

Aiaiai « Acidification, acclimatation et adaptation des mollusques bivalves »

Fabrice Pernet, Gilles Le Moullac, Jeremy Le Luyer et Carole Di Poi
Porteurs de projet



Objectif initial

- Les bivalves présentent des intérêts économiques et écologiques majeurs en tant qu'espèce-ingénieur des écosystèmes.
- La plupart de ces espèces sont sensibles à l'acidification des océans (AO), mais leur vulnérabilité demeure incertaine.

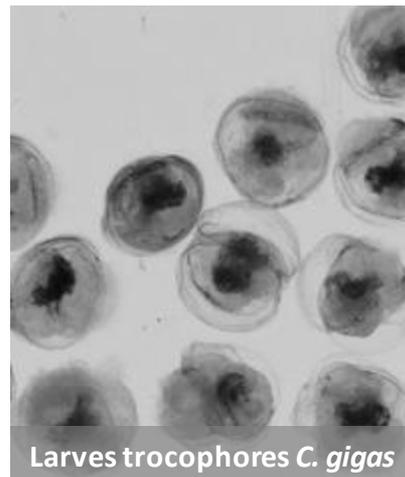
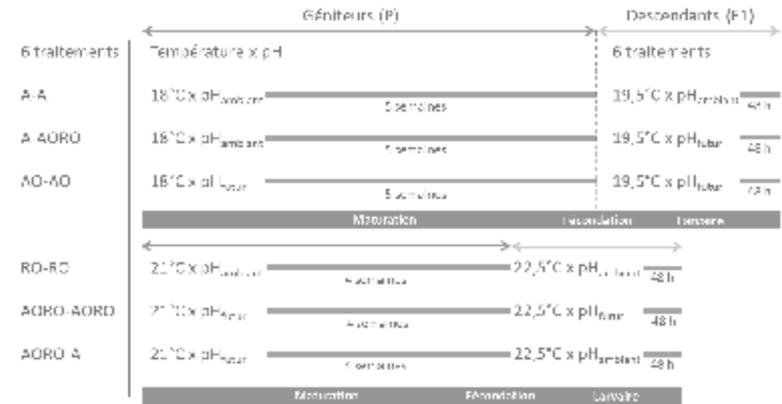
« Cette incertitude repose sur le fait que la plupart des études réalisées portent sur une seule espèce à un stade de développement donné, sans considérer (1) les effets synergiques ou antagonistes d'autres stressors et (2) le potentiel d'adaptation des espèces et les mécanismes responsables de l'acclimatation et de l'adaptation »

- Objectif: examiner les capacités d'acclimatation des huîtres à l'acidification en interaction avec la température.



Exposition intergénérationnelle de l'huître creuse à l'AO *(Master 2 Nicolas Brodu)*

1. Exposition des géniteurs d'huîtres creuses et de leurs descendants aux conditions AO, AORO et ambient.
2. Exposition de naissain d'huîtres creuses maintenue en condition AO et en condition ambiante à l'ostreid herpesvirus (OshV-1).



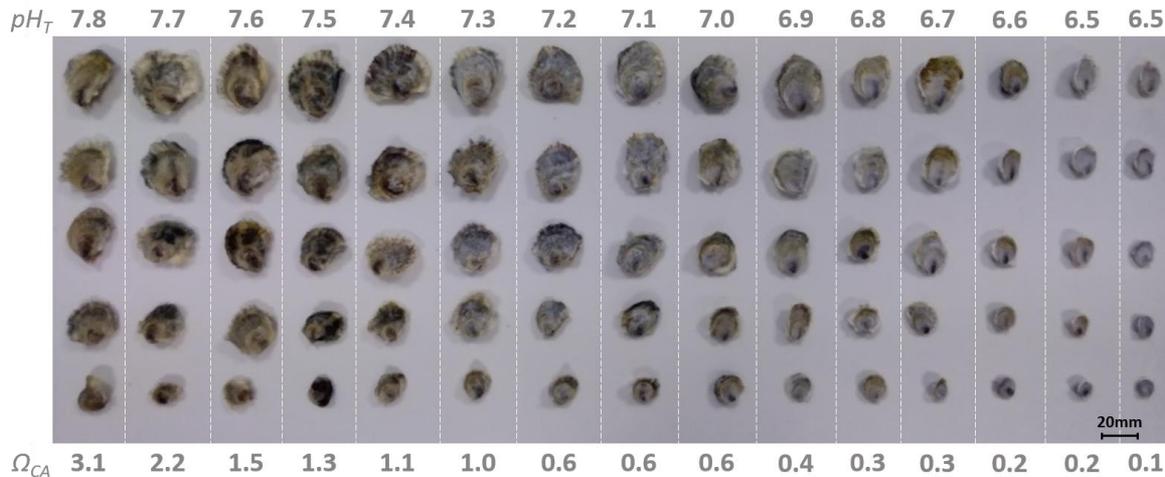
Acidifié (-0.32 pH) vs témoin	
Croissance des adultes	📉
Maturation sexuelle	📉
Sexe ratio	📉
Fécondité	📉
Qualité des gamètes	📉
Taux d'éclosion	📉
Comportement de nage	📉
Croissance larvaire	📉
Dynamique et taux de métamorphose	📉
Croissance post-larvaire	📉
Sensibilité à la maladie (OshV-1)	📉📉

