

# EVOLECO-BEST

## Evolution à long terme des écosystèmes côtiers : bivalves sous influence estuarienne

Mai 2021 - Mai 2024

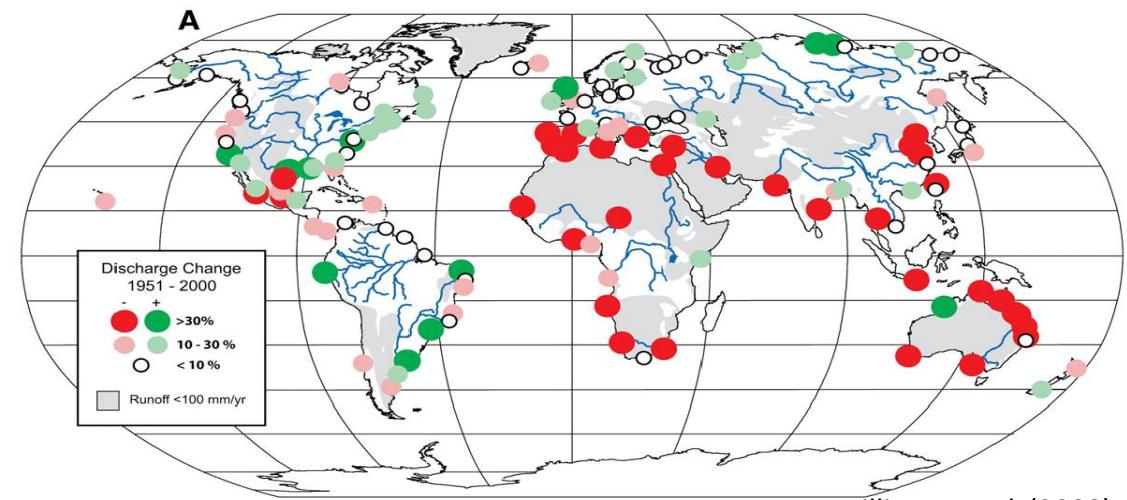
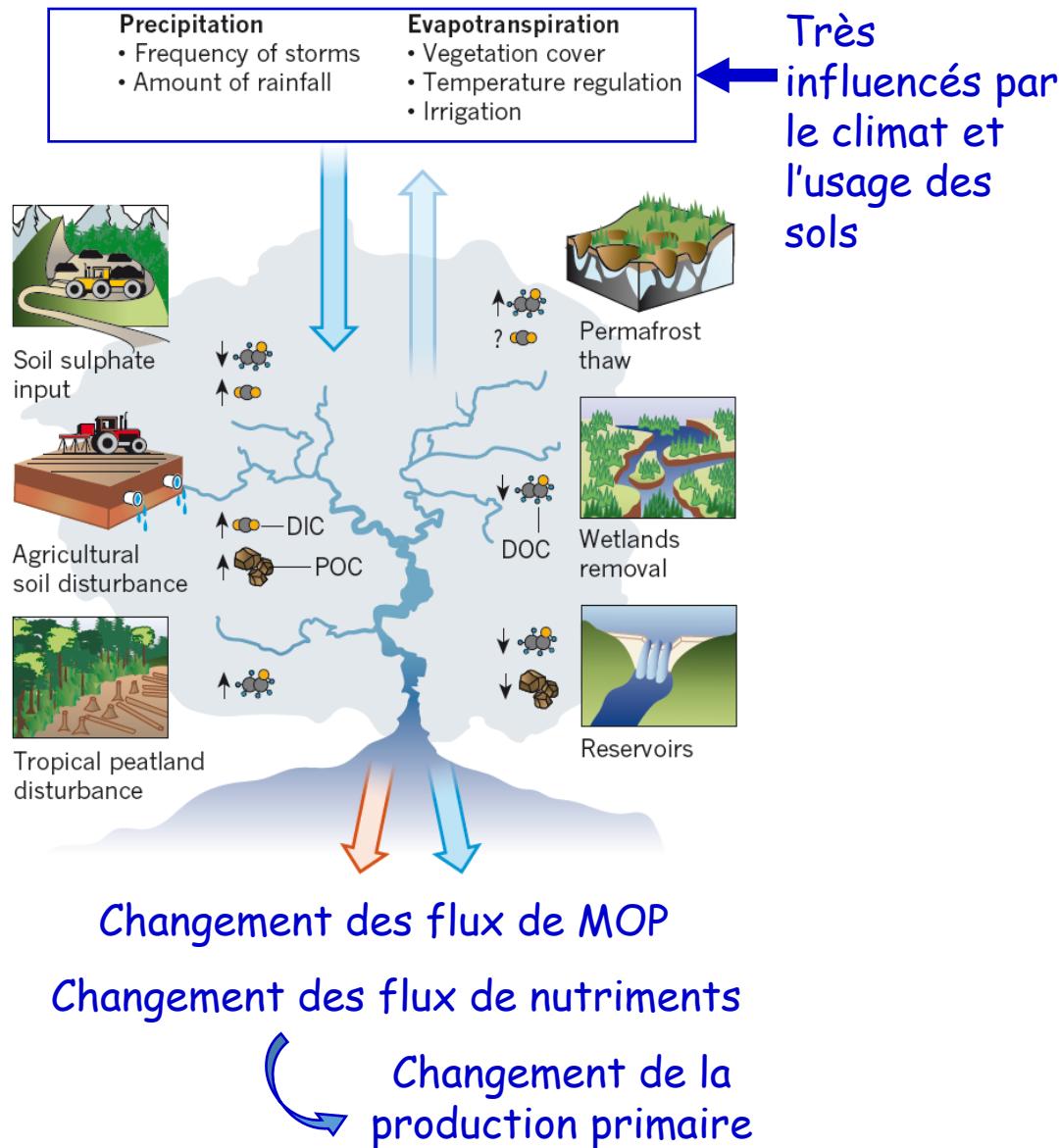
Nicolas Savoye, Camilla Liénart

Alan Fournioux, Hugues Blanchet, Nicolas Briant, Valérie David, Andrius Garbaras, Xavier de Montaudouin, Stanislas Dubois, Aline Gangnery, Anne Grouhel, Pauline Le Monier, Arnaud Lheureux, Mickaël Vasquez, Mats Westerbom



# Contexte : le changement global

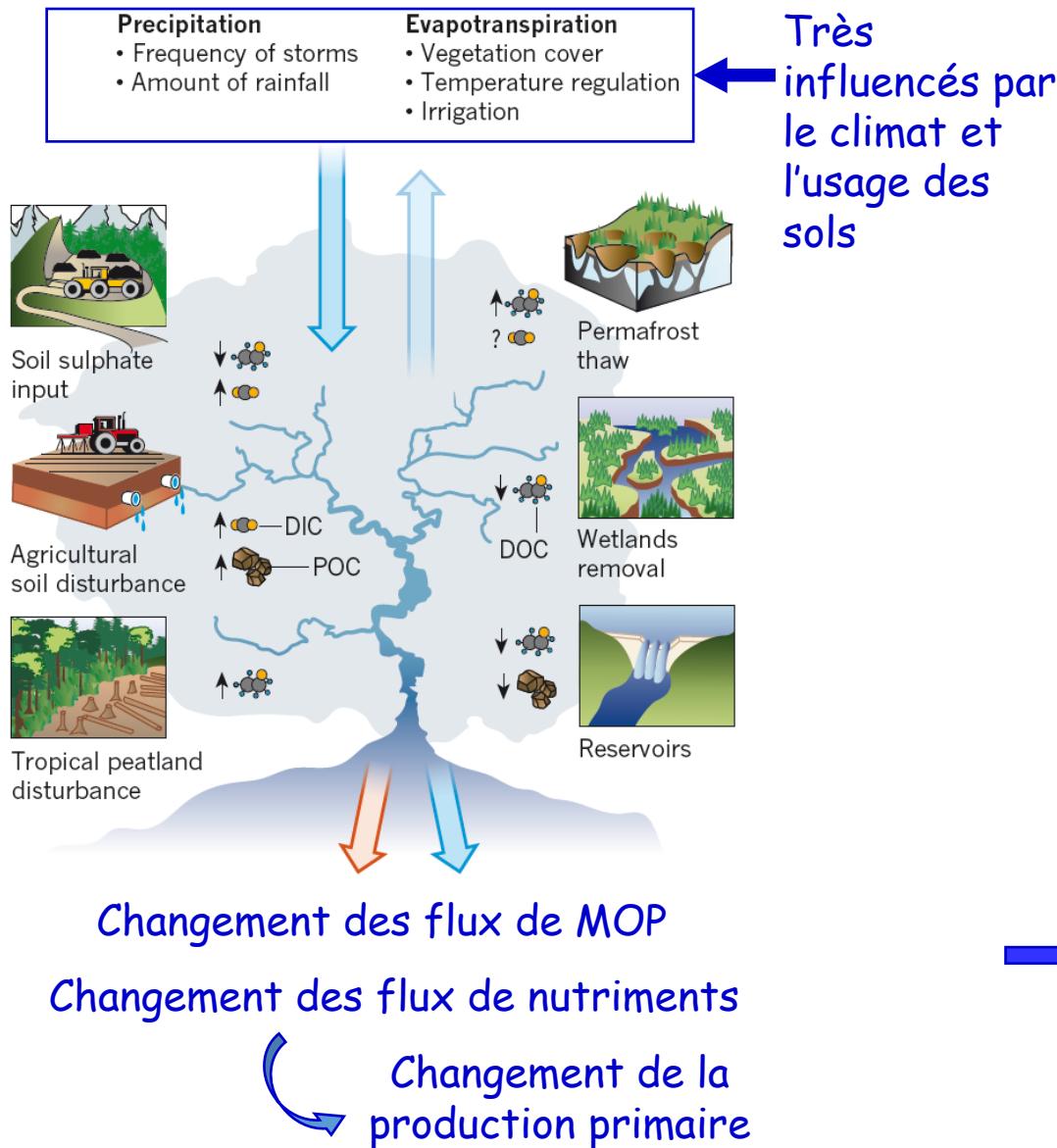
Le changement global affecte les systèmes fluvio-estuariens et les apports des fleuves à l'océan



