



# ACIDIFICATION DES OCÉANS

## Fiche résultat

### PACIO

#### Réponses physiologiques et adaptatives des poissons à l'acidification des océans

Projet porté par Guy CLAIREAUX (Université de Brest)

Début et fin du projet : 2017-2020

#### Résumé

Des études récentes ont rapporté des effets de l'acidification des océans sur les poissons. Les bases physiologiques de ces effets sont cependant très imprécises et leurs conséquences, tant écologiques qu'évolutives, restent mal évaluées. C'est là le champ d'action du projet PACIO.

L'augmentation de la teneur atmosphérique en CO<sub>2</sub> et sa diffusion dans les eaux marines ont deux conséquences majeures pour les poissons marins. La première est l'acidification des océans, qui résulte de la réaction chimique du CO<sub>2</sub> avec l'eau de mer. La seconde est une diminution de leur capacité à éliminer le CO<sub>2</sub> à travers leurs branchies.

Afin de répondre aux effets combinés de ces deux phénomènes, les poissons procèdent à des ajustements de leur chimie interne qui sont susceptibles de se répercuter sur les performances d'une large gamme de fonctions physiologiques. **Le projet PACIO a ainsi permis d'identifier la croissance, la reproduction, l'immunité et le comportement comme des fonctions sensibles à l'augmentation de la teneur en CO<sub>2</sub> des eaux marines et à l'acidification qui en découle.** Ces résultats constituent un socle de connaissances qui permet d'envisager des études de physiologie mieux ciblées mais également une analyse plus pertinente des potentielles retombées de l'acidification des océans sur la dynamique des populations de poissons et la productivité des écosystèmes.

## Contexte et objectifs

Les poissons forment une composante majeure des écosystèmes marins et sont indispensables à l'alimentation des populations humaines. À titre d'exemple, les secteurs de la pêche et de l'aquaculture fournissent près de 15 % de leurs besoins en protéines animales à près de 4.5 milliards d'humains. **La sauvegarde des services écologiques, socio-économiques et patrimoniaux associés aux poissons marins fournit le cadre général du projet PACIO.**

L'augmentation de la teneur atmosphérique en CO<sub>2</sub> et sa diffusion dans les océans ont deux conséquences majeures pour les organismes marins. La première est l'acidification des océans, qui résulte de la réaction chimique du CO<sub>2</sub> avec l'eau de mer. La seconde est une hypercapnie interne résultant de la réduction du gradient de diffusion du CO<sub>2</sub> à travers les branchies. Afin de répondre aux effets combinés de ces deux phénomènes, les poissons procèdent à des ajustements de leur chimie interne qui sont susceptibles de se répercuter sur les performances d'une large gamme de fonctions physiologiques.

Dans ce contexte, l'objectif de PACIO était d'**examiner l'effet de la teneur en CO<sub>2</sub> de l'eau sur le développement, les performances, le comportement et la trajectoire de vie de deux générations de bars européens (*Dicentrarchus labrax*).**

## Méthode et approches utilisées pour le projet

Le projet PACIO s'insère dans un programme de collaboration mis en place dès 2013, ce qui a permis de bénéficier de la dynamique établie et des expertises acquises. Ainsi, des élevages de bars ont été mis en lace dans deux conditions expérimentales différentes : dans le premier cas, la teneur en CO<sub>2</sub> de l'eau d'élevage a été fixée à son niveau actuel et dans le second cas, a été reproduit le scénario RPC-8.5 du GIEC (pH 7.6). Au cours des années suivantes, le développement, la physiologie et le comportement de ces poissons ont été examinés.

Les bars ayant atteint l'âge de se reproduire, les chercheurs du projet PACIO ont constitué deux nouveaux lots de larves (génération F1), à partir desquels ils ont recherché de possibles effets trans-générationnels de l'hypercapnie.

## Principales conclusions

L'élevage en condition hypercapnique s'accompagne, chez les bars femelles, d'une modification du cycle annuel de production des stéroïdes sexuels et d'une baisse de la qualité des ovocytes. Chez les mâles, on observe une baisse de la mobilité spermatique. Le développement des otolithes n'est pas affecté par les conditions d'élevage. En revanche, une accélération de la minéralisation du squelette a été observée. Cette accélération de l'ossification s'accompagne d'une forte diminution du taux de malformations. Aucune modification du métabolisme énergétique ou des performances de nage n'a été observée. Les animaux élevés en condition hypercapnique ont également montré une plus grande résistance immunitaire et une plus grande tolérance à la désoxygénation de l'eau. Les analyses comportementales ont en outre fait apparaître que les poissons élevés en condition hypercapnique nageaient en groupes moins synchronisés et présentaient une baisse de vigilance et d'activité exploratoire. Pour ce qui concerne la croissance, une interaction entre capnie et température a été observée. À température relativement basse (15°C), l'hypercapnie n'affecte pas la croissance des animaux. À température plus élevée (20°C) en revanche, elle est associée à une baisse de l'ordre de 40 % du taux de croissance. Une différence d'activité enzymatique intestinale pourrait être la cause de ce déficit de croissance.

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

L'impact du projet PACIO est de trois ordres :

- Acquisition de nouvelles connaissances scientifiques : ce projet a ainsi permis d'identifier la croissance, la reproduction, l'immunité et le comportement comme des éléments sensibles à la capnie, via des effets sur la digestion, les cycles hormonaux et l'intégration neurosensorielle. Ces résultats constituent un socle de connaissances qui permet d'envisager des études de physiologie plus approfondies mais également une analyse plus pertinente des potentielles retombées sur la dynamique des populations et la productivité des écosystèmes.
- Formation à et par la recherche : le projet PACIO a contribué à la formation de 8 jeunes chercheurs de 4 nationalités (France, Allemagne, Italie, Bénin). Il a permis à ces jeunes chercheurs d'évoluer dans un réseau de collaborations internationales très structuré et de profiter de conseils concernant tous les aspects de la recherche, de la conception d'une expérimentation à la présentation des résultats à la communauté scientifique, en passant par la réalisation des expériences et le traitement des données.
- La dissémination de connaissances scientifiques vers le grand public : tant en Allemagne qu'en France, les résultats du projet PACIO ont fait l'objet de nombreuses conférences grand public. De plus, la présence d'universitaires allemands et finlandais au sein de PACIO a permis d'élargir la dissémination des résultats en les intégrant dans de nombreux cours de niveau Licence et Master.

### PARTICIPANTS :

Guy CLAIREAUX, Université de Bretagne Occidentale / Hélène OLLIVIER, Université de Bretagne Occidentale / Frédéric LANCIEN, Université de Bretagne Occidentale / José ZAMBONINO, Ifremer / David MAZURAS, Ifremer / Arianna SERVILI, Ifremer / Amélie CRESPEL, post doctorante, Ifremer / Florian MAUDUIT, doctorant, Université de Bretagne Occidentale / Cassandra AIMON, doctorante, Université de Bretagne Occidentale / Espoir SOUDE, Master 1, Université de Bretagne Occidentale / Soizig LE GARREC, Master 1, Université de Bretagne Occidentale / Costantino PARISI, Master 1, Université de Bretagne Occidentale / Felix MARK, Institut Alfred Wegener, Bremerhaven / Myron PECK, Université de Hambourg / Marta MOYANO, Université de Hambourg / Louise COMINASSI, doctorante, Université de Hambourg / Sarah HOWALD, doctorante, Université de Hambourg / Katja ANTILLA, Université de Turku.