Revisiter la tolérance à l'acidification des océans

Un nouveau cadre d'étude combinant les points de basculement physiologiques et moléculaires de l'huître creuse du Pacifique (thèse Mathieu Lutier)



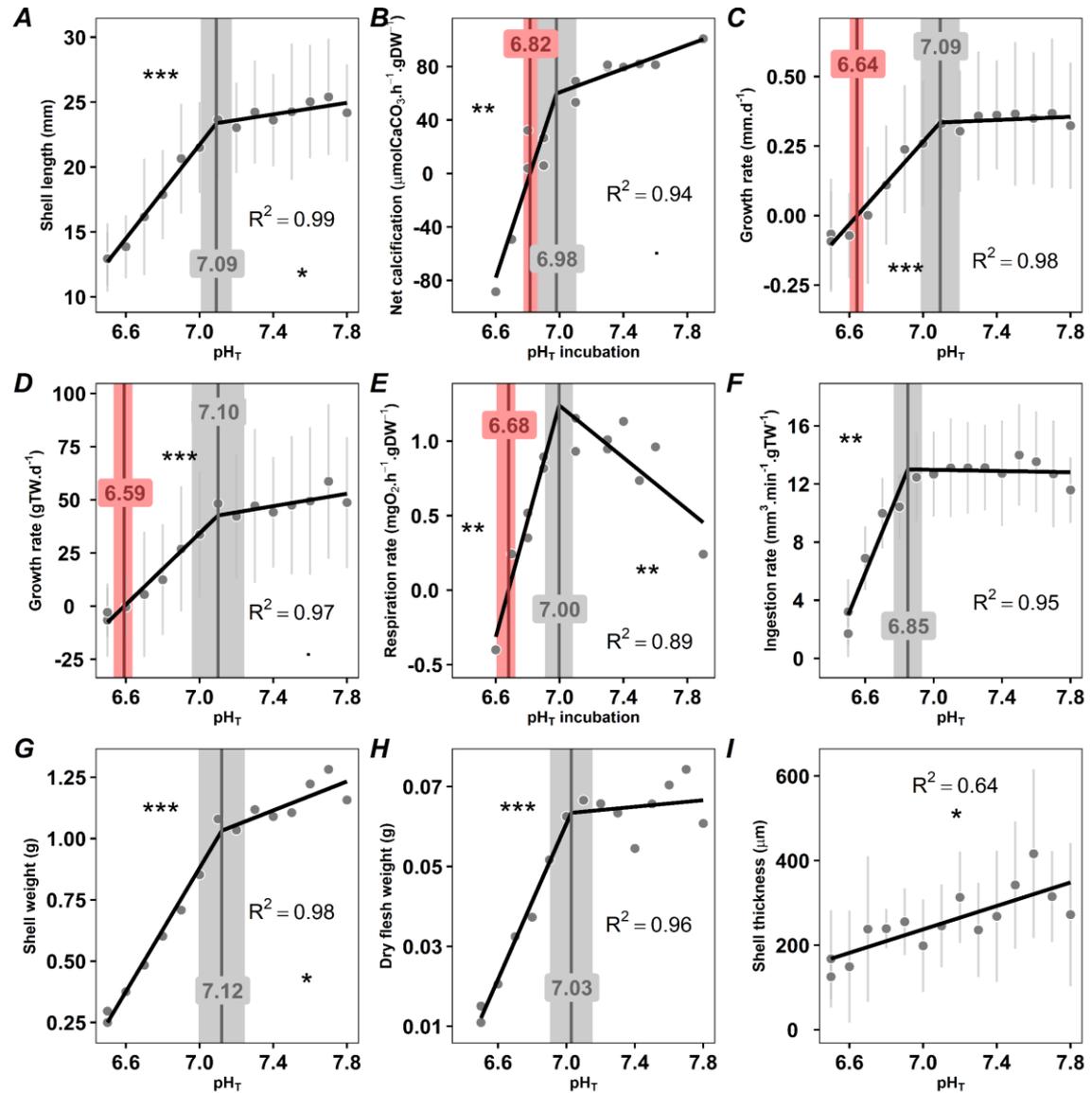
- Caractériser des normes de réaction sur une gamme de pH et identification des points de bascule
- Approches jusqu'à présent concentrées sur quelques traits macro-physiologiques
- Analyser les réponses macro-physiologiques et moléculaires sur une large gamme de pH
- Synthétiser et identifier les principaux modèles de variations dans de grands ensembles de données -omiques, les associer au pH et identifier les points de basculement moléculaires



