

# Impact du changement climatique sur la production de moules en Europe

**Julien Normand**

Responsable Laboratoire Environnement Ressources  
de Port-en-Bessin (Ifremer-LER/N)  
Coordinateur du réseau Mytilobs (Ifremer-DGAMPA)

Conseil consultatif de  
l'aquaculture – GT2

3 juin 2026

Open Access

14 September 2021

# Declining Populations of *Mytilus* spp. in North Atlantic Coastal Waters—A Swedish Perspective

Susanne Baden, Bodil Hernroth, Odd Lindahl

Author Affiliations +

J. of Shellfish Research, 40(2):269

ARTICLE > FIGURES & TABLES

**Abstract**

During the past 2–3 decades, the s Atlantic has changed considerably great degree of local variation, and

Observations on recent mass mortality events of marine mussels in the Oosterschelde, the Netherlands

Jacob J. Capelle, et al. [full author list]

Received: 28 October 2020 / Accepted: 29 April 2021  
© The Author(s) 2021

**Abstract**

Two mass mortality events (M Oosterschelde, the Netherlands—t severely affected mussel productio onset and course of both MMEs ar displayed a distinct course of event

REVIEWS IN Aquaculture

Review | Open Access | CC BY

## The decline of mussel aquaculture in the European Union: causes, economic impacts and opportunities

Lamprakis Avdelas, Edo Avdic-Miravlie, Ana Cristina Borges Marques, Suzana Cano, Jacob J. Capelle, Natacha Carvalho, Maria Cozzolino, John Dennis, Tim Ellis ... See all authors ▾

First published: 14 July 2020 | <https://doi.org/10.1111/raq.12465> | Citations: 113

pathogens

MDPI

Article

## First Detection of *Francisella halioticida* Infecting a Wild Population of Blue Mussels *Mytilus edulis* in the United Kingdom

Irene Cano <sup>1,\*</sup>, Abigail Parker <sup>1</sup>, Georgia M. Ward <sup>1,2</sup>, Matthew Green <sup>1</sup>, Stuart Ross <sup>1</sup>, John Bignell <sup>1</sup>, Caroline Daumich <sup>1</sup>, Rose Kerr <sup>1</sup>, Stephen W. Feist <sup>1</sup> and Frederico M. Batista <sup>1</sup>

Journal of Molluscan Studies

The Malacological Society of London

Journal of Molluscan Studies (2024) 90: eyae002. <https://doi.org/10.1093/molas/eyae002>  
Published online 12 February 2024

Featured Article

Long-term fluctuations and recent decline of mussel populations in an Irish sea lough

Colin Little<sup>1</sup>, Cynthia D. Trowbridge<sup>2</sup>, Graham M. Pilling<sup>3</sup>, Gray A. Williams<sup>4</sup>, David Morritt<sup>5</sup> and Penny Stirling<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bagen Knoll, Long River Road, Wexford Y12 3ED, UK;  
<sup>2</sup>Oregon Institute of Marine Biology (OIMB), PO Box 3300, Charleston, OR 97426, USA;  
<sup>3</sup>Pacific Community (SPC), R.F.D.S., 98840 Noumea Cedre, New Caledonia;  
<sup>4</sup>The State Institute of Marine Science and School of Biological Sciences, The University of Hong Kong, Pokfulam Road, Hong Kong SAR, China; and  
<sup>5</sup>School of Life Sciences and the Environment, Royal Holloway University of London, Egham, Surrey TW20 0EX, UK

Correspondence: C.D. Trowbridge; e-mail: cd@unsw.edu.au

(Received 9 April 2023; editorial decision 28 October 2023)

**ABSTRACT**

Intertidal mussels (*Mytilus* spp.) and their benthic invertebrate predators were monitored annually for 25 years at 10 sites within Lough Hyne Marine Reserve in southwest Ireland. Mussel abundance was relatively low in the early 1990s but increased substantially after the cold winter of 1995/1996. High mussel abun-

Mortalités des moules en Europe, quelques articles récents



# Le Changement Climatique a-t-il un effet sur les moules ?

Démonstration(s) expérimentale(s) :

