



**Etat écologique de la population de flet en Seine  
&  
Recherche de facteurs de stress à l'échelle des habitats**

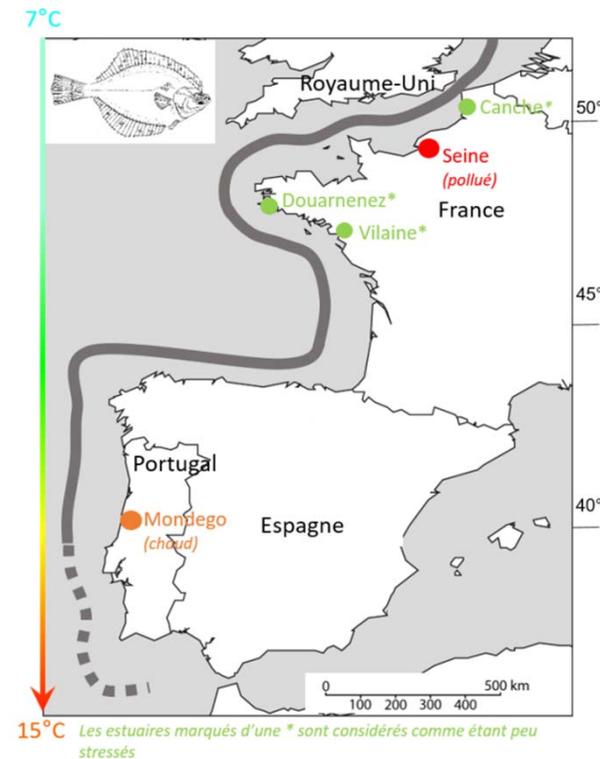
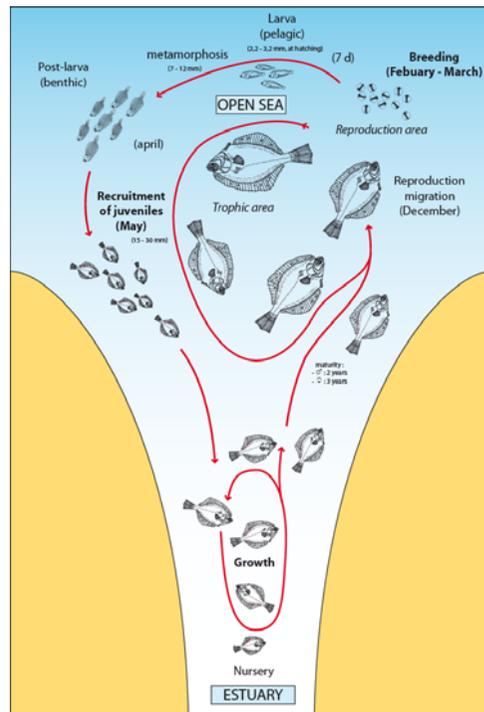
**Jean LAROCHE (LEMAR UMR 6539, Université de Bretagne Occidentale)  
Rachid AMARA (LOG UMR 8187, Université du Littoral)**

\* J. Laroche, R. Amara, E. Borcier, G. Charrier, V. Pichereau, F. Lasram, J. Cachot, B. Davail, C. Minier, A. Devaux, S. Bony, S. Le Floch, J. Guyomarch, B. Ouddane, S. Devin, J. Couteau, G. Maillet



# Vulnérabilité de populations de flet (*Platichthys flesus*), face aux multi-stress en estuaires (approche intégrative : réponses moléculaires, physiologiques & génétiques)

Thème développé depuis les années 2000 au Lemar

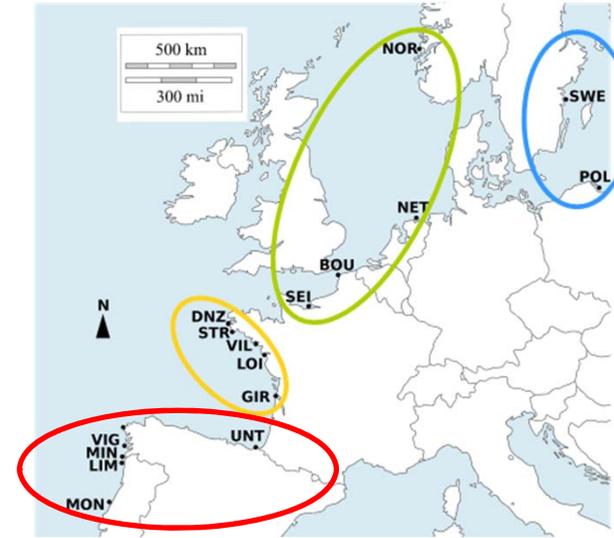
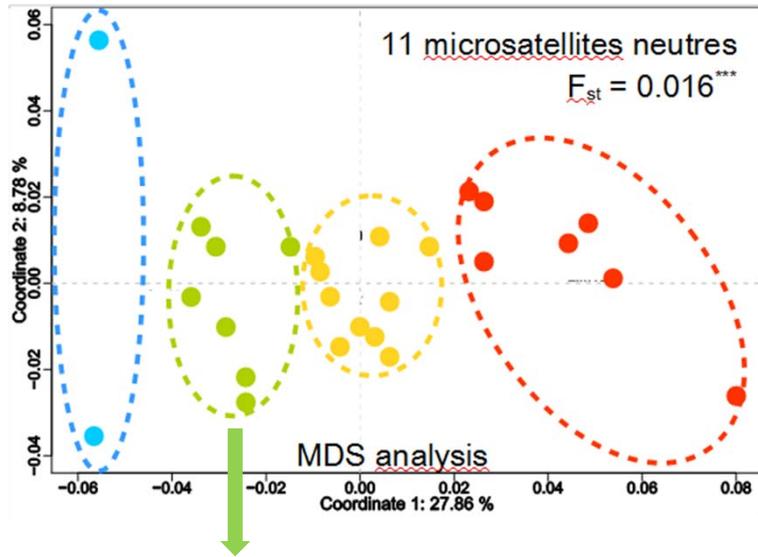


## Principales questions abordées:

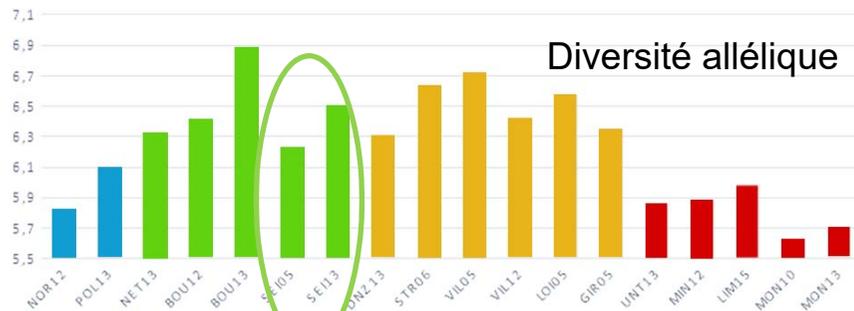
Niveau de vulnérabilité de populations de flet face aux stress chimiques et thermiques ?