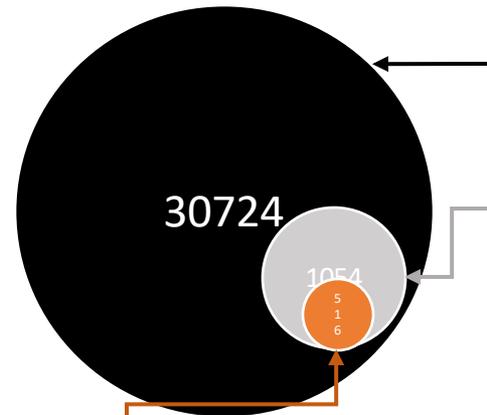
<- Naissains d'huîtres creuses exposés à 15 pH_T pendant 23 jours. Dans chaque condition, 5 huîtres ont été sélectionnées et triées de la plus petite à la plus grande.

Les traits macro-physiologiques basculent entre pH 7.1-6.9

Les paramètres de la coquille et l'activité respiratoire sont impactés au-dessus du point de basculement



50% des DEG
basculent entre
pH 7.3-6.9



Génome

Gènes
différentiellement
exprimés (DEG) ~ pH

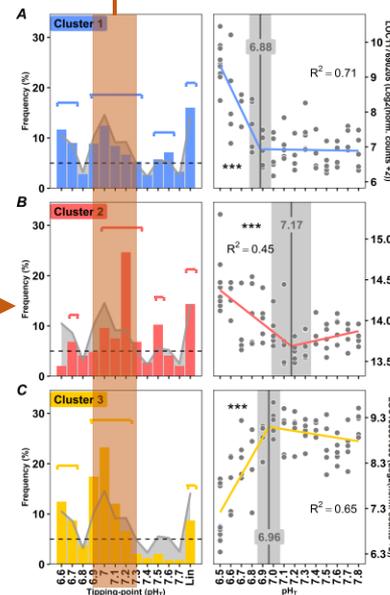
Répartis en trois
groupes distincts selon
leur relation avec le pH

*regulation of RNA-transcription, cellular
metabolism, macromolecule
biosynthesis and negative regulation of
cell-cell adhesion*

