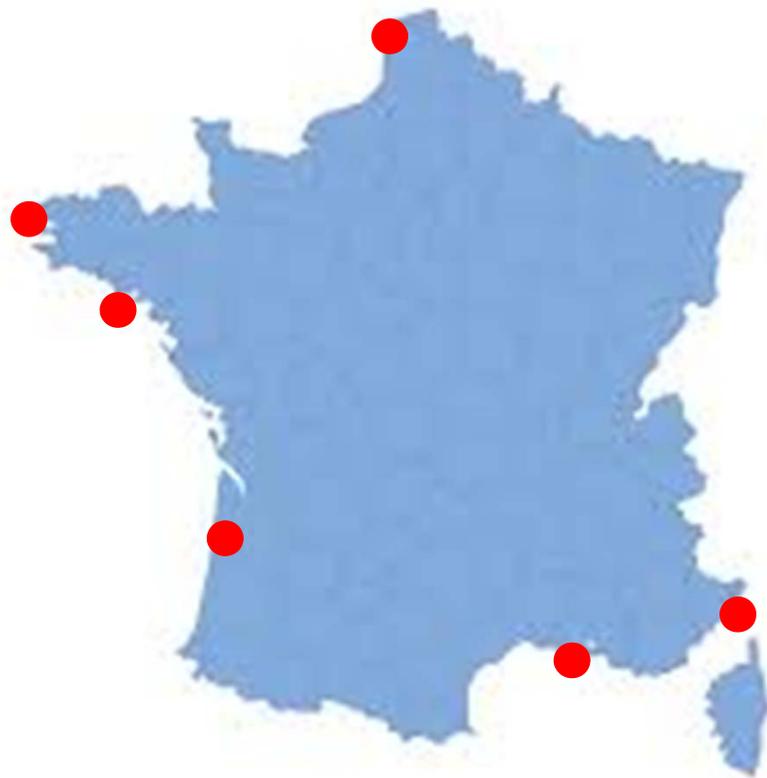


Axe 3 - Impact et transfert des phycotoxines dans les écosystèmes marins



Des équipes réparties sur le littoral français



- UMR 8187 LOG – ULCO
- LER MPL, Ifremer
- LEMAR, UMR 6539 – IUEM/UBO
- EPOC, UMR 5805 – St. Biol. Arcachon/U. Bordeaux
- ECOSYM, UMR 5119 – Univ. Montpellier
- Radiolabeled ecology laboratory-IAEA (International Atomic Energy Agency) - Environment Laboratories Monaco/ONU

Axe 3 - Impact et transfert des phycotoxines dans les écosystèmes marins

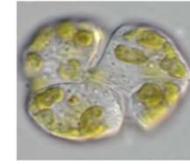
Les premiers organismes concernés dans les régions tempérées sont les **bivalves filtreurs** (consommateurs 1^{ères})



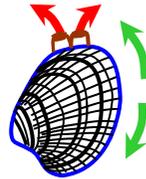
Ce sont des **organismes sessiles** avec des réponses physiologiques face à un **environnement variable** et un **rôle clef dans les écosystèmes marins** (filtration, bio constructeurs, cycle biogéo., ...).



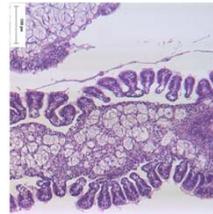
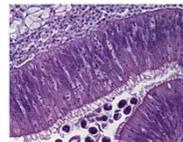
Impact des algues toxiques sur les bivalves



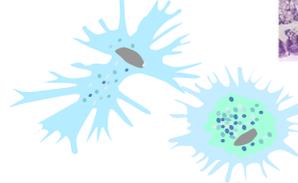
Mortalité massive



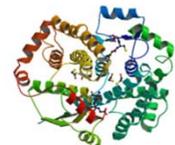
**Alimentation /
Respiration
comportement**



