



# L'état de santé du poisson: miroir de l'état de santé des hydrosystèmes Le cas des estuaires bretons

Jean LAROCHE

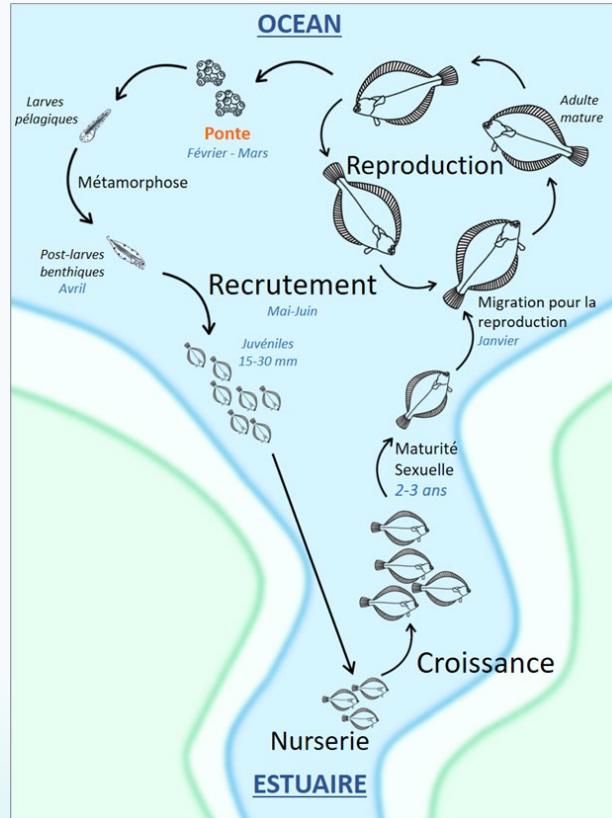
Professeur émérite

Université de Bretagne Occidentale, IUEM (Institut Européen de la Mer)

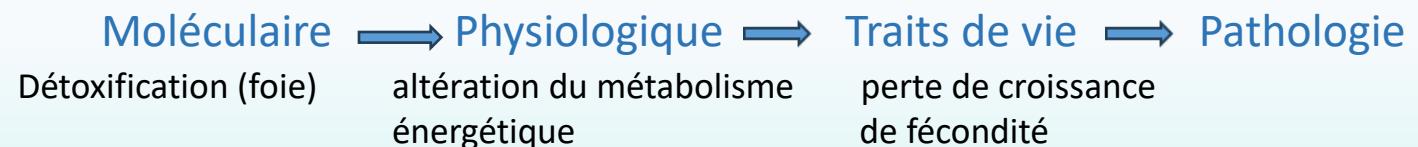
LEMAR UMR 6539 UBO/CNRS/IRD/Ifremer, Plouzané

# Terminologie: stresseur, stress, réponse au stress, chez un poisson modèle estuaire (le flet)

- **Flet (*Platichthys flesus*)**: espèce sentinelle d'intérêt majeur en Europe, polluo-résistante, très bon enregistreur de la qualité des masses d'eau estuariennes