*ribosome synthesis, RNA-binding,
translation and protein/amino acid
synthesis*

*ion transport and more specifically to
transmembrane cation transport*

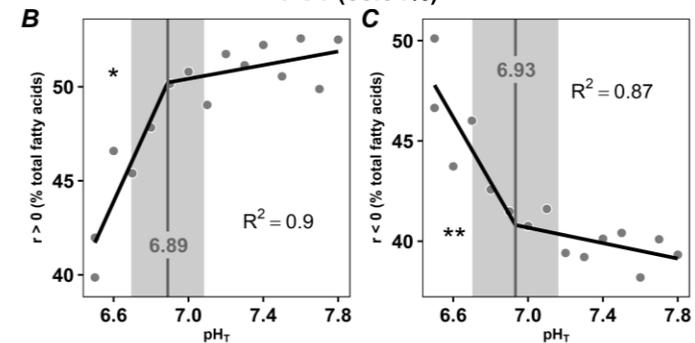
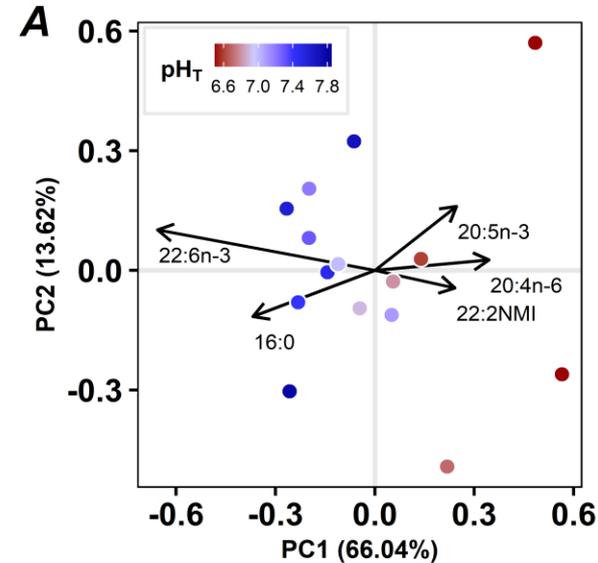
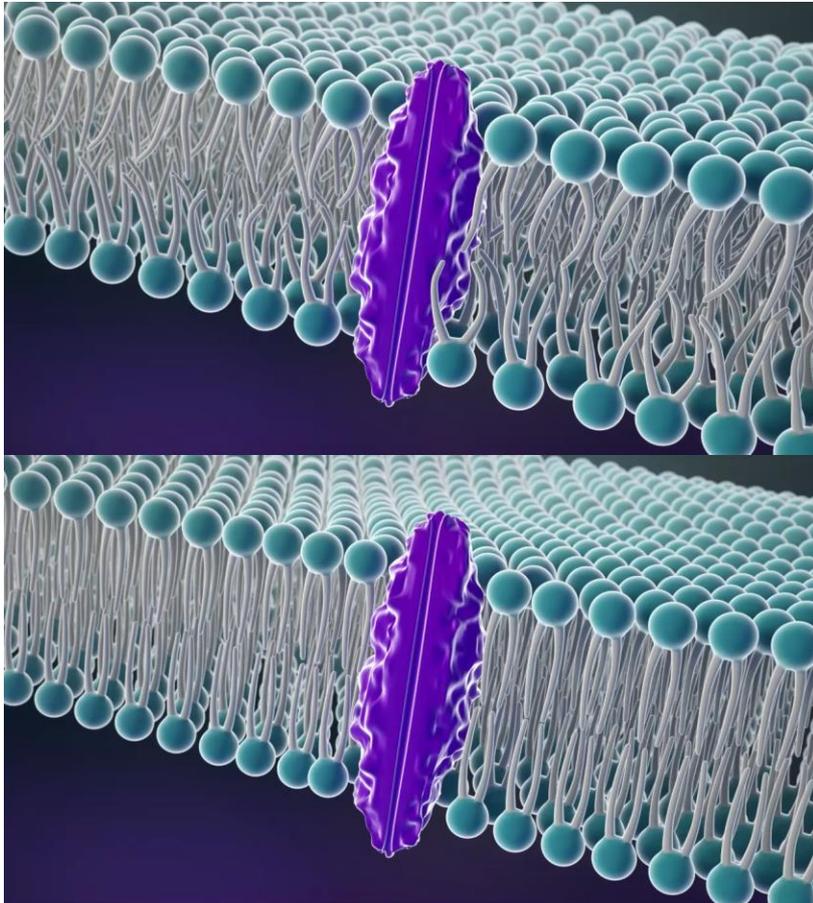
50% présentent un
point de bascule entre
pH 7.3-6.9