Etat écologique des estuaires à partir du statut physiologique et génétique de leurs populations de flets ?

# Variabilité génétique neutre de la population de flet en Seine & en Europe (Charrier et al. in prep.)

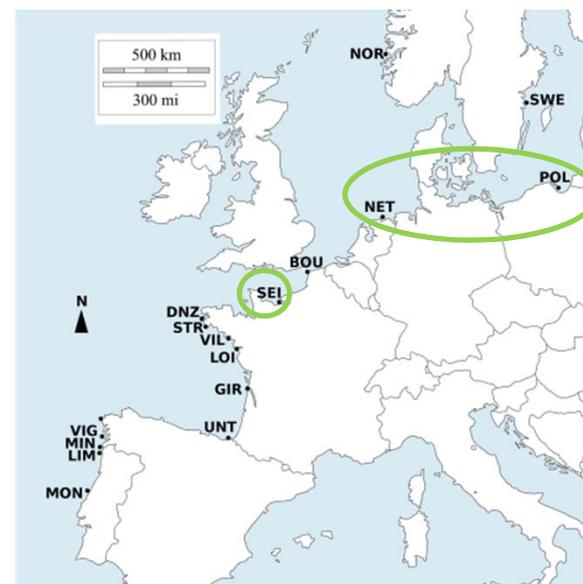
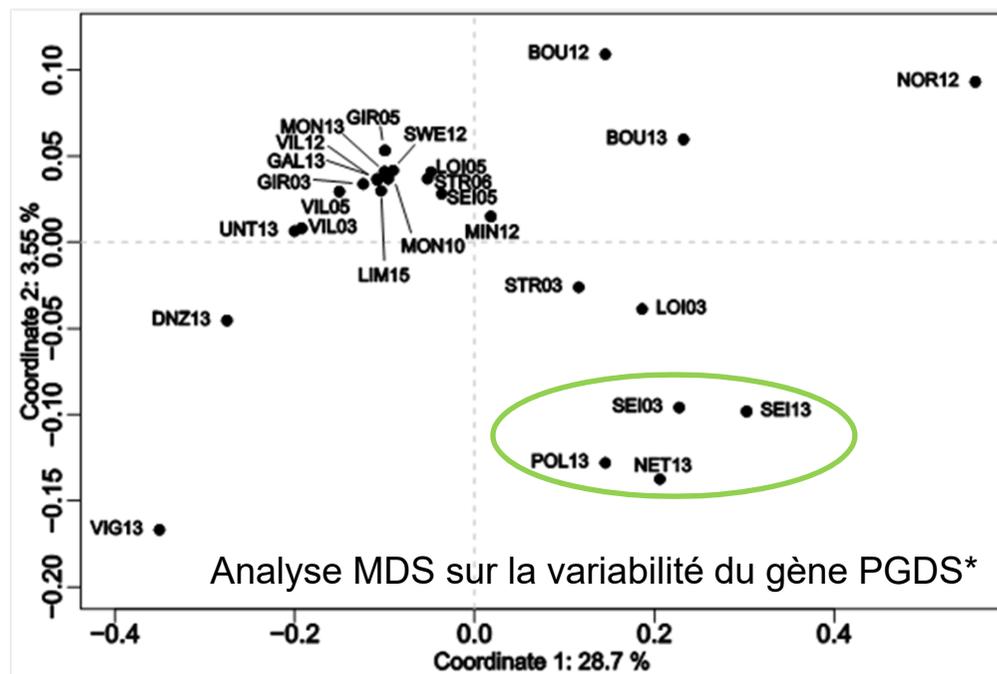


**Appartenance de la population de Seine au groupe phylogéographique Manche Est - Mer du Nord**



**Diversité génétique de la population de Seine (2005 et 2013) conforme aux populations de la Côte Atlantique Française (tendance confirmée en 2016): pas de goulot d'étranglement démographique récent en Seine**

## Variabilité génétique sur un gène PGDS\* impliqué dans la réponse aux stress chimique dans les populations de flet en Seine & en Europe (Charrier et al. in prep)



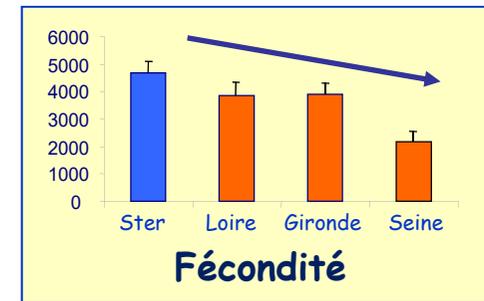
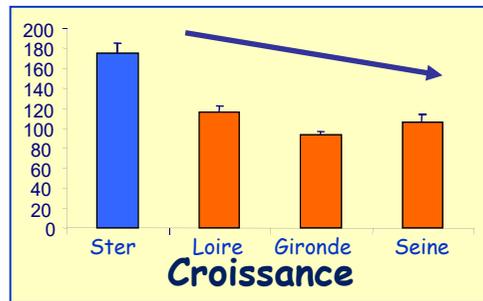
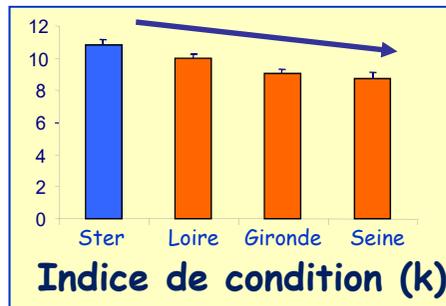
**Pression de sélection exercée probablement par le stress chimique sur la population de flet en Seine: adaptation locale de cette population vis-à-vis de la pollution (confirmation de nos travaux précédents: Marchand et al. 2010, 2013; Calvès et al. 2013)**

\* PGDS: Postaglandine D Synthase (métabolisation des xénobiotiques & réponses inflammatoires)