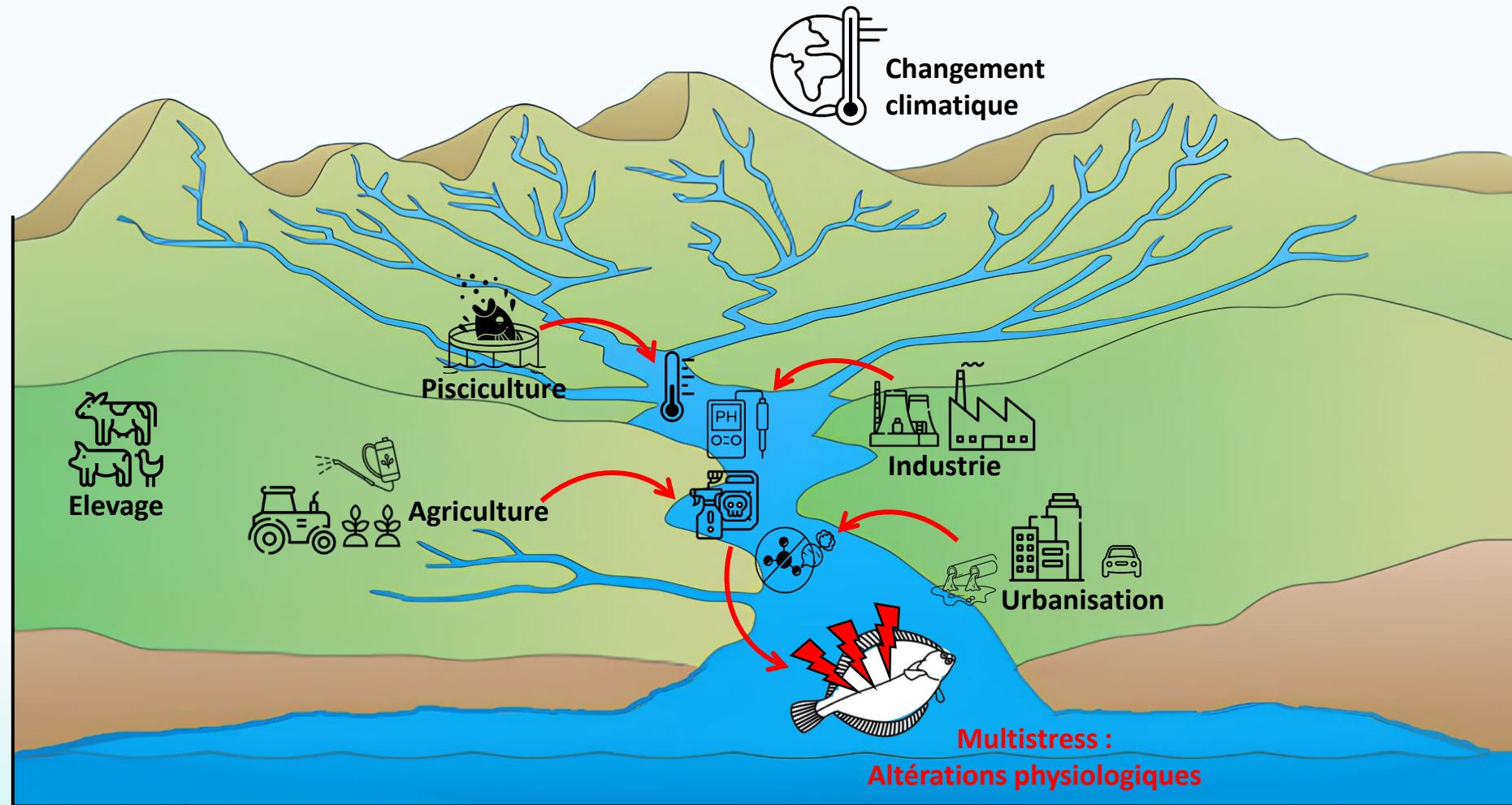


- **Stresseur**: facteur environnemental (polluant, stress thermique, hypoxie,..) conduisant à une altération de la physiologie du poisson, voire à une baisse de ses performances
- **Stress**: statut interne du poisson impacté par les stresseurs (augmentation du rythme cardiaque)
- **Réponse au stress**: cascades de modifications déclenchées chez le poisson par les stresseurs



Niveau de stress:

## Des activités anthropiques sur le bassin versant, à la réponse du poisson dans l'estuaire



# Objectifs du projet de biosurveillance : ECOEST (Agence de l'Eau Loire-Bretagne 2022-2025)

- Produire un diagnostic sur l'état de santé de 11 hydrosystèmes (fleuves côtiers bretons) par une approche multidisciplinaire

•



**Géographie** : Usages des sols et pressions anthropiques dans les bassins versants ?



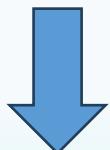
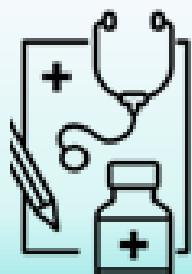
**Hydrobiologie** : Dégradation de la qualité de l'eau ?