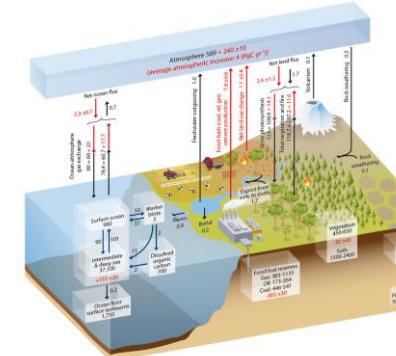
# Contexte : le changement global

Le changement global affecte les systèmes fluvio-estuariens et les apports des fleuves à l'océan

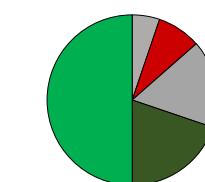
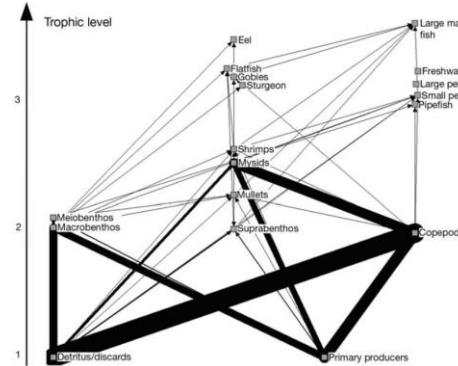
Bauer *et al.* (2013)



## Cycles biogéochimiques



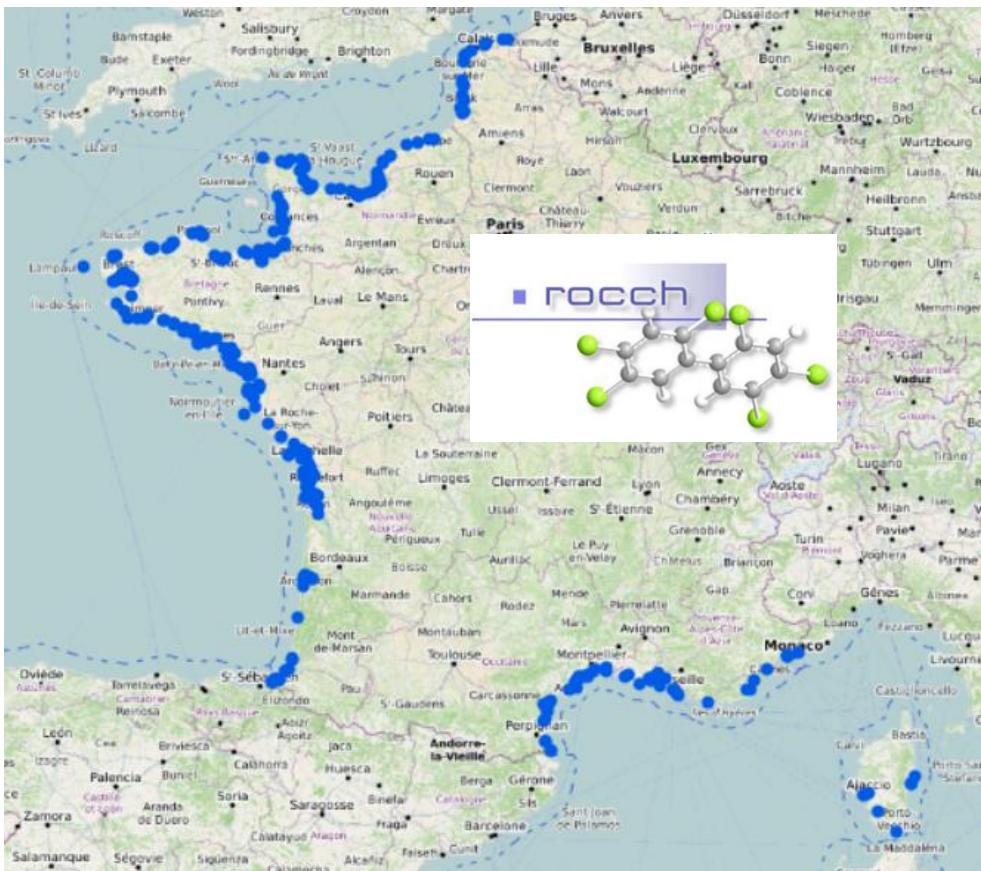
## Réseau trophique



Composition de la matière organique particulaire (MOP)

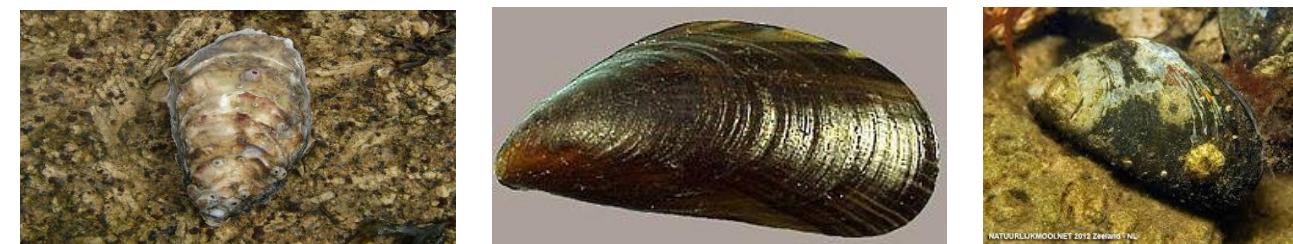
# Les bivalves, sentinelles de l'environnement

- Enregistrent les variations de l'environnement dans lequel ils vivent
    - Intègrent les variations dans le temps
- organismes sentinelles



ROCCH : réseau d'observation de la contamination chimique

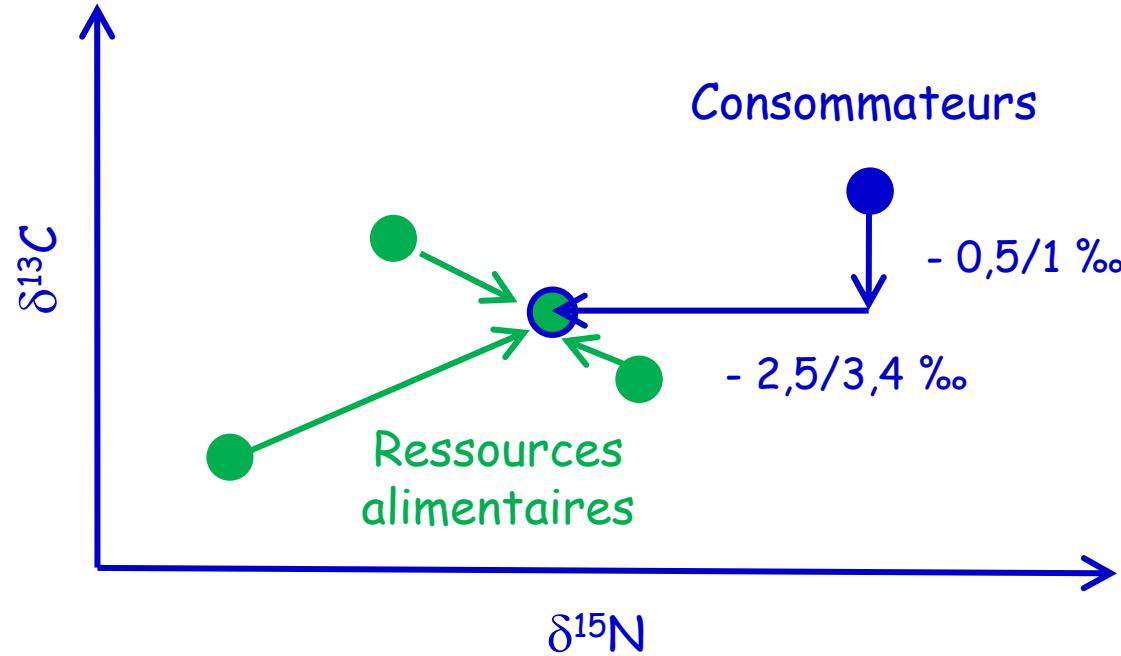
*Crassostrea gigas*   *Mytilus edulis*   *Mytilus galloprovincialis*



