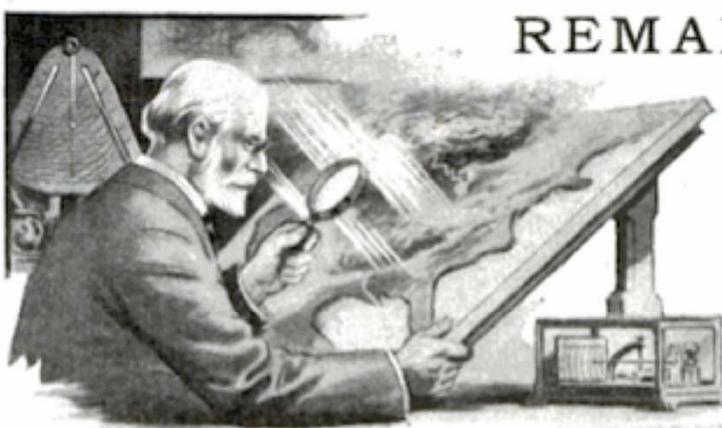


# Le changement climatique: Quelles conséquences en estuaire et en Baie de Seine ?

Jean Philippe Lemoine  
[jplemoine@seine-aval.fr](mailto:jplemoine@seine-aval.fr)

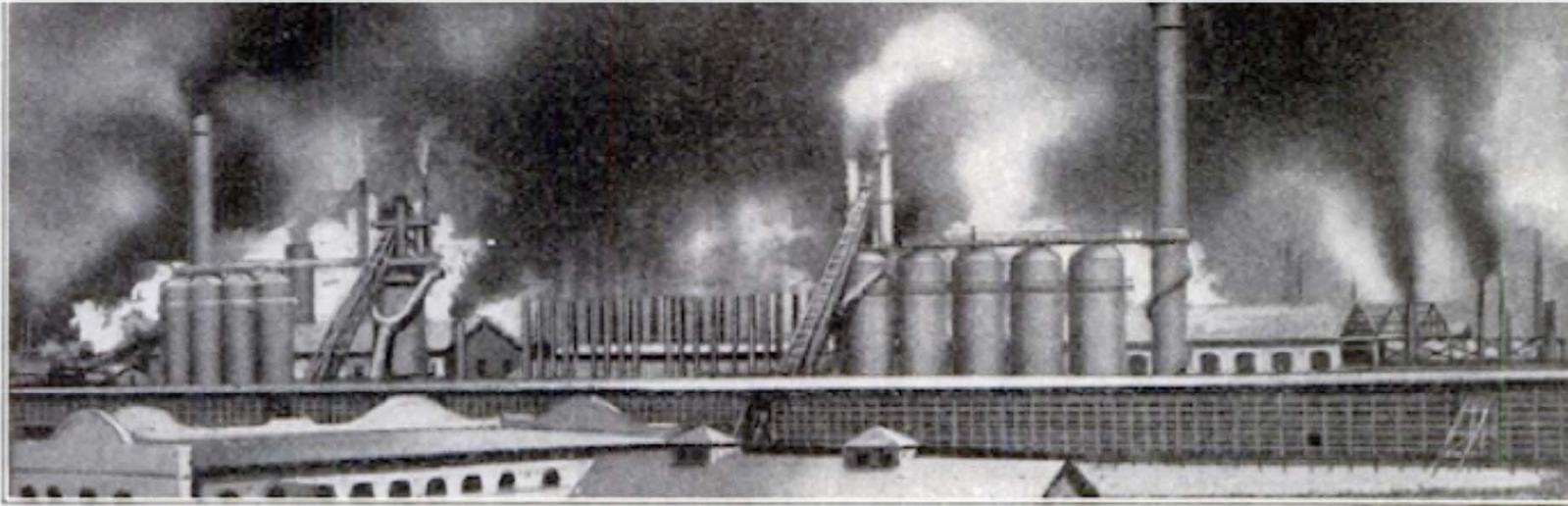


# REMARKABLE WEATHER OF 1911

The Effect of the Combustion  
of Coal on the Climate — What  
Scientists Predict for the Future

By FRANCIS MOLENA

***Le changement climatique est annoncé depuis longtemps !***



*« Les fourneaux du monde consomment actuellement 2 milliards de charbon par an. Lorsque de la combustion de ce dernier avec l'oxygène, il ajoute environ 7 milliards de tonnes de dioxyde de carbone par an. L'effet devrait être important dans quelques siècles. »*

- Les effets observés et attendus des forçages du système baie/estuaire de Seine
- Impacts potentiels du changement climatique sur l'estuaire:
  - les niveaux d'eau
  - la qualité de l'eau
  - la salinité et les habitats
- Conclusions et perspectives

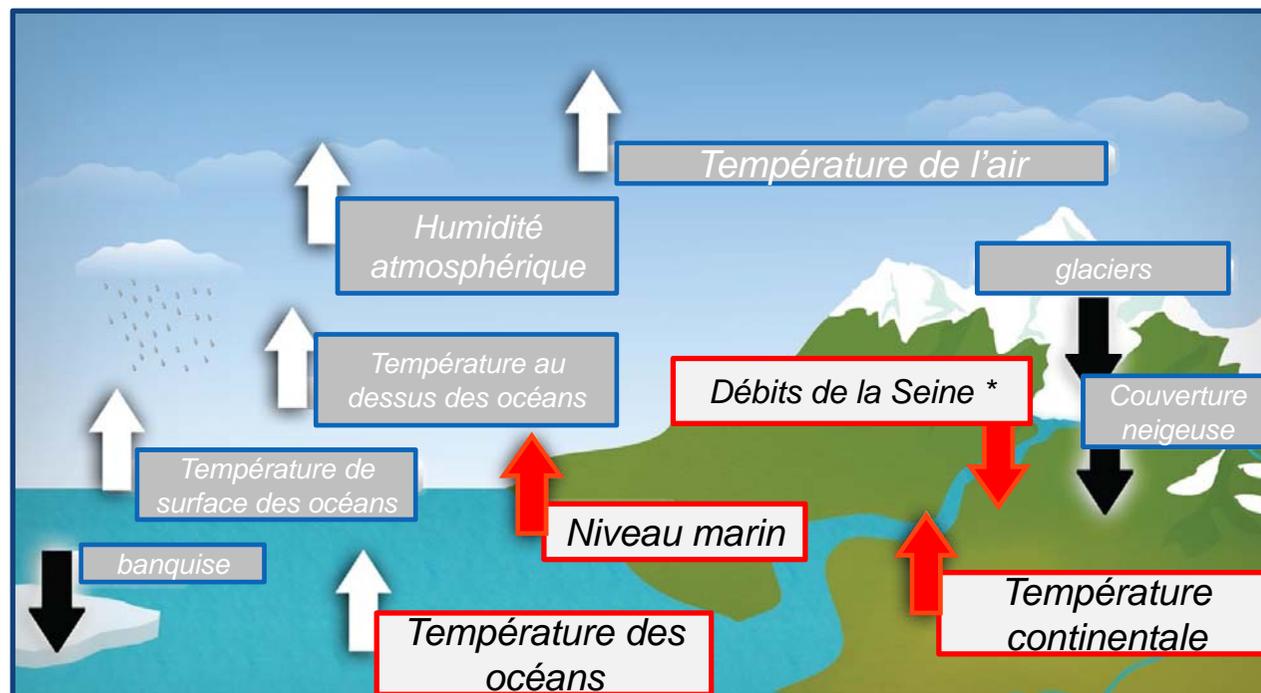


# Les effets du changement climatique sur les forçages



# Les effets du changement climatique sur les forçages

- Le changement climatique est une réalité déjà observable à l'échelle de l'estuaire



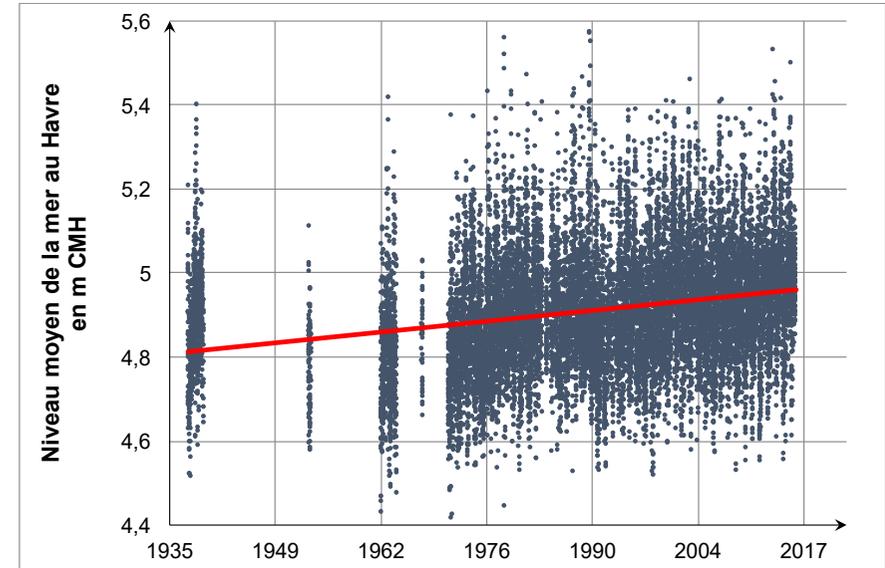
Les 10 indicateurs du changement climatique  
\* Non retenu comme indicateur du CC par le GIEC