**Chimie** : Polluants organiques et métalliques dans eau – sédiments – poissons ?

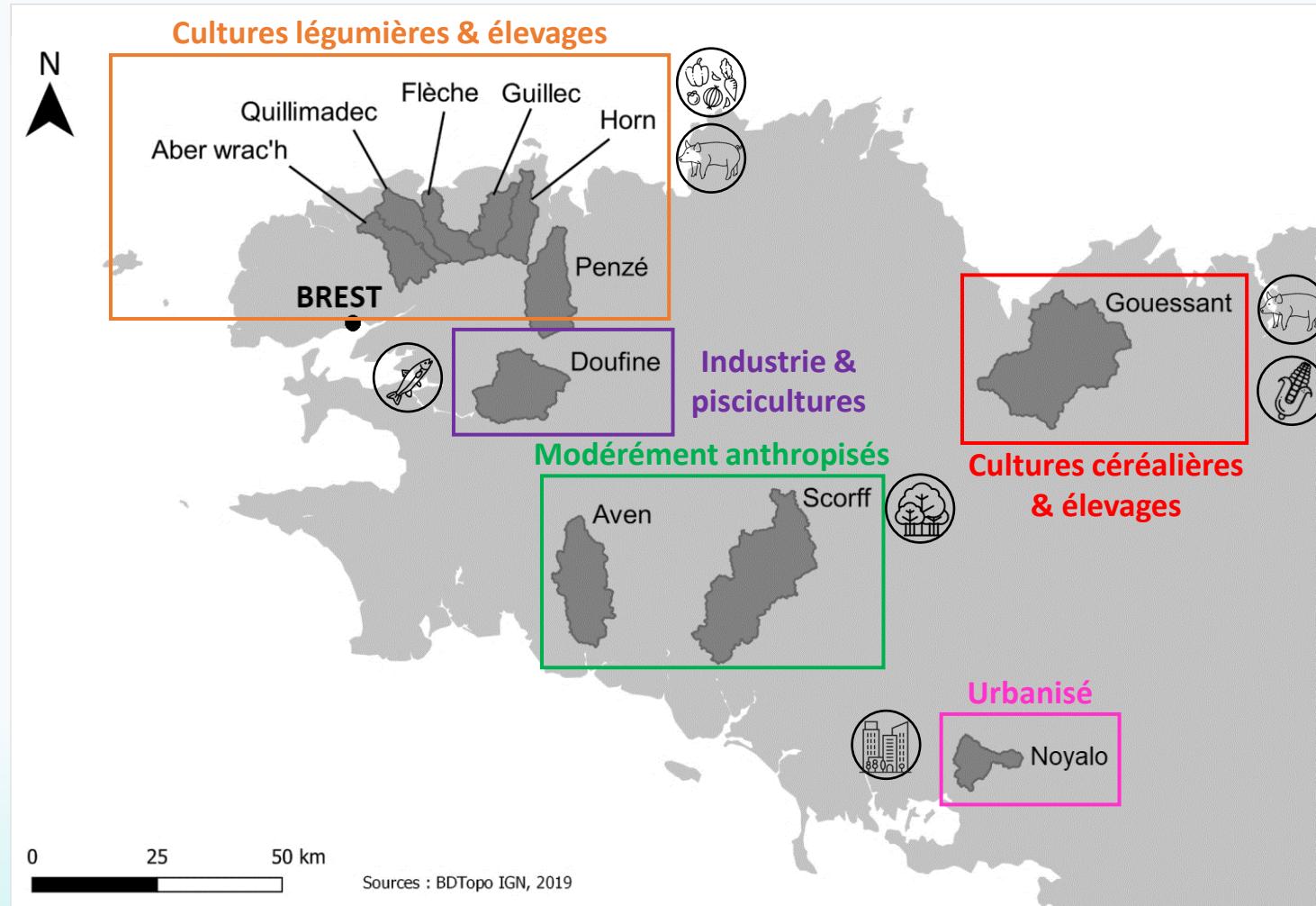


**Biologie** : Réponses du poisson à ces altérations de son environnement ?



**Production de marqueurs diagnostics**

## Usages des sols et pressions anthropiques dans les bassins versants (analyses SIG)



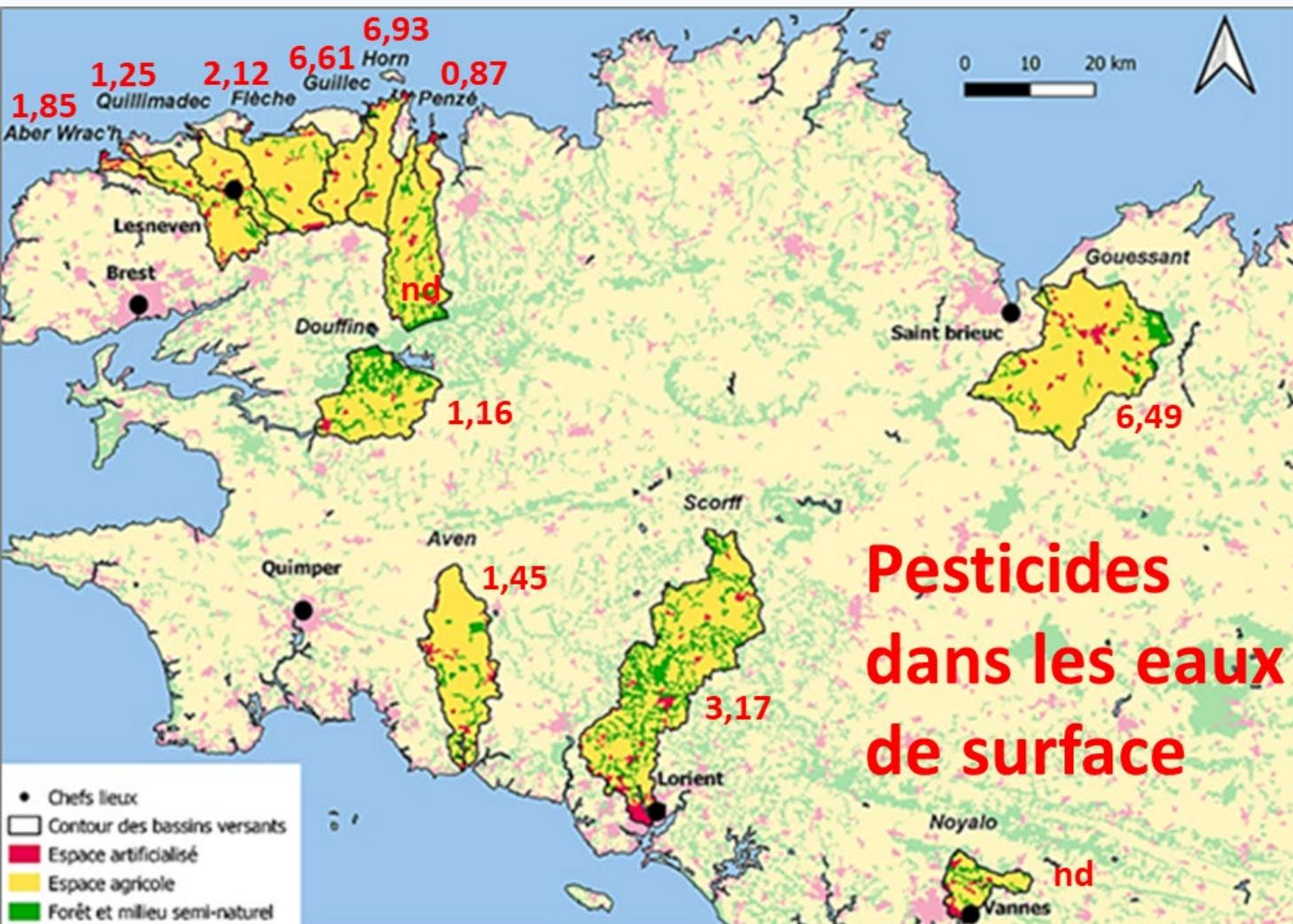
- 11 bassins versants de 70 à 400 km<sup>2</sup>
- Activités anthropiques contrastées



## CHIMIE

*Dosages de polluants dans l'eau, les sédiments et le poisson*

## Chimie des polluants: pesticides analysés dans les eaux de surface



- Moyennes annuelles des pesticides totaux en 2017-2019, en période de pluie (exception pour la Penzé: suivi calendaire)

