



# 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

Le projet ICOBio vise à étudier l'impact de l'acidification des océans (AO) sur un mollusque d'intérêt écologique et économique, l'ormeau Européen *H. tuberculata*. Les principaux objectifs consistent à analyser, *via* une approche interdisciplinaire, les effets de l'AO sur les réponses morphologiques, physiologiques et comportementales et évaluer les capacités d'acclimatation ou d'adaptation de l'ormeau à ces changements. Les effets de l'AO pouvant être modulés par l'alimentation, notre approche expérimentale prendra également en compte la quantité et la qualité de la nourriture.

Les résultats de ce projet multidisciplinaire permettront de mieux comprendre les réponses biologiques des organismes calcifiants et d'appréhender les mécanismes d'acclimatation et d'adaptation d'une espèce d'intérêt aquacole au changement océanique. Le projet contribuera ainsi au développement durable de la filière aquacole et permettra d'anticiper les effets du changement océanique sur les populations sauvages afin d'en assurer une exploitation durable.

## Méthode(s) mise(s) en œuvre ou approche(s) utilisée(s)

Une approche trans-générationnelle a été mise en place afin d'évaluer les réponses biologiques des ormeaux au cours du cycle biologique (larves, juvéniles, adultes). Les expérimentations en conditions contrôlées ont été réalisées en 2017 sur le site de l'écloserie France-Haliotis. Des ormeaux adultes ont été exposés durant 5 mois, en période de maturation sexuelle, à deux conditions de pH (actuel 8.0 et futur 7.7) afin d'analyser les effets de l'acidification de l'eau de mer sur la reproduction et les stades précoces du développement. Différents paramètres biologiques tels que la croissance, le comportement, la physiologie, la reproduction et la calcification ont été mesurés au bout de 7 jours, 2 mois et 4 mois d'exposition aux deux conditions de pH. La reproduction et la production des larves ont été effectuées dans les mêmes conditions de pH et le suivi de la génération F1 s'est poursuivi durant 6 mois afin d'évaluer la réponse des juvéniles issus de parents déjà exposés à l'acidification.

## Principal(aux) résultat(s) ou conclusion(s) obtenu(s)

Les premiers résultats montrent que la croissance, le métabolisme global et le comportement des ormeaux adultes ne sont pas affectés par la diminution du pH. En revanche, une diminution du pH interne de l'hémolymphe et des modifications significatives de la structure coquillière ont été observées à pH 7.7. Les analyses de la coquille ont montré une érosion du périostacum (Fig. 1) et une dégradation des tablettes d'aragonite de la couche nacrée. Par ailleurs, des analyses de biomécanique ont montré une réduction de la force de fracture chez les coquilles d'ormeaux soumises au pH faible, ce qui traduit une fragilisation de la coquille (Master 2, N. Richard).

Ces résultats suggèrent un processus de dissolution partielle de la coquille carbonatée, phénomène fréquemment observé chez les espèces calcifiantes en réponse à l'acidification de l'eau de mer.

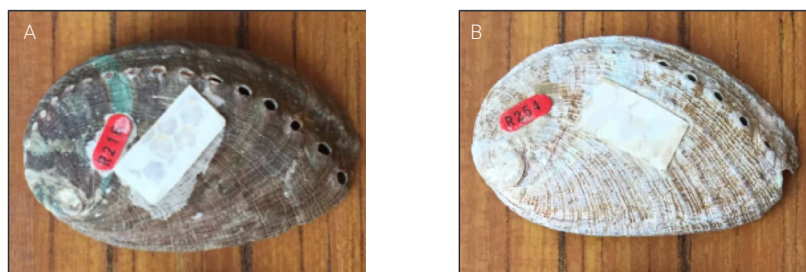


Figure 1. Vues externes de coquille d'ormeau adulte en condition d'eau de mer témoin (A : pH 8.0) et acidifiée (B : pH 7.7); Barre d'échelle : 1cm (Photos N. Richard, Master2, juin 2018)

Concernant la génération F1, des anomalies de développement et une réduction significative de la calcification ont été observées chez les larves véligères, ce qui est en accord avec nos précédents travaux<sup>1</sup>.

De même, une augmentation significative de la mortalité des post-larves a été mesurée entre le stade métamorphique (9j) et le stade 2,5 mois. En revanche, la fixation des larves et la viabilité des juvéniles au-delà de 2,5 mois ne semblent pas affectées par la diminution du pH. Ces résultats suggèrent que des mécanismes trans-générationnels pourraient moduler les effets de l'AO sur la génération F1, comme cela a été montré chez d'autres espèces de mollusques.

<sup>1</sup> Références en lien avec le projet (partenaires ICObio en bleu)

- Wessel N., Martin S., Badou A., Dubois P., Huchette S., Julia V., Nunes F., Harney E., Paillard C. and Auzoux-Bordenave S. (2018). Effect of CO<sub>2</sub>-induced ocean acidification on the early development and shell mineralization of the European abalone *Haliotis tuberculata*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 508: 52-63.