L'expression des gènes liés à la biominéralisation est affectée par le pH

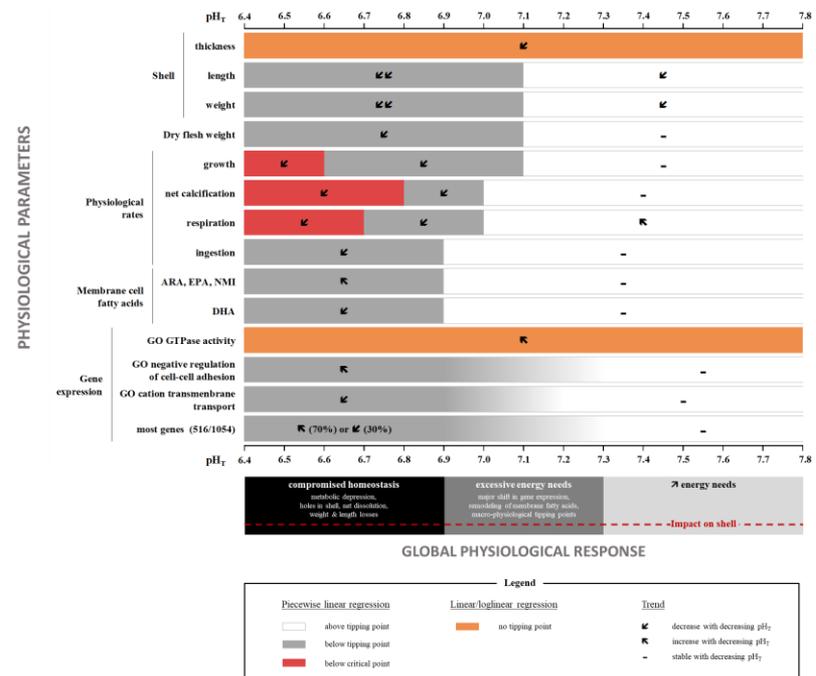
- Expression de 38 gènes couramment rapportés dans la littérature scientifique impliqués dans la calcification, la formation de la matrice organique de la coquille et le périostracum.
- 60 % de ces gènes basculent entre pH 6,9 et 7,1.
protéines de liaison au calcium, voie de signalisation Ca^{2+} , protéines de liaison au carbonate de calcium amorphes et transporteurs transmembranaires d'ions
- L'expression des gènes associés à la régulation de la synthèse de la matrice organique de la coquille et du périostracum augmentait avec la diminution du pH.

Un remodelage des lipides membranaires se produit à pH 6.9



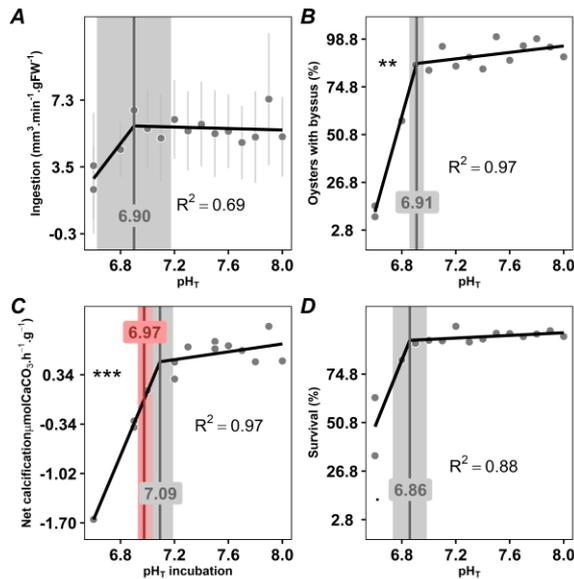
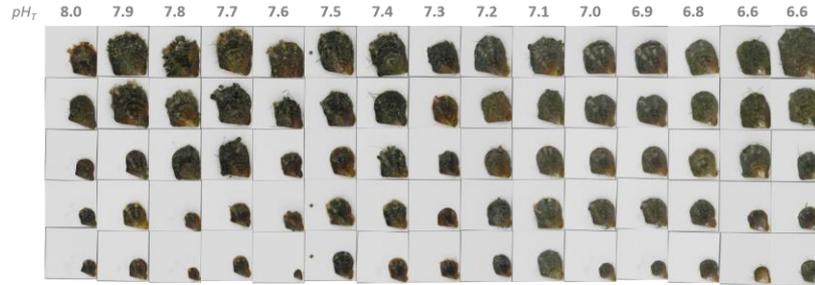
Une approche globale de la réponse physiologique à l'OA

- Identification de points de basculement pour les traits physiologiques à un pH de 7,3 à 6,9 qui coïncident avec un remaniement majeur des lipides membranaires et du transcriptome.
- Les paramètres de la coquille présentent des effets avec une baisse du pH bien avant les points de basculement, ce qui a probablement un impact sur le fitness des animaux.
- Application de ce cadre à l'évaluation des effets du changement global sur d'autres organismes, stades de développement.