$0,87 \mu\text{g/L} < \text{Pesticides totaux} < 6,93 \mu\text{g/L}$

Herbicides dominants: Métazachlor

Métolachlor

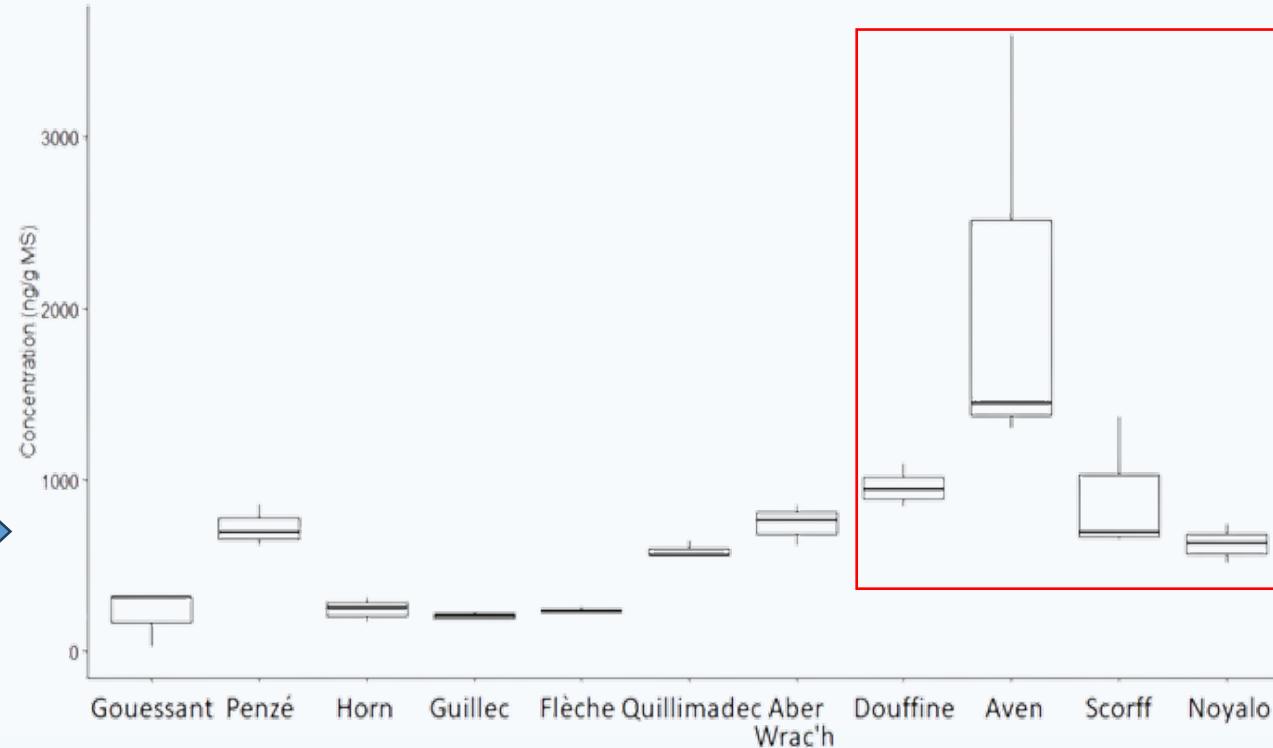
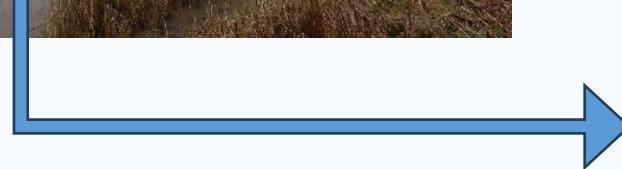
Fongicides dominants: Tébuconazole

Boscalid

- Concentration médiane des pesticides totaux en France\*: eaux de surface =  $5 \mu\text{g/L}$   
eaux souterraines =  $2,6 \mu\text{g/L}$
- **Indice des pressions toxiques cumulées dans les eaux, augmente dans le Nord & Ouest de la France de 2008-2010 à 2020-2022\***