# Coût physiologique de l'adaptation locale pour la population de flet en Seine (stades adultes)

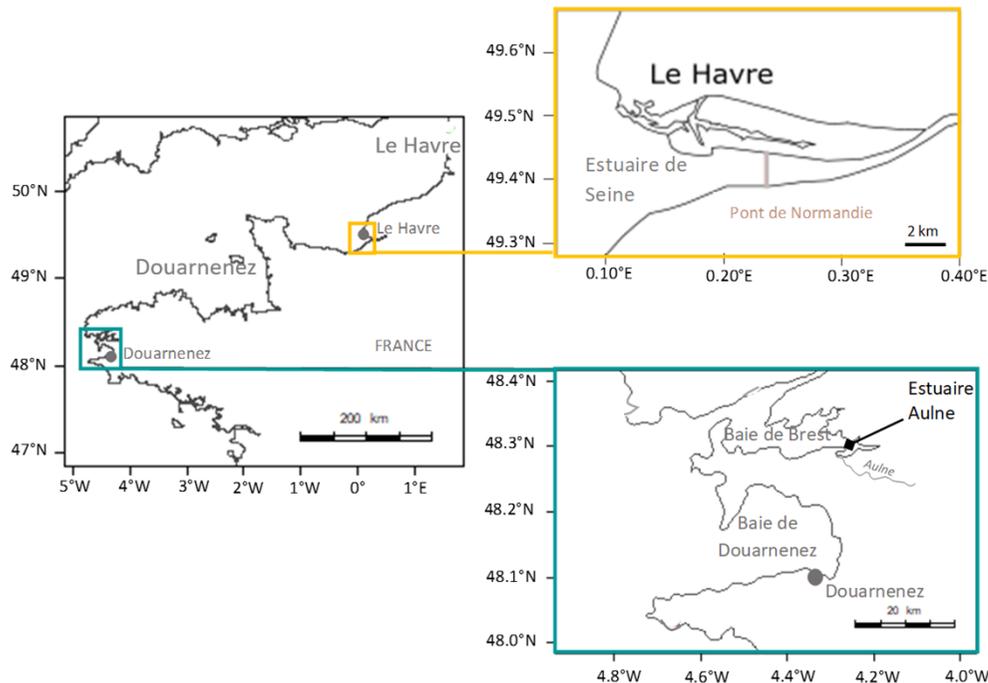
Période 2002-2008 (Marchand et al. 2003, 2004; Evrard et al. 2010)

Perte de fitness dans la population de Seine vs autres populations atlantiques



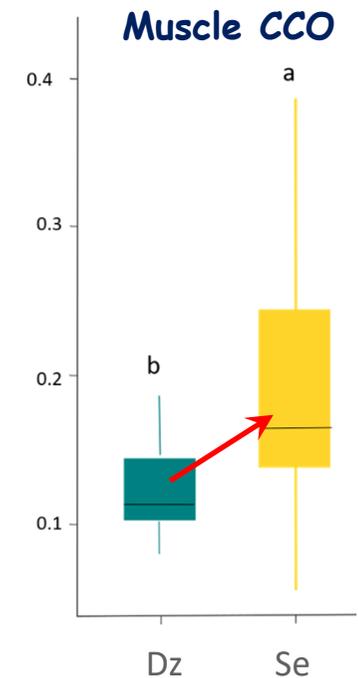
Année 2016 (Borcier et al. soumis à publication)

Perte de fitness dans la population de Seine vs de la Baie de Douarnenez



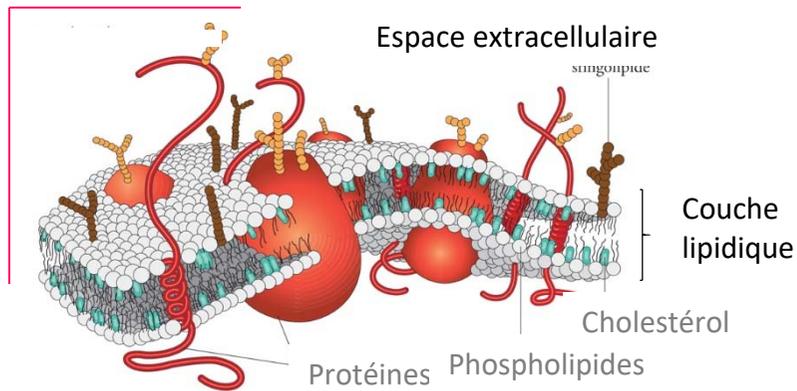
Seine vs Douarnenez:

- \* Indice k : - 22%
- \* Réserves lip. TG/ST : - 50%
- \* du métabo. énergétique

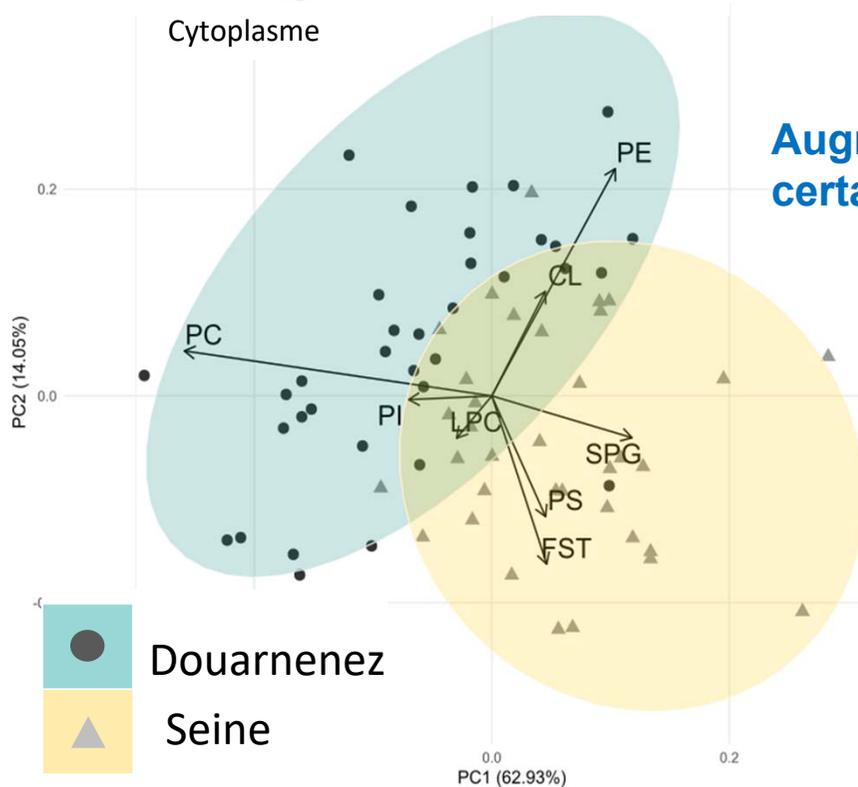


# Réponse adaptative face au stress chimique: modification de la composition lipidique des membranes cellulaires du flet, en Seine vs Douarnenez

(Borcier et al. soumis à publication)



**Bicouche lipidique des membranes cellulaires (rôle majeur dans la physiologie cellulaire)**



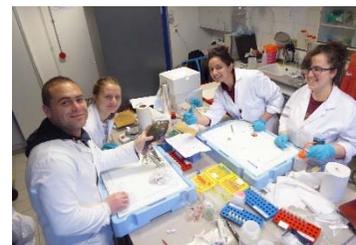
**Augmentation de la proportion de certains phospholipides en Seine :**

- Free sterol (FST)
- Phosphatidylserine (PS)
- Sphingolipides (SPG)

**Corrélation positive entre le niveau de SPG, et la capacité à produire de l'énergie et à gérer le stress oxydant en Seine (SPG: nouveau biomarqueur prometteur)**