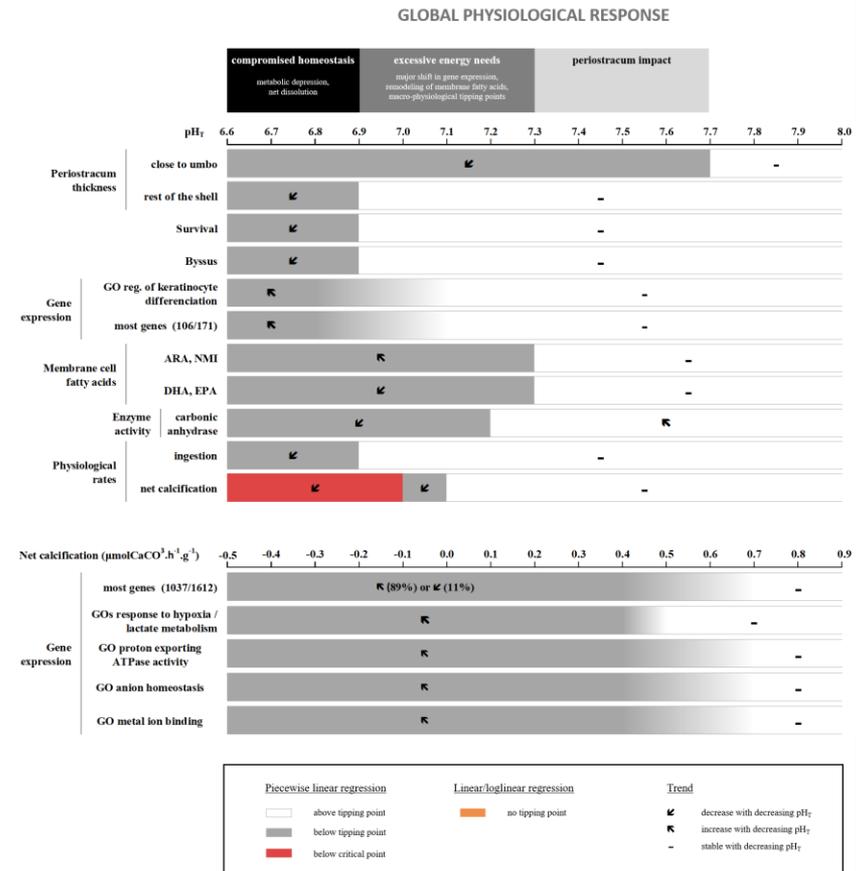


Lutier, M., Di Poi, C., Gazeau, F., Appolis, A., Le Luyer, J., and Pernet, F. 2021. Revisiting tolerance to ocean acidification: insights from a new framework combining physiological and molecular tipping points of Pacific oyster. *bioRxiv*: 2021. DOI: 2009.2021.461261.

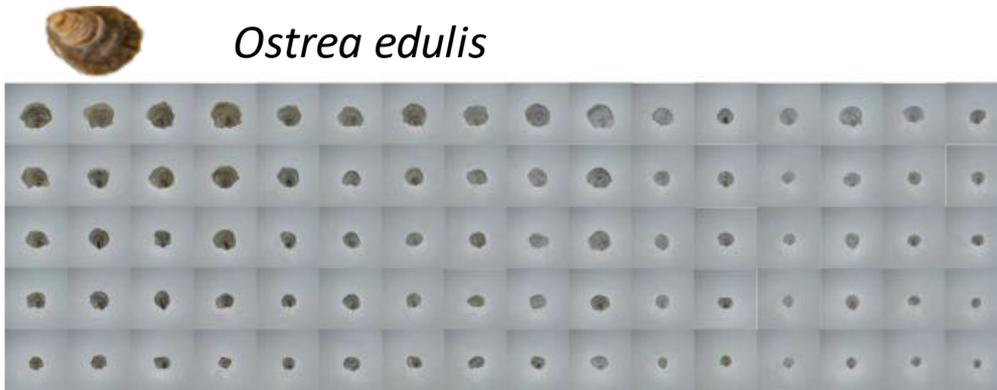
Appliquée à l'huître perlière (thèse Mathieu Lutier)