- Le réchauffement climatique est bien perceptible à l'échelle estuarienne

- Niveau marin au Havre

- + 1.69 mm/an depuis 1938
- + 2.19 mm/an depuis 1973
- +13 cm depuis 1938



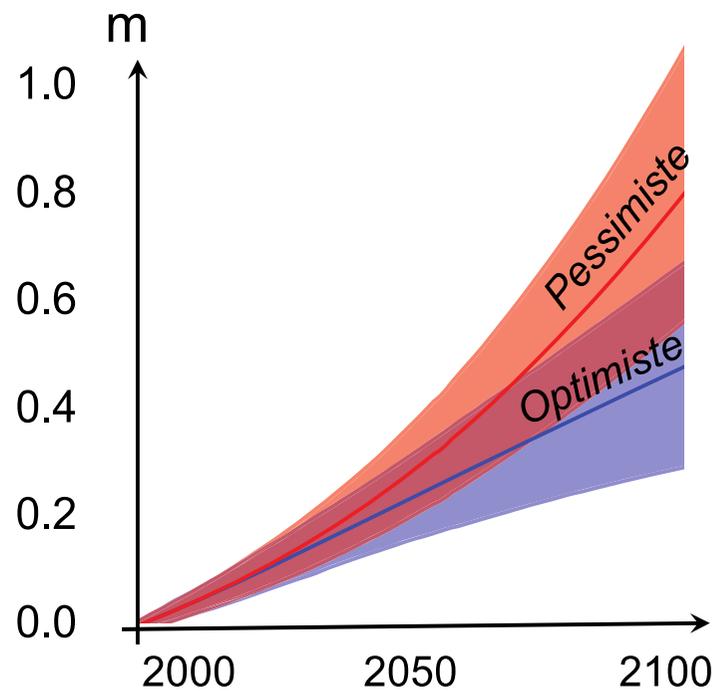
Données du réseau SONEP





## ■ Niveaux marin

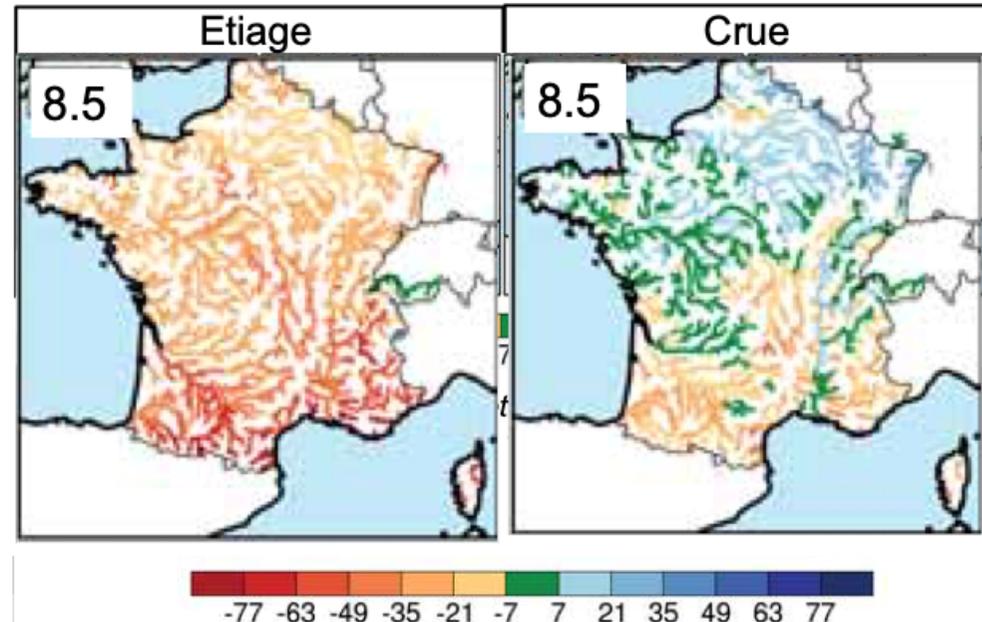
- Il n'existe pas d'étude régionalisée pour les côtes françaises...





## ■ Débits

- Etiages plus sévères
- Crues légèrement plus fortes



*Evolution des débits d'étiage et de crue à l'horizon 2070-2100  
relativement à la période 1960-1990 (Dayon, 2015)*

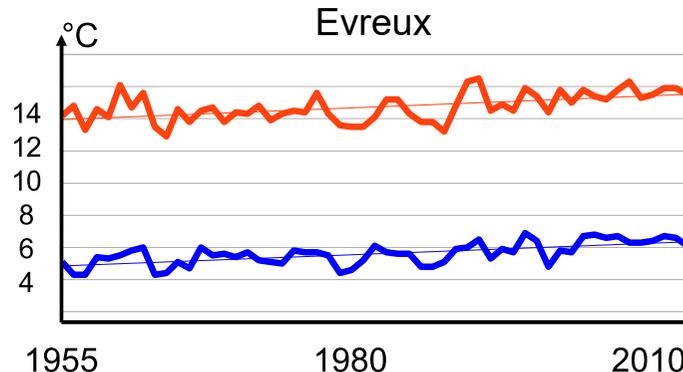
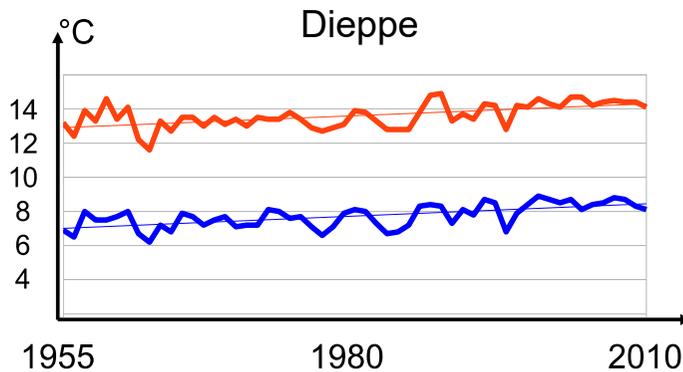




## ■ Température de l'air

■ Le réchauffement climatique est bien perceptible à l'échelle locale

- $\pm 1.35$  ° C depuis 1955 en Normandie
- L'analyse de chroniques plus longues montre que le réchauffement s'accélère



