



Impact du **Changement Océanique** sur la **Biologie** des organismes calcifiants: le cas de l'ormeau Européen *Haliotis tuberculata*, une espèce d'intérêt économique

ICOBio

Porteur : Stéphanie Auzoux-Bordenave (UPMC)

Station de Biologie Marine du MNHN, UMR BOREA, Concarneau

Partenariat: MNHN, Ecloserie France Haliotis, Station Biologique de Roscoff, Université de Bretagne Occidentale, Université Libre de Bruxelles

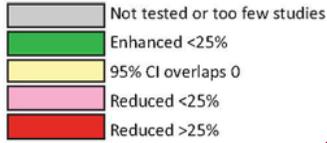


CNRS UPMC
Station Biologique
Roscoff



- Les organismes calcifiants sont particulièrement sensibles à l'acidification océanique: de nombreux travaux montrent un impact de l'acidification sur le développement, la croissance et la calcification chez les coraux, les échinodermes et les mollusques.

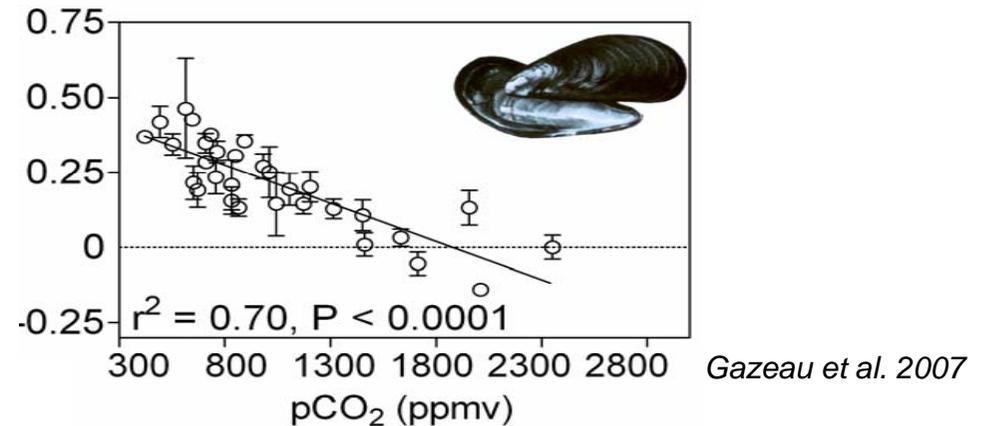
Taxa	Response	Mean Effect
 Calcifying algae	Survival	
	Calcification	
	Growth	
	Photosynthesis	-28%
	Abundance	-80%
 Corals	Survival	
	Calcification	-32%
	Growth	
	Photosynthesis	
	Abundance	-47%
 Coccolithophores	Survival	
	Calcification	-23%
	Growth	
	Photosynthesis	
	Abundance	
 Molluscs	Survival	-34%
	Calcification	-40%
	Growth	-17%
	Development	-25%
	Abundance	
 Echinoderms	Survival	
	Calcification	
	Growth	-10%
	Development	-11%
	Abundance	
 Crustaceans	Survival	
	Calcification	
	Growth	
	Development	
	Abundance	
 Fish	Survival	
	Calcification	
	Growth	
	Development	
	Abundance	
 Fleshy algae	Survival	
	Calcification	
	Growth	+22%
	Photosynthesis	
	Abundance	
 Seagrasses	Survival	
	Calcification	
	Growth	
	Photosynthesis	
	Abundance	
 Diatoms	Survival	
	Calcification	
	Growth	+17%
	Photosynthesis	+12%
	Abundance	



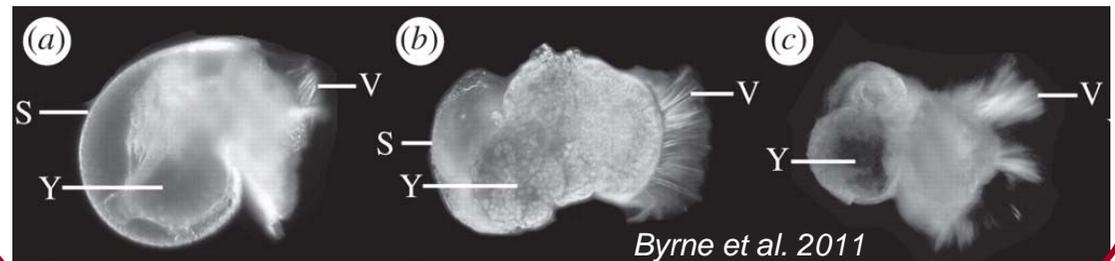
Kroeker et al., 2013

Les mollusques sont parmi les plus vulnérables:

- réduction de la calcification (ex: *Mytilus edulis*)



- anomalies du développement larvaire (ex: *Haliotis coccoradiata*)



Nombreuses espèces d'intérêt économique susceptibles d'être affectées par les variations de pH et de température océanique 2

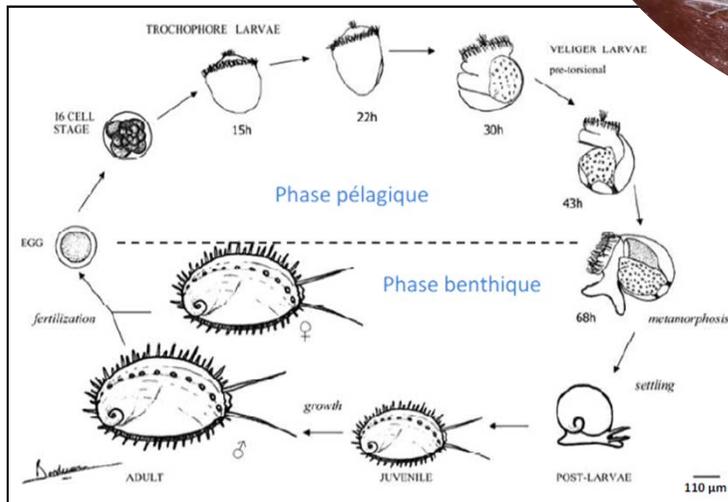
L'ormeau Européen *Haliotis tuberculata* (Mollusque, Gastéropode)



- ✓ Large distribution géographique



- ✓ Coquille carbonatée (aragonite sensible à l'acidification)