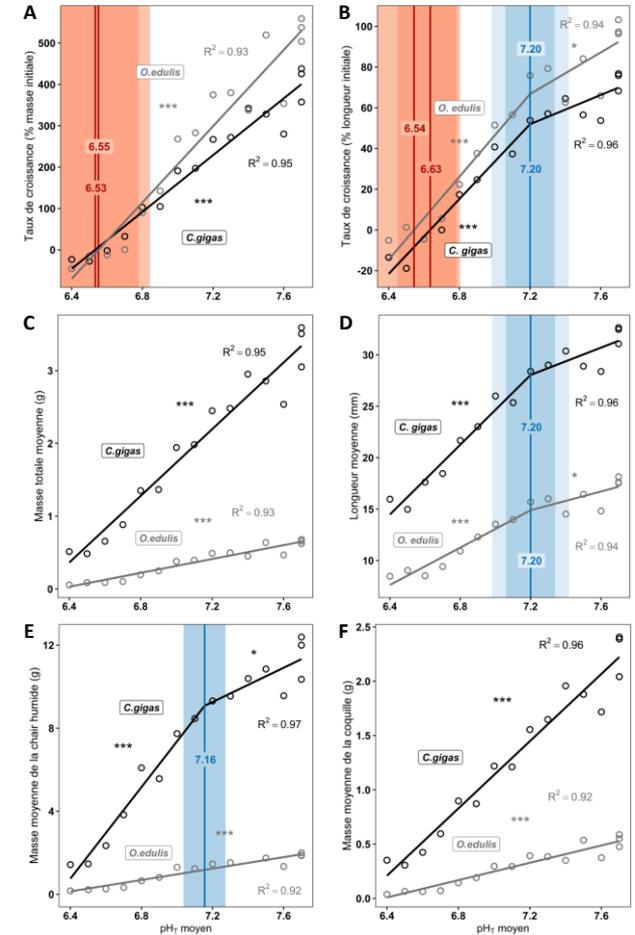
PHYSIOLOGICAL PARAMETERS



Comparée à l'huître plate (*Master 2 Coline Caillon*)



^ Naissains d'huîtres creuses (*haut*) et d'huîtres plates (*bas*) exposés à 15 pH_T pendant 42 jours. Dans chaque condition, 5 huîtres ont été sélectionnées et triées de la plus petite à la plus grande.



Conclusions et perspectives

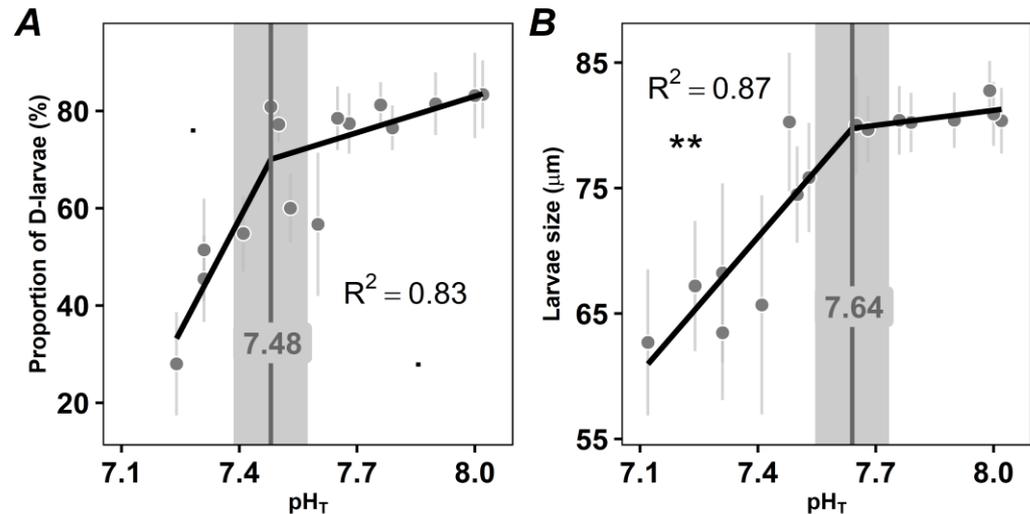
- Les espèces examinées présentent une grande tolérance à l'acidification avec des points de basculement autour de 7,3-6,9 pH_T pour la majorité des paramètres suivis.
- Cependant, les paramètres de la coquille étaient affectés par une acidification modérée, au-dessus du point de basculement, suggérant une moindre résistance à la prédation et aux contraintes mécaniques.
- Ces espèces sont sensibles à des variations de pH modérées mais plutôt adaptée aux conditions attendues pour 2100.