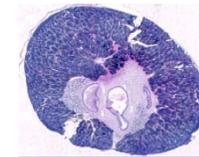
**Réponses
tissulaires**



**Réponses
cellulaires et
sub-
cellulaires**



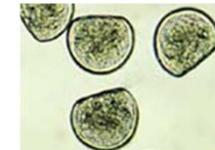
**Gènes and
protéines**



Gamétogénèse



**Fécondité et
fertilité**



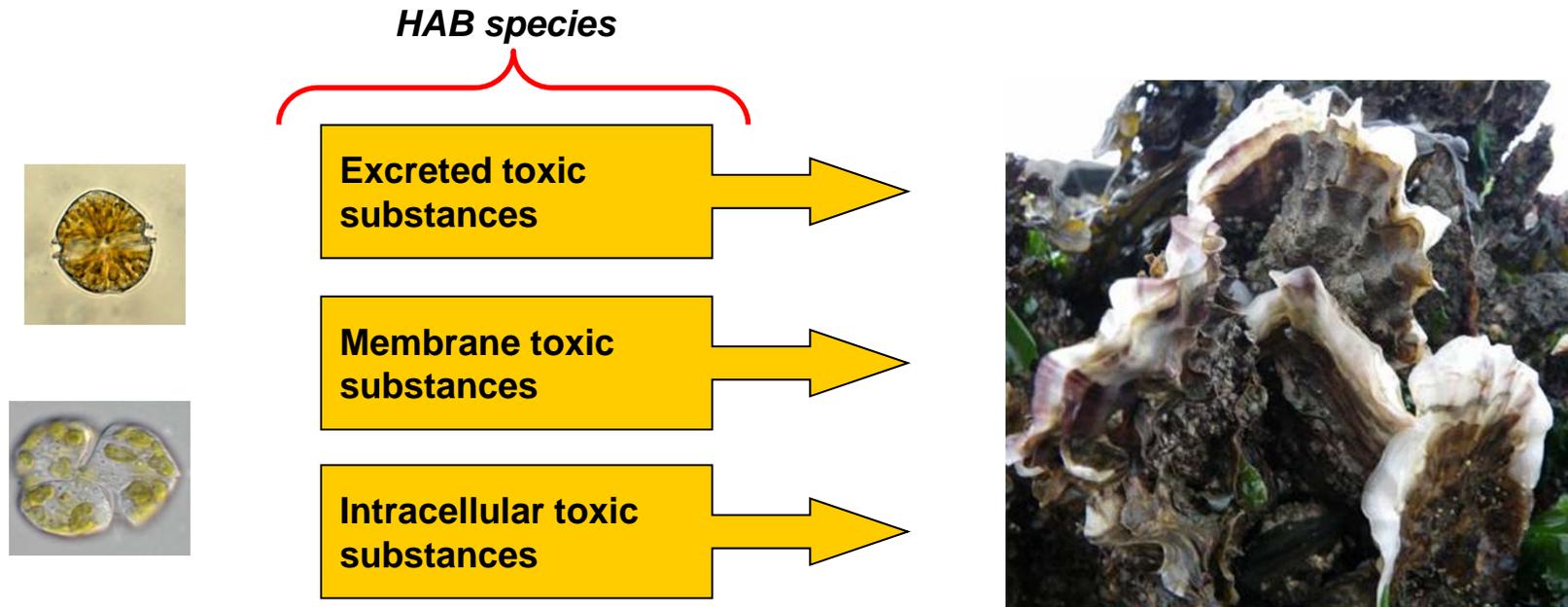
**Développeme
nt larvaire**



Recrutement

Approche de type écotoxicologique

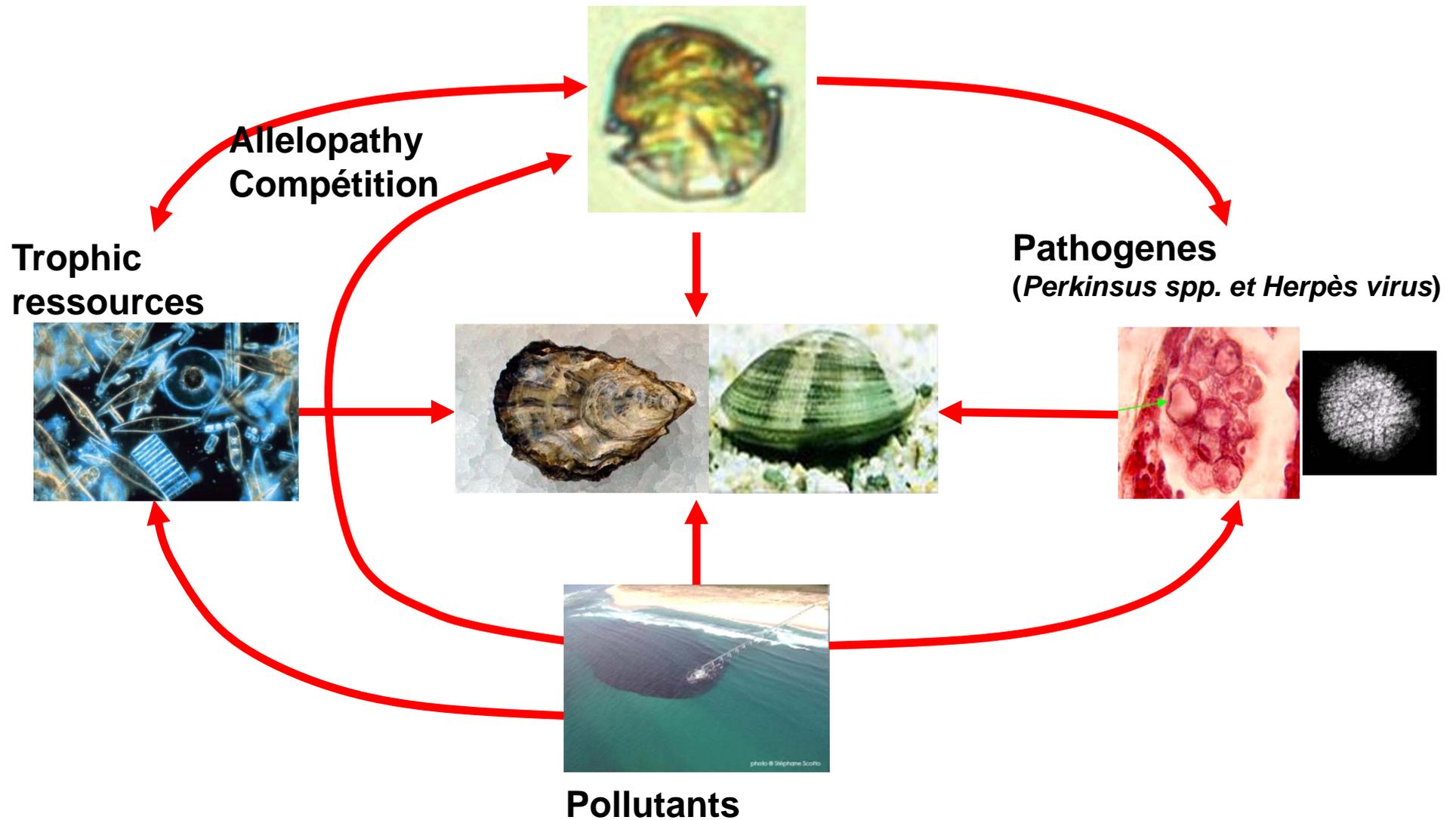
Impact des algues toxiques sur les bivalves