- Effet de la température et de l'acidification sur la survie larvaire (*Gazeau et al., 2010*)
- Effet de la température sur le métabolisme général (*Anestis et al., 2007*)
- Effet de la température sur la survie adulte (*Gazeau et al., 2014*)
- Effet de la température et de l'acidification sur la capacité d'attachement au substrat (*Dickey et al., 2018*)
- Effet de la température et de la disponibilité en nourriture (*Schneider et al., 2010*)



# Le Changement Climatique a-t-il un effet sur les moules ?

## Démonstration(s) expérimentale(s) :

- Effet de la température et de l'acidification sur la survie larvaire (*Gazeau et al., 2010*)
- Effet de la température sur le métabolisme général (*Anestis et al., 2007*)
- Effet de la température sur la survie adulte (*Gazeau et al., 2014*)
- Effet de la température et de l'acidification sur la capacité d'attachement au substrat (*Dickey et al., 2018*)
- Effet de la température et de la disponibilité en nourriture (*Schneider et al., 2010*)

## Extrapolation(s) basée(s) sur la revue des connaissances :

- Effet du changement global sur le risque d'émergence de maladies (*Burge et al., 2014*)
- Effet additifs, synergiques, ou antagonistes de la combinaison des facteurs de stress (*Crain et al., 2008*)
- Une revue des connaissances qui pointe encore d'autres effets potentiels (*Zippay and Helmuth, 2012*)

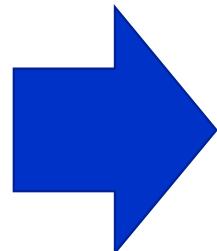
**On voit mal comment le CG pourrait ne pas avoir d'effet, mais...**



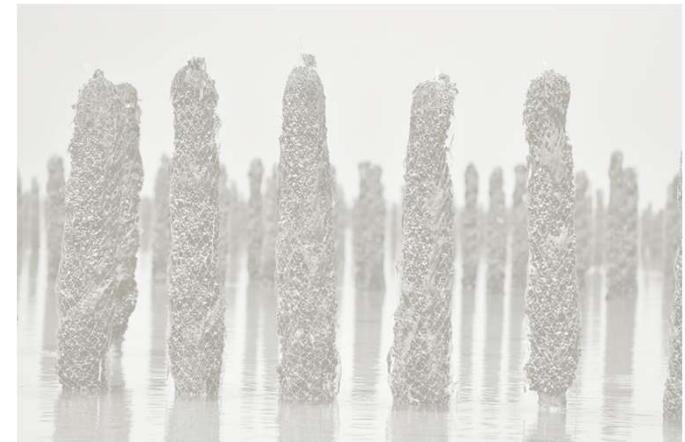
# Le Changement Climatique a-t-il un effet sur les moules ?

**Question 1 :** Peut-on caractériser un effet du CG en milieu naturel sur les individus ou les populations ?

**Question 2 :** Peut-on déconvoluer les différents sous-effets liés au CG pour décrire l'intégralité d'un processus, et à quelle échelle ?



**On a besoin de données, de séries historiques d'observation pour ne pas rester dans la conjecture et l'extrapolation !**



# Projet PANDA

Depuis 2014, témoignages concordants d'une recrudescence des mortalités mytilicoles en France, et en Europe du Nord :

**Hypothèse parcimonieuse** : un même processus impliqué, probablement d'origine infectieuse

→ **PANDA**

- Partager les données acquises par les opérateurs français des observatoires mytilicoles
- Analyser les facteurs de risque associés aux mortalités