*T° minimale*



*T° maximale*

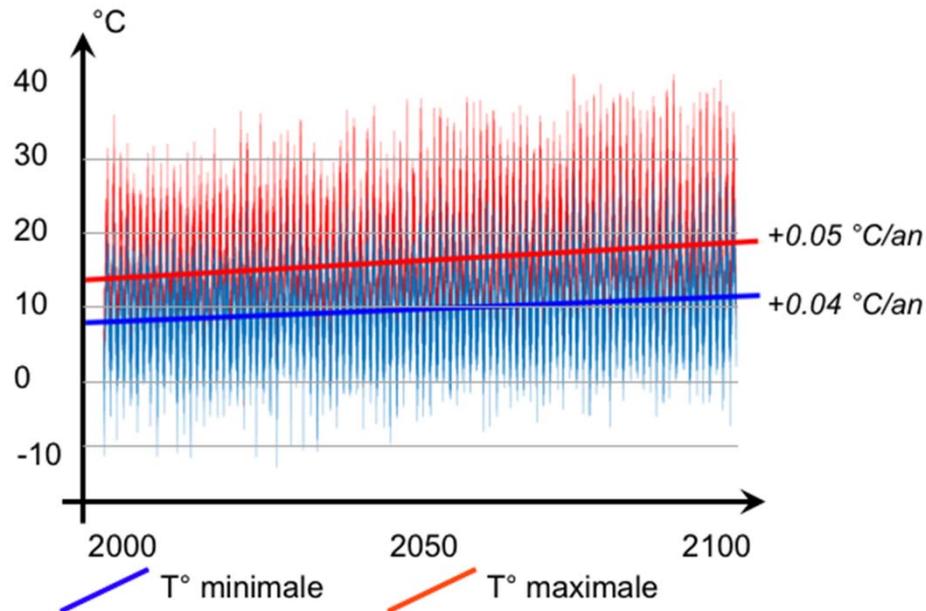




## ■ Température de l'air

### ■ Projection → *température moyenne*

- +1.5 à +3 °C d'ici 2050
- +2 à +4 °C d'ici 2100



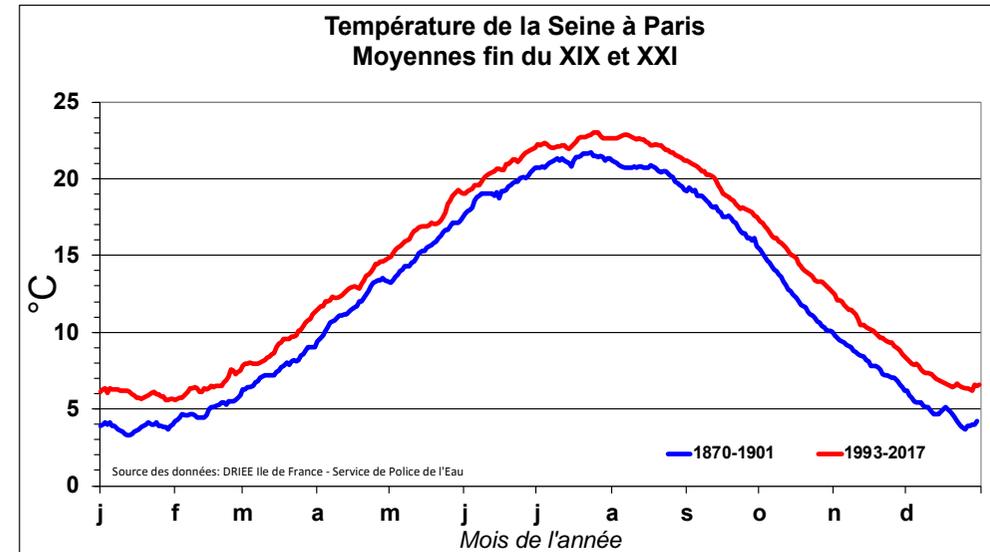
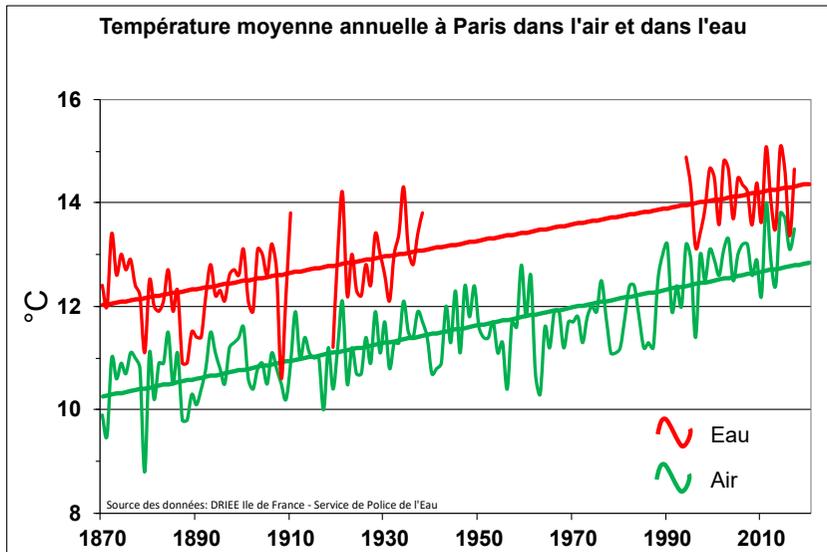
*modèle CNRM scénario pessimiste à Rouen*





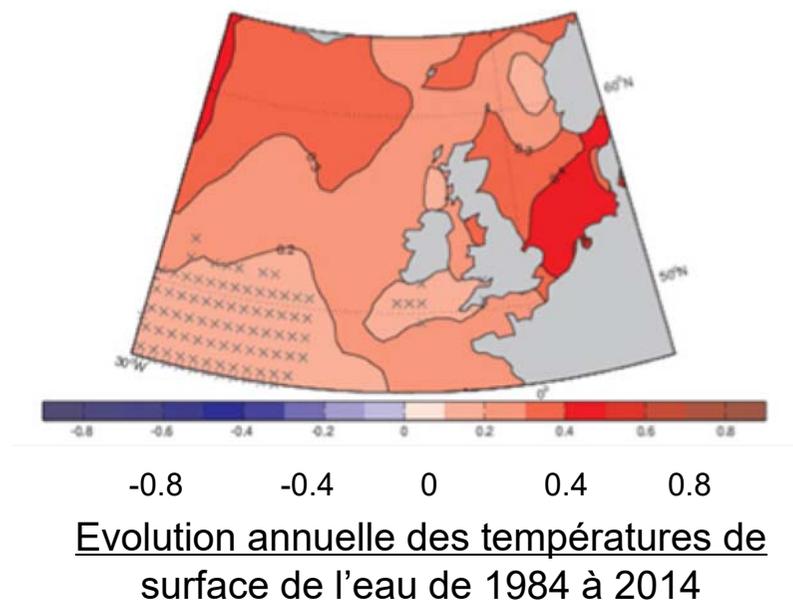
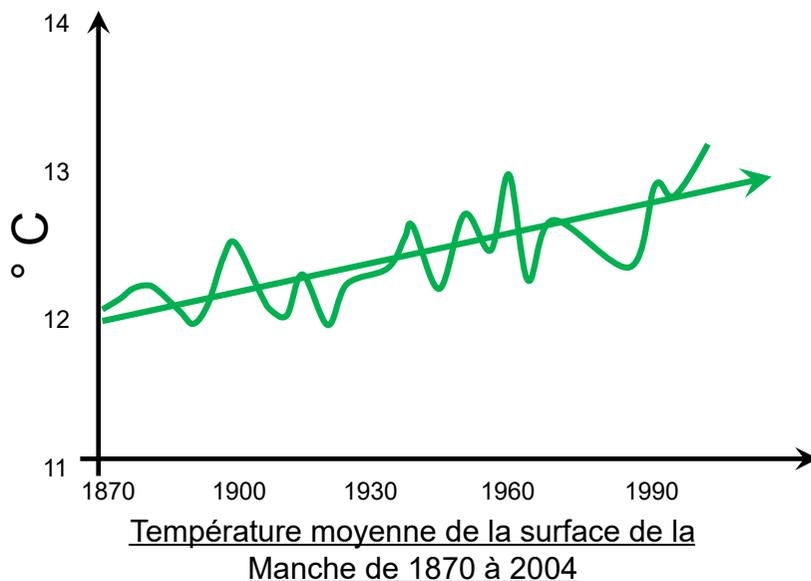
## ■ Température de l'eau à Paris

- Le réchauffement climatique est bien perceptible à l'échelle locale
  - Augmentation des températures de l'eau en lien avec T° de l'air





- Température de l'eau en Manche
  - Le réchauffement climatique est bien perceptible à l'échelle locale
    - Augmentation des températures de l'eau en lien avec  $T^{\circ}$  de l'air

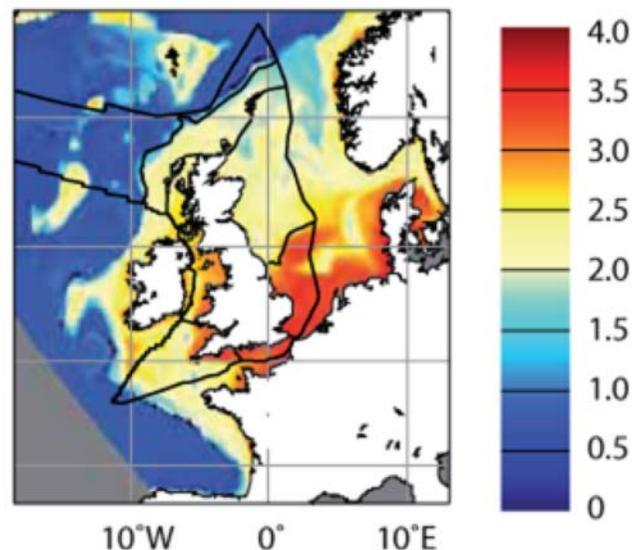




## ■ Température de l'eau

### ■ En manche

- A l'échelle annuelle : +3°C d'ici 2100



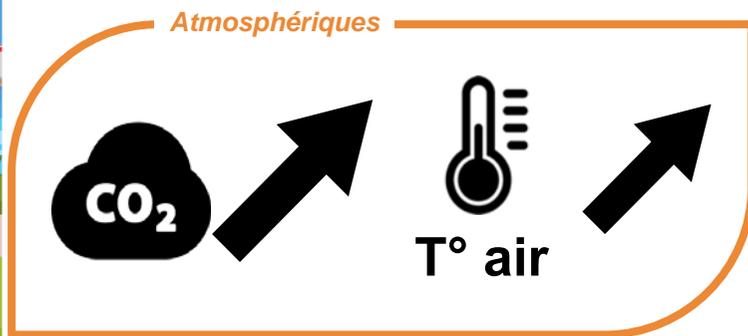
Variation de la température de surface  
en Automne à l'horizon 2100  
relativement à la période 1960-1990