## Chimie des polluants

### Hydrocarbures (HAPs) dans les sédiments estuariens

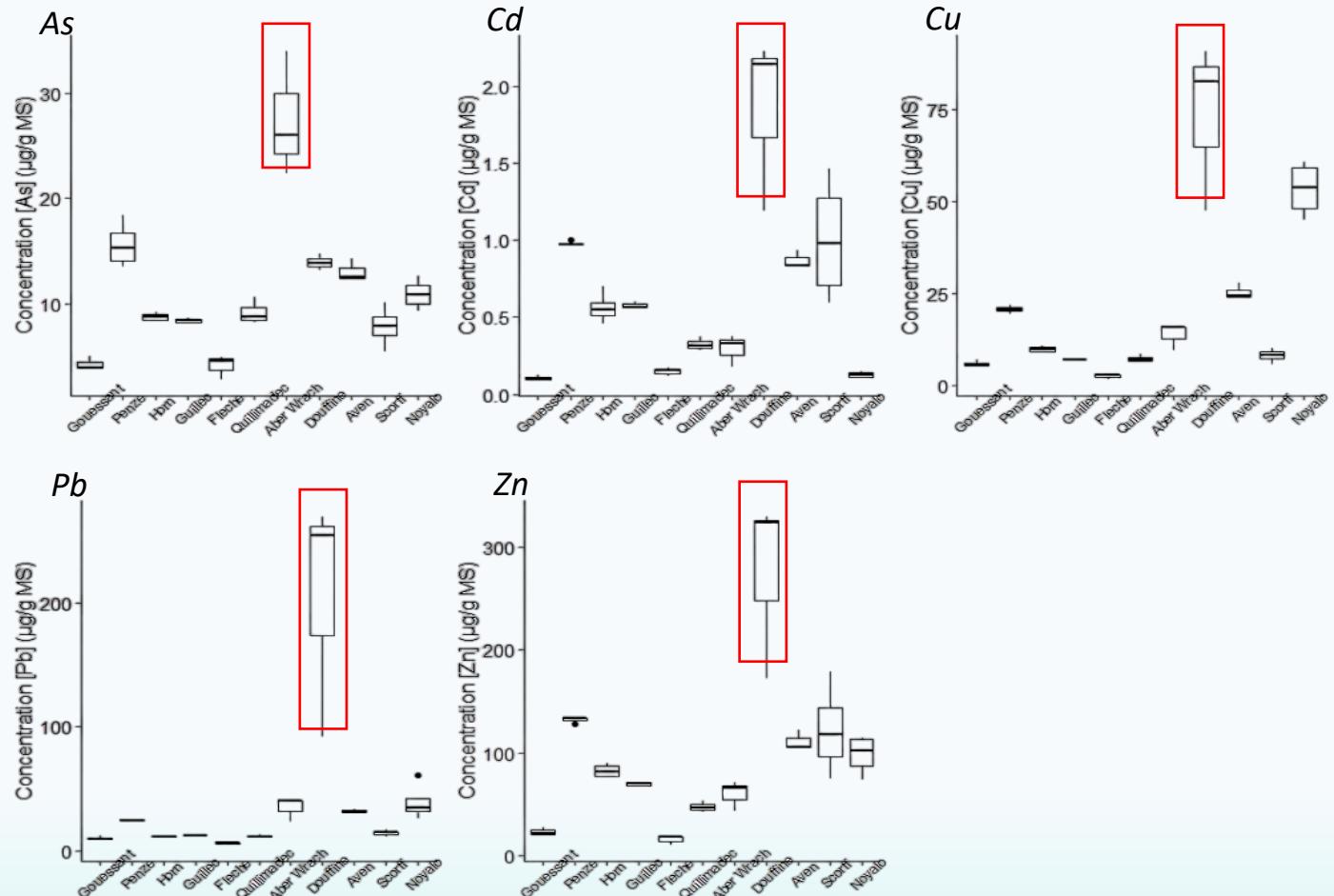


→ Trafic automobile (parkings très fréquentés en bordure