# Partager les données acquises

COMITE REGIONAL  
CONCHYLICULTURE  
NORMANDIE/MER DU NORD



Ifremer

CRC  
COMITÉ RÉGIONAL DE LA CONCHYLICULTURE BRETAGNE NORD

Euréka Mer  
Réseaux et services pour les connaissances et cultures marines

eaux & VILaine  
ÉTABLISSEMENT PUBLIC TERRITORIAL DU BASSIN DE LA VILAINE

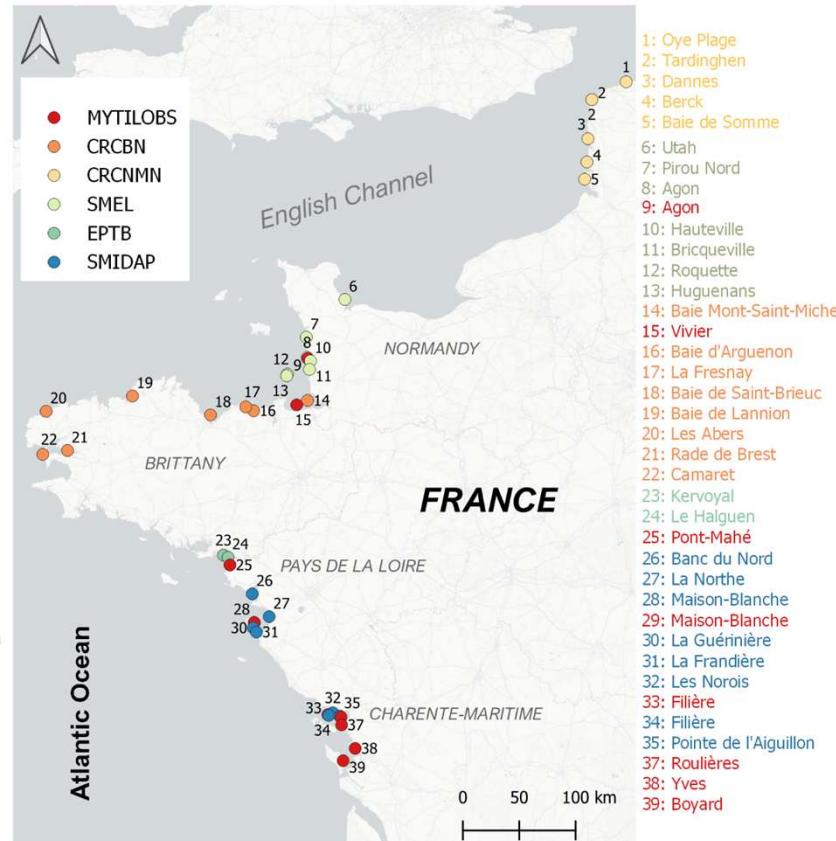
Institut COCHET  
biologie & cultures marines