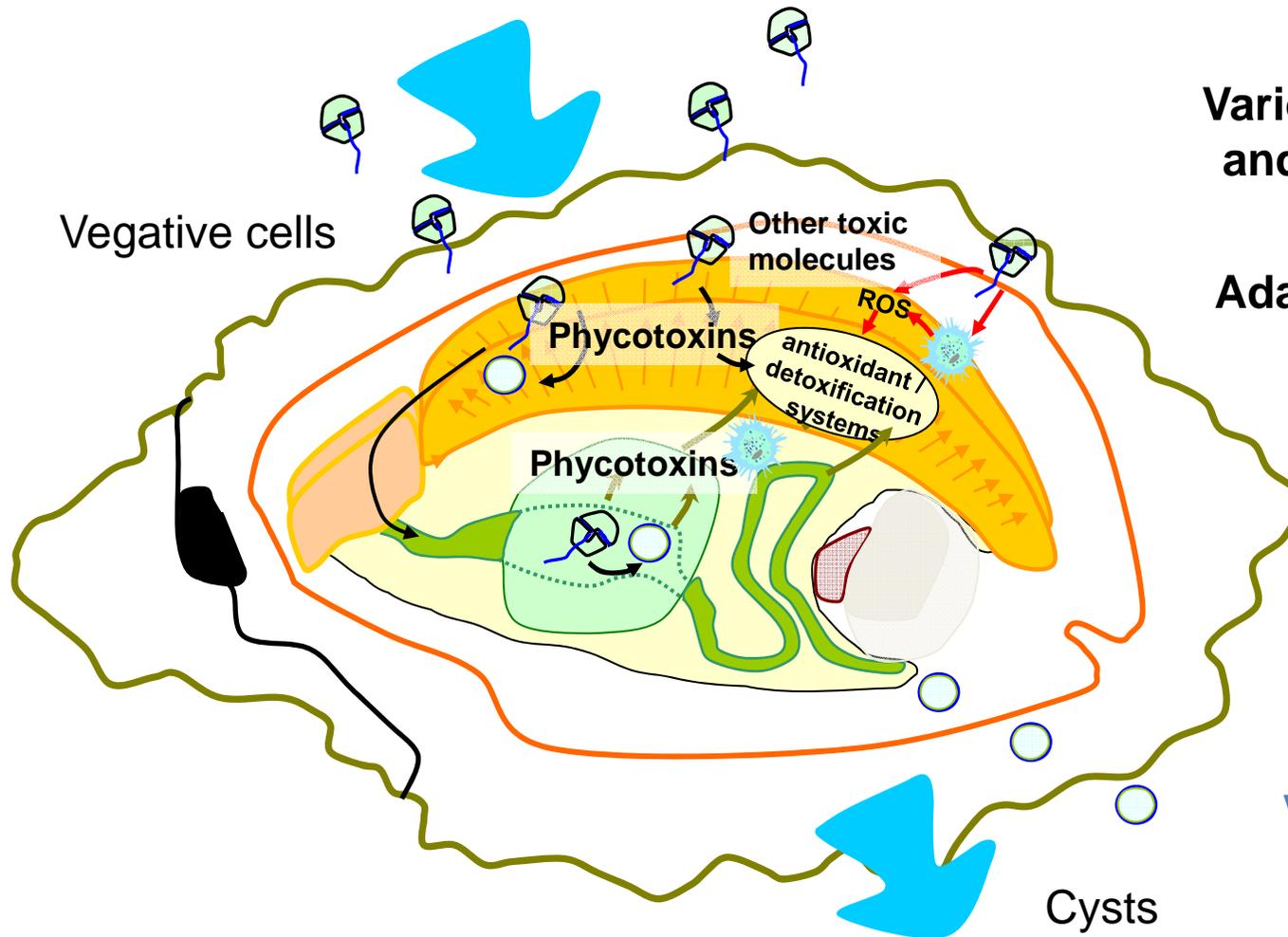
Phycotoxines, composés
ichthyotoxiques, cytotoxiques,
hémolytiques,...

- **Dilemme entre nourriture et toxique**
- **Réponses espèces spécifiques et dépendantes des facteurs environnementaux**
- **Implication dans l'accumulation des phycotoxines**

Intégrer l'impact des microalgues toxiques dans un contexte environnemental plus large



Accumulation, métabolisme et élimination de phycotoxines



Various defense strategies and mechanisms to avoid

Adaptation, « resistance »

**Séquestration
Métabolisme**

**Elimination,
Dépuration**

Variabilité inter-espèce

Variabilité individuelle

Dilemme entre nourriture et toxicité

Accumulation, métabolisme et élimination des phycotoxines



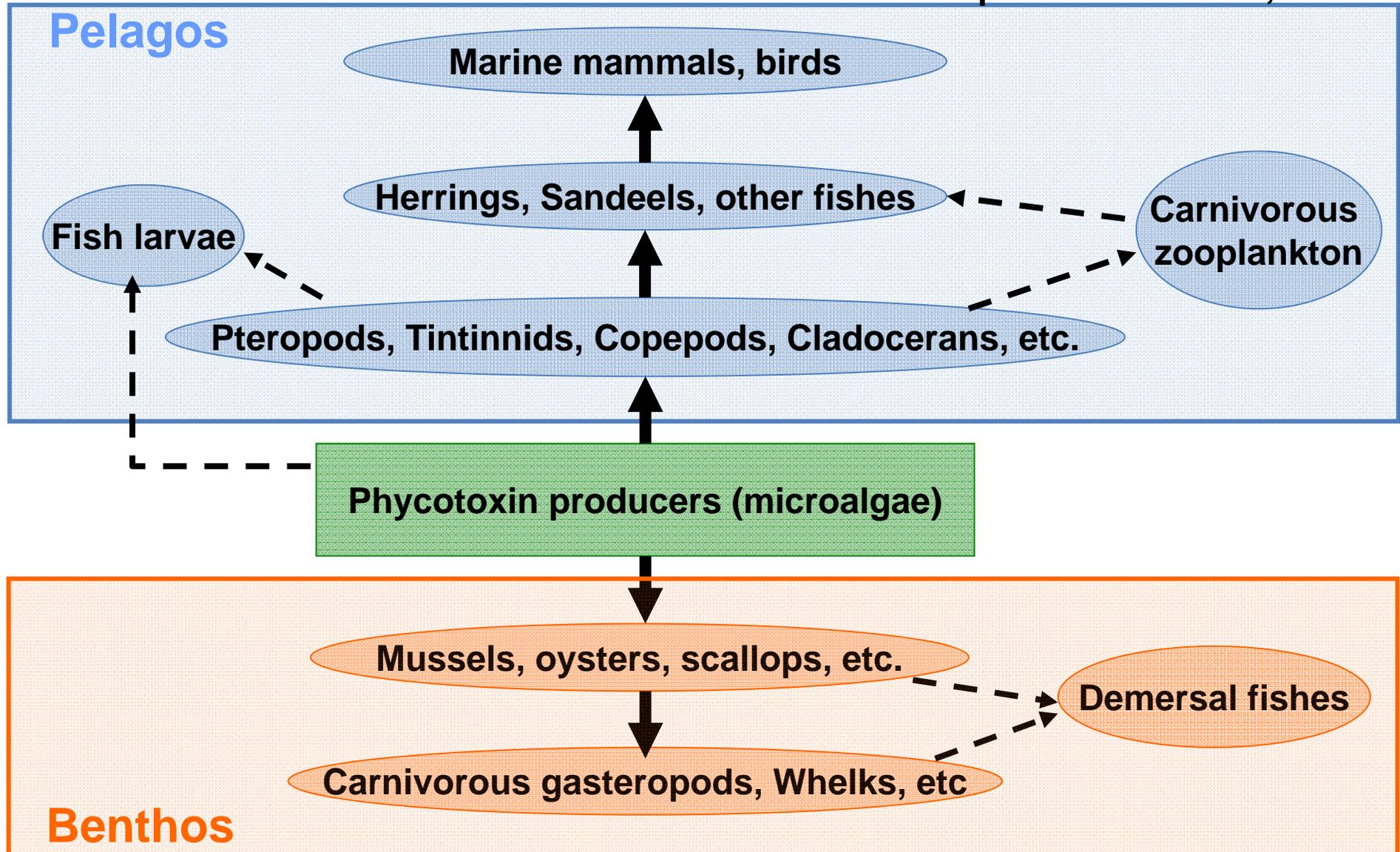
Accumulation, métabolisme et élimination des phycotoxines dépendent

- i) des caractéristiques du bloom (concentration cell., toxines/cell., analogues,...)
- ii) des autres facteurs environnementaux (polluants, pathogènes,...)
- iii) des facteurs intrinsèques (comportement, nutrition, état physiologique, sensibilité aux phycotoxines, métabolisme,...)