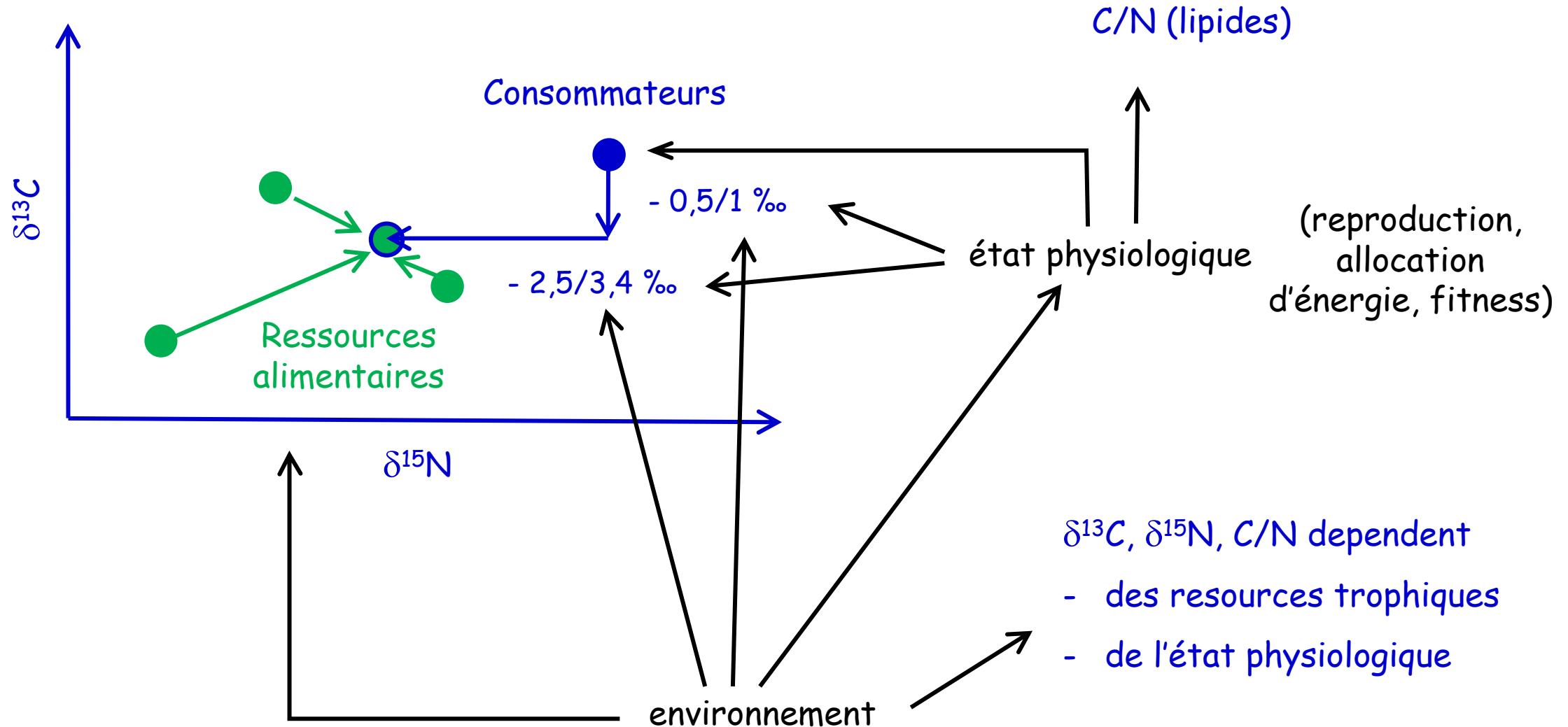
Ifremer

Échantillons bancarisés depuis les années 80

## Les rapports isotopiques et élémentaires du C et du N chez les consommateurs



# Les rapports isotopiques et élémentaires du C et du N chez les consommateurs

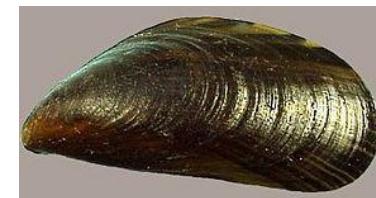


# Objectifs du projet

- 1) Caractériser l'évolution pluri-décennale de l'influence des apports continentaux sur la zone d'influence estuarienne
- 2) Identifier les forçages anthropiques et climatiques  
... à travers le prisme des rapports isotopiques et élémentaires des bivalves



*Crassostrea gigas*



*Mytilus edulis*



*Mytilus galloprovincialis*

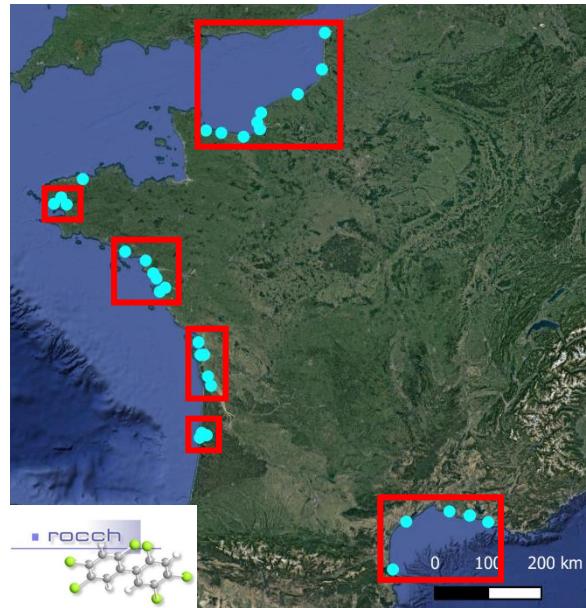
## Objectifs spécifiques :

- identifier les forçages climatiques et anthropiques ayant un impact sur les ressources trophiques et la physiologie des bivalves et sur leur évolution pluri-décennale
- mettre en évidence les effets des activités humaines (e.g. pollutions, modifications des débits) et des politiques publiques (e.g. réduction des effluents)
- d'évaluer la pertinence des rapports isotopiques et élémentaires des bivalves comme indicateurs de l'état de santé des écosystèmes

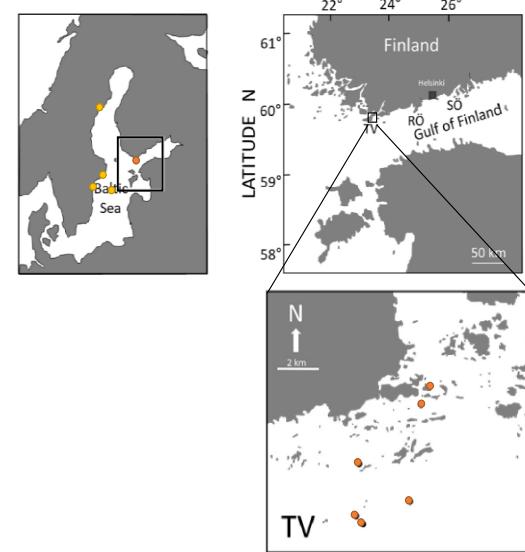
# Approche générale

42 sites d'étude

32 sites en France



10 sites en Baltique



Des suivis pluri-décennaux

- Des séries de données à acquérir (rapports isotopiques et élémentaires des bivalves)
- Des séries de données existantes (paramètres environnementaux)