Smidap



Ifremer

Euréka Mer  
Réseaux et services pour les connaissances et cultures marines



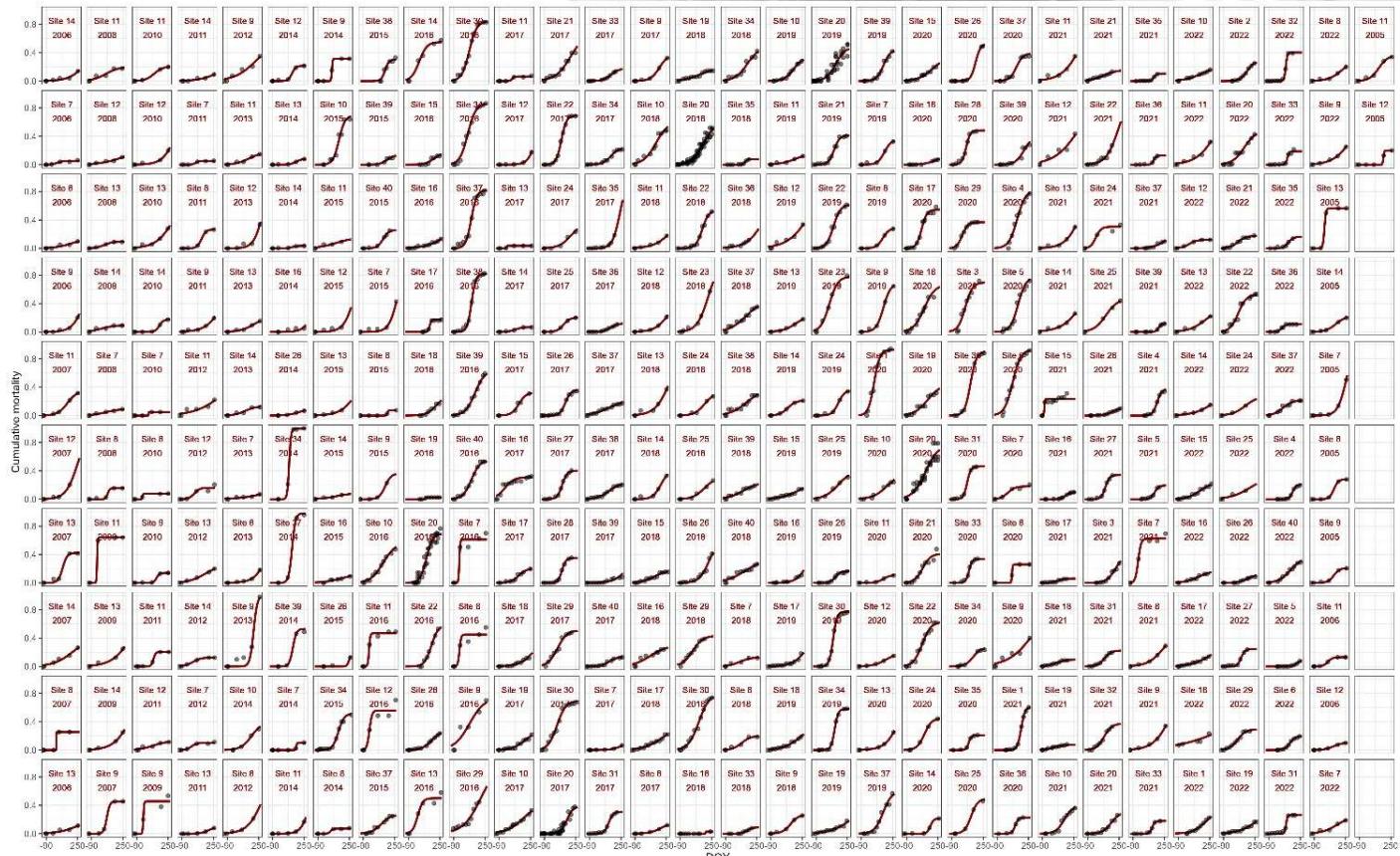
FranceAgriMer

## Les observatoires mytilicoles en France

- 39 sites suivis issus de 6 opérateurs différents
- Très grande facilité de coopération
- Peu de problèmes d'interopérabilité des jeux de données

# Partager les données acquises

- 292 combinaisons site x campagne
- Modélisation  
 $\log(\text{Morta.}) = f^\circ(\text{day})$
- Production d'indicateurs synthétiques (*Mortalité Maximale, Mortalité instantanée, Date d'initiation de la Mortalité, etc.*)