# Les effets du changement climatique sur les forçages

## ■ En résumé

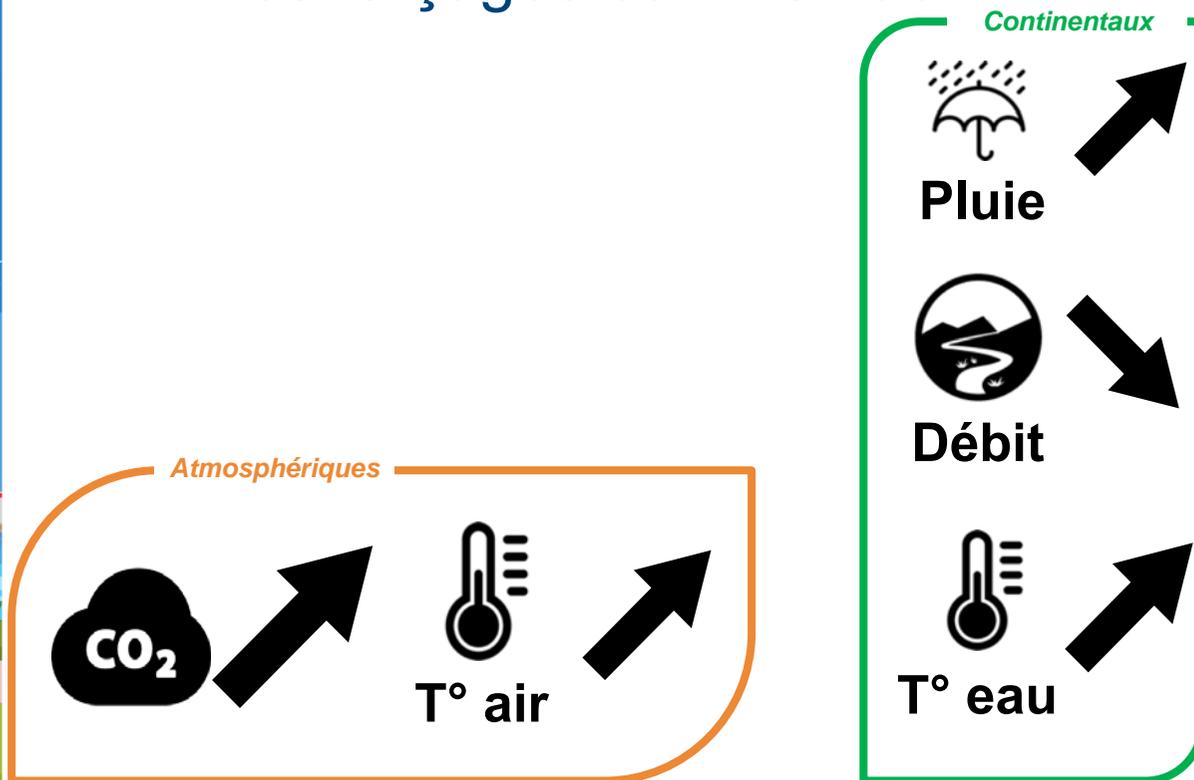
- Les forçages atmosphériques évoluent !



# Les effets du changement climatique sur les forçages

## ■ En résumé

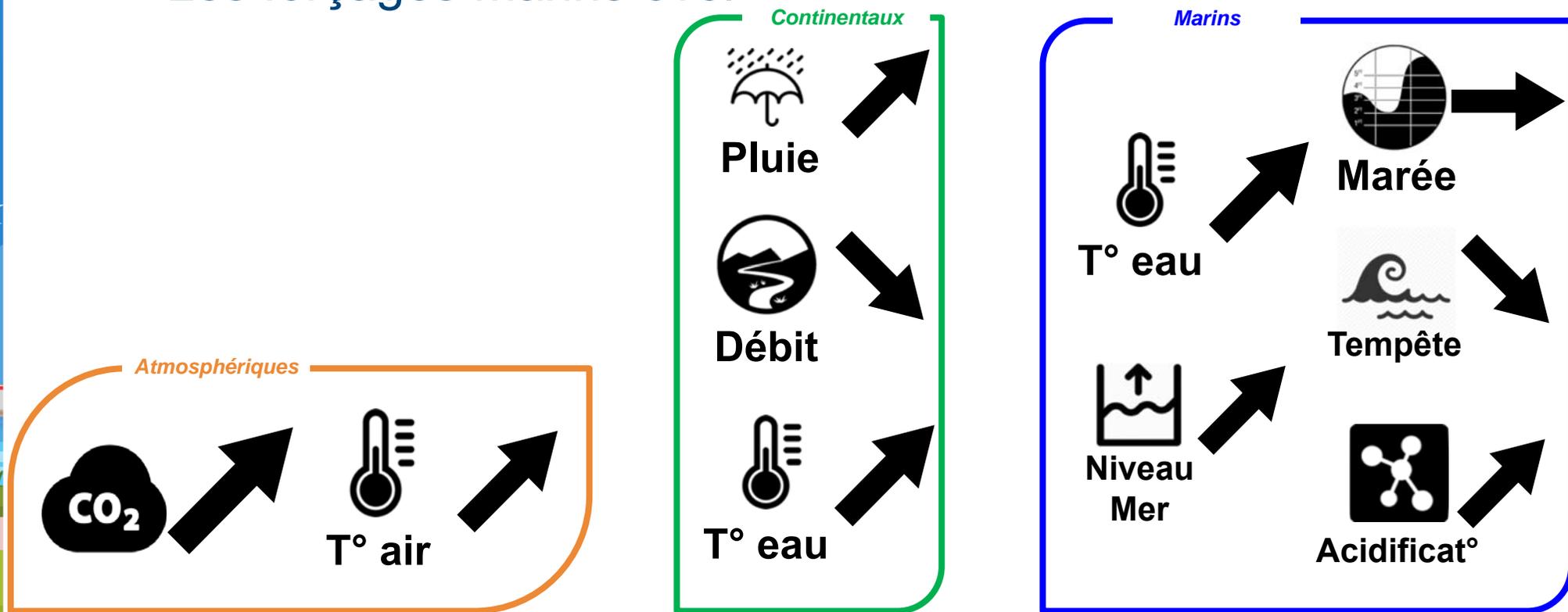
### ■ Les forçages continentaux évoluent !