Choix des sites

Le long de gradients d'influence continentale

→ Rôle des apports continentaux

Large panel d'écosystèmes

→ Prise en compte d'une diversité de forçages environnementaux

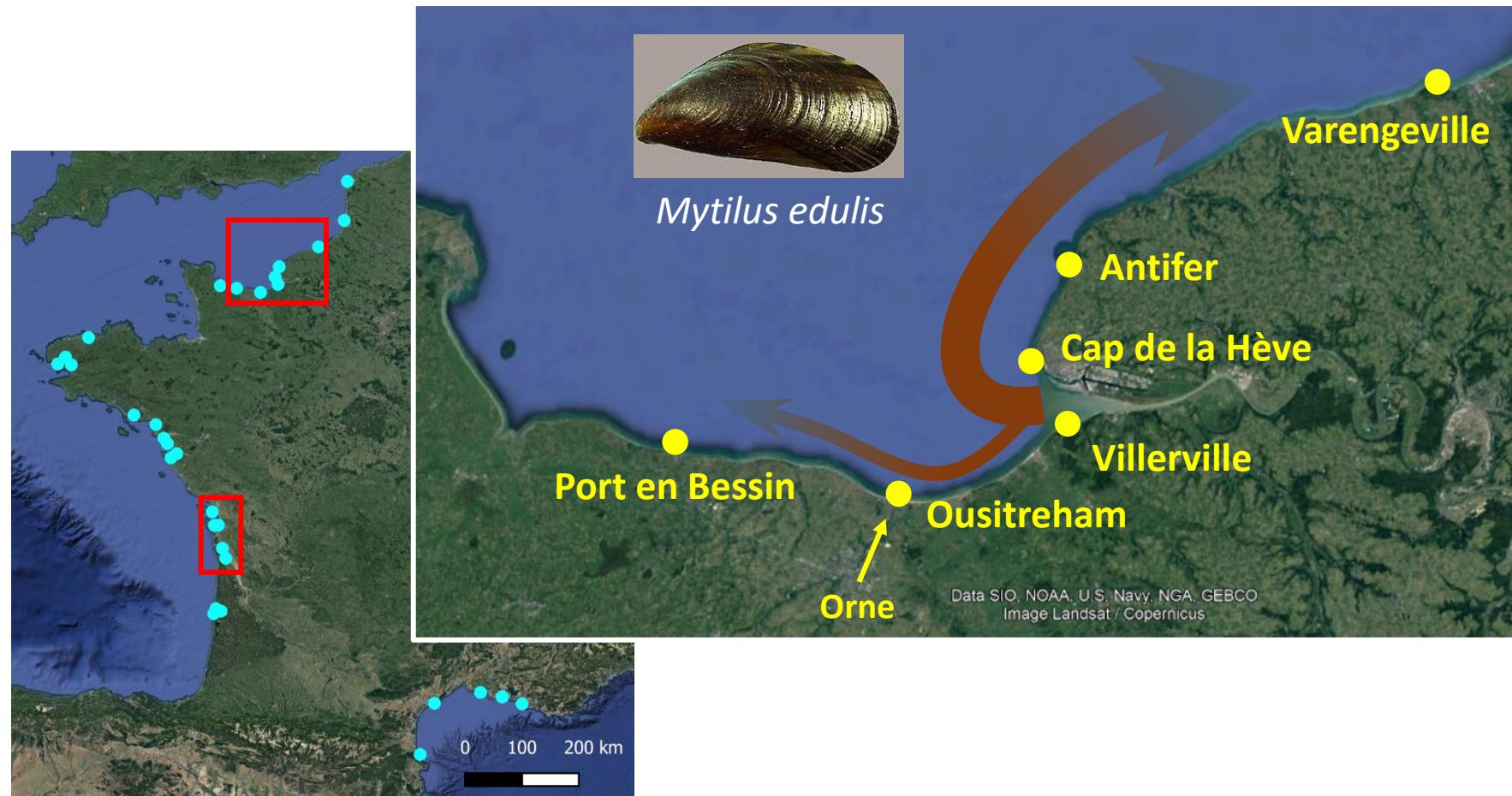
- Climat
- Hydrologie et hydrodynamique
- Biogéochimie
- Statut trophique
- Influence anthropique
- ...

# Paramètres environnementaux : indicateurs de forçage

Séries Environnementales	Paramètres	Durée des séries	Origine des données
Paramètre des bivalves	Cd, Cu, Pb, Hg	29-41 ans	ROCCH <a href="https://littoral.ifremer.fr/Reseaux-de-surveillance/">https://littoral.ifremer.fr/Reseaux-de-surveillance/</a>
Indices climatiques à large échelle	NAO, AO, EAP, AMO, NHT	29-41 ans	NOAA <a href="http://www.esrl.noaa.gov/">www.esrl.noaa.gov/</a> <a href="http://www.cpc.ncep.noaa.gov/">www.cpc.ncep.noaa.gov/</a> <a href="http://www.ncdc.noaa.gov/">www.ncdc.noaa.gov/</a>
Climat local	Temperature de l'air, pression atmosphérique, pluie, intensité et direction du vent, irradiance	29-41 ans	NASA/MERRA-2 <a href="https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/">https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/</a>
Paramètres In situ	Temperature de l'eau, salinité, nutriments ( $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$ , $\text{NH}_4^+$ , $\text{Si(OH)}_4$ , $\text{PO}_4^{3-}$ ), MES, chlorophylle <i>a</i> , phytoplancton	9-24 ans	REPHY <a href="https://littoral.ifremer.fr/Reseaux-de-surveillance/">https://littoral.ifremer.fr/Reseaux-de-surveillance/</a> SOMLIT <a href="http://www.somlit.fr">www.somlit.fr</a> PHYTOBS <a href="http://www.phytobs.fr">www.phytobs.fr</a>
Paramètres des fleuves	Débits, nutriments ( $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$ , $\text{PO}_4^{3-}$ )	11-40 ans	Eaufrance <a href="http://www.naiades.eaufrance.fr">http://www.naiades.eaufrance.fr</a> <a href="https://hydro.eaufrance.fr">https://hydro.eaufrance.fr</a>

NAO: North Atlantic Oscillation; EAP: Eastern Atlantic Pattern; AMO: Atlantic Multidecadal Oscillation; NHT: anomalies of the Northern Hemisphere Temperature