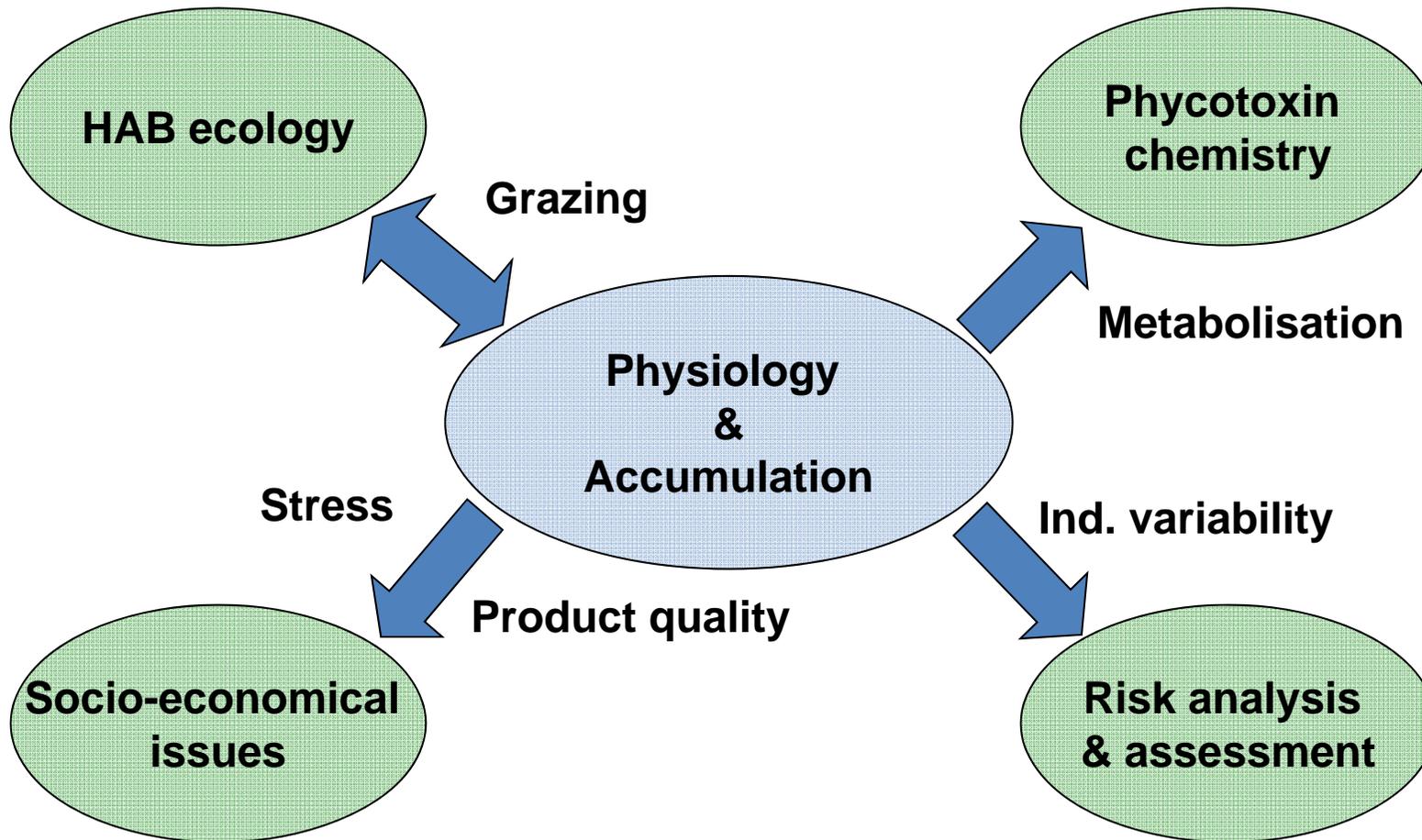
A prendre en compte dans les efforts de modélisation numérique de ces processus et des risques associés

Transferts trophiques dans les écosystèmes marins

D'après Lassus et al, 2014

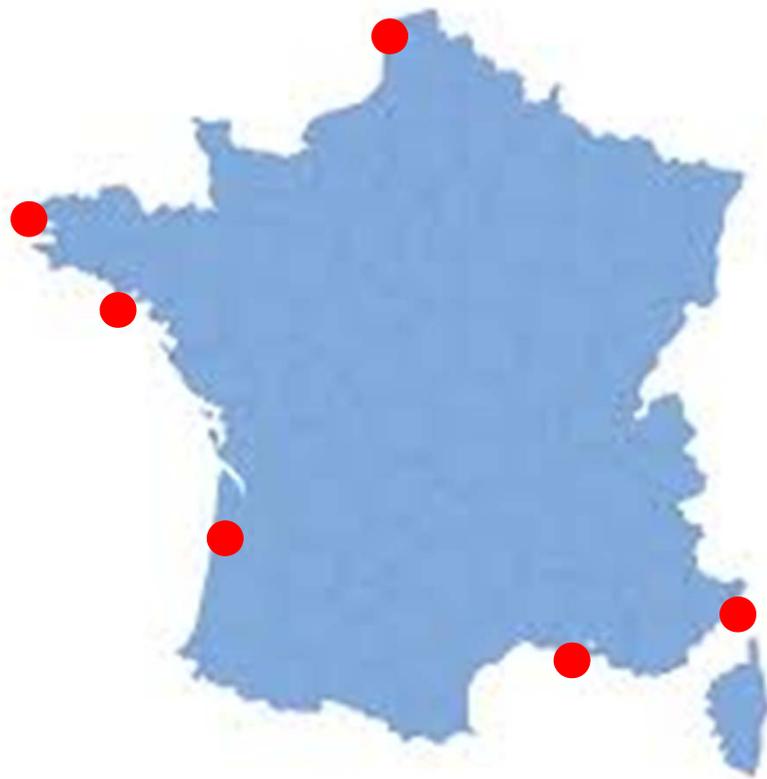


Axe 3 - Impact et transfert des phycotoxines dans les écosystèmes marins



Axe 3 - Impact et transfert des phycotoxines dans les écosystèmes marins

Des équipes réparties sur le littoral français



- UMR 8187 LOG - ULCO
- LEMAR, UMR 6539 – IUEM/UBO
- EPOC, UMR 5805 – St. Biol. Arcachon/U. Bordeaux
- ECOSYM, UMR 5119 – Univ. Montpellier
- Radiolabeled ecology laboratory- IAEA (International Atomic Energy Agency) - Environment Laboratories Monaco/ONU