# Les effets du changement climatique sur les forçages

## ■ En résumé

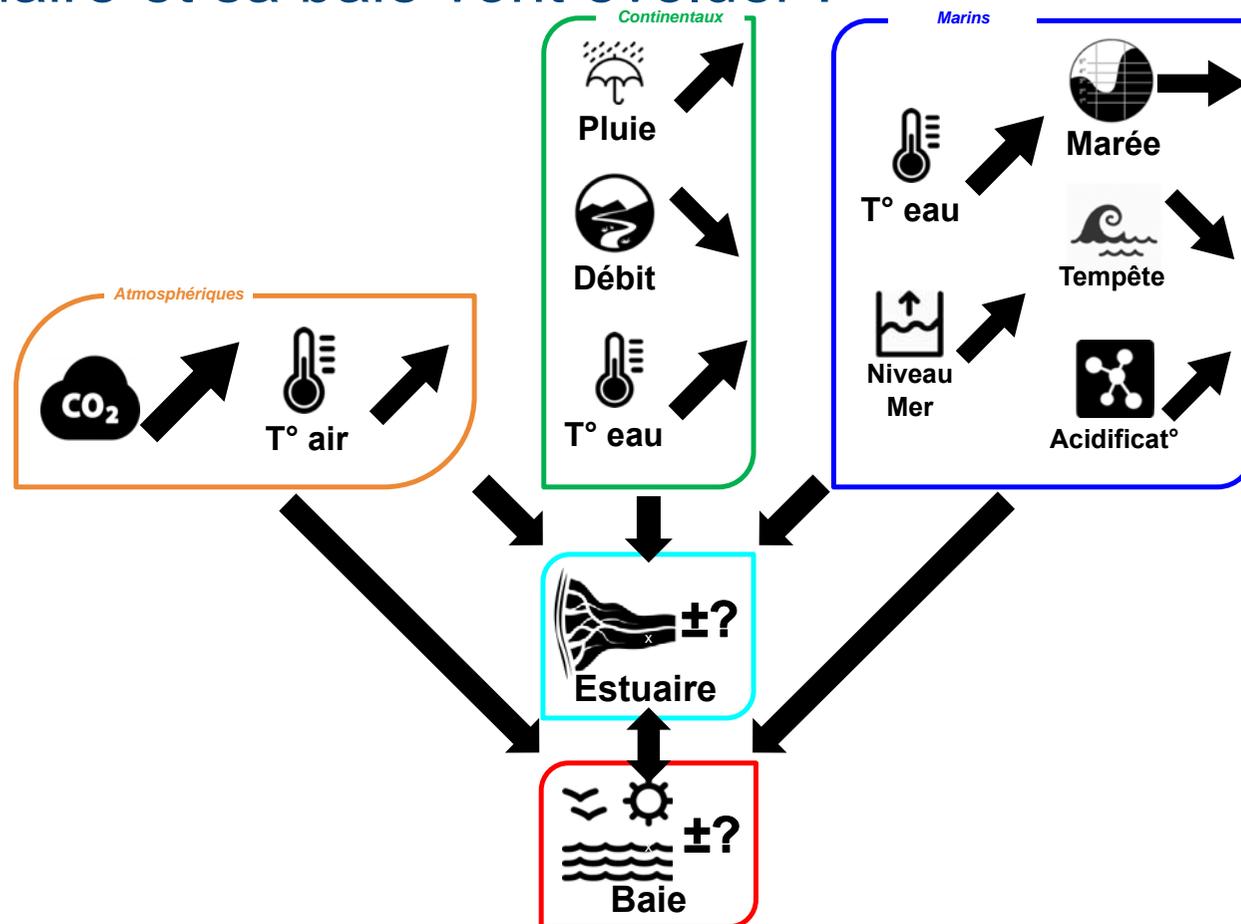
### ■ Les forçages marins évoluent !



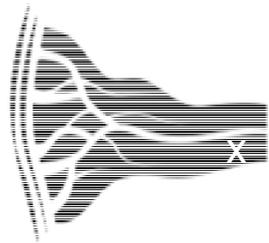
# Les effets du changement climatique sur les forçages

## ■ En résumé

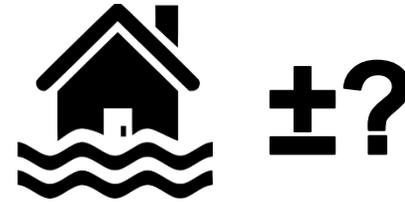
### ■ L'estuaire et sa baie vont évoluer !