# Premiers résultats: stage M2 d'Alan Fourniou



Échantillons hivernaux

1981-2021

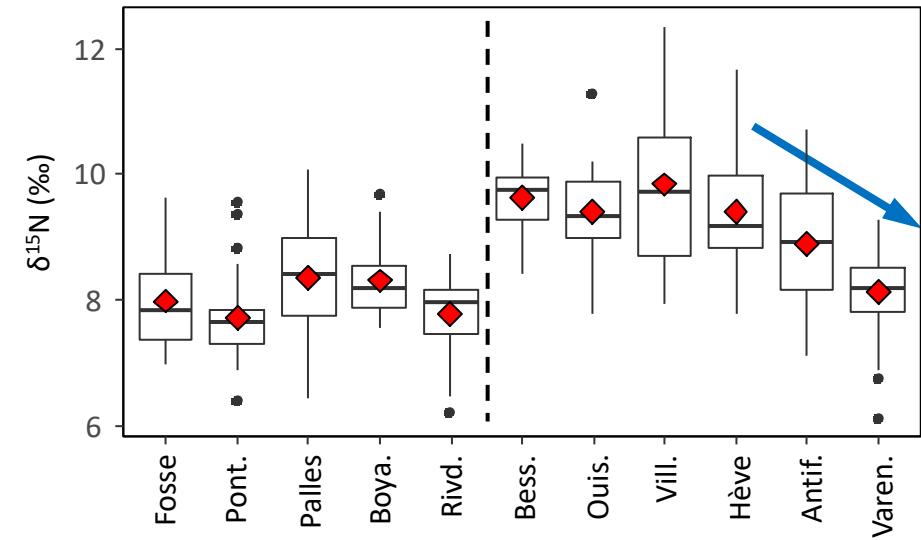
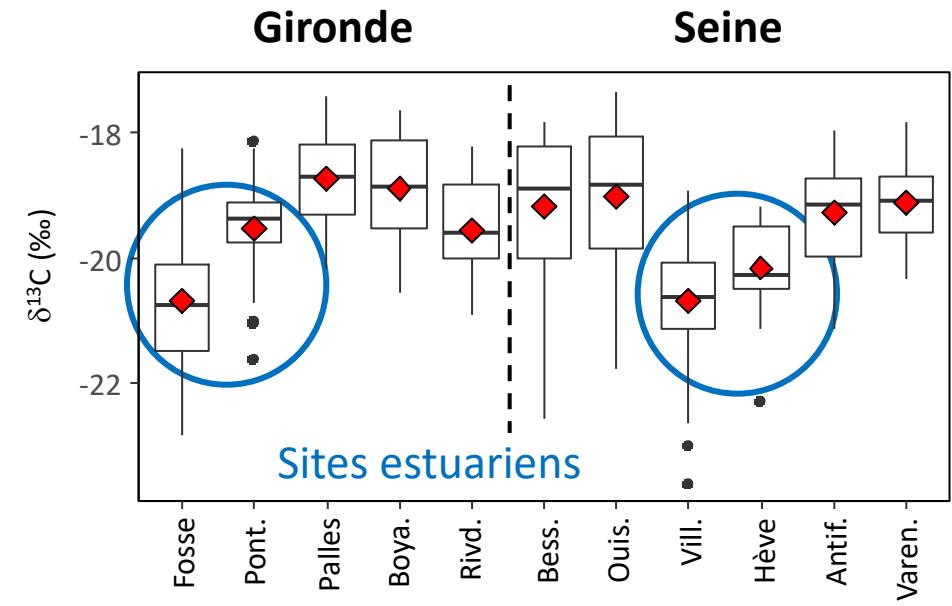
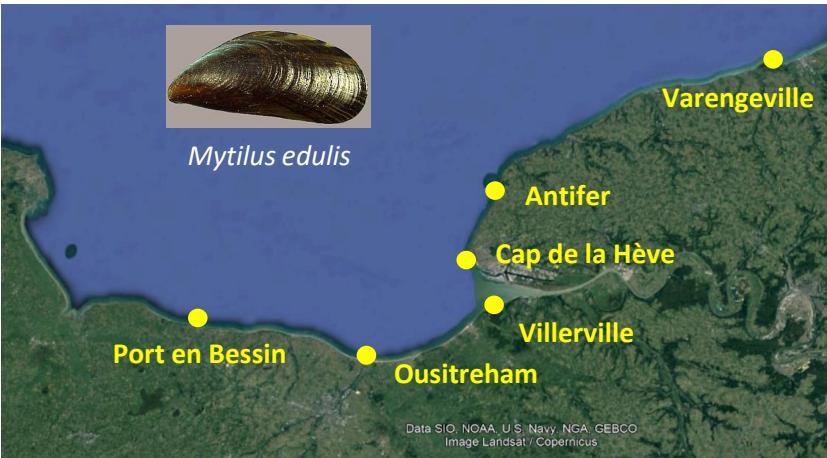
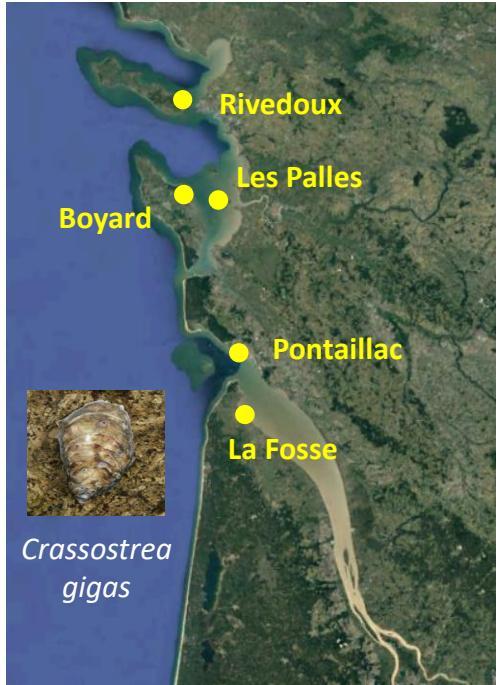
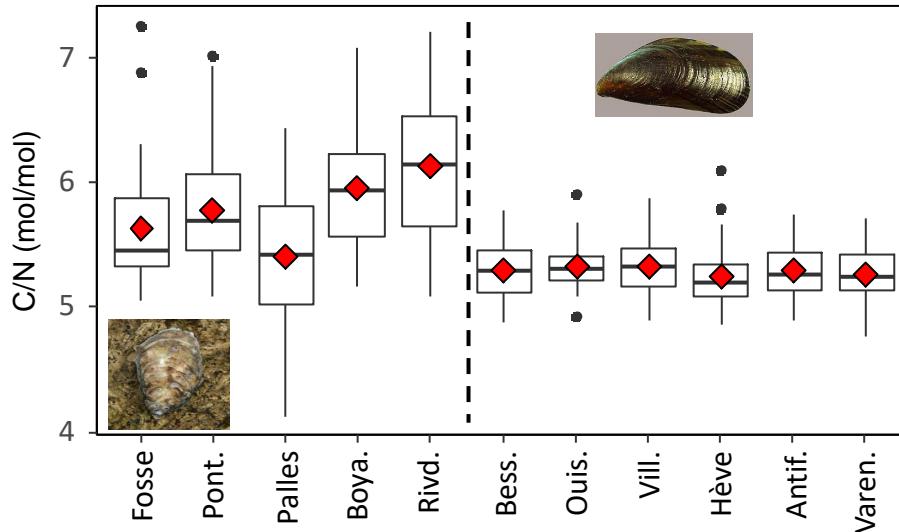


*Crassostrea  
gigas*



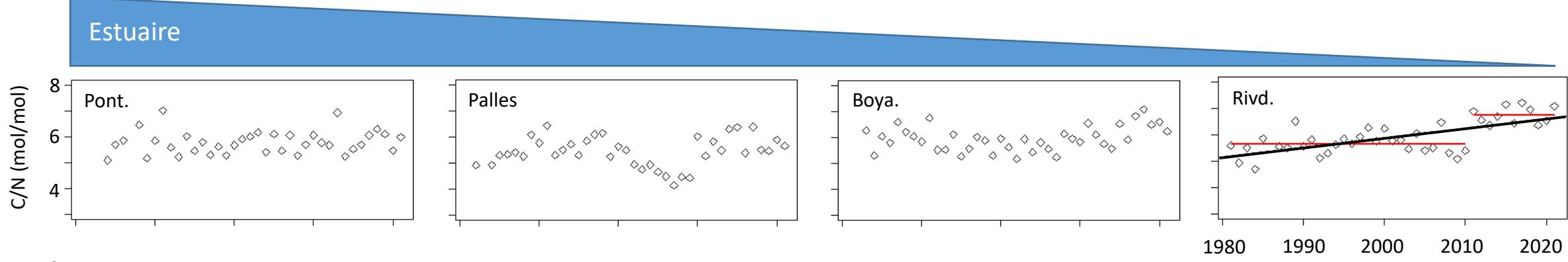
# Variabilité spatiale

## Variabilité spécifique



# Variabilité pluri-décennales: ratios C/N

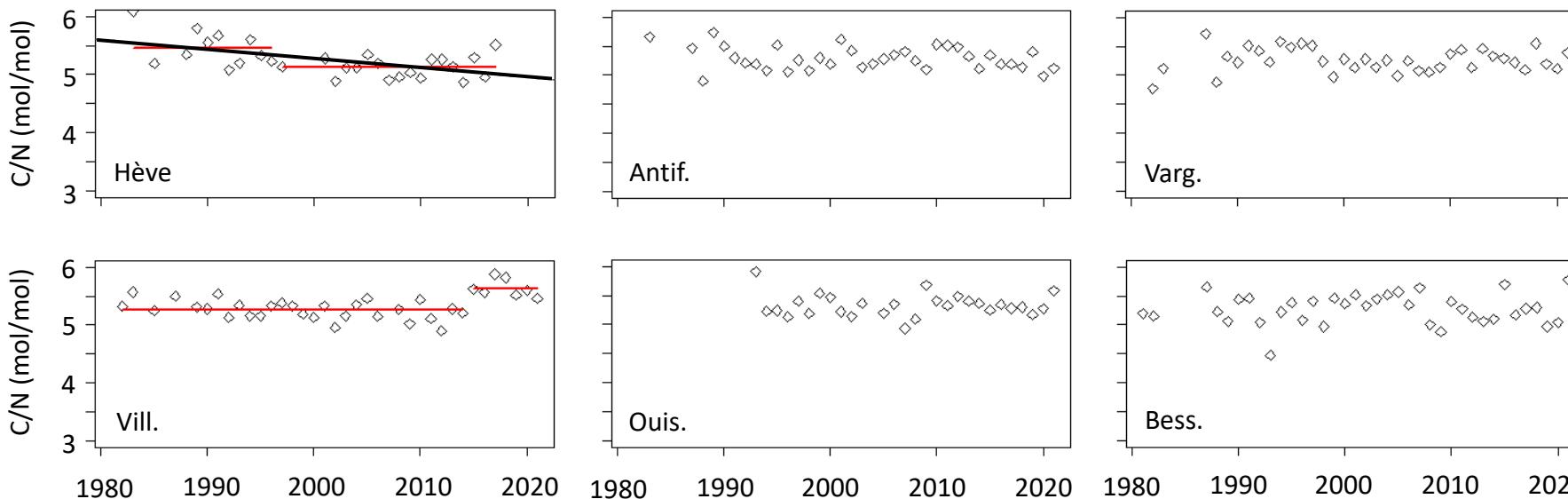
Gironde



Linear-like trend (corrected Mann-Kendal test)

