents exposés aux mêmes conditions de pH. Cette approche a permis d'évaluer les réponses biologiques de l'ormeau à différents stades clés de son développement. Les résultats de ce projet permettent de mieux comprendre les réponses biologiques des organismes calcifiants, d'appréhender les mécanismes d'adaptation d'une espèce d'intérêt aquacole au changement global et notamment l'importance de l'alimentation dans la modulation de ces réponses.

## Méthode et approches utilisées pour le projet

Les réponses biologiques de l'ormeau ont été étudiées en laboratoire en exposant les animaux adultes à deux conditions de pH (ambiant : 8,0 et futur : 7,7) pendant cinq mois jusqu'à la reproduction. Les larves et les juvéniles issus de ces croisements ont été élevés dans les mêmes conditions de pH afin d'examiner la réponse des descendants issus de parents déjà exposés à l'acidification. Cette approche a permis d'évaluer les réponses de l'ormeau à différents stades clés de son cycle biologique (adultes reproducteurs, larves, juvéniles). La survie, la croissance, la calcification, la respiration et le comportement des animaux ont été comparés entre les deux conditions de pH. L'influence de la nourriture (quantité et qualité des algues), qui est susceptible de moduler les effets de l'AO, a également été testée sur les stades juvéniles.

## Principales conclusions

Les principaux résultats du projet ICOBio sont :

- La croissance et le comportement des ormeaux adultes ne sont pas affectés par l'AO.
- En revanche, des altérations de la coquille sont observées à pH 7,7 (Figure.1). La fragilisation de la coquille pourrait réduire la protection de l'ormeau contre les prédateurs.

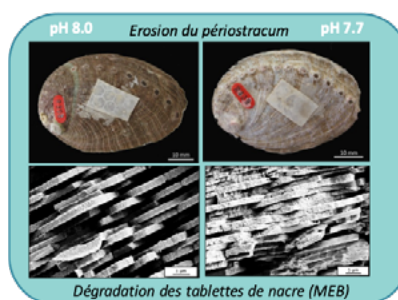


Figure 1 : Effets d'une diminution de 0,3 unité pH sur la coquille de l'ormeau

- L'AO entraîne des anomalies du développement chez les larves et une importante mortalité chez les stades juvéniles (Fig.2). Ceci pourrait avoir des conséquences négatives sur la fixation des jeunes recrues et accélérer le déclin des populations sauvages déjà fragilisées.

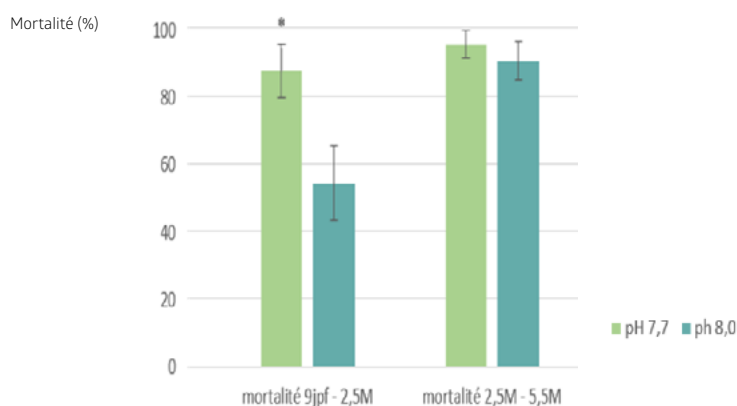


Figure 2 : Effets d'une diminution de 0,3 unité pH sur mortalité des juvéniles d'ormeau

- Enfin, la combinaison d'une réduction du pH (-0,3 unité) et d'une forte densité en algues entraîne des effets contrastés (soit négatifs soit nuls) sur les post-larves et les juvéniles. Ceci montre que la quantité d'algues disponibles chez ces jeunes stades est susceptible de modifier la réponse des ormeaux à l'AO.