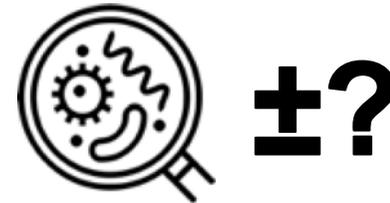
# Les conséquences en estuaire



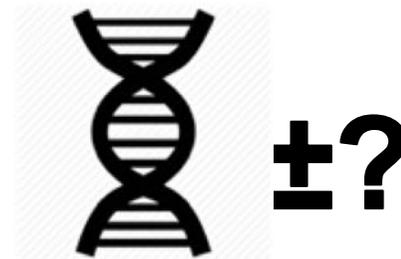
**Estuaire**



**Hydrologie**



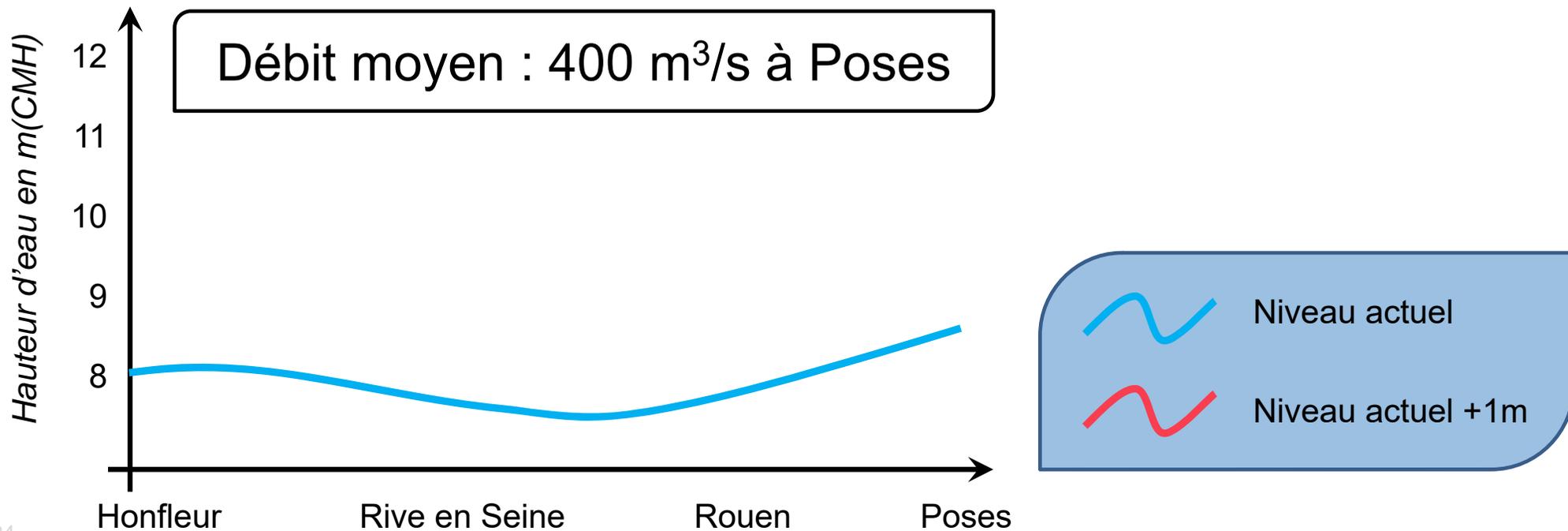
**Biochimie**



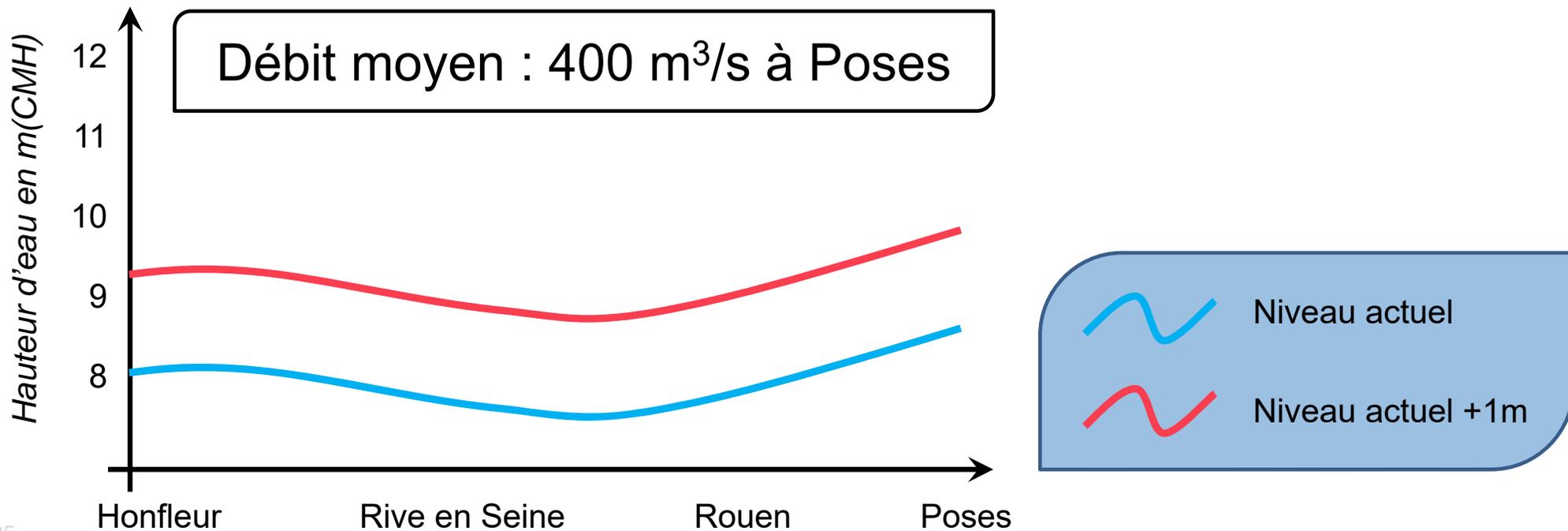
**Biosphère**



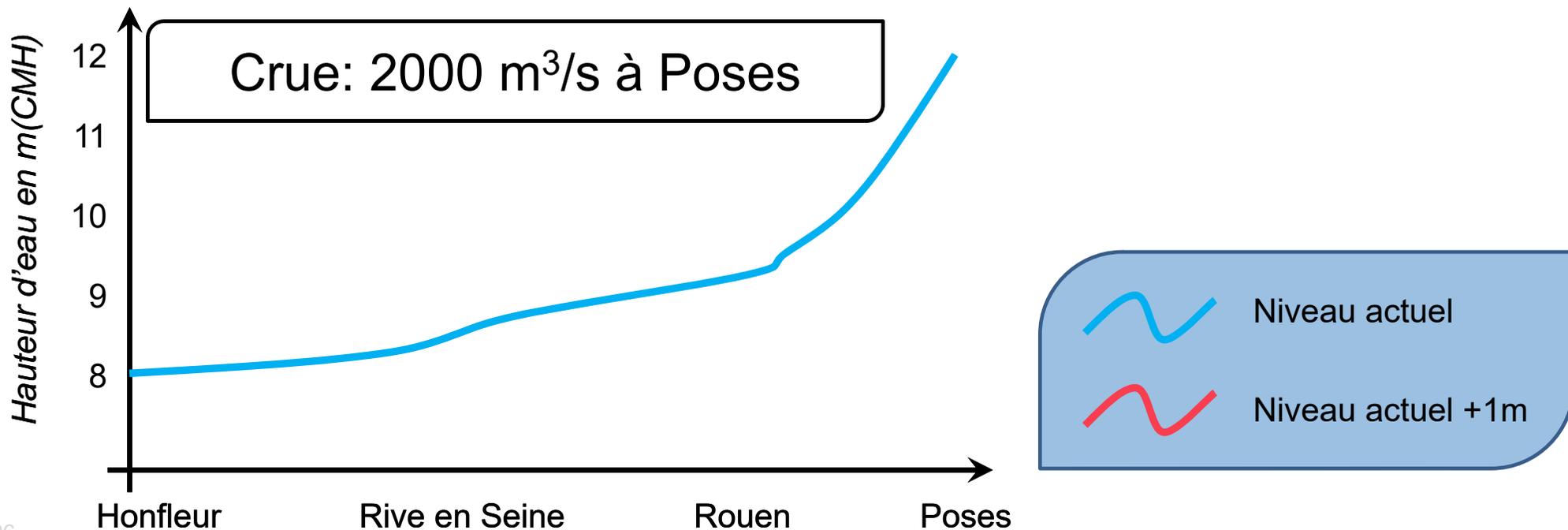
## ■ Effets sur les niveaux d'eau en estuaire de Seine



- Effets sur les niveaux d'eau en estuaire de Seine
  - à  $400\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ , l'élévation du niveau marin est retranscrite intégralement, sur l'ensemble de l'estuaire

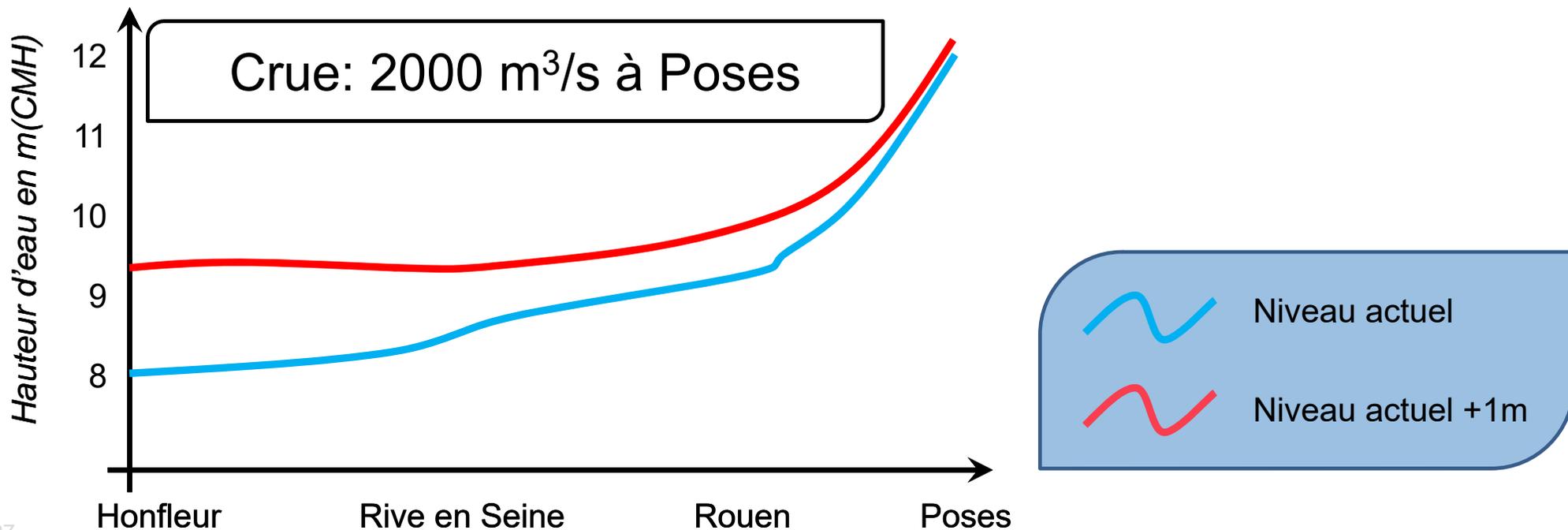


## ■ Effets sur les niveaux d'eau en estuaire de Seine



## ■ Effets sur les niveaux d'eau en estuaire de Seine

- Plus le débit de la Seine est important, moins l'élévation du niveau marin a d'effet dans l'estuaire de la Seine

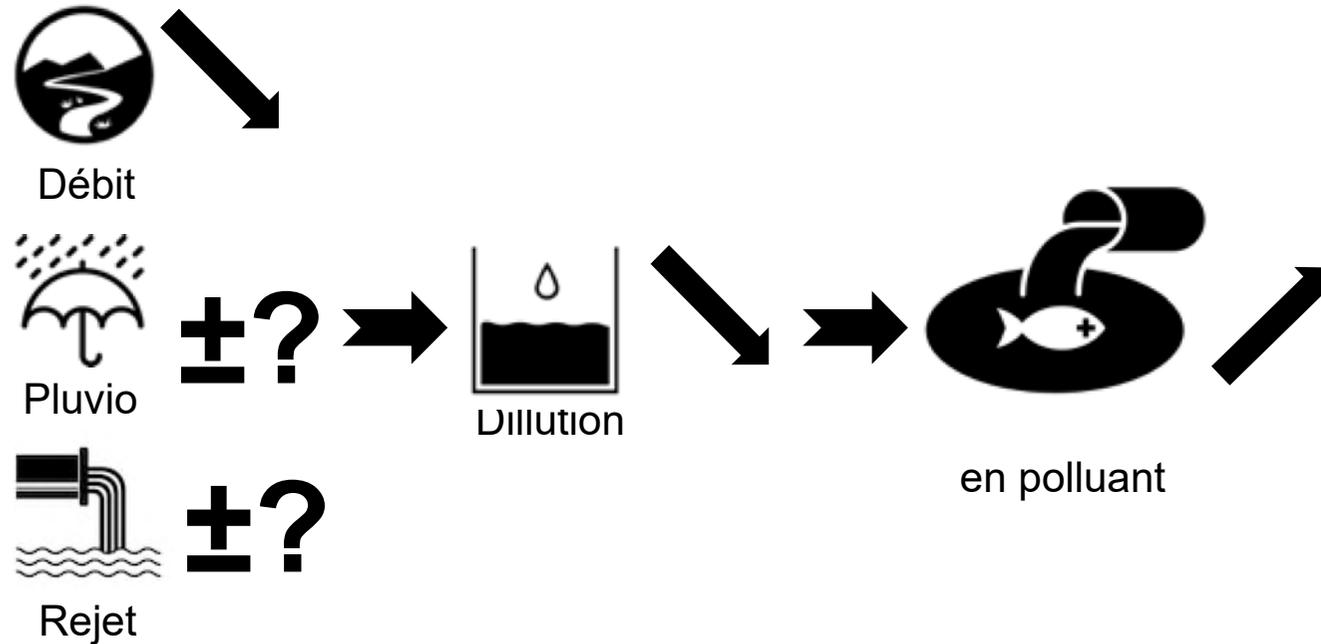


- Effets sur les niveaux d'eau en estuaire de Seine
  - En condition de débit moyen, l'élévation du niveau marin impactera directement et intégralement tout l'estuaire
  - Les crues devraient être plus intenses
    - Augmentation des débits de crue
    - Elévation du niveau marin