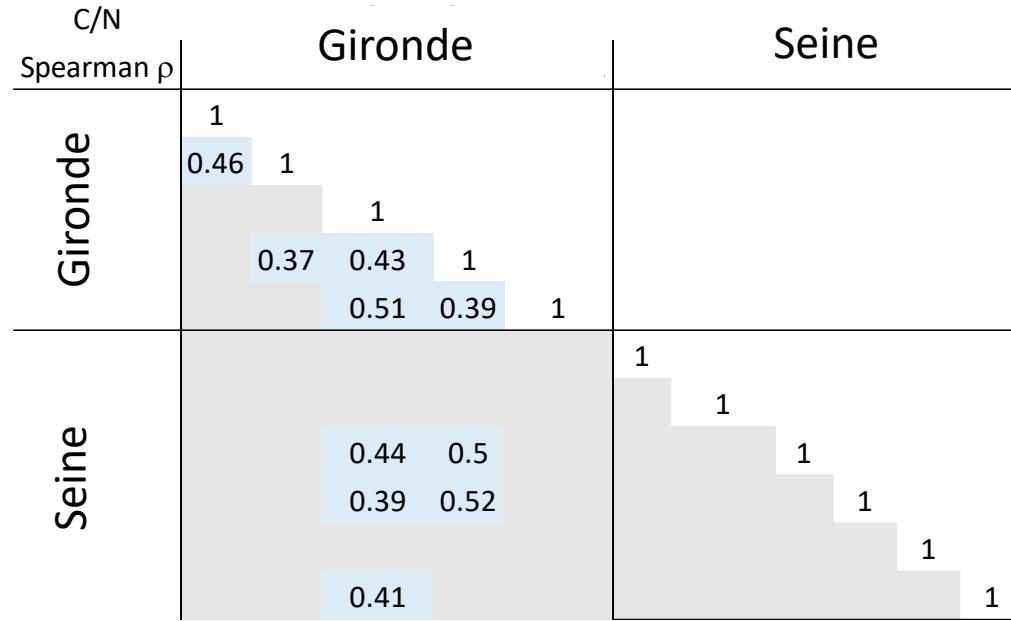
Shift (Pettitt test)

Seine

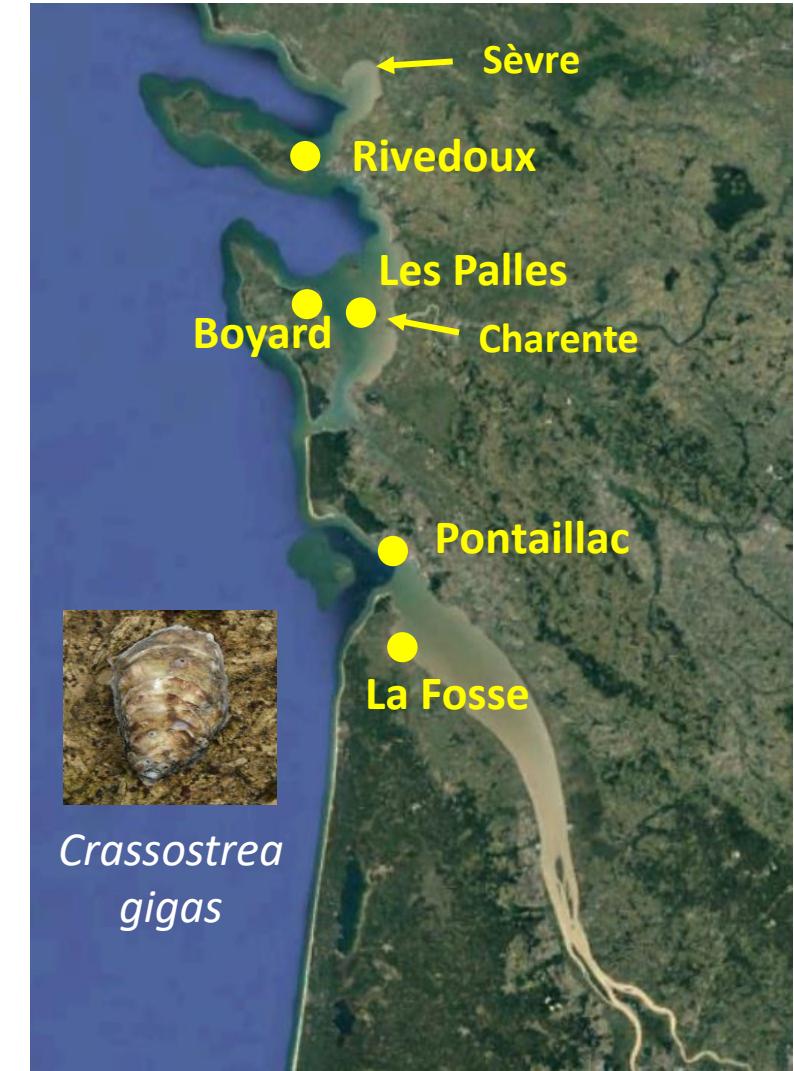


1980 1990 2000 2010 2020

# Variabilité locale vs large-échelle: rapports C/N



C/N : variabilité principalement locale

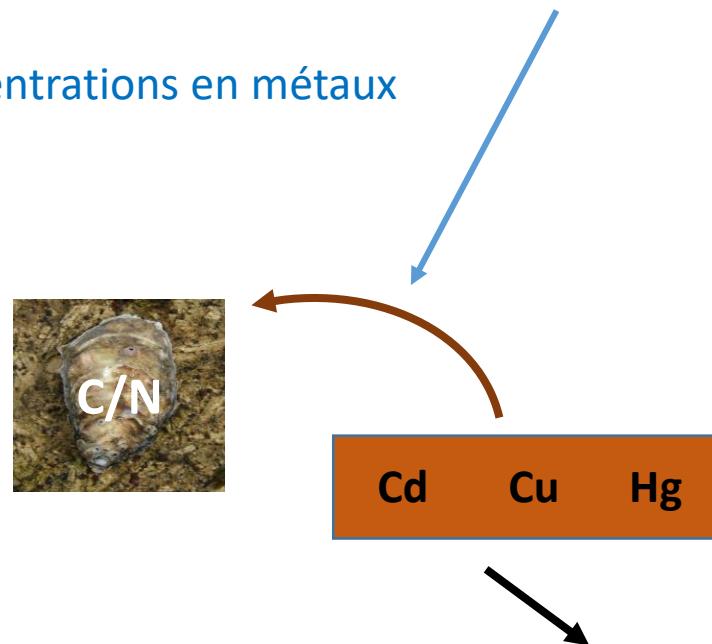


# Le changement global affecte-t-il la fitness des bivalves ?

# Le changement global affecte-t-il la fitness des bivalves ?

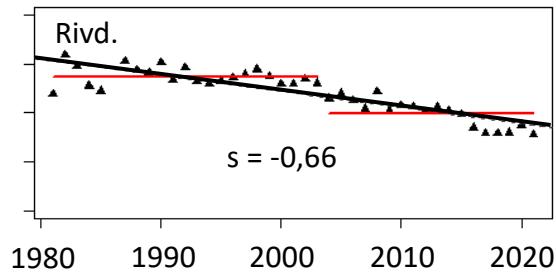
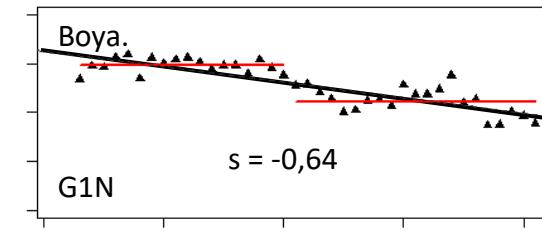
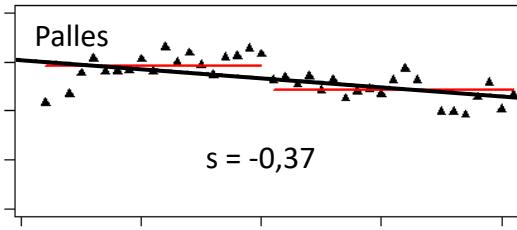
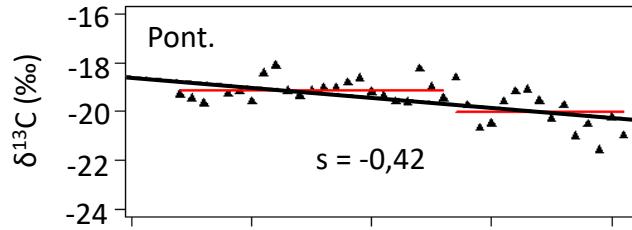
## C/N ratio

- Tendances pluri-décennales : pas de tendance générale
- Corrélations entre sites : la variabilité inter-annuelle est principalement locale ...
- ... mais avec des forçages similaires : les concentrations en métaux

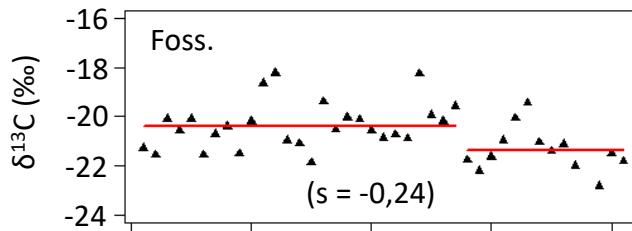


# Tendances pluri-décennales: $\delta^{13}\text{C}$

Estuaire



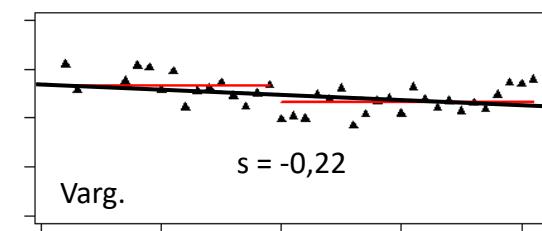
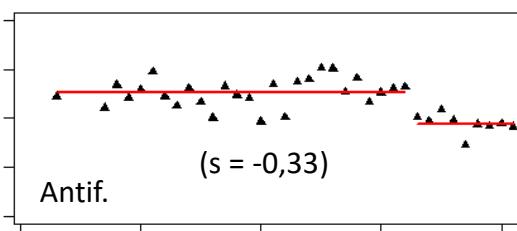
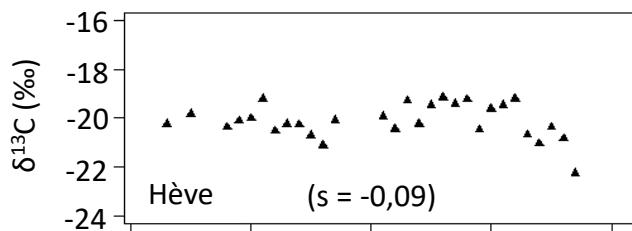
Gironde