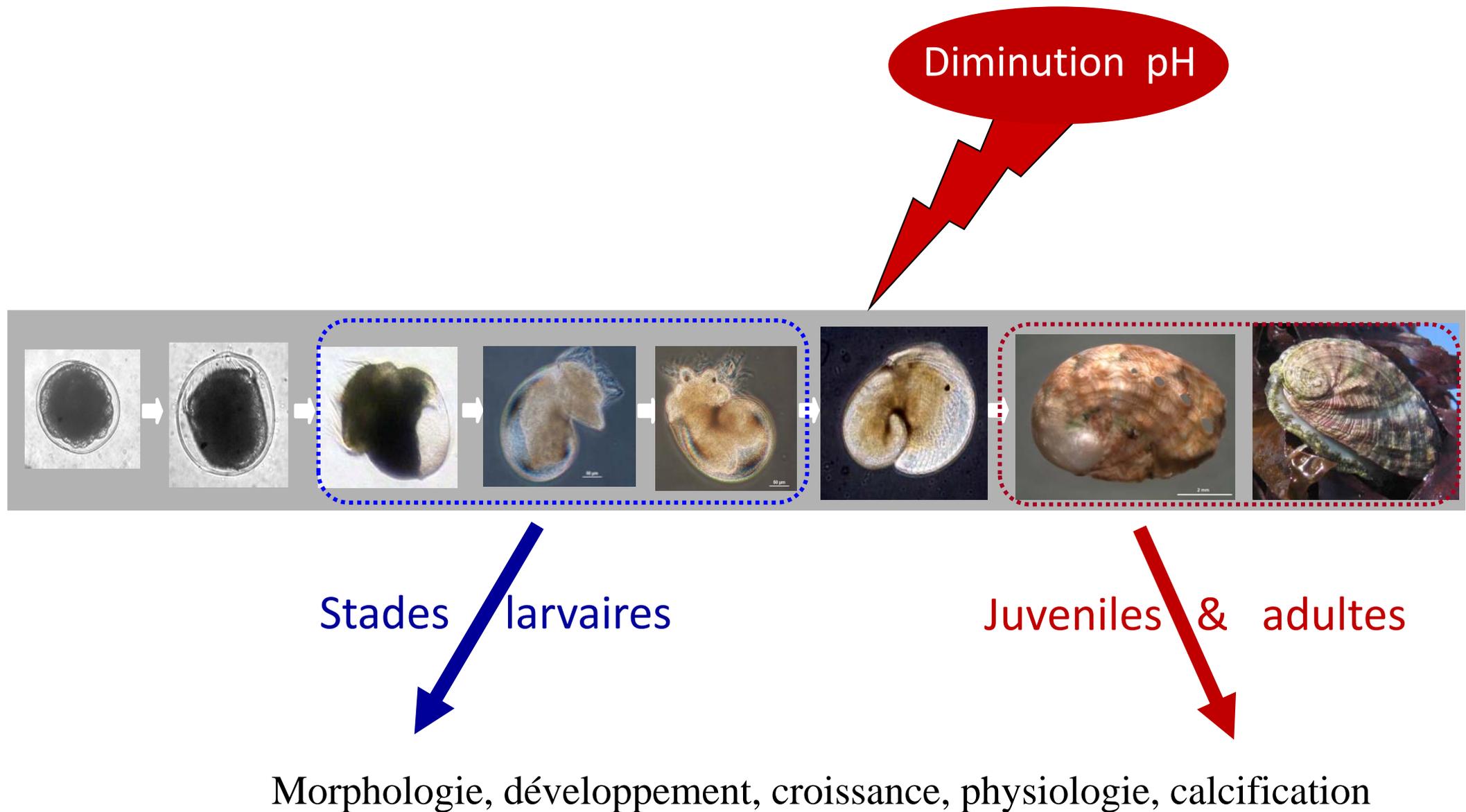
- ✓ Comestible d'intérêt économique



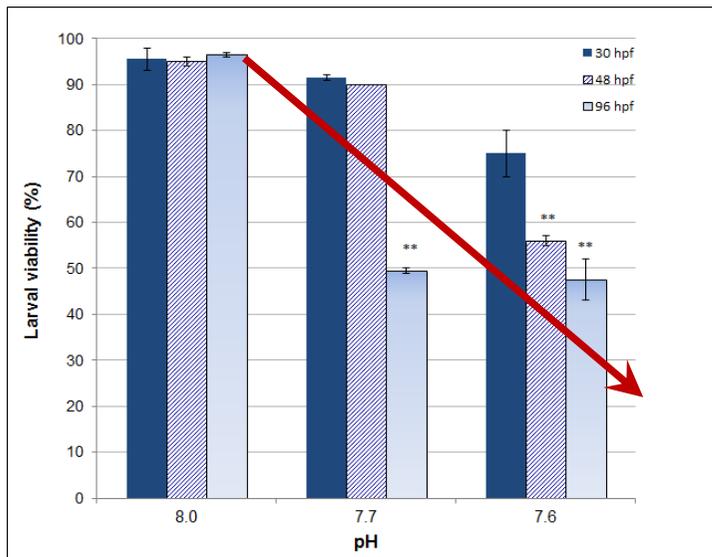
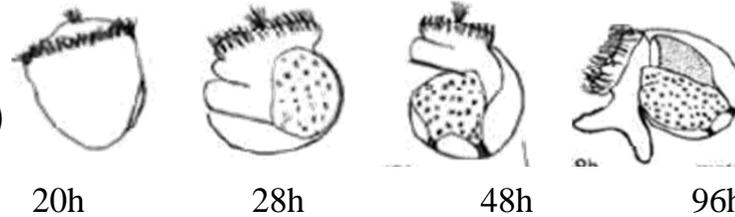
- ✓ Cycle biologique maîtrisé

- ✓ Élevage en pleine mer (France-Haliotis)