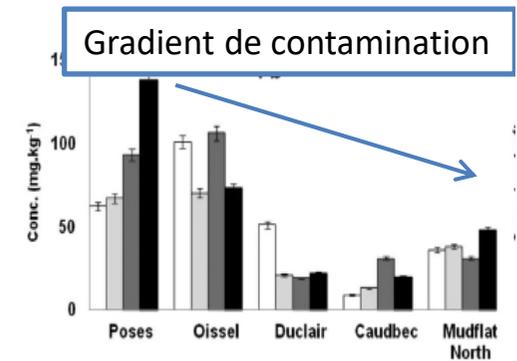
# Bilan sur le statut écologique de la population de flet en estuaire de Seine

- pas de déclin démographique prononcé depuis 2000
  - adaptation locale: capacité de résistance au stress chimique mais coût physiologique fort
  - réduction significative de la tolérance thermique de la population de Seine relativement à une population peu polluée (Lavergne et al. 2015)
  - allongement de la période de ponte lors des hivers doux (2017 & 2018)
- Risque écologique
- analyses chimiques et biologiques en cours sur flets adultes en Seine vs Canche (janvier & juillet 2018): confirmation du risque écologique en Seine ?



**Recherche de facteurs de stress à  
l'échelle des habitats**

# Qualité des habitats halieutiques de la Seine sur un gradient amont-aval: Analyse à microéchelle



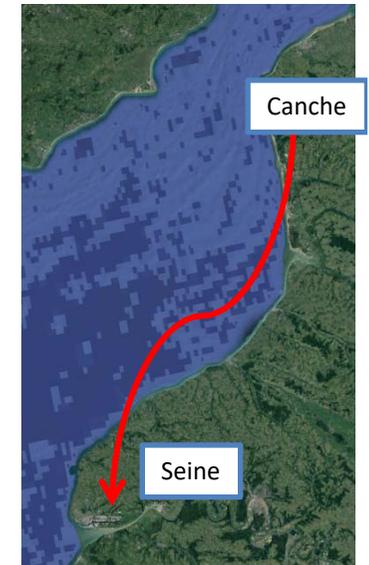
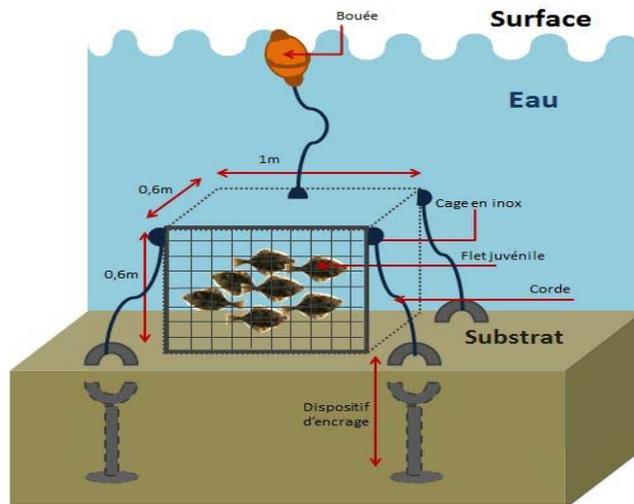
Hamzeh et al., 2016

## Biosurveillance passive : Échantillonnage '*in natura*'

### Contraintes:

- Absence du modèle biologique à tous les sites d'intérêts.
- Mobilité des organismes et représentativité de la qualité d'un site donnée
- Difficulté pour le suivi saisonnier
- Problème d'homogénéité des individus 'modèle' (taille, âge, sexe, état physiologique, génétique,..): facteurs confondants

# HQFISH : Biosurveillance active: encagement du modèle biologique

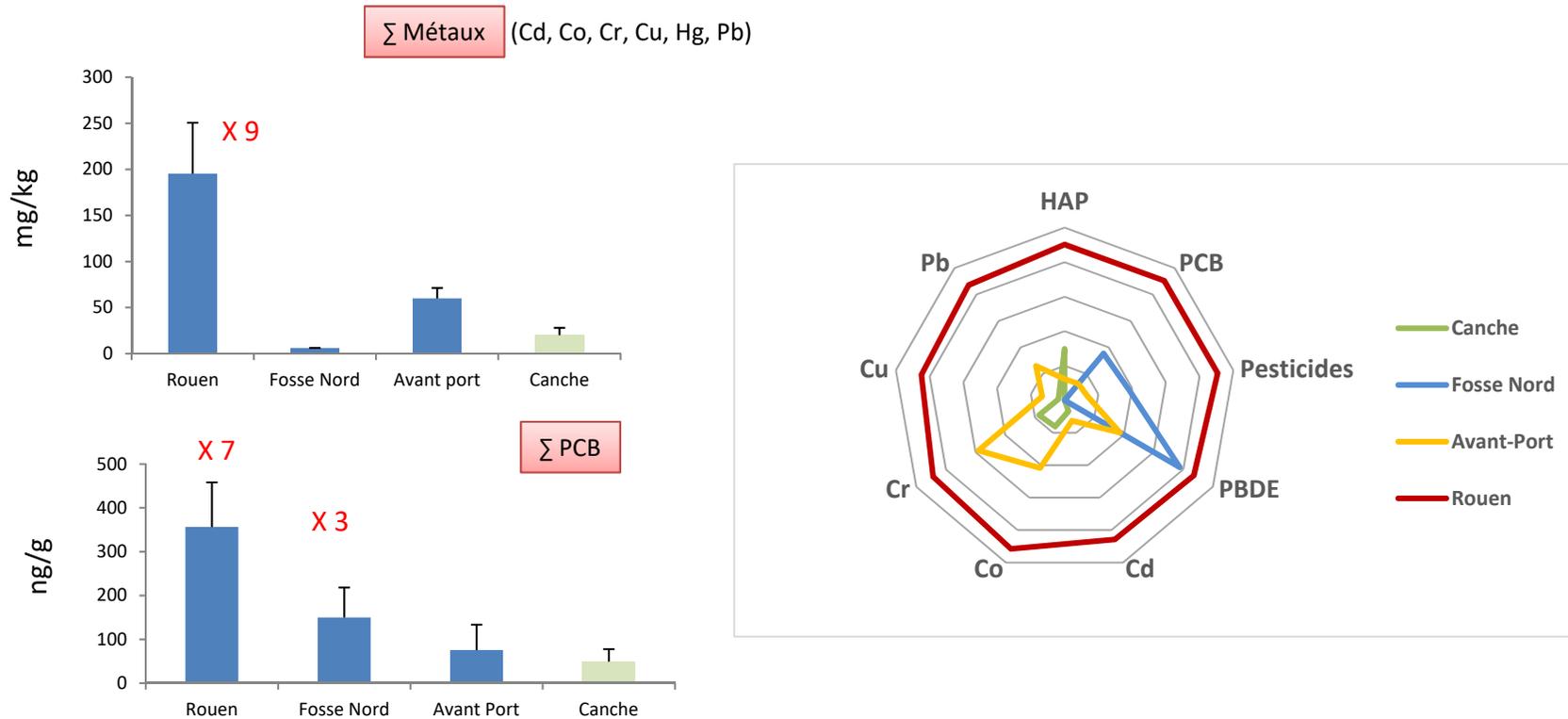


Translocation de juvéniles de flets de la Canche Vers 3 sites en Seine (encagement).