d'estuaire, ponts sur voies express)

# Chimie des polluants



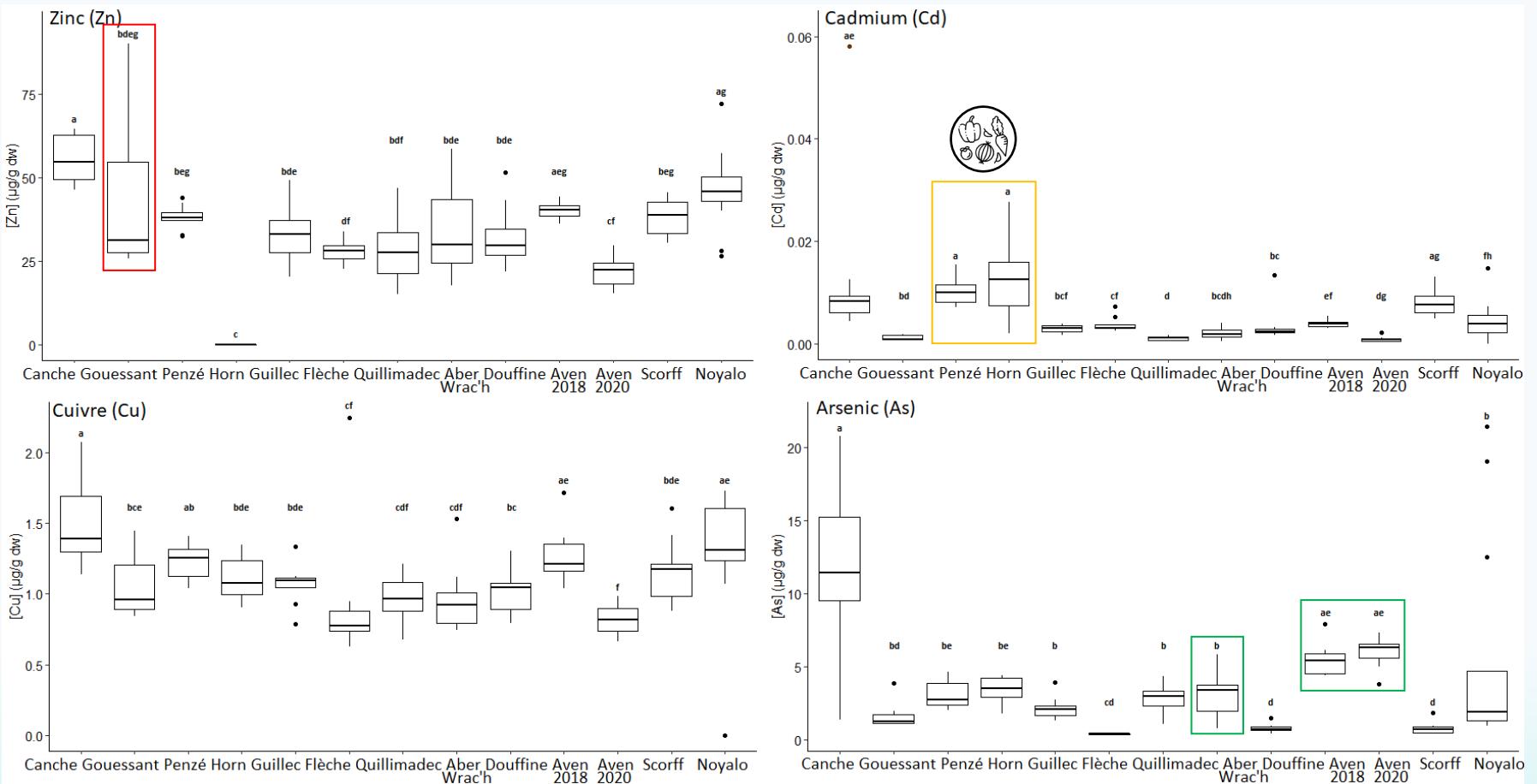
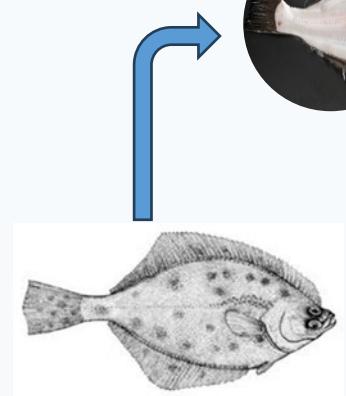
## Métaux dans les sédiments estuariens