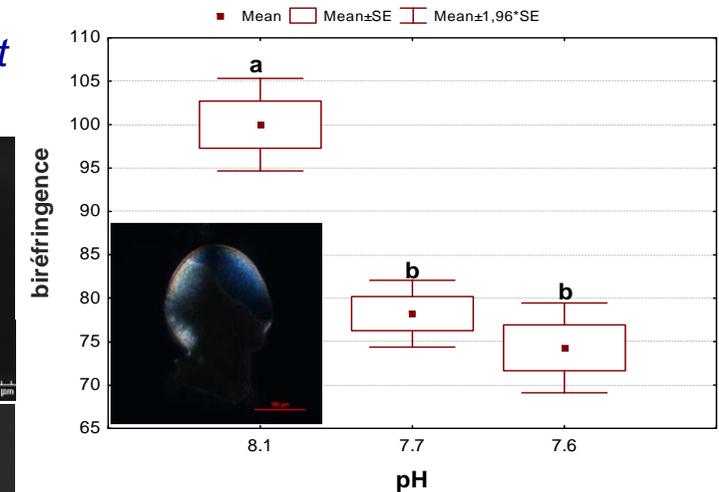
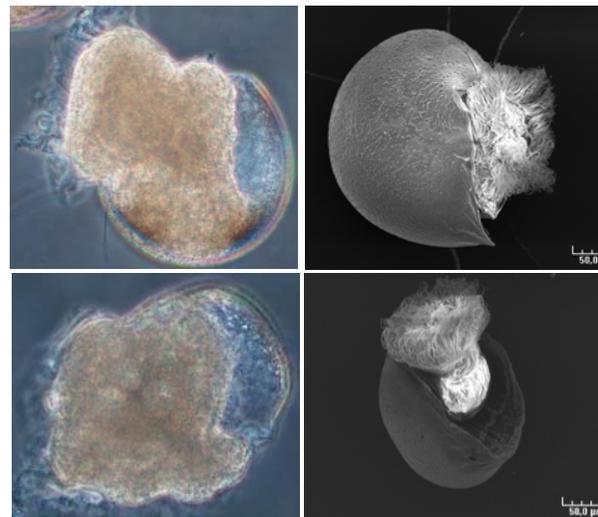
Impact de l'acidification océanique sur les ormeaux



- 4 pH testés (8,1; 7,8; 7,7; 7,6)
- 5 jours d'exposition (durée de vie larvaire)
- collecte de 4 stades clés
- Survie, développement, calcification



➤ anomalies du développement
malformations coquillères



➤ réduction de 50% de la viabilité

➤ réduction pH dépendante de la calcification

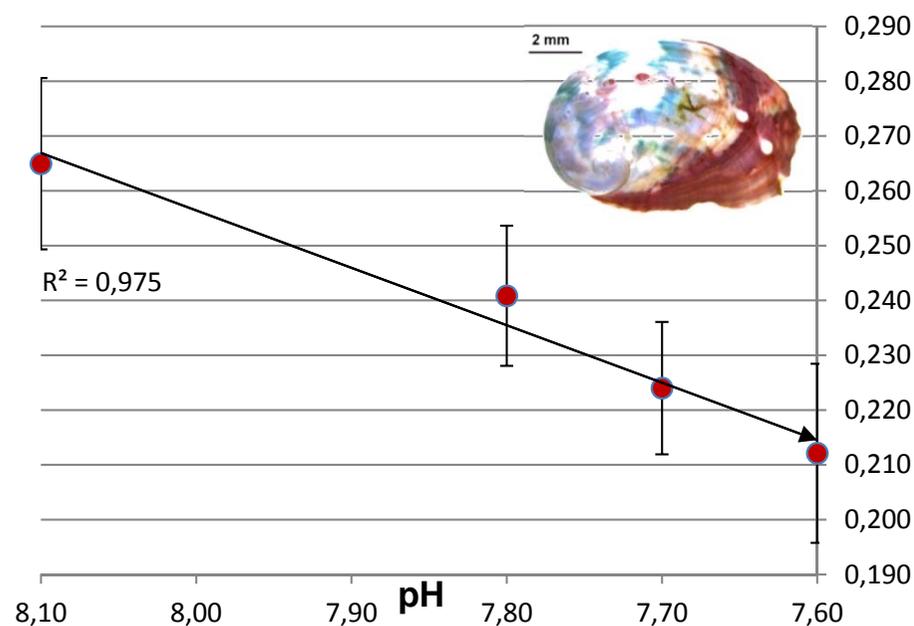
Cadre collaboratif :

- Projet "Ormeaux", Pôle Mer-Bretagne 2009-2012
- Projet "Abalone shell formation", ATM Biominéralisations MNHN, 2009-2013