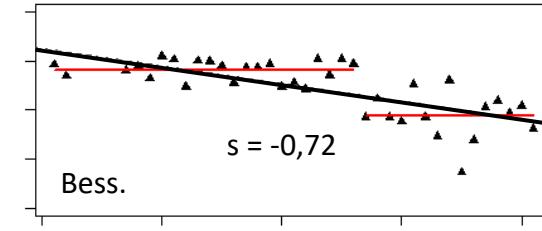
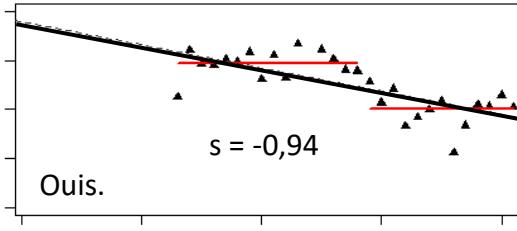
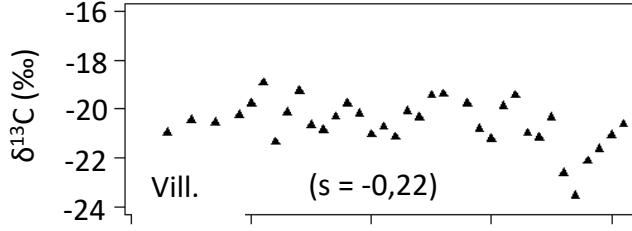
Linear-like trend (corrected Mann-Kendal test)

Shift (Pettitt test)

$s$ : slope ( $\text{‰.decade}^{-1}$ )



Seine



# Variabilité locale vs large-échelle: $\delta^{13}\text{C}$

$\delta^{13}\text{C}$ Spearman $\rho$	Gironde					Seine										
Gironde	1 0.82	1 0.59	1 0.76	1 0.83	1 0.38	0.46 0.51	0.57 0.47	0.51 0.74	0.64 1	1 0.75	1 0.60	1 0.60	1 0.74	1 0.74	1 0.83	1 1
Seine	0.39 0.55	0.59 0.62	0.66 0.66	0.83 0.83	1 0.38	0.43 0.41	0.46 0.43	0.39 0.39	0.38 0.55	0.55 0.66	0.66 0.75	0.75 0.83	0.83 1	1 1	1 1	1 1

$\delta^{13}\text{C}$ : variabilité principalement à l'échelle du bassin océanique

# Le changement global affecte-t-il la ressource trophique des bivalves?

# Le changement global affecte-t-il la ressource trophique des bivalves?

## $\delta^{13}\text{C}$

- Tendances pluri-décennales: diminution générale du  $\delta^{13}\text{C}$  (~ non significative au sein des estuaires)
- Corrélations entre sites : la variabilité interannuelle principalement à l'échelle du bassin océanique
- Correlations avec les indices climatiques



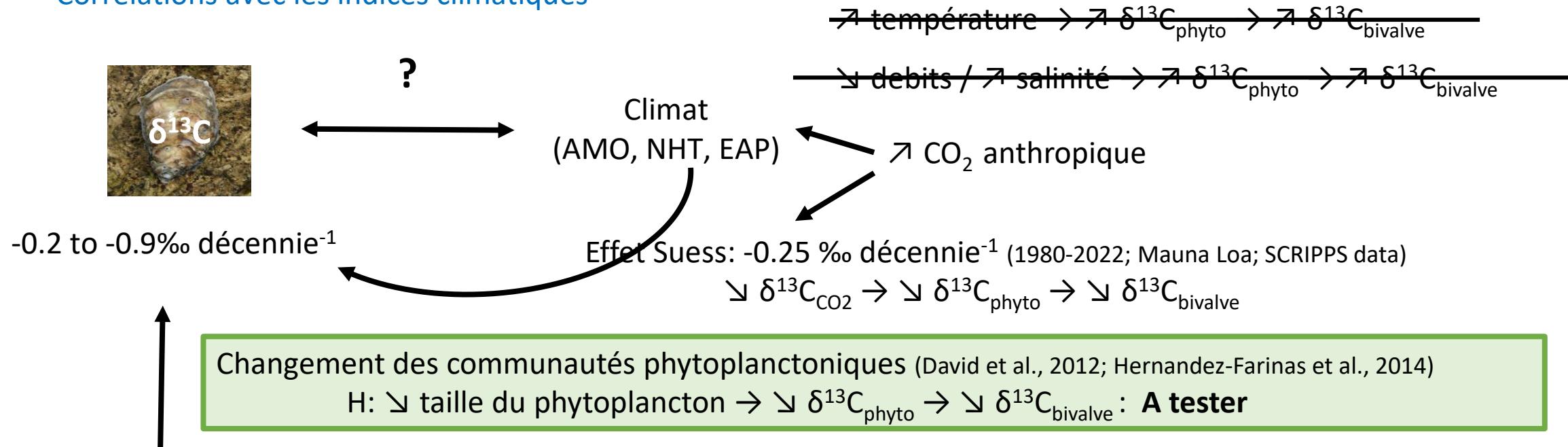
-0.2 to -0.9 ‰ décennie<sup>-1</sup>

pente (‰ décennie <sup>-1</sup> )	organisme	référence
-0,45	moules	Liénart et al. (2022)
-0,26	Otholites thon	Schloesser et al. (2009)
-0,85	corail	Aharon (1991)
-0,03	éponges	Druffel and Benavides (1986)

# Le changement global affecte-t-il la ressource trophique des bivalves?

$\delta^{13}\text{C}$

- Tendances pluri-décennales: diminution générale du  $\delta^{13}\text{C}$  (~ non significative au sein des estuaires)
- Corrélations entre sites : la variabilité interannuelle principalement à l'échelle du bassin océanique ...
- Corrélations avec les indices climatiques

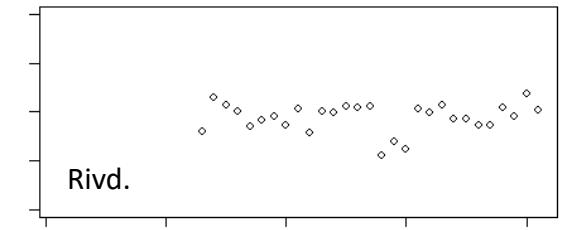
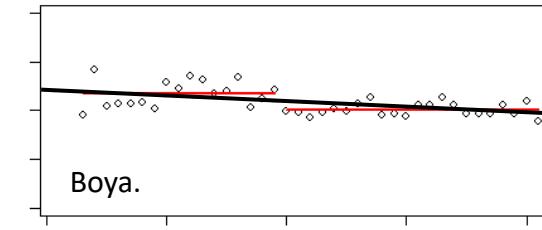
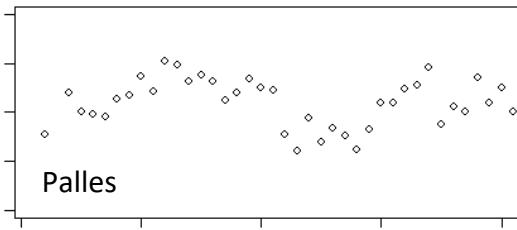
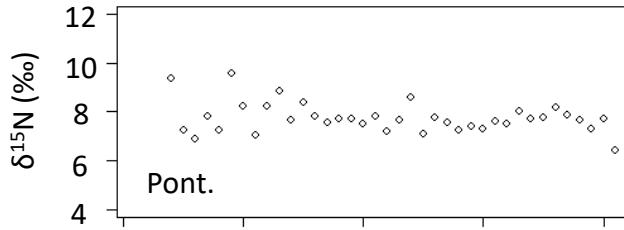


Microphytobenthos vs phytoplancton ?

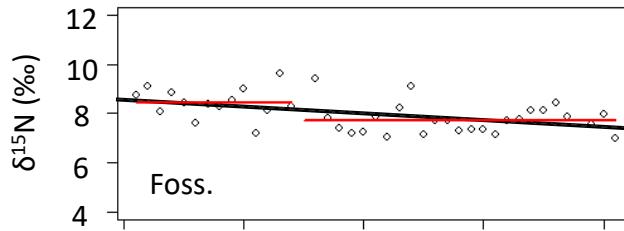
Changement du fractionnement trophique ?