Ifremer

Euréka Mer  
Stades en mer pour les  
écosystèmes de la mer Méditerranée



FranceAgriMer

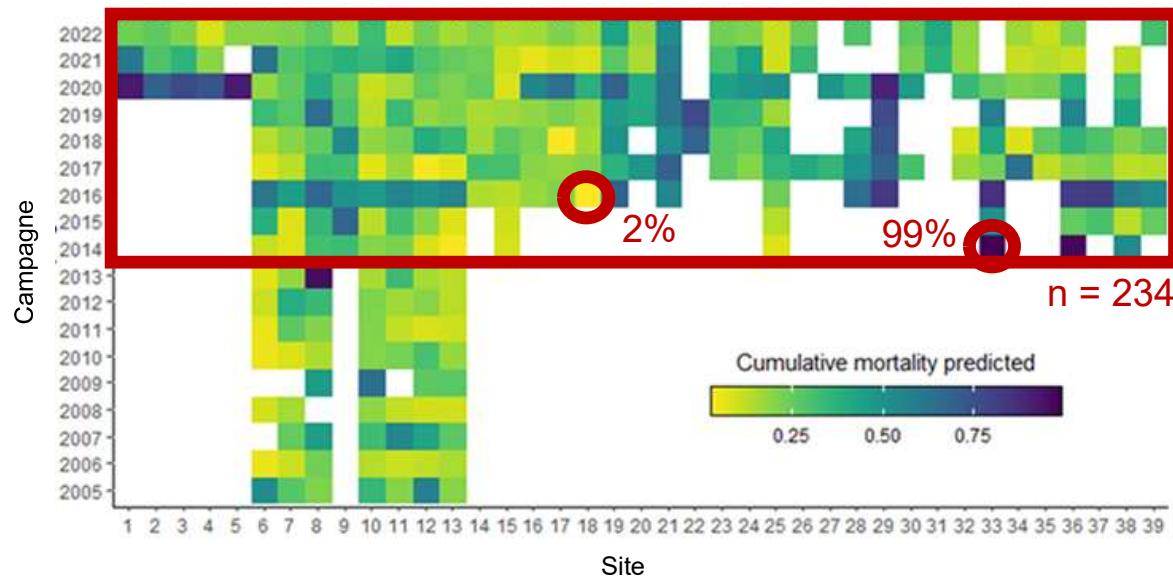
# Partager les données acquises

- Interface de visualisation :
- <https://m37600-isma0l-bernard.shinyapps.io/PANDA/>
- Accès aux données, aux métadonnées et au code, double archivage sur Zenodo et GitHub:
  - <https://zenodo.org/records/14882583>
  - [https://github.com/eurekamer/Data\\_paper\\_PANDA/](https://github.com/eurekamer/Data_paper_PANDA/)
- Publication d'un datapaper (*in prep.*):

Lemesle S., Bernard I., Herbomez A., Normand J., *In prep. The first national database of blue mussel mortality in France. Frontiers.*



# Analyser les facteurs de risque



**Sur la période 2014-2022 :**

Taux de mortalité prédis compris entre 2% (site 19 : Baie de Saint-Brieuc en 2016) et 99% (site 34: Filière du Pertuis Breton en 2014)



# Analyser les facteurs de risque

Peu d'hypothèses *a priori* sur les facteurs de risques environnementaux (*Lupo et al., 2021*) explicatifs de la variabilité de la mortalité

1°) Pour les 234 combinaisons Campagne x Site, **on récupère les séries suivantes :**



- Salinité
- T°C eau surface
- Chlorophylle A
- O<sub>2</sub>



- RR
- FFM
- T°C air



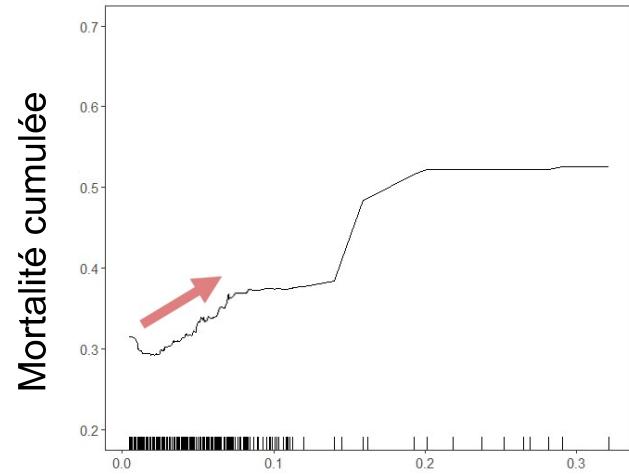
- Salinité
- T°C eau Surface
- Vc
- Chlorophylle A
- WMH

2°) On calcule systématiquement les **moyennes et variances saisonnières** (hiver, printemps, été) pour chacune des ces 12 variables : 72 variables explicatives

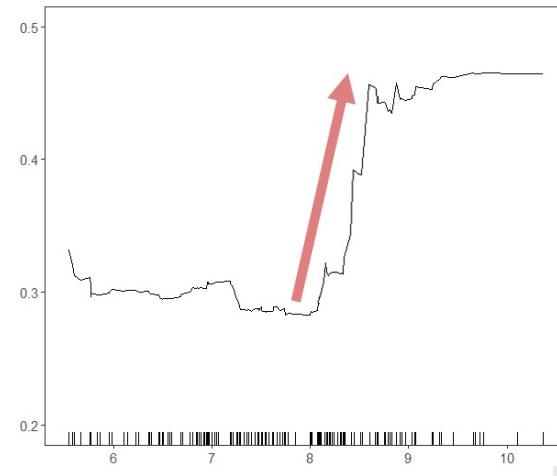
3°) On modélise les associations entre chacune d'entre elles et les mortalités :  
Régression Forêt Aléatoire (*Breiman, 2001*) et algorithme VSURF (*Genuer et al., 2015*)