## Contaminants chimiques

### Concentration dans les sédiments



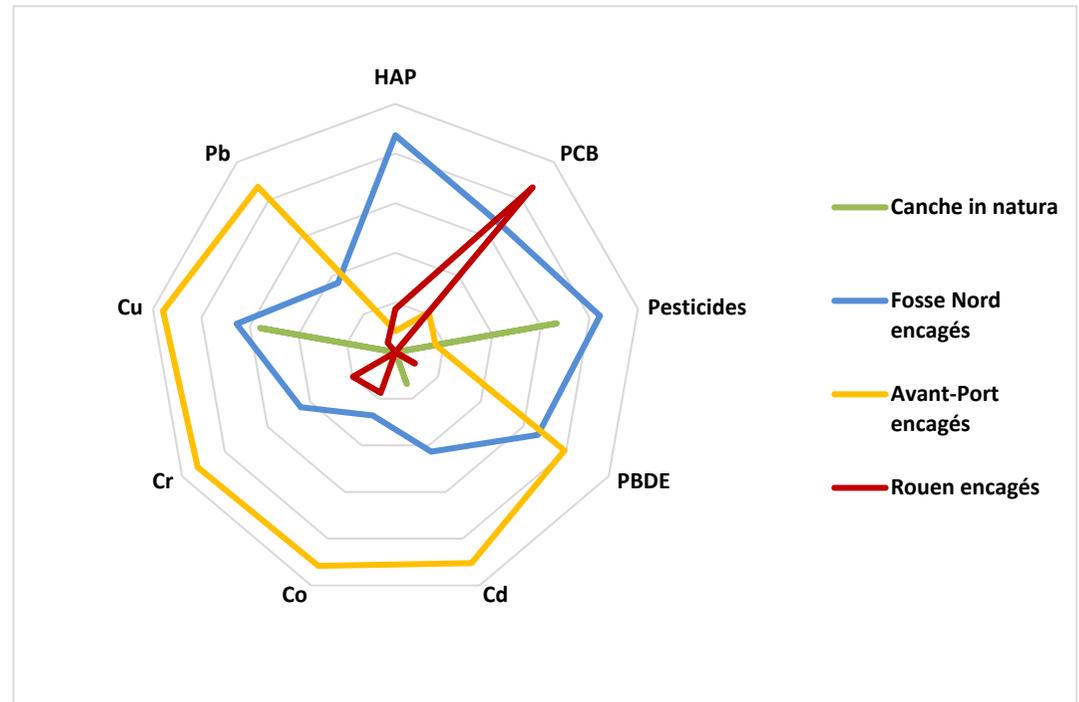
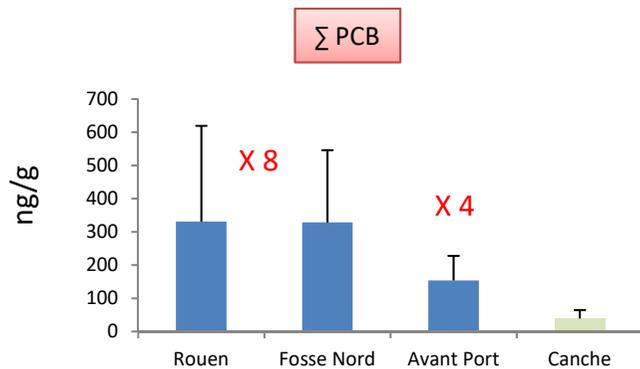
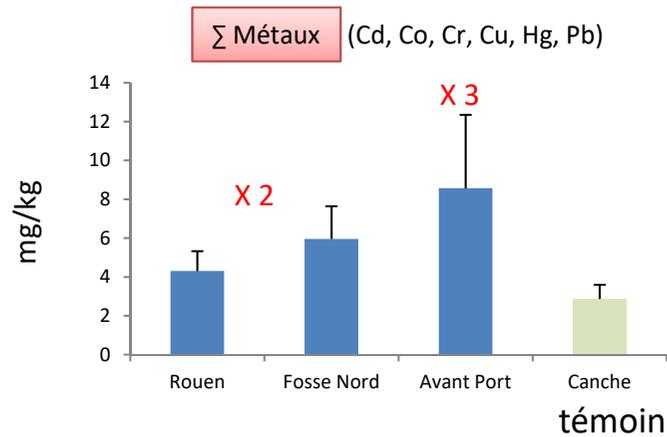
➔ Gradient de contamination amont-aval très marqué. Très forte contamination à Rouen et faible contamination en Canche.

➔ Profils de contamination significativement différents :

- Fosse Nord : contaminants organiques :PBDE et PCB
- Avant-Port : métaux.

## Contaminants chimiques

### Concentration dans poissons après 1 mois d'exposition

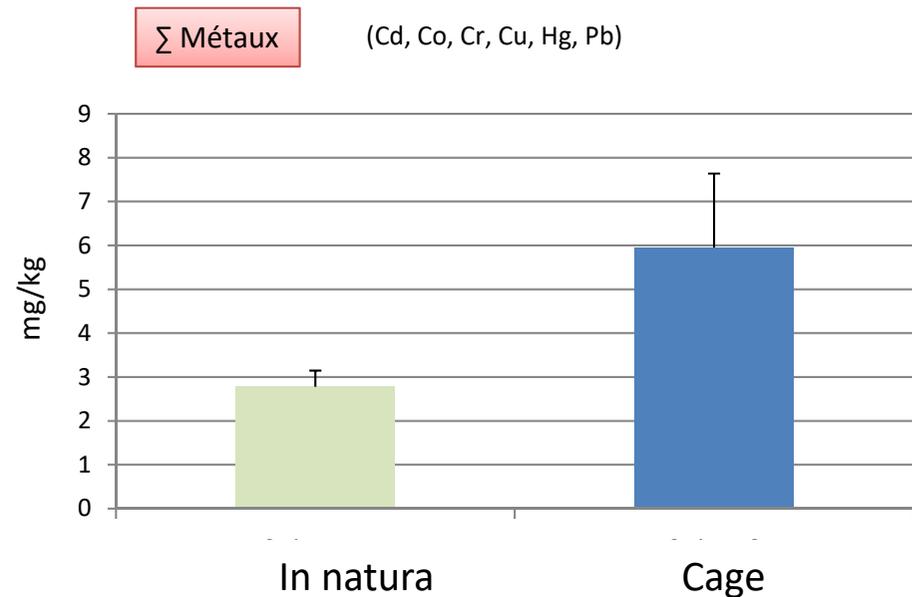
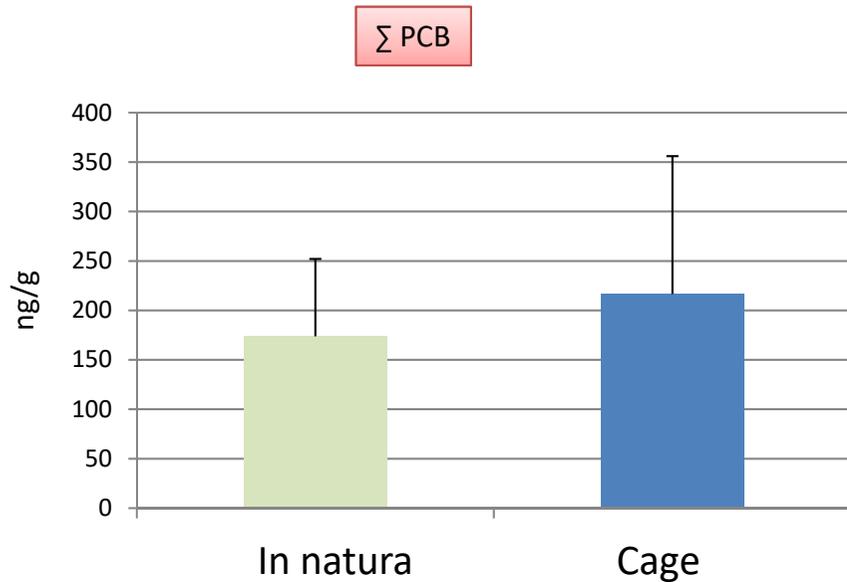