- Anciennes activités minières ou carrières
- Activités portuaires & industrielles

# Chimie des polluants

## Métaux dans le muscle de poisson

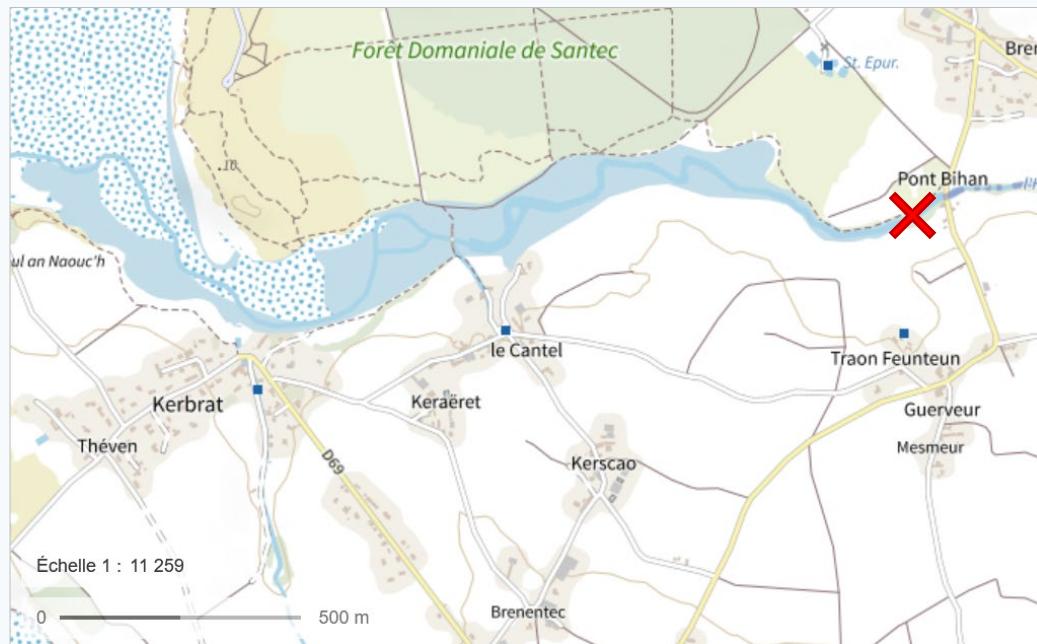


➔ Urbanisation, cultures légumières (engrais phosphatés), épandage de boues algales



**BIOLOGIE**  
*Mesures des réponses biologiques du flet*

## Echantillonnage des poissons



Echantillonnage  
dans la partie amont de l'estuaire  
(cas de l'Horn)

Pêche électrique  
Capture de flets juvéniles  
(7cm < LT < 10 cm)