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

Les résultats du projet ICOBio offrent de nouveaux outils de compréhension de l'impact des conditions d'élevage sur le bien-être des animaux à court terme et leurs capacités d'adaptation à l'acidification à plus long terme. Les problèmes d'acidification de l'eau sont désormais détectables en cas de décoloration de la surface des coquilles ou de malformation des larves. Quand l'élevage se fait en bassins, l'utilisation de système de filtration peut être mise en place pour améliorer le pH de l'eau et le rendre moins acide.

À plus long terme, il est indéniable que l'impact de l'acidification sur la survie des larves et du naissain sera plus fréquent et que des mesures au-delà de la correction du pH de l'eau devront être imaginés pour pallier la dégradation des conditions de vie. D'ores et déjà, l'adaptation des animaux à l'acidification est un critère important pour les animaux élevés en pleine mer qu'il faudra intégrer dans les programmes de sélection génétique de l'espèce. Par ailleurs, au cas où l'impact sur les populations naturelles mettrait en jeu la survie de l'espèce et puisque c'est essentiellement les premiers stades de vie qui sont impactés, il est important de mettre au point des outils de soutien des stocks avec des animaux qui auraient été produits et sélectionnés en captivité.

Les résultats du projet ICOBio ont permis d'identifier les stades de développement les plus sensibles à l'AO et d'évaluer la capacité d'adaptation des mollusques au changement climatique. Ces données sont d'importance cruciale pour les professionnels de la l'aquaculture et permettent d'envisager une adaptation des pratiques d'élevage. Les stades les plus sensibles étant la phase larvaire et les juvéniles, un contrôle du pH de l'eau pourrait être envisagé dans les bassins d'élevage pour les jeunes stades. De plus, la diminution de la croissance observée chez les adultes soumis à l'AO met en évidence qu'une diminution du pH de -0,3 unité, telle que prévue pour 2100, pourrait affecter significativement les résultats économiques des exploitations halioticoles.

En milieu naturel, les conséquences sur le développement et la survie des larves risquent d'être plus désastreuses, avec des recrutements compromis pour des populations déjà affaiblies par la surpêche ou le développement de maladies suite à l'augmentation de la température des océans. Une solution pourrait consister à sélectionner des animaux résistants à l'acidification, puis à réimplanter les juvéniles issus de cette sélection dans le milieu naturel. Cependant, cette solution reste très risquée, avec un fort taux d'échec.

**Les résultats du projet ICOBio ont permis d'identifier les stades de développement les plus sensibles à l'AO et d'évaluer la capacité d'adaptation des mollusques au changement climatique. Ces nouvelles données sont importantes pour les professionnels qui pourront anticiper et adapter leurs pratiques d'élevage et de pêche afin d'assurer une exploitation durable de la ressource.**

Le projet ICObio a permis de renforcer les collaborations entre les partenaires et d'ouvrir de nouvelles perspectives de recherche avec des partenaires privés et publics.

#### **PARTICIPANTS :**

Stéphanie AUZOUX-BORDENAVE, Sorbonne Université, BOREA / Solène AVIGNON, MNHN / Aicha BADOU, MNHN, Carole DI POI, Ifremer / Philippe DUBOIS, Université Libre de Bruxelles / Fanny GAILLARD, CNRS / Myriam GEORGES, MNHN / Sylvain HUCHETTE, France Haliotis / Javid KAVOUSI, Université de Bretagne Occidentale / Sophie MARTIN, CNRS / Cynthia OLIVEIRA, Université de Bretagne Occidentale / Christine PAILLARD, Université de Bretagne Occidentale / Sabine ROUSSEL, Université de Bretagne Occidentale / Arianna SERVILI, Ifremer

#### **Autres participants :**

6 stagiaires de Master 1 et 2 et d'école d'ingénieurs ont participé à ces travaux. Les rapports de stage sont mentionnés dans la partie III-2 'Production du projet'. Plusieurs personnels techniques des laboratoires partenaires ont également contribué aux prélèvements et analyses des échantillons : Stéphane Formosa (MNHN, microscopie électronique), Nelly Le Goïc (UBO, suivi de la reproduction), Olivier Mouchel (IFREMER, prélèvements biologiques) et Saloua M'Zoudi (ULB, analyse biomécanique).