Conclusions et perspectives

- Besoin d'appliquer cette approche sur les stades larvaires plus sensibles, et en interaction avec la température et la nourriture

Survie et taille
des larves *C.*
gigas à l'éclosion
en fonction du
 pH_T

->



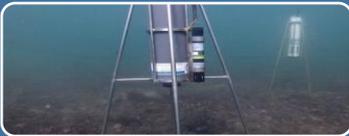
Retombées du projet

La formation d'étudiants/doctorants et synergie entre laboratoires

	Nom	Affiliation	Statut	Type de contribution
PI	Fabrice Pernet	Ifremer/Centre Bretagne	Chercheur	Conception/réalisation du projet et des expériences, analyse des données et statistiques, rédaction.
1	Carole Di Poi	Ifremer/Centre Bretagne	Chercheur	Conception/réalisation des expériences, analyse des données et statistiques, rédaction.
2	Jeremy Luyer	Ifremer/Centre Pacifique	Chercheur	Conception/réalisation des expériences, analyse des données et statistiques, rédaction.
3	Gilles Moullec	Ifremer/Centre Pacifique	Chercheur	Conception du projet
4	Frédéric Gazeau	CNRS/Villefranche	Chercheur	Analyse des données, rédaction des articles. Expert externe.
4	Mathieu Lutier	Ifremer/Centre Bretagne	Doctorant	Conception/réalisation des expériences, analyse des données et statistiques, rédaction.
6	Nicolas Brodu	Ifremer/Centre Bretagne	Master 2	Conception/réalisation des expériences, analyse des données et statistiques.
7	Alexis Appolis	Ifremer/Centre Bretagne	Licence 3	Analyse des données.
8	Klervi Lague	Ifremer/Centre Bretagne	Master 1	Analyse des données.
9	Coline Caillon	Ifremer/Centre Bretagne	Master 2	Réalisation des expériences, analyse des données et statistiques, rédaction.

Retombées du projet

La mise en place d'un projet transdisciplinaire et appliqué, financé par le FEAMP « La conchyliculture dans un monde riche en CO₂ (CocoriCO₂) » 2020-23



Observer

- La variabilité naturelle du pH de l'eau
- *La vulnérabilité des écosystèmes*



Analyser

- La performance et la qualité des bivalves en élevage en condition réaliste
- *La vulnérabilité des espèces*



Anticiper

- La perception et l'adaptation des éleveurs aux changements et la sensibilité des entreprises
- *La vulnérabilité des entreprises*



Remédier

- Co-culture et alcalinisation
- Refuge temporaire contre l'acidification

Retombées du projet

L'acidification des océans, on en parle !

Le Point

Les huîtres mal menées par le réchauffement climatique

AFP

Modifié le 28/12/2018 à 16:12 - Publié le 28/12/2018 à 11:09 | AFP



L'acidification des océans inquiète les scientifiques

Édition: soir

climatique et craint pour son avenir. 4 avril 2018

Huître en milieu acide : calcification ralentie

Le Télégramme

10 mai 2018

L'Obs > Sciences

Huîtres et bars illustrent l'urgence de réduire les émissions de CO2

Le 29 août 2018 à

Le Parisien

Mangera-t-on encore des huîtres dans cinq ans ?

À cause du réchauffement climatique, qui fragilise ces coquillages et favorise les maladies, les ostréiculteurs, réunis mardi, s'inquiètent sur l'avenir de leur filière à court terme.

pour les pêcheurs et aquaculteurs.

- L'effet d'un pH à la baisse : en labo, les huîtres résistent mieux que prévu, les larves d'ormeaux sont affaiblies, les seiches accumulent davantage

Morihan. Quel impact a l'acidification sur la croissance des huîtres ? Est-ce une utopie de poursuivre nos élevages ? Elle est venue chercher des réponses à l'Iremer Nantes, le 28 mars. La Fondation pour la recherche et la biodiversité y organise une restitution à mi-parcours du programme français Acidification des océans. Au-delà des récifs coralliens, les chercheurs testent l'impact de l'acidification sur l'huître, l'ormeau, le seiche, le bar...

partir du pH 8,6, les juvéniles meurent. Et « sous 8,5, on voit une dissolution de la coquille ».

Des ormeaux supérieurs et leur descendance ont aussi été exposés à un pH dérivé de 8 à 7,7 (projet Acoba). « Chez les adultes, il n'y a pas grand sur leur cor reproduction de si constate le scientifique Aurélien Bordenave, à quelle, mais après 2 mai 2019 - N°3742 moins aux chocs. Et il y a un ef-

le marin

Séminaire scientifique de restitution du programme Acidification des océans



Merci



Séminaire scientifique de restitution
du programme Acidification des océans