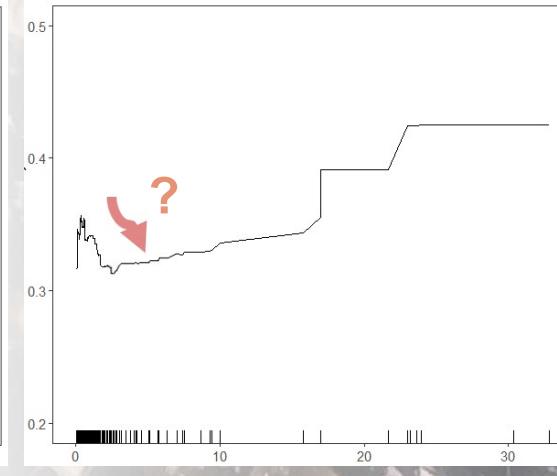
# Analyser les facteurs de risque



$\sigma^2$  Eté WMH Satellite

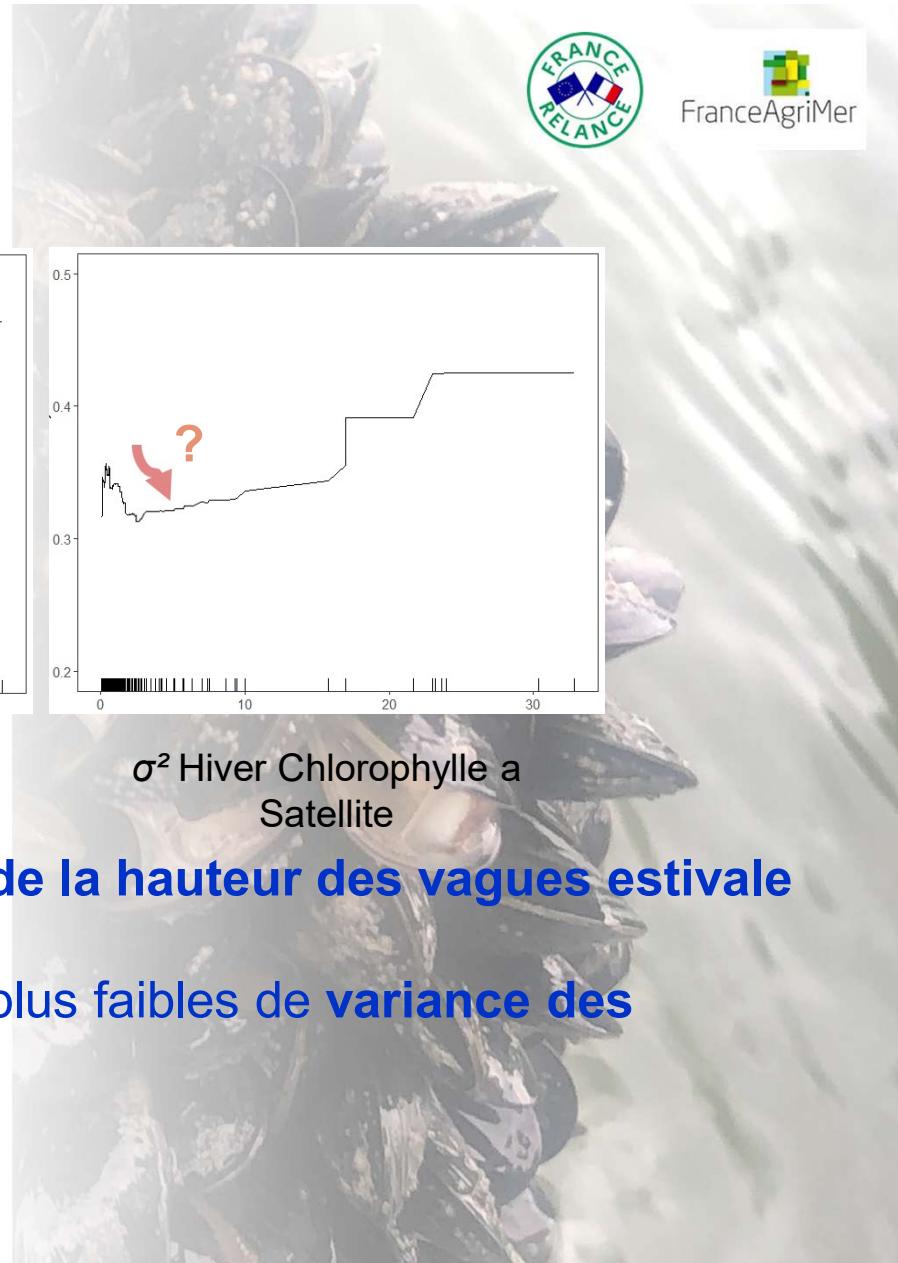


$\mu$  Hiver Température  
Météo-France

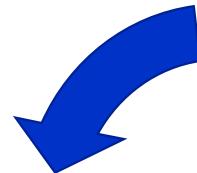


$\sigma^2$  Hiver Chlorophylle a  
Satellite

- Associations positives détectées avec la **variance de la hauteur des vagues estivale** et avec la **température moyenne hivernale**
- Association négative détectée pour les valeurs les plus faibles de **variance des concentrations en Chlorophylle A hivernale**