- Auzoux-Bordenave S., Wessel N., Badou A., Martin S., M'Zoudi Saloua, Avignon S., Roussel S., Huchette S., Dubois P. (2019). Ocean acidification impacts growth and shell mineralization in juvenile abalone (*Haliotis tuberculata*). JEMBE (en révision).

Les effets négatifs de l'AO sur des fonctions clés comme la reproduction, le développement larvaire et la biominéralisation pourraient nuire au recrutement et accélérer le déclin des populations d'ormeaux sauvages déjà fragilisées. En outre, la diminution de l'intégrité structurale et de la résistance mécanique de la coquille pourraient réduire la capacité de protection des ormeaux contre les prédateurs et les rendre plus vulnérables aux facteurs de stress (AO, réchauffement, pathogènes...).

### **Atteintes des objectifs et difficultés rencontrées**

**Objectif 1 :** évaluer les impacts de l'AO sur les réponses biologiques de l'ormeau (croissance, physiologie, comportement, reproduction et descendance) au cours d'une expérience trans-générationnelle. (Objectif atteint)

**Objectif 2 :** évaluer les effets combinés de l'AO et de l'alimentation.

Une première expérimentation a été conduite sur des juvéniles de 12 à 18 mois à la station Biologique de Roscoff. Les résultats ont montré un effet limité de la diminution du pH sur la croissance et la physiologie des juvéniles ; l'alimentation à base de *Palmaria palmata* s'est avérée plus favorable avec des taux de croissance coquillière et un indice de condition plus élevés mais l'interaction (pH \* algues) s'est avérée non significative. Une deuxième expérience est prévue courant 2019 afin de tester les effets combinés (AO \* alimentation) sur les post-larves, un stade clé du développement de l'ormeau. (Objectif en cours)

**Objectif 3 :** impacts de l'AO sur l'immunité des ormeaux.

En raison d'une forte mortalité des juvéniles issus de l'exposition trans-générationnelle, cette expérimentation n'a pu être menée à son terme. De plus, le stade juvénile ne se prête pas aux analyses immunologiques en raison du faible volume d'hémolymphe disponible. La susceptibilité des ormeaux aux bactéries du genre *Vibrio* sera étudiée en 2019-2020 dans le cadre du projet Océanolab (LabExmer) sur des populations d'ormeaux adultes soumis à une élévation de température (+ 3°C). (Objectif non atteint)

### **Impact(s) pour les sciences et la société et valorisations effectuées auprès de la communauté scientifique et des parties prenantes**

Les résultats du projet ICOBio ont fait l'objet d'actions de diffusion et de médiation scientifique vers le tout public et les scolaires lors de différentes manifestations en 2017 et 2018 (Fête de la Science, conférences tout public, ateliers scolaires, article de presse, etc.)

La valorisation des travaux auprès de la communauté scientifique s'est traduite par plusieurs communications des partenaires dans des colloques nationaux et internationaux :

- Séminaire « Impact de l'acidification et du réchauffement des océans sur les mollusques et les poissons », 7.12.2017, UBO, Brest; organisé par S. Bordenave et S. Roussel ;
- SEB Symposium « Lessons from two high CO<sub>2</sub> worlds-Future oceans and intensive aquaculture » April 10-12 2018, Sao Miguel, Açores. Portugal; Comm. Orale de S. Auzoux-Bordenave ;
- 10<sup>th</sup> International Abalone Symposium, May 8-12 2018, Xiamen, China. Comm. Affichée de S. Roussel ;
- Workshop on European abalone: biology and sustainable aquaculture, 20-21 sept 2018, Aber Wra'ch, 29870 ;
- Workshop « Impacts de l'acidification des océans et du réchauffement climatique sur les organismes et les écosystèmes marins » 10.12.2018 ; organisé par A. Servili et S. Roussel, UBO, Brest.

Les résultats du projet font l'objet de 3 publications en préparation :

- Avignon S., Auzoux-Bordenave S., Martin S., Badou A., Dubois P., Coheleach M., Richard N., Servili A., Gaillard F., Huchette S., Roussel S. Impact of ocean acidification on growth, physiology and calcification on adult abalone *H. tuberculata* (mission de Mme S. Avignon, chargée d'études MNHN, projet ICOBio, en préparation)
- S. Martin, C. Rozo, S. Roussel, N. Brodu, N. Nouvellon, J. Coudret, A. Badou, F. Gaillard, E. Legrand, P. Dubois, S. Huchette, S. Auzoux-Bordenave. Combined effects of ocean acidification and diet on the juvenile stage of the European abalone, *H. tuberculata* (en préparation)
- Roussel S., Auzoux-Bordenave S., Martin S., Dubois P., Avignon S., Coheleach M., Badou A., Huchette S. Does ocean acidification impacts abalone (*H. tuberculata*) behaviour ? (en préparation)