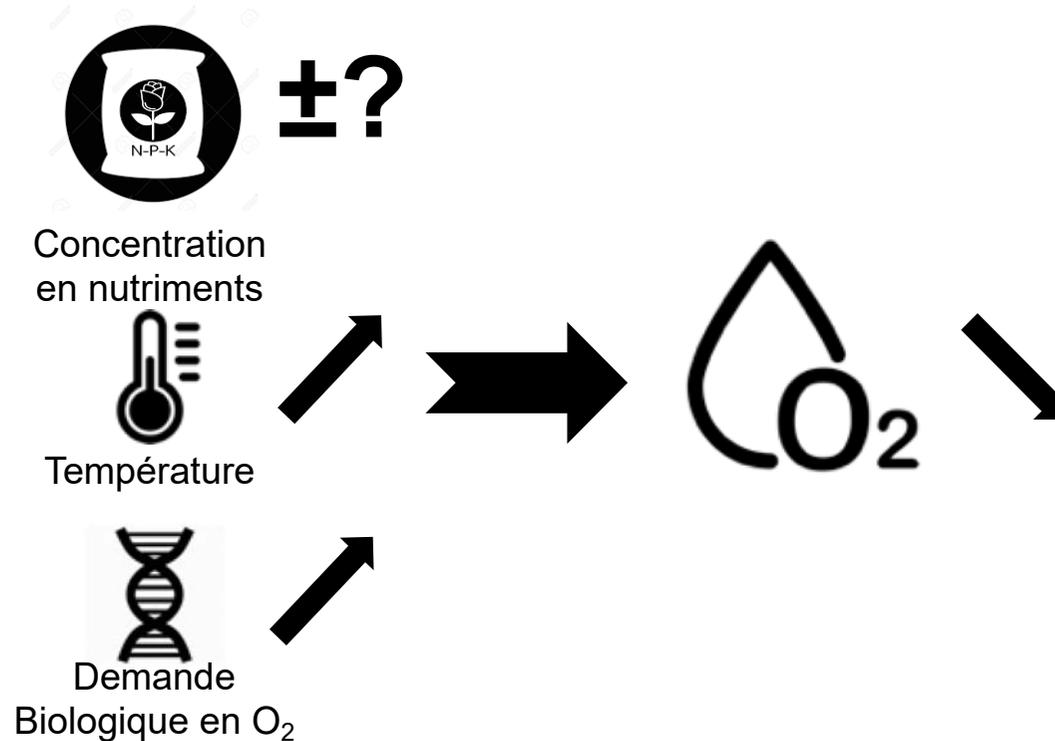
## ■ Impact direct sur qualité de l'eau

### ■ *Pollution chimique en générale*



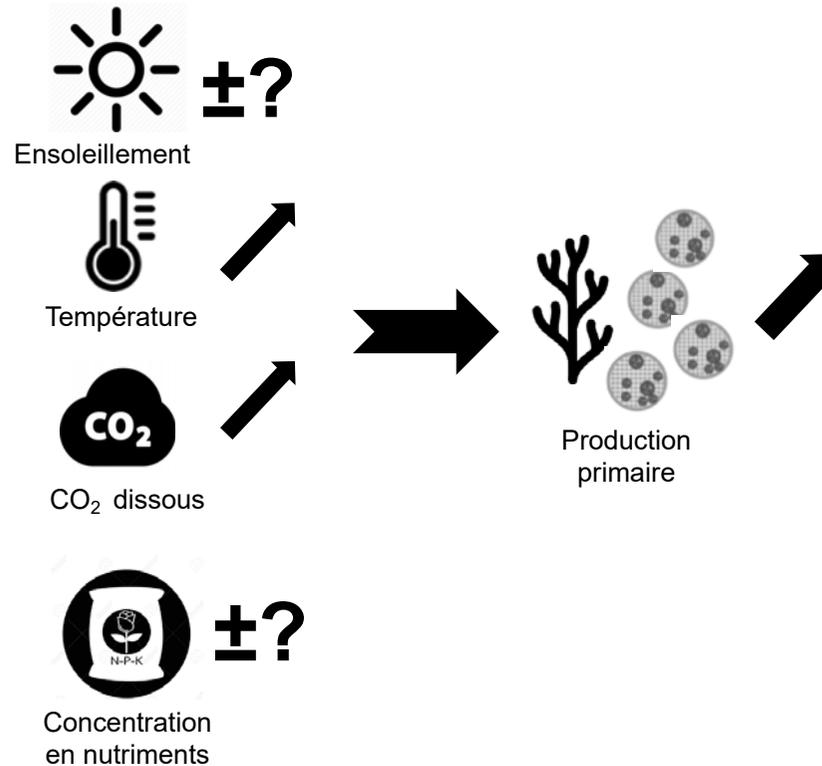
## ■ Impact direct sur qualité de l'eau

### ■ *Oxygénation des eaux*



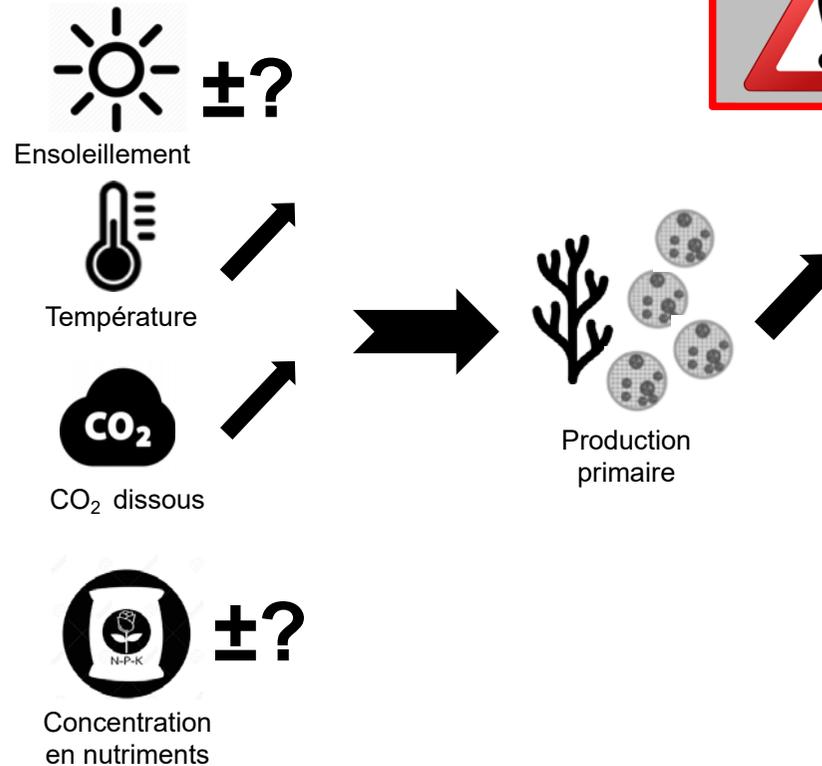
## ■ Impact direct sur qualité de l'eau

### ■ *Production primaire*



## ■ Impact direct sur qualité de l'eau

### ■ *Production primaire*

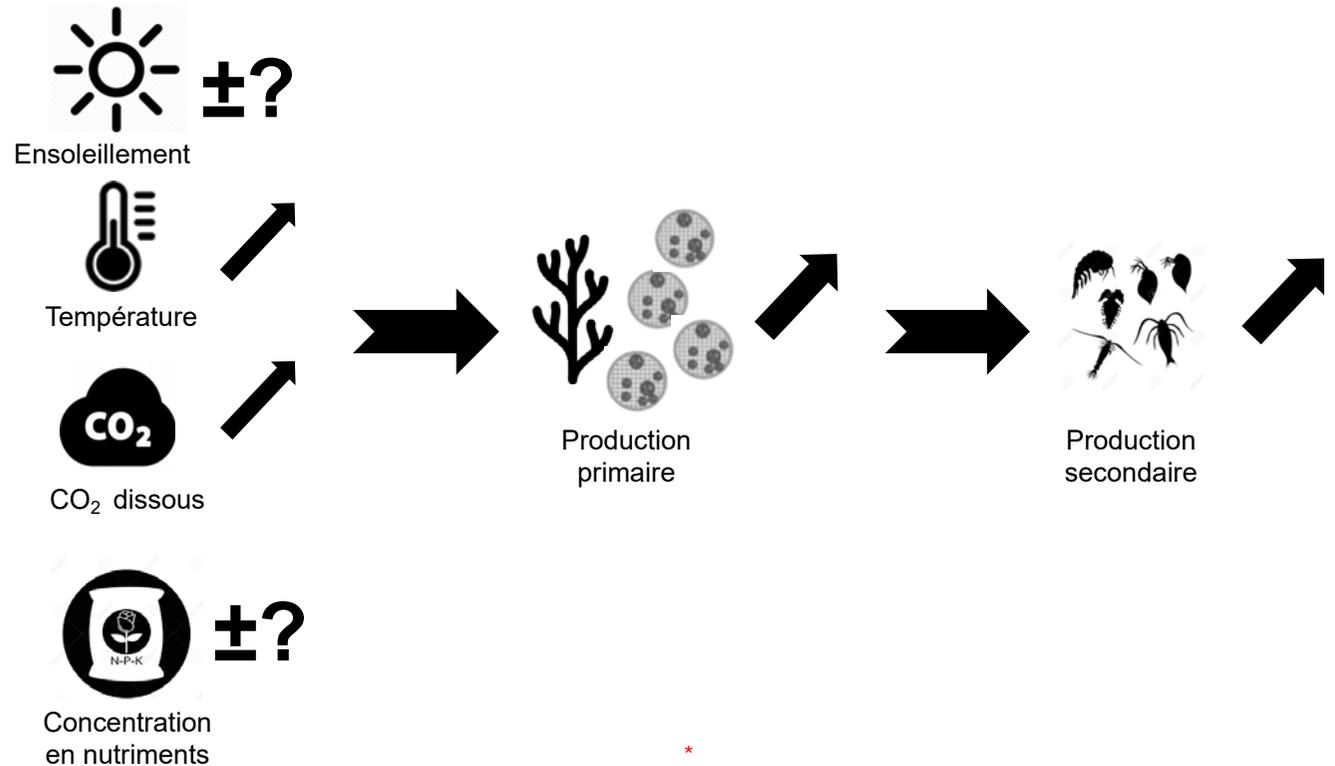


 Attention aux potentiels changements de communauté

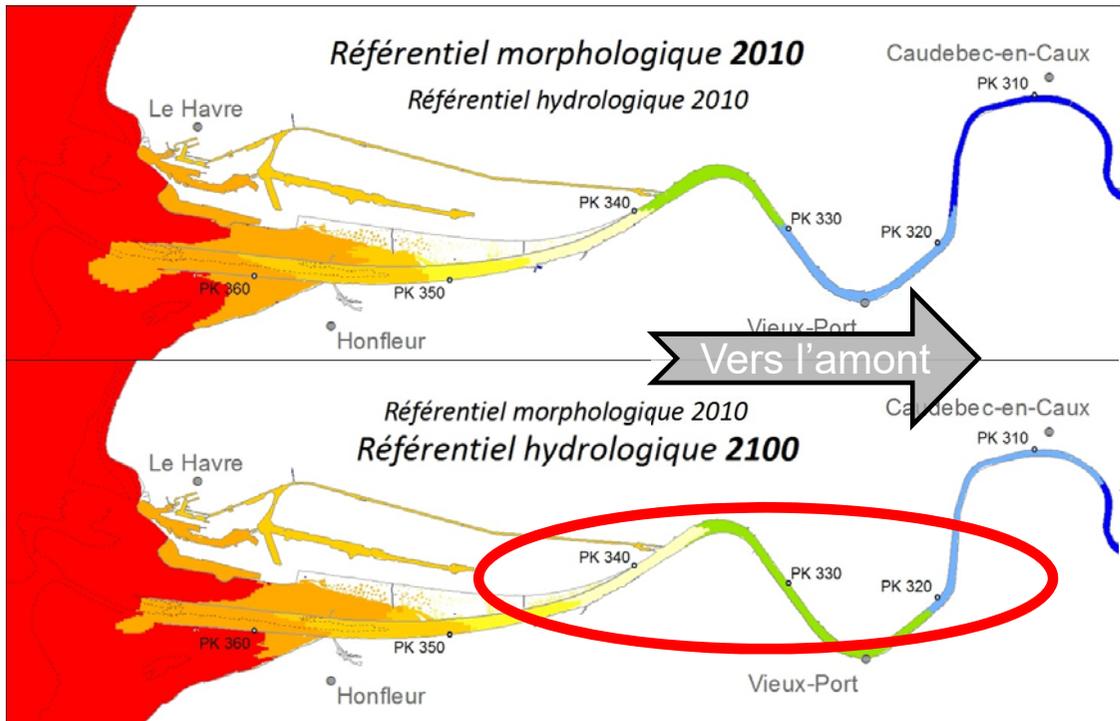


## ■ Impact direct sur qualité de l'eau

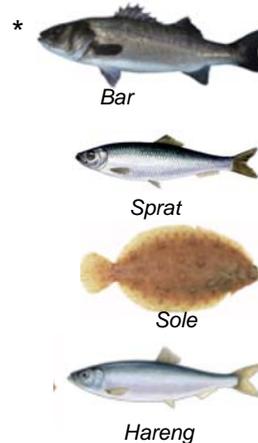
### ■ *Production primaire et secondaire*



- Effets du changement climatique sur la répartition des espèces
  - Modélisation de la salinité – évolution liée à l'élévation du niveau marin



- Impact direct sur la répartition des communautés végétales et animales
  - Déplacement vers l'aval des espèces vivant dans le gradient de salinité