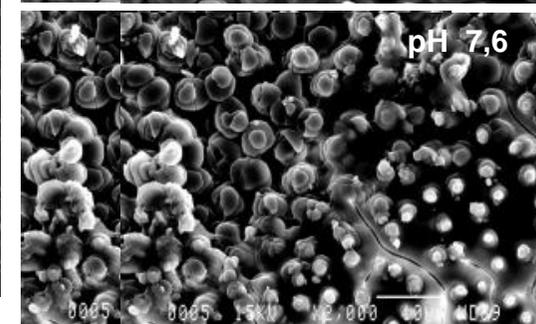
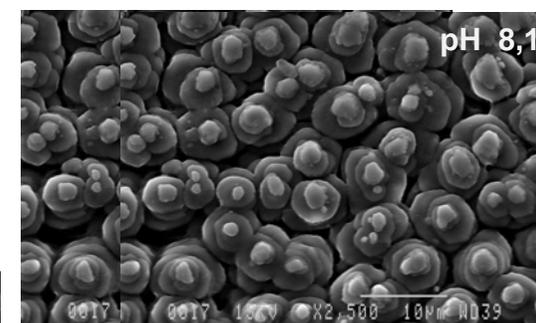
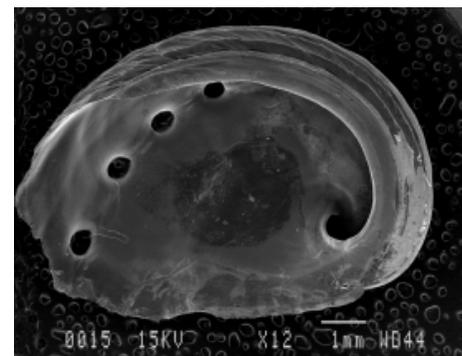
Partenaires : S. Huchette (France-Haliotis), S. Martin (Roscoff), C. Paillard (UBO), P. Dubois (ULB)

Impact de l'acidification océanique sur la croissance et la microstructure coquillière

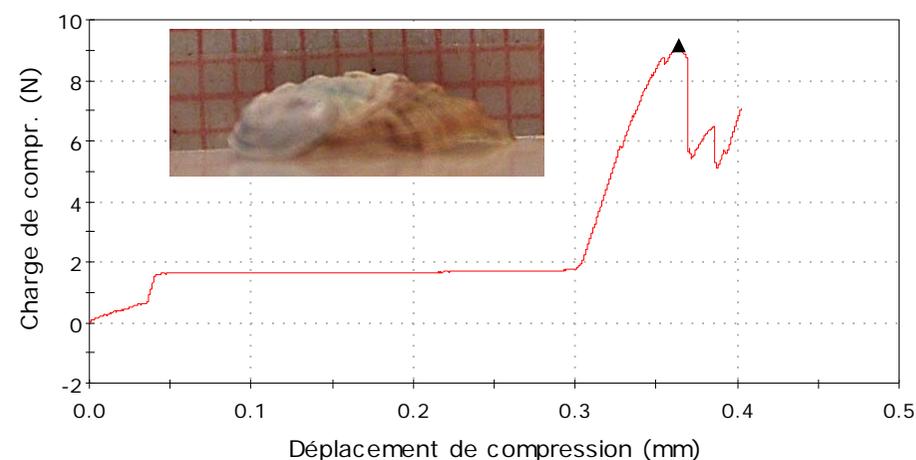
- 4 pH testés (8,1; 7,8; 7,7; 7,6), 3 mois d'exposition
- Stades juvéniles (6mois, 6mm)
- Prélèvements à 1,5 mois et 3 mois
- Croissance, microstructure et résistance coquille



➤ *réduction de la croissance coquillière*



➤ *altération de la microstructure de la nacre*



Tests de compression au banc de force (ULB, en cours)

Cadre collaboratif :

Projet "Abalone shell formation", ATM Biominéralisations MNHN, 2009-2013

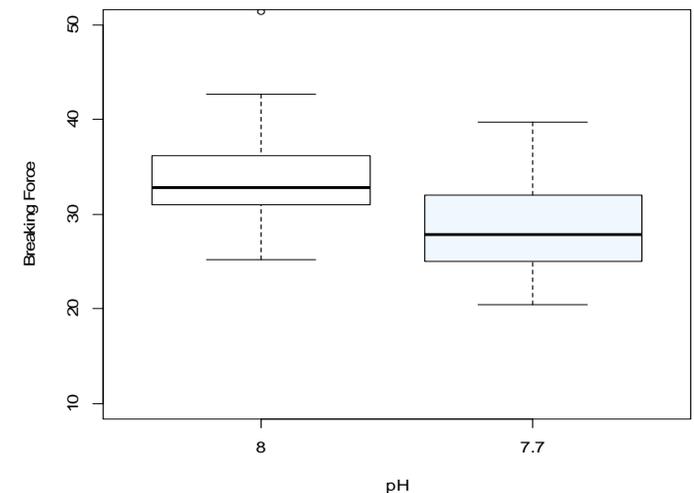
Impacts de l'acidification océanique et de l'alimentation sur les juvéniles