# Conclusions



Pour avancer des relations de causalité, **il faut des données** : la communauté scientifico-technique commence seulement à les diffuser, et c'est un travail en soi

2

Une partie de la solution réside dans l'**organisation collective** de l'Observation Océanique



3

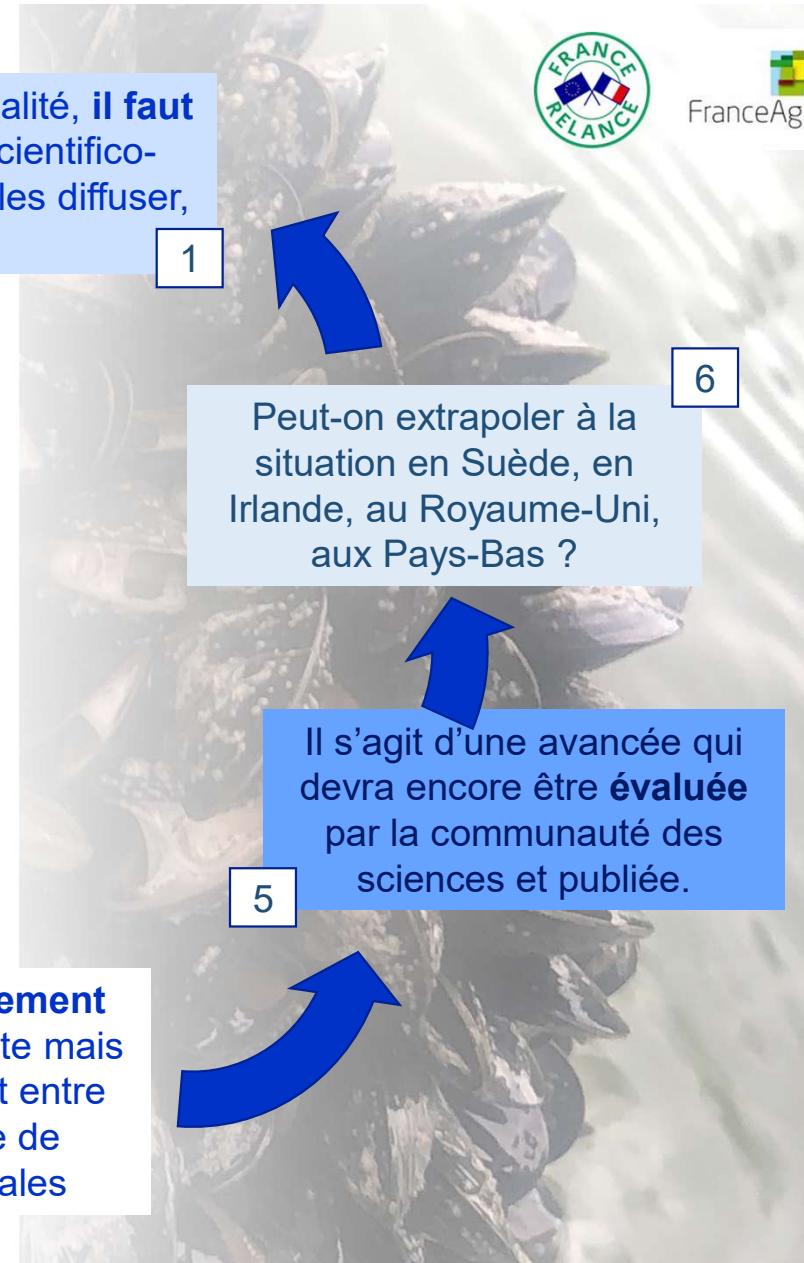
Différentes approches analytiques (non-présentées ici) mettent en évidence des associations entre la **Température hivernale**, la **Variance de la hauteur des vagues**, et la **Concentration en Chlorophylle** en fin d'hiver et début de printemps