# Tendances pluri-décennales: $\delta^{15}\text{N}$

Estuaire



Gironde

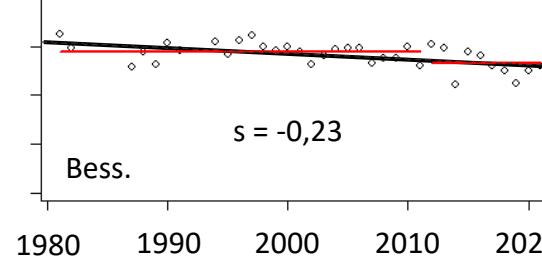
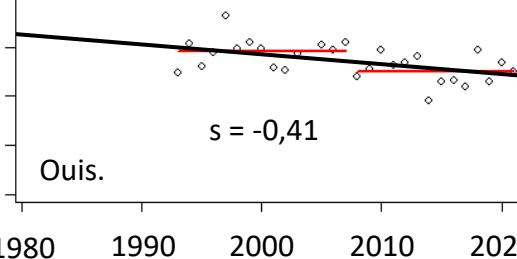
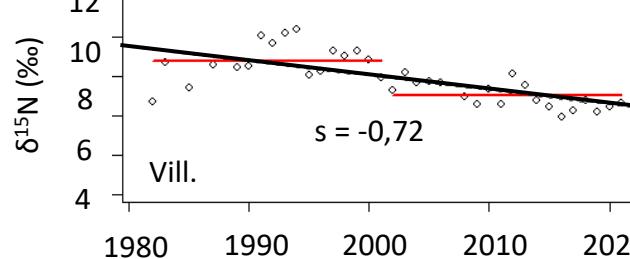
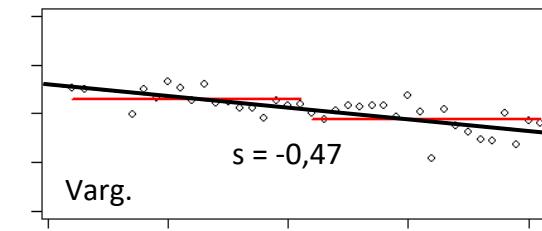
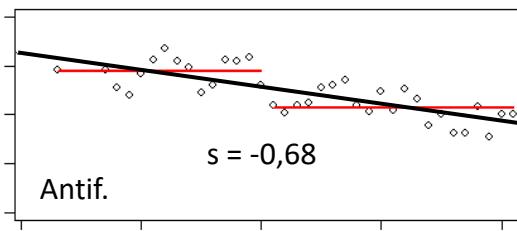
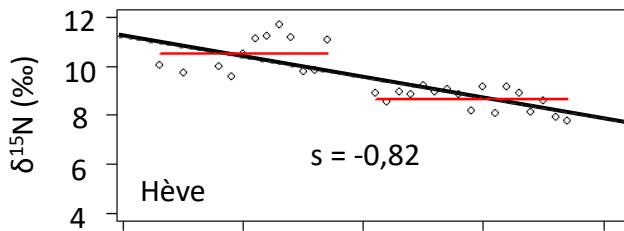


Linear-like trend (corrected Mann-Kendal test)

Shift (Pettitt test)

s: slope ( $\text{\textperthousand.decade}^{-1}$ )

Seine



$-0,84\text{\textperthousand.d\u00e9cennie}^{-1}$   
moules  
Li\u00e9nart et al. (2022)

# Variabilité locale vs large-échelle: $\delta^{15}\text{N}$

$\delta^{15}\text{N}$ Spearman $\rho$	Gironde				Seine			
Gironde	1 0.73	1 0.45	1 0.63	1 0.61	1 0.61	1 0.63	1 0.67	1 0.7
Seine	0.35 0.48 0.43 0.50 0.35 0.42	1 0.63	1 0.61	1 0.68	1 0.68	1 0.93	1 0.94	1 0.93

$\delta^{15}\text{N}$ : variabilité principalement à l'échelle du bassin océanique

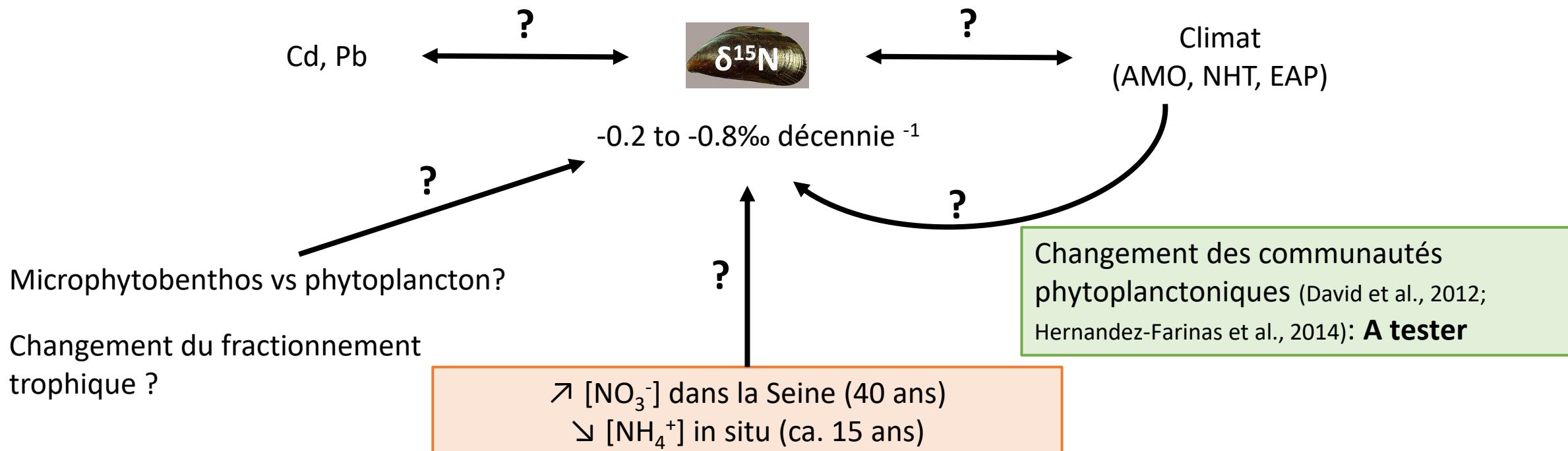
La variabilité du  $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{15}\text{N}$  pourraient en partie répondre à des processus similaires

# Le changement global affecte-t-il la ressource trophique des bivalves?

# Le changement global affecte-t-il la ressource trophique des bivalves?

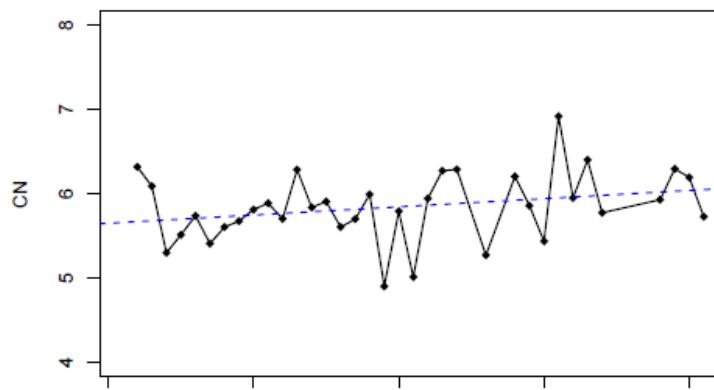
$\delta^{15}\text{N}$

- Tendances pluri-décennales: diminution générale du  $\delta^{15}\text{N}$  en particulier le long du gradient de la Seine; **les pentes des droites de tendance diminuent avec la distance à l'embouchure de la Seine**
- Corrélations entre sites : la variabilité interannuelle principalement à l'échelle du bassin océanique ...
- Corrélations avec les indices climatiques et concentrations en métaux (Cd, Pb)

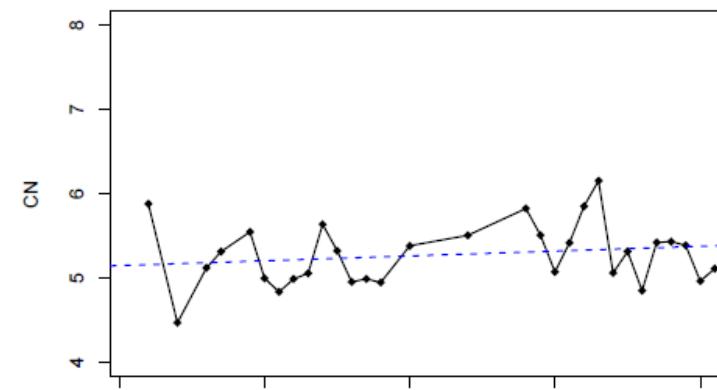




Cap Ferret



Les Jacquets



Comprian