- 2 pH testés (8 et 7,7) x 2 régimes alimentaires
- 6 mois d'exposition
- Stades juvéniles (>12mois)
- Prélèvements à 1,5 mois, 3 m, 4,5 mois et 6 mois
- Croissance, physiologie, calcification, comportement



Impact significatif de la diminution du pH sur:

- la respiration des juvéniles
- la calcification nette
- le périostracum (érosion, décoloration)
- la résistance de la coquille

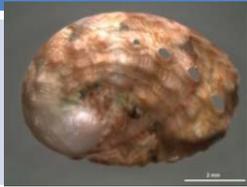


Cadre collaboratif :

- Projets EMBRC (UPMC) et ATM (MNHN) **2017**
- Impact du Changement climatique sur l'ormeau européen *Haliotis tuberculata*

Partenaires : C. Rozo (Master 2, Univ Nantes), S. Martin (Station biologique de Roscoff), S. Huchette (France-Haliotis), S. Roussel (UBO), A. Badou (MNHN), P. Dubois (ULB).

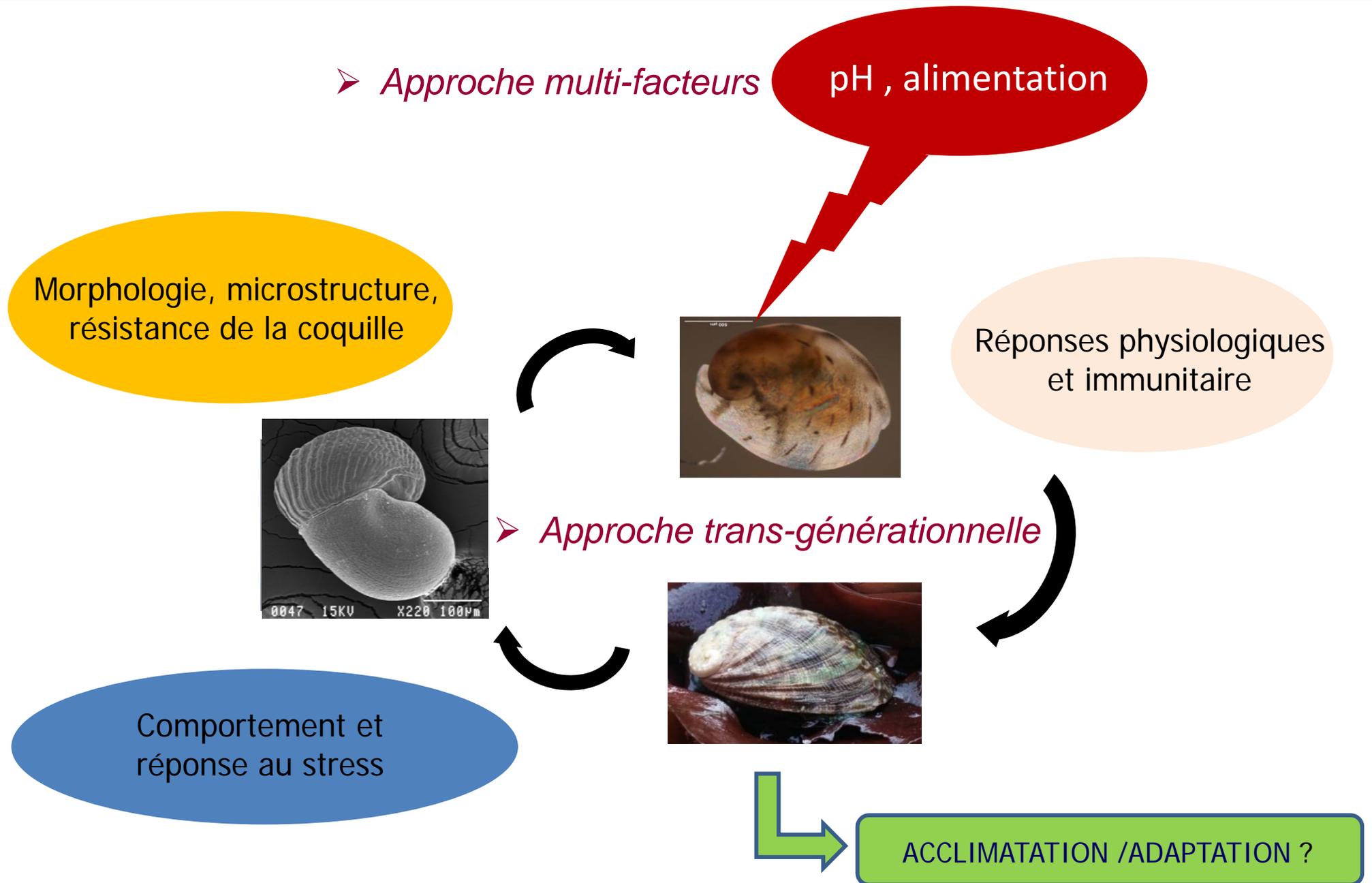
Effets de la diminution du pH sur les larves et les juvéniles d'ormeau