4

Le lien avec le **Changement Global** n'est pas explicite mais des relations émergent entre Mortalités et hausse de températures hivernales

1



# Un peu de lecture...

- Anestis, A., Lazou, A., Pörtner, H. O., & Michaelidis, B. (2007). Behavioral, metabolic, and molecular stress responses of marine bivalve *Mytilus galloprovincialis* during long-term acclimation at increasing ambient temperature. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 293(2), R911-R921.
- Breiman, L. (2001) 'Random Forests', *Machine Learning*, 45(1), pp. 5-32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- Burge CA, Eakin CM, Friedman CS, Froelich B, Hershberger PK, Hofmann EE et al. (2014) Climate change influences on marine infectious diseases: implications for management and society. *Annual Review of Marine Science* 6: 249–277.
- Crain CM, Kroeker K, Halpern BS (2008). Interactive and cumulative effects of multiple human stressors in marine systems. *Ecology Letters* 11, 1304–15
- Crain CM, Kroeker K, Halpern BS (2008). Interactive and cumulative effects of multiple human stressors in marine systems. *Ecology Letters* 11, 1304–15
- Dickey, G., Preziosi, B. M., Clark, C. T., & Bowden, T. J. (2018). The impact of ocean acidification on the byssal threads of the blue mussel (*Mytilus edulis*). *PLoS One*, 13(10), e0205908.
- Gazeau, F., Gattuso, J. P., Dawber, C., Pronker, A. E., Peene, F., Peene, J., ... & Middelburg, J. J. (2010). Effect of ocean acidification on the early life stages of the blue mussel *Mytilus edulis*. *Biogeosciences*, 7(7), 2051-2060.
- Gazeau, F., Alliouane, S., Bock, C., Bramanti, L., López Correa, M., Gentile, M., ... & Ziveri, P. (2014). Impact of ocean acidification and warming on the Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis*). *Frontiers in Marine Science*, 1, 62.
- Genuer, R., Poggi, J.-M., & Tuleau-Malot, C. (2015) 'VSURF: An R Package for Variable Selection Using Random Forests', *The R Journal*, 7(2), pp. 19-33. <https://doi.org/10.32614/RJ-2015-018>
- Lupo, C., Bougeard, S., Le Bihan, V., Blin, J.L., Allain, G., Azéma, P., Benoit, F., Béchemin, C., Bernard, I., Blachier, P., Brieau, L., Danion, M., Garcia, A., Gervasoni, E., Glize, P., Lainé, A., Lapègue, S., Mablouké, C., Poirier, L., Raymond, J.C., Treilles, M., Chauvin, C., & Le Bouquin, S. (2021) 'Mortality of marine mussels *Mytilus edulis* and *M. galloprovincialis*: systematic literature review of risk factors and recommendations for future research', *Reviews in Aquaculture*, 13, pp. 504-536. <https://doi.org/10.1111/raq.12484>
- Schneider KR., Van Thiel LE., Helmuth B., 2010. Interactive effects of food availability and aerial body temperature on the survival of 2 intertidal *Mytilus* species. *Journal of Thermal Biology* 35, 161-6.