UMR 8187 LOG - ULCO

Effects of phytoplankton blooms on farmed fish

- Hydrobiological survey in a fish farm and domoic acid detection
- *Pseudo-nitzschia* sp. and *Phaeocystis globosa* effects on juvenile sea bass health and growth: Exposure experiment
- Phytoplankton bloom harmful effect limitation on farmed sea bass: mesocosm experiment



Involved scientists

Pr. Rachid Amara

Dr. Dorothee Vincent

Dr. Lucie Courcot

Alice Delegrange (PhD Student)

Model species



Pseudo-nitzschia spp.



Mytilus edulis

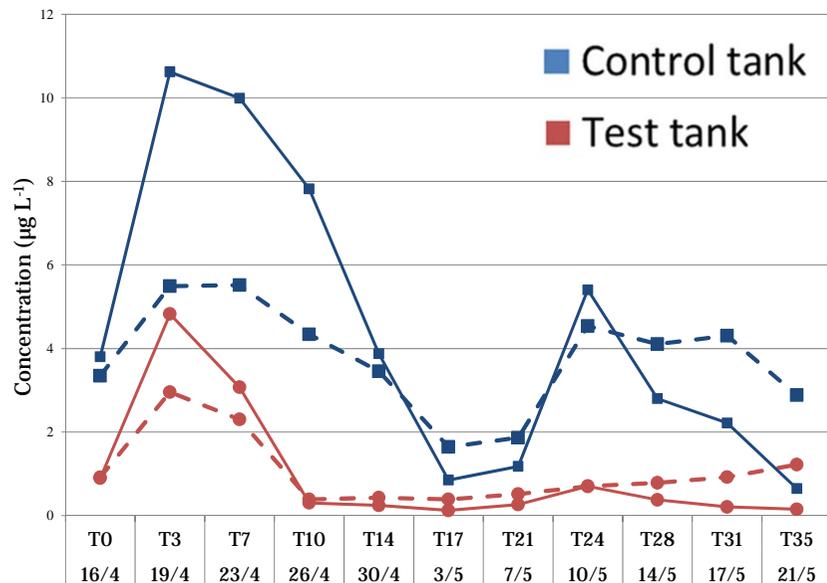


Dicentrarchus labrax

Mesocosm experiment (phytoplankton spring bloom and wane in 2013)

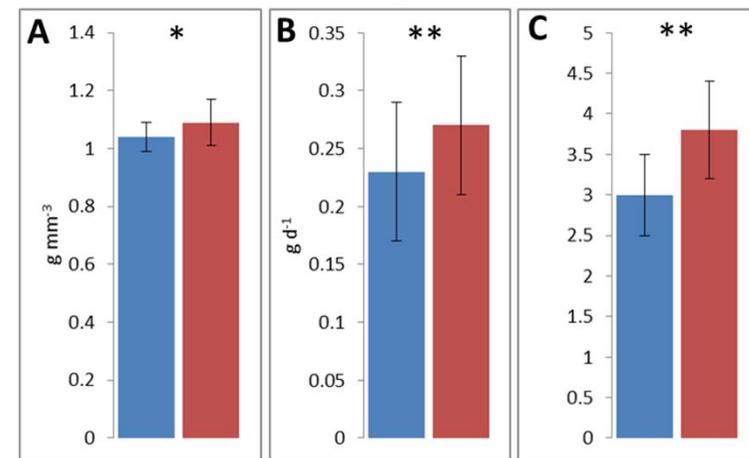
Mussels used as biofilters to dampen phytoplankton bloom impact on juvenile sea bass

Chlorophyll a and phaeopigments



Chlorophyll *a* (solid lines) and phaeopigment (dashed lines) concentrations ($\mu\text{g L}^{-1}$)

Juvenile sea bass growth and condition improvement



Sea bass Fulton condition index (A), integrated weight based growth rate (B) and RNA/DNA ratio (C) after 35 days experiment in control (blue) and in test tanks (red). **: highly significant difference ($p < 0.01$). *: significant difference ($p < 0.05$).

Equipe Interaction bivalves – algues toxiques

UMR LEMAR – IUEM-UBO



- Research activities :

Impact of harmful algae on bivalve physiology

Genetic and physiological determinisms of toxin accumulation

Research activity per scientist (since 2002)

H. Hégaret : Physiology, Bio. Cell & HAB

P. Soudant : Physiology & Bioch.

C. Lambert : Flow Cytometry

N. Le Goïc: Bio. Cell. & Histo.

C. Fabioux: Physio. Mol. & Genetic

A. Huvet : Physio. Mol. & Transcriptomic

M. Lassudrie: Physiology & Pathology

F. Boullot: Genetic & Bio. Mol.

A. Bidault: Bio. Mol.



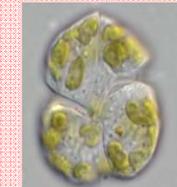
Model species



Alexandrium spp.



Pseudo-nitzschia spp.



KareFnia spp.



Des implications en terme d'accumulation

- **Thèse Malwenn Lassudrie** Effets couplés des dinoflagellés toxiques et des pathogènes sur la physiologie des bivalves
- **Thèse Anne Rolton** Impacts of *Karenia brevis*, on bivalve reproduction and early life history
- **Thèse Floriane Boullot** Evaluation of polymorphism at voltage-gated sodium channel locus and its relationship with PST accumulation in oysters
- **Projet financé en cours : ANR ACCUTOX (2013-2017)**
De la caractérisation des déterminants de l'accumulation des toxines paralysantes (PST) chez l'huître (*C. gigas*) au risque sanitaire dans son contexte sociétal

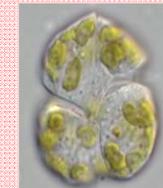
Model species



Alexandrium spp.



Pseudo-nitzschia spp.