	Larves	Juvéniles 6m	Juvéniles 12m
			
Gamme de pH testée	8; 7.8; 7.7; 7.6	8; 7.8; 7.7; 7;6	8 et 7.7
<u>Paramètre:</u>			
Viabilité	* ↓	∅	∅
Croissance	*	*	∅
Respiration			* ↑
Calcification	*	*	*
Structure coquille		* ↓	EC ↓
Résistance coquille		*	*

* effet significatif; ∅ non significatif ; EC en cours

➡ Sensibilité des stades larvaires et juvéniles à la diminution du pH

- Quel impact de l'AO sur les adultes et la reproduction ?
- Quel impact sur la génération F1 issue de parents exposés au stress acidification ?



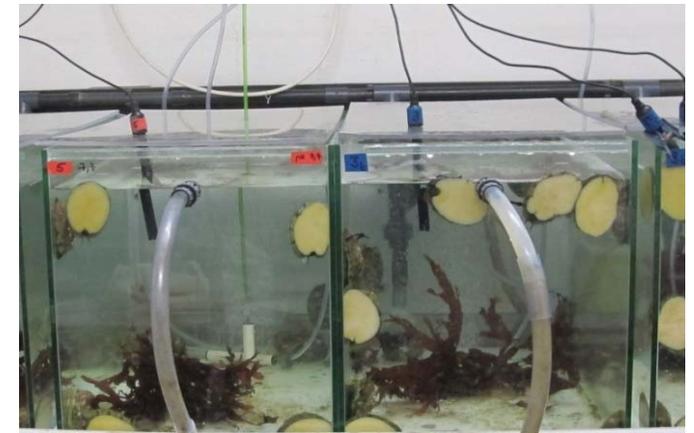
Partenariat: S. Huchette (Ecloserie France Haliotis), S. Martin (Station Biologique de Roscoff), S. Roussel et C. Paillard (UBO), P. Dubois (ULB Bruxelles)

Impact de l'AO sur la reproduction et le développement précoce

Réalisée en 2017 grâce au soutien du projet ATM (MNHN), cette phase expérimentale constitue la base de l'approche trans-générationnelle du projet ICOBio

Conditions expérimentales

- Géniteurs 45-50 mm (origine: écloserie France-Haliotis)
- 2 pH testés: 8 et 7.7
- Site expérimental: écloserie France-Haliotis
- Durée : 5 mois jusqu'à la reproduction ; croisements et suivi de la descendance (larves, juvéniles)



Paramètres mesurés

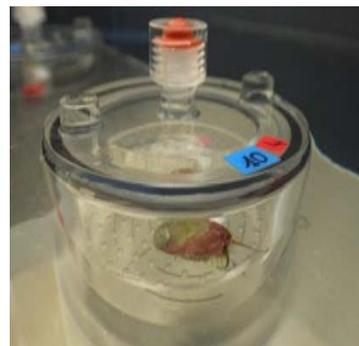
Morphologie, croissance



Comportement



Physiologie



Chambre respirométrique (C. Rozo)



Ponction d'hémolymphe

Maturation des gonades



Partenaires : M. Coheleach (Master 2, UBO), S. Huchette (France-Haliotis), S. Roussel (UBO), A. Badou (MNHN), S. Martin (Roscoff), P. Dubois (ULB).