➡ Forte bioaccumulation au cours de l'encagement : (X3 : métaux et X 8 PCB).

➡ Profils de bioaccumulation différents :

- Faible bioaccumulation à Rouen; principalement PCB (effet de la salinité !)
- Profils de bioacc. très différents entre FN (HAP, Pesticides) et AP (métaux) mais en accord avec la contamination des sédiments

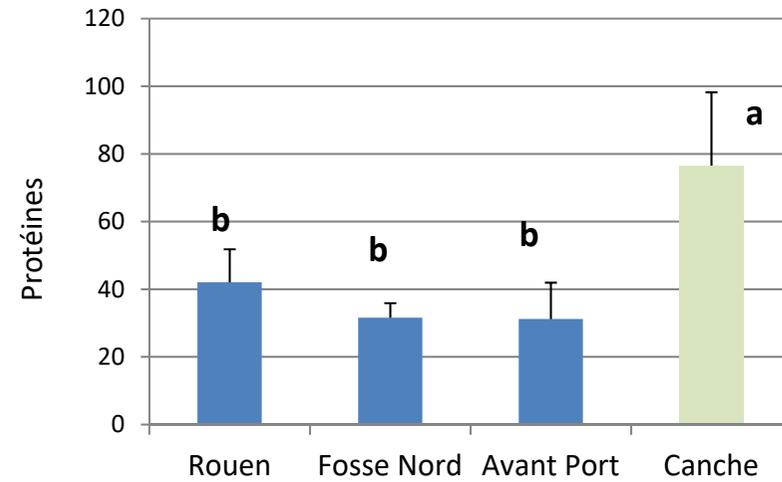
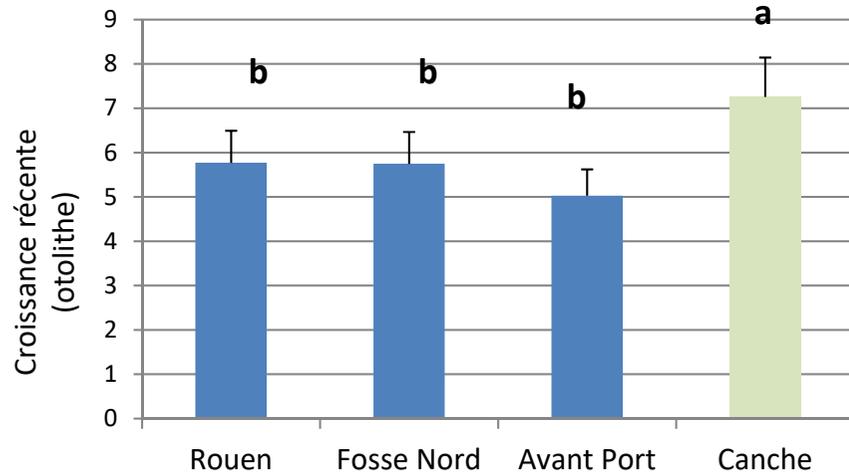
## Comparaison bioaccumulation poissons engagés vs poissons in natura Cas du site « Fosse Nord »



Plus forte bioaccumulation chez les poissons engagés / poissons *in natura*  
(acclimatation/détoxification/ évitement des zones contaminées/pressions de sélection,...)

La biosurveillance active semble être un bon moyen pour évaluer la bioaccumulation des contaminants chimiques dans le poisson.

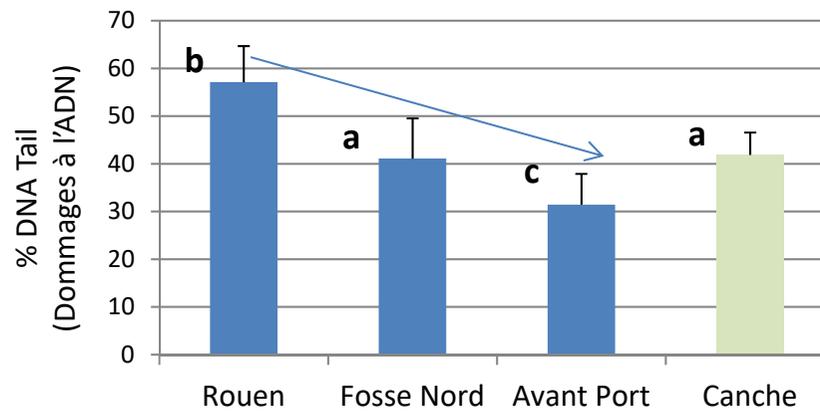
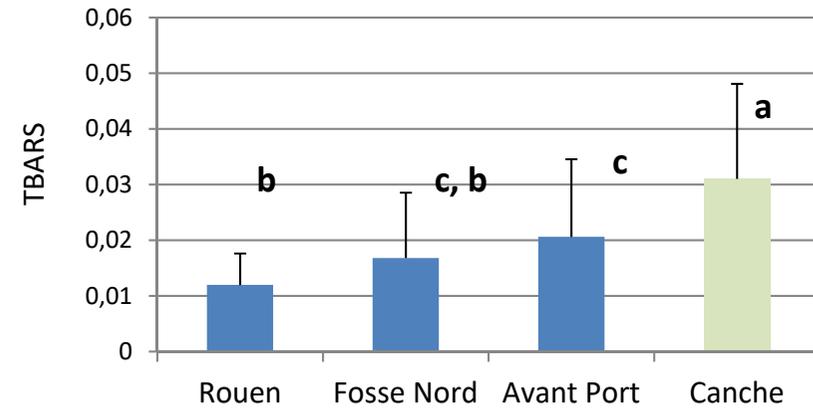
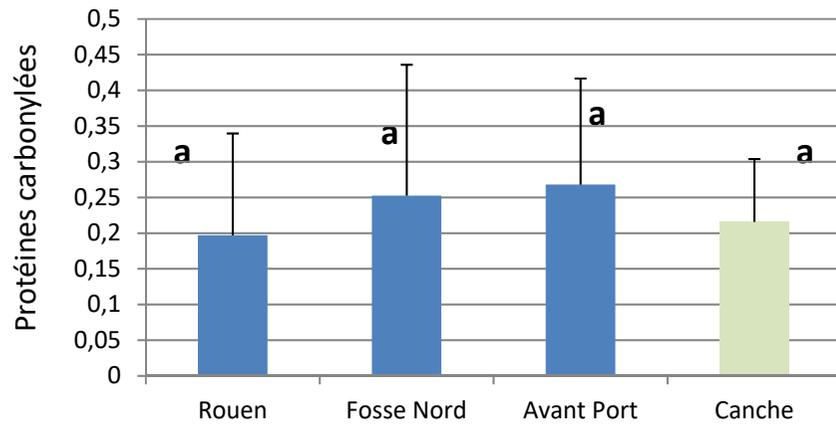
## « Indicateurs de fitness »