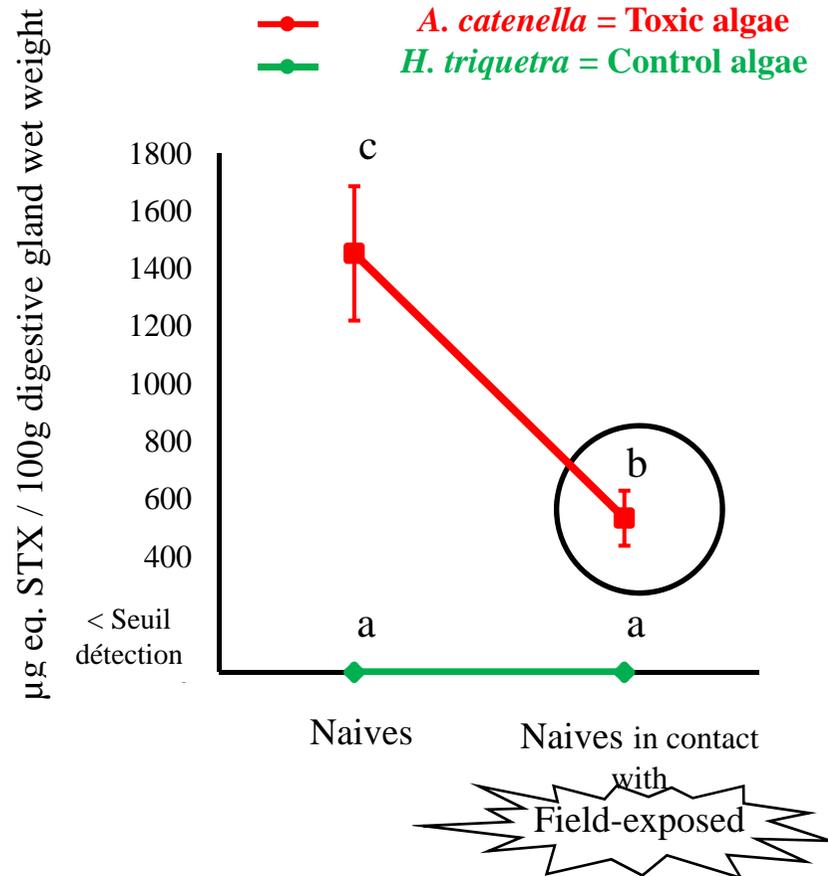


Karenia spp.

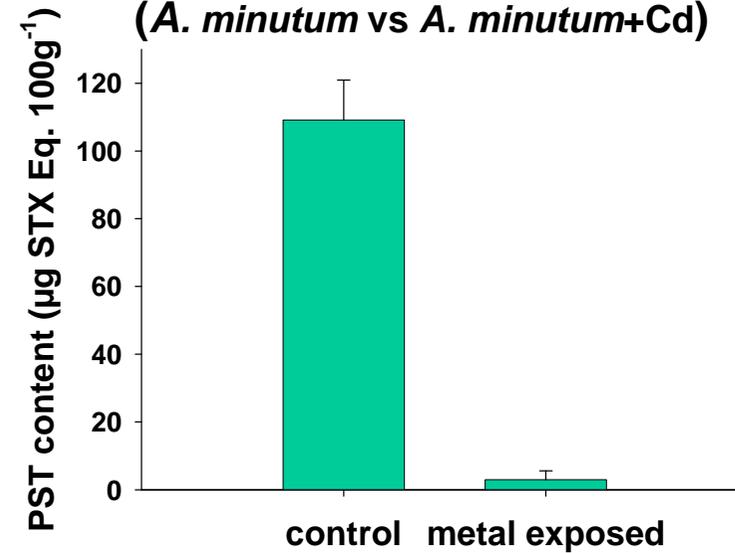


Des implications en terme d'accumulation

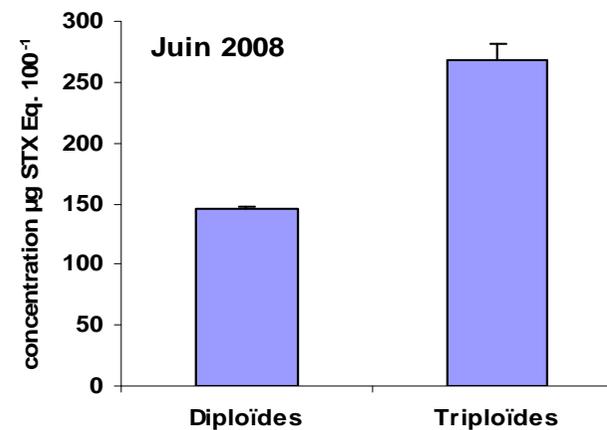
PSTs accumulation in digestive gland after 9 days



Accumulation toxines PST
(*A. minutum* vs *A. minutum*+Cd)



Diploïdes vs Triploïdes



LER MPL : contamination des coquilles Saint-Jacques par l'ASP en baie de Quiberon

Expérimentation en 2013 d'un suivi de la contamination ASP sur jeunes coquilles contrôlées (cages immergées) : Toxicité ASP + analyses histologiques



- ➔ Bonne survie (mais croissance faible)
- ➔ Diminution du biais lié à la variabilité de l'échantillonnage pour le suivi de la contamination
- ➔ Analyses histologiques en cours

Equipe Ecotoxicologie Aquatique UMR EPOC – Station Marine d'Arcachon



Model species



Alexandrium spp.



Pseudo-nitzschia spp.

- Research activity :

Impact of harmful algae on the behavior of bivalves.

Impact of harmful algae on the disruption of rhythmic activities of bivalves.