  - Déplacement vers l'amont des espèces d'eau douces



# Conclusions / Perspectives

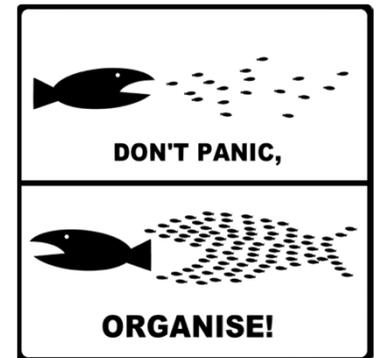


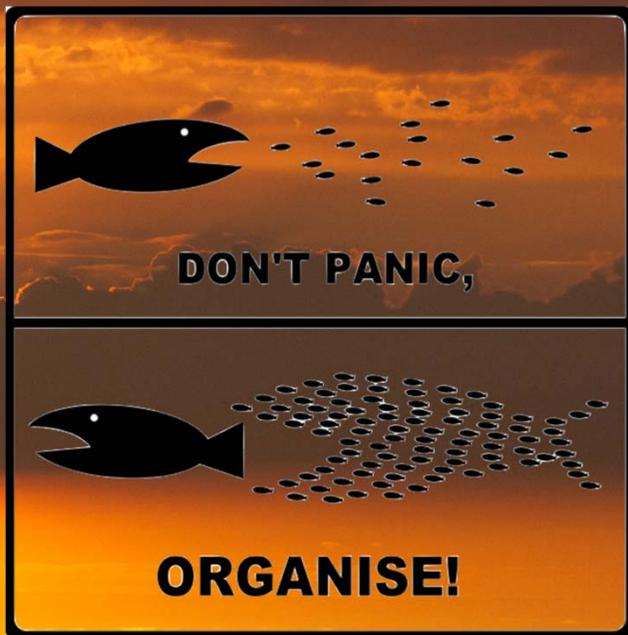
- Les forçages du système estuaire/baie vont évoluer
  - L'hydrodynamisme va évoluer
  - La morphologie de l'estuaire va évoluer (modélisation très complexe! Projet Seine-Aval MorphoSeine)
  - Les implications sur la qualité de l'eau sont encore mal connus (Projet Seine-Aval RESET)
  - Les effets en chaînes sur l'écologie et le fonctionnement trophique de l'estuaire sont difficilement quantifiables (Projet Seine-Aval Propose, PhareSee, CAPES, HQ Fish, etc.)



## ■ Perspectives

- Poursuivre la recherche sur les potentiels effets du changement climatique en estuaire et en particulier sur les effets en chaîne
- Evaluer les effets d'aménagements « résiliants » vis-à-vis du changement climatique à l'échelle locale
  - *Exemples: création d'habitats intertidaux, zones d'expansion des crues, renaturation de zones humides, etc.*





*Merci pour votre attention*