Impact de la diminution du pH sur les adultes

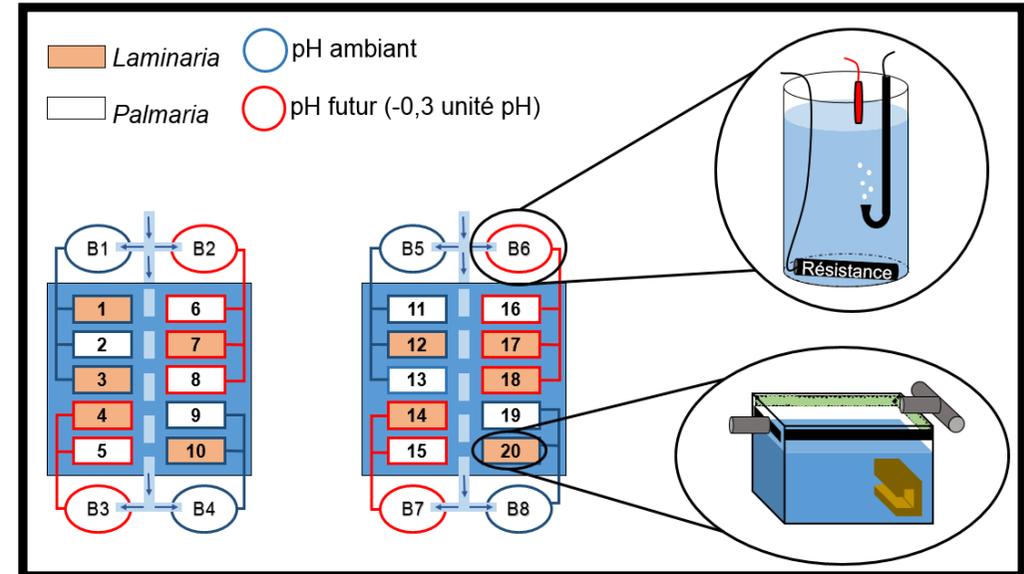
Paramètre	Effet	
Viabilité	∅	
Croissance	∅	
Métabolisme (respiration, excrétion, calcification nette)	∅	
Comportement	∅	
pH interne (hémolymphe)	*	↓ pH hémol
Développement gonades	*	↓ Poids gonade
Structure coquille	*	Dégradation périostracum ↓ Poids coquille

* effet significatif; ∅ non significatif

➔ Evaluation des gamètes, des œufs et des larves en cours

Impacts de l'acidification océanique et de l'alimentation sur la génération F1

- Juvéniles 6mois issus de l'expérience trans-générationnelle 2017
- Effets croisés de **2 pH** (8 et 7.7) , 2 températures et de **2 régimes alimentaires**
- Durée de l'exposition: 12 mois



- Infections expérimentales avec la bactérie pathogène (*Vibrio harveyi*)

Impacts des conditions croisées de pH et d'alimentation à 12 mois sur :



- la croissance et la biominéralisation
- la physiologie et le comportement
- l'immunité

(mois)	2018						2019						2020					
	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12
Tâches																		
1. Mise en place du système expérimental																		
tests croisés pH/alimentation																		
1.1 Exposition des géniteurs (fait en 2017)																		
1.2. Exposition des juvéniles (F1) incorporation calcéine et marquages isotopiques																		
1.3. Infections expérimentales																		
2. Impact sur la croissance et la biominéralisation																		
2.1. Morphologie et microstructure coquillière																		
2.2. Analyses des propriétés biomécaniques																		
2.3. Dosages activité de l'anhydrase carbonique																		
3. Impact sur la physiologie et l'immunité																		
3.1. Réponses physiologiques (respiration, excrétion, calcification)																		
3.3. Mesures comportementales																		
3.5. Réponse immunitaire (mortalité, phagocytose, expression de gènes)																		
4. Analyse des données, diffusion et valorisation des résultats																		

- **Projet Océanolab, CPER, 2018-2019 (porteur: LEMAR, UBO)**
‘Impact de l’acidification des océans et du réchauffement climatique le long d’un gradient latitudinal: modèles ormeau et coquille Saint Jacques’.



- **Projet OASYS, LabEx Mer, 2017-2019 (porteur: LEMAR, IFREMER-UBO)**
‘Ocean Acidification effects on Sensory sYStems in marine organisms’



- **Action Thématique du Muséum (ATM), 2017-2018 (porteur: MNHN Station Concarneau) ,**
‘Impact de l’AO sur la microstructure, la composition et les propriétés mécaniques de la coquille de l’ormeau *H. tuberculata*’



- **Projet BiodivOrmeau, ADEME, 2016-2018 (porteur: France-Haliotis),**
‘L’élevage d’ormeaux comme sentinelle de la biodiversité’



Merci de votre attention