Research activity per scientist

Damien Tran: Chronobiology, ecophysiology and ecotoxicology of bivalves

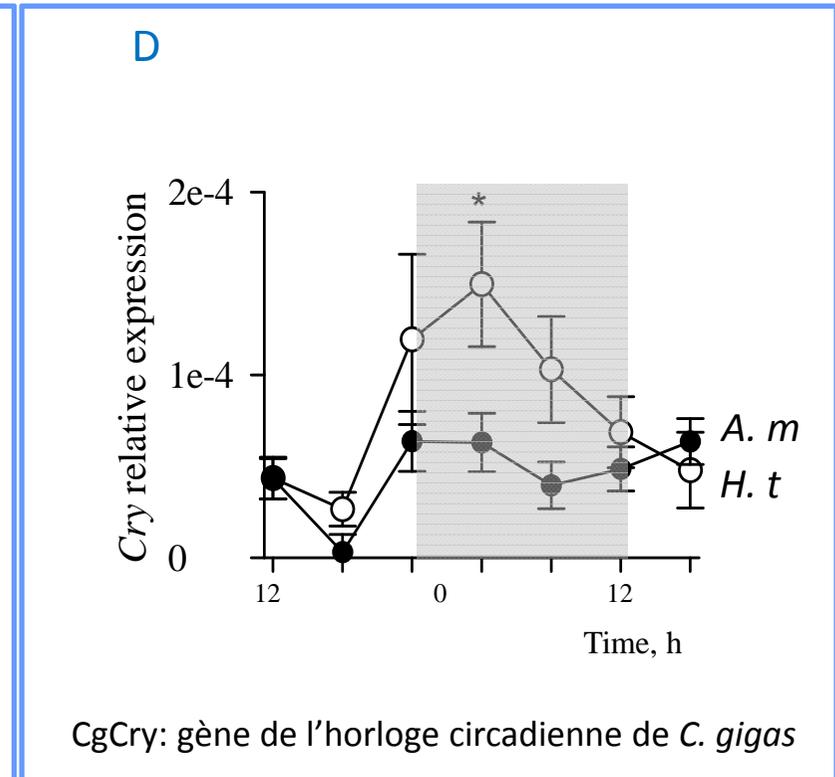
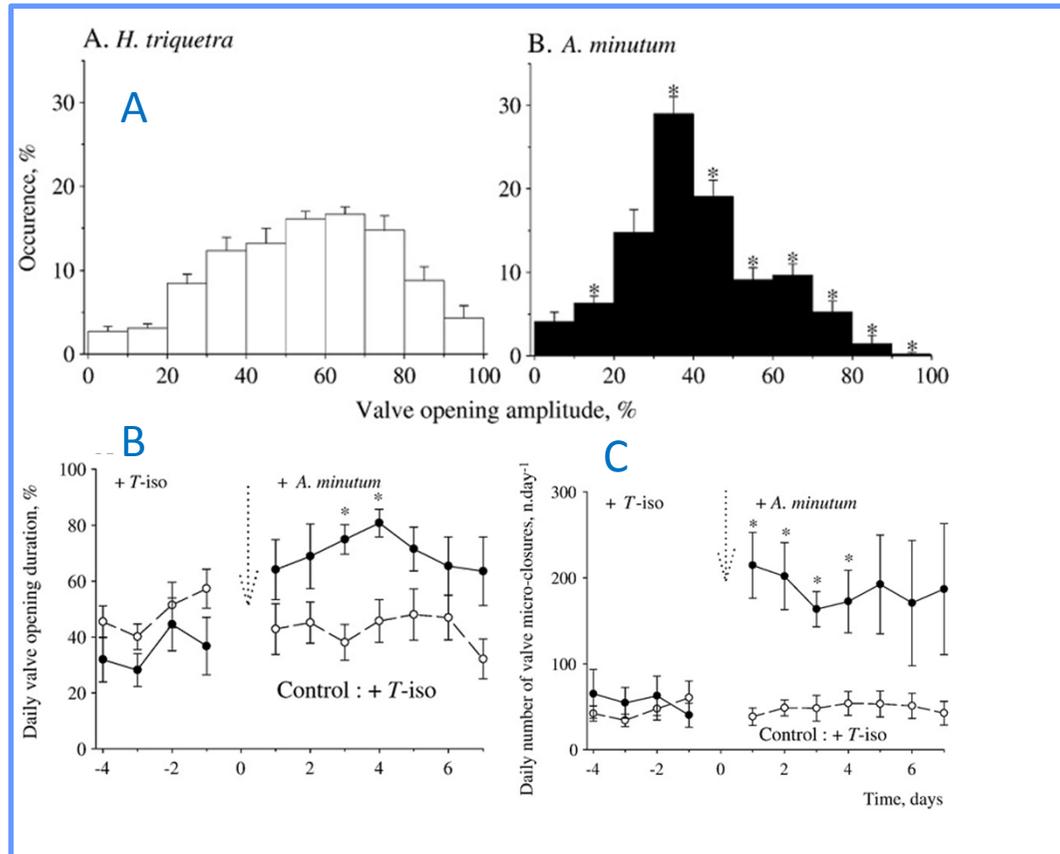
Jean-Charles Massabuau : Ecophysiology of aquatic systems

Laura Payton : PhD student, chronobiology and ecotoxicology

Projet financé en cours : ANR ACCUTOX (2013-2017)

(De la caractérisation des déterminants de l'accumulation
des toxines paralysantes (PST) chez l'huitre (*C. gigas*)
au risque sanitaire dans son contexte sociétal)

Impact de *A. minutum* sur la chronobiologie et le comportement de *C. gigas*



A. minutum agit sur le comportement de l'huître en diminuant son amplitude d'ouverture (A), en augmentant sa durée d'ouverture (B) et sa fréquence des micro-fermetures (C),

A. minutum perturbe le rythme circadien et circatidal de l'huître aussi bien au niveau comportemental que moléculaire (D).

Réponses Immunitaires des Macroorganismes et Environnement, UMR ECOSYM, Montpellier

1- Etude des interactions phycotoxines/huîtres

2- Etude des Impacts des phycotoxines sur les interactions huîtres/pathogènes

3- Etudes multi-échelles intégrées de la dynamique des systèmes huîtres-Pathogènes-phycotoxines:



Activité de recherche des scientifiques

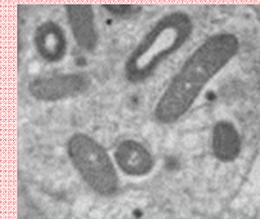
Rolland Jean-Luc, Destoumieux Delphine:

immunologie, biologie moléculaire, caractérisation des peptides/protéines et de leurs propriétés biologiques.

Model species



Alexandrium catenella/ tamarense



Vibrio splendidus et aesturianus



Crassostrea gigas

Réponses Immunitaires des Macroorganismes et Environnement, UMR ECOSYM, Montpellier



GigaTox (2011-2013) Identification chez *Crassostrea gigas*, de gènes marqueurs de contamination par les toxines produites par le dinoflagellé *Alexandrium catenella*.



ApoTox (2012-2014) Etude des effets apoptotiques induits par les neurotoxines du dinoflagellé *Alexandrium catenella* chez l'huître *Crassostrea gigas* : conséquences sur la susceptibilité des huîtres aux pathogènes.