**Indicateurs de fitness plus faibles en Seine / Canche (effet encagement)**

**Pas de différences entre les poissons encagés au niveau des 3 sites en Seine.**

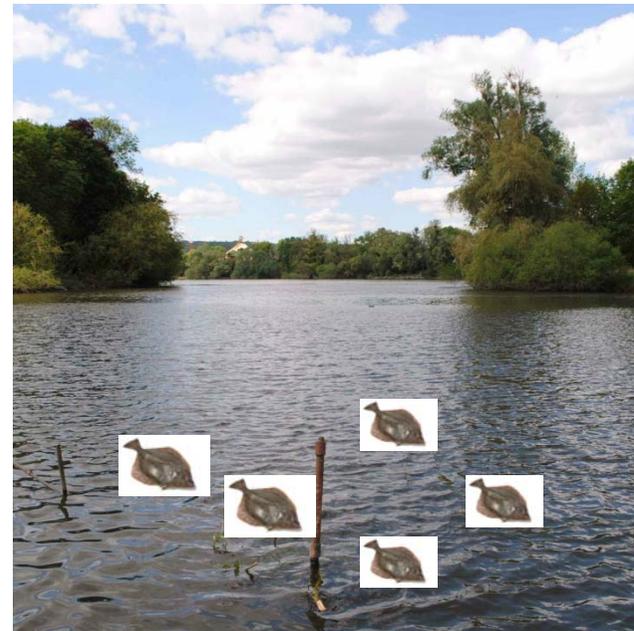
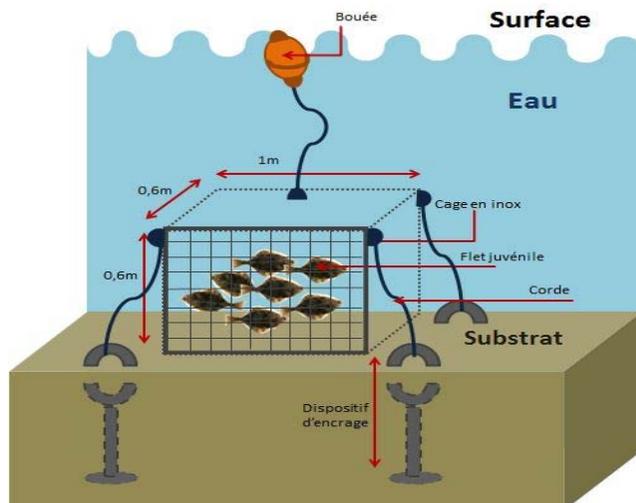
## Biomarqueurs de dommages



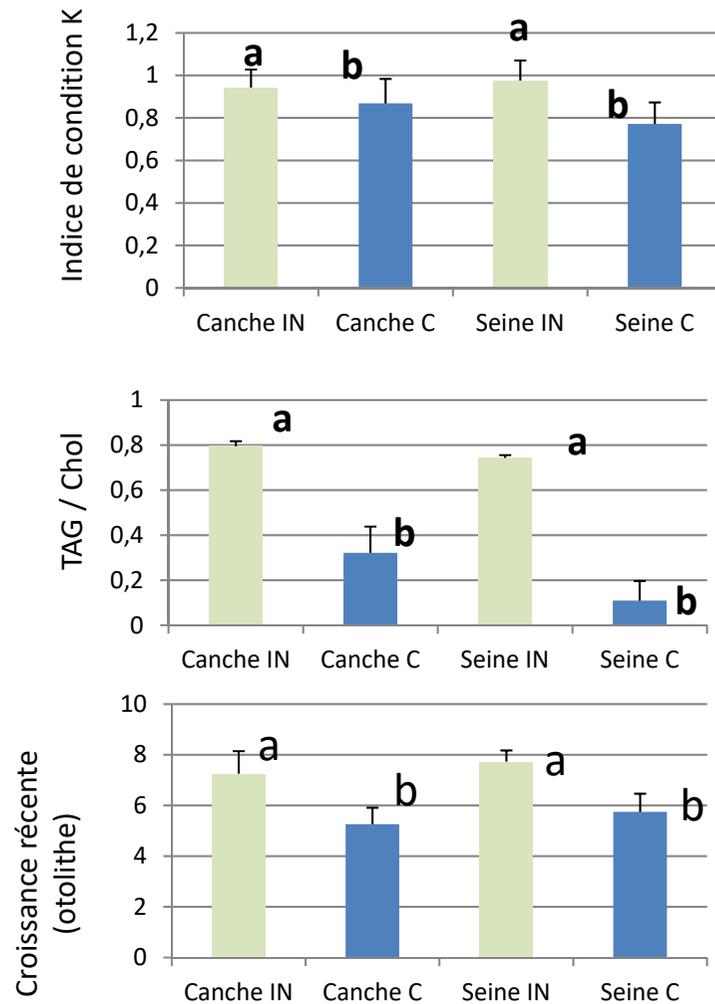
Réponses variables selon les biomarqueurs. Facteurs confondants !

Besoin d'affiner la compréhension des réponses des biomarqueurs.