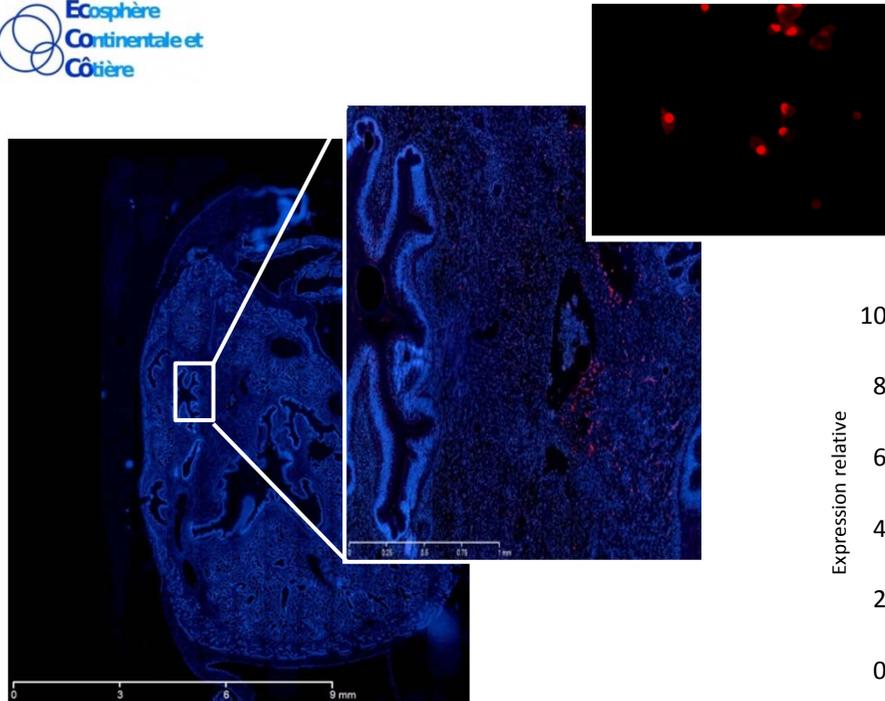


Intervibrio (2014-2016) Rôle du plancton dans la transmission des vibrios pathogènes d'huître

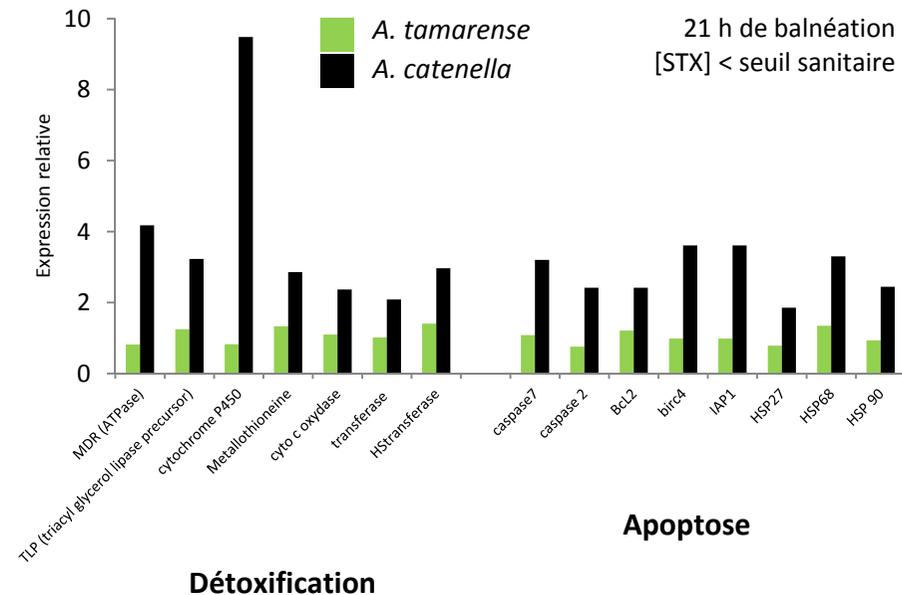


Decifer (2014-2017, déposé) Deciphering multifactorial diseases: insight into oyster mortalities

Résultats marquants



Induction de l'apoptose des cellules immunitaires de l'huître



Mise en évidence d'une signature d'expression (15 gènes) caractéristique de l'exposition de *C. gigas* à *A. catenella*

Radioecology Laboratory

IAEA-Environment Laboratories



Nuclear Techniques for the Sustainable Development of Land, Coastal and Marine Ecosystems

Radioecological and related techniques for the management of marine resources and seafood safety

- **Research and development**

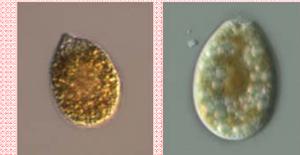
- Method development: detection (RBA); production of labeled toxin (incorporation of radiolabeled precursor)
- Research on the fate (ADME), and toxic effect of algal toxins in marine organisms
- Research to assess the impact of environmental and climate change on marine species vulnerability to HAB toxins

- **Capacity building**

- sampling and identification of toxic microalgae; receptor binding assay; HAB occurrence and historical reconstruction via sediment dating and cyst analysis; Ocean acidification



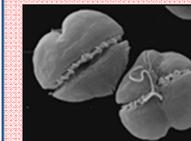
Model species



Benthic species



Pseudo-nitzschia spp.



Ichthyotoxic species
(*Karenia* spp)

Technical Cooperation Projects

National project:

- Oman: Establishing a Reference Laboratory for Harmful Algal Blooms

Regional projects

- AFRIQUE: Using Nuclear Analytical Techniques to Support Harmful Algal Bloom Management in the Context of Climate and Environmental Change
- LATIN-AMERICA: Establishing the Caribbean Observing Network for Ocean Acidification and its Impact on Harmful Algal Blooms, using Nuclear and Isotopic Techniques
- ASIA-PACIFIQUE: Supporting the Use of Receptor Binding Assay (RBA) to Reduce the Adverse Impacts of Harmful Algal Toxins on Seafood Safety

Coordinated research project

Toxicological and Ecotoxicological Assessment of Benthic Algae and their Toxins to Achieve Sustainable Management of Marine Ecosystem Services (2014-2017)

IAEA- Radioecology Laboratory



Techniques isotopiques pour un développement durable de l'environnement marin

Axe 3 - Impact et transfert des phycotoxines dans les écosystèmes marins

* Une faible représentation des études sur la moule en France (hors surveillance)

Et pourtant :

- 700 000 t produits en Europe
 - L'espèce qui généralement accumule le plus de phycotoxines (PST, DST)
 - Le plus grand nombre de jours de fermeture
 - Forte prédation dans les populations sauvages (transfert trophique potentiel)
 - ...
- * Cf Axe 2 pour *Dinophysis*