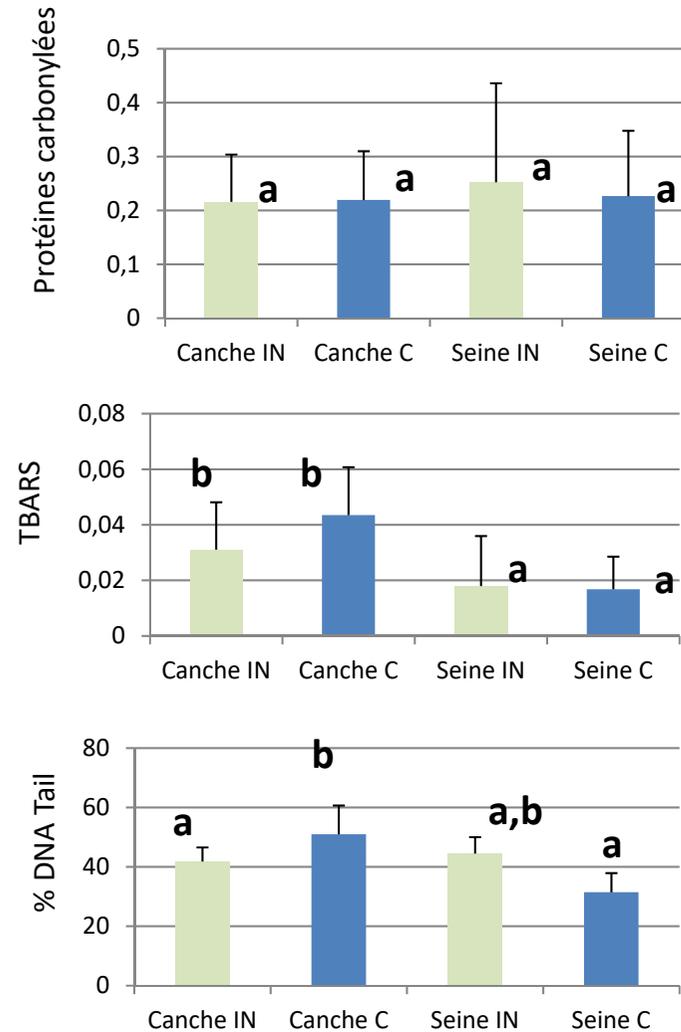
## Comparaison Seine vs Canche poissons encagés et *in natura*



## « Indicateurs de fitness »



## Biomarqueurs de dommages



- Pas ou peu de différences entre les poissons de Canche et Seine
- Fitness plus faible chez poissons encagés (effet encagement).
- Similarité des réponses des biomarqueurs caging vs *in natura* d'un même site

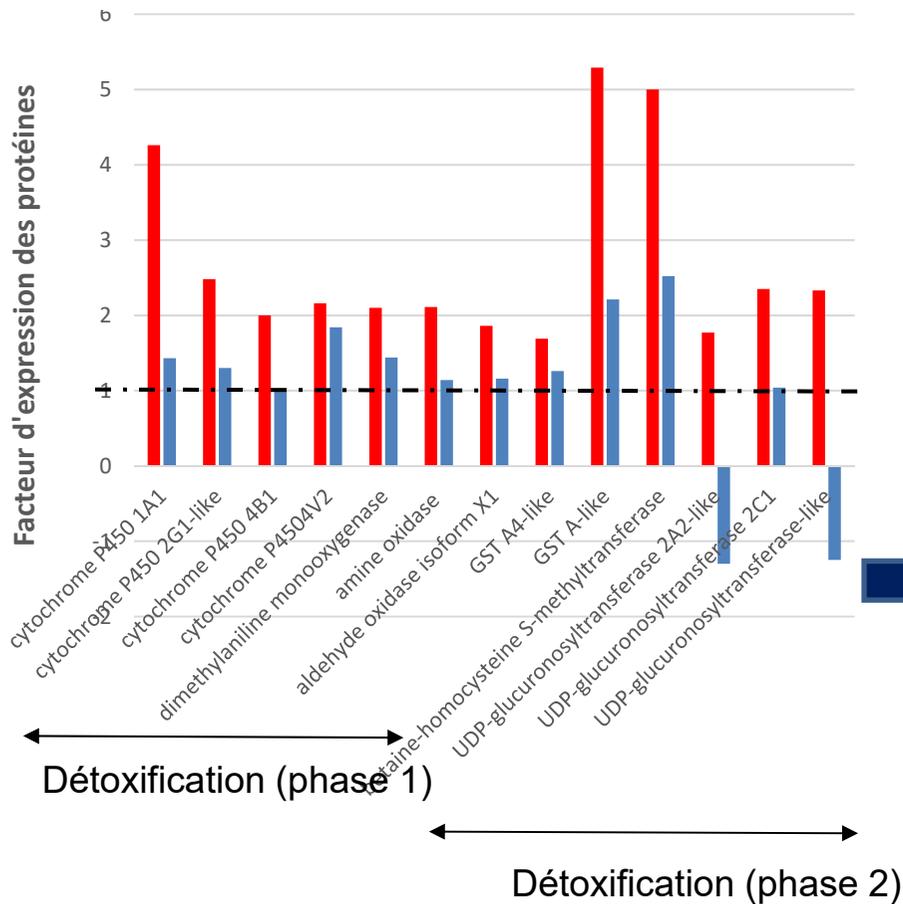
## Développement d'une approche en Ecotoxicoprotéomique chez le flet (Borcier et al. soumis)

### Protéome hépatique de flets: identification de nouveaux biomarqueurs moléculaires

- Protéomique « Shotgun » (haut débit)
- Collab. Lemar-Jean Armengaud (CEA Marcoule)
- > 3500 protéines identifiées /condition

Facteur de surexpression (+) ou sous-expression (-) des protéines

### caging Rouen vs caging Canche & caging Fosse Nord vs caging Canche



Surproduction de nombreuses protéines impliquées dans la détoxification des xénobiotiques, bien marquée à Rouen et de moindre intensité en Fosse Nord

Relation positive entre le niveau de pollution et le facteur d'expression des signatures protéomiques : pertinence de l'approche en protéomique pour le diagnostic du stress chimique

## Bilan sur la biosurveillance active en Seine

- ▶ Les juvéniles de flets sont bien adaptés pour se développer et survivre dans une large gamme de salinité : possibilité de les utiliser pour un biomonitoring actif le long d'un gradient de salinité estuarien. (0 à 35 PSU)
- ▶ La biosurveillance active semble être un bon moyen pour évaluer la bioaccumulation des contaminants chimiques dans le poisson.
- ▶ Besoin d'études complémentaires pour évaluer l'effet de l'encagement et affiner la compréhension des réponses biologiques proposées comme biomarqueur. Année 2017, année sèche (+ faible débit).
- ▶ Pertinence de l'approche en protéomique pour le diagnostic du stress chimique.
- ▶ Capacité d'adaptation des juvéniles en Seine face au stress chimique ? (adaptation locale; abondance de la nourriture!). Ce caractère de résistance possible à la pollution chronique peut cependant affecter la capacité des flets 0+ à gérer d'autres stress, comme le stress thermique (Lavergne et al. 2015)

# MERCI de VOTRE ATTENTION