Septembre-Octobre

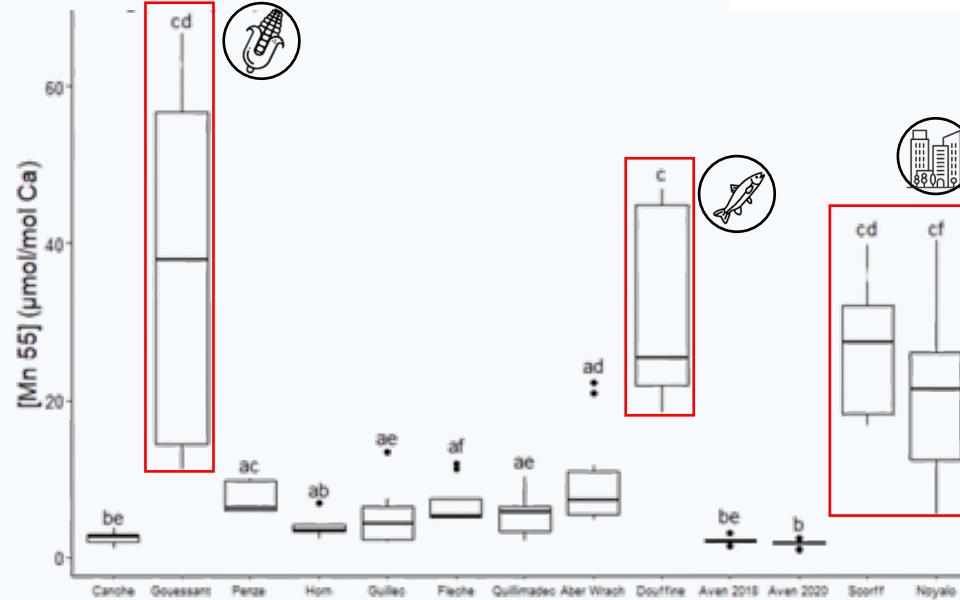
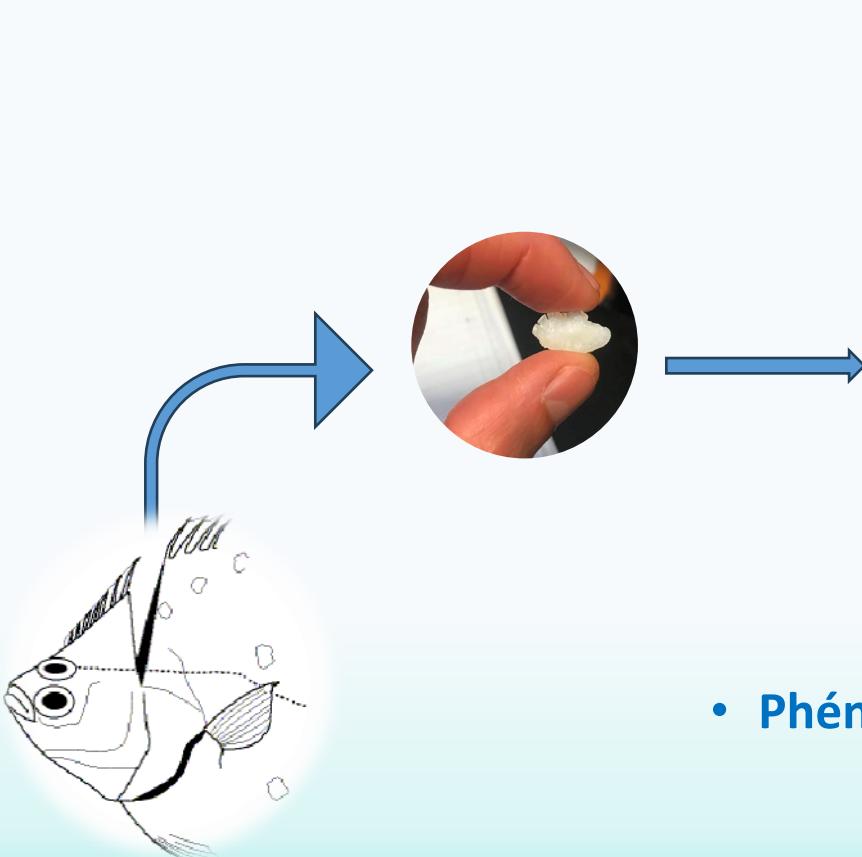
Analyses  
multi-biomarqueurs  
au laboratoire



Etat de santé  
du poisson dans les  
11 estuaires ?

# Biologie du Flet

## Dosage d'un élément trace le managanèse, dans l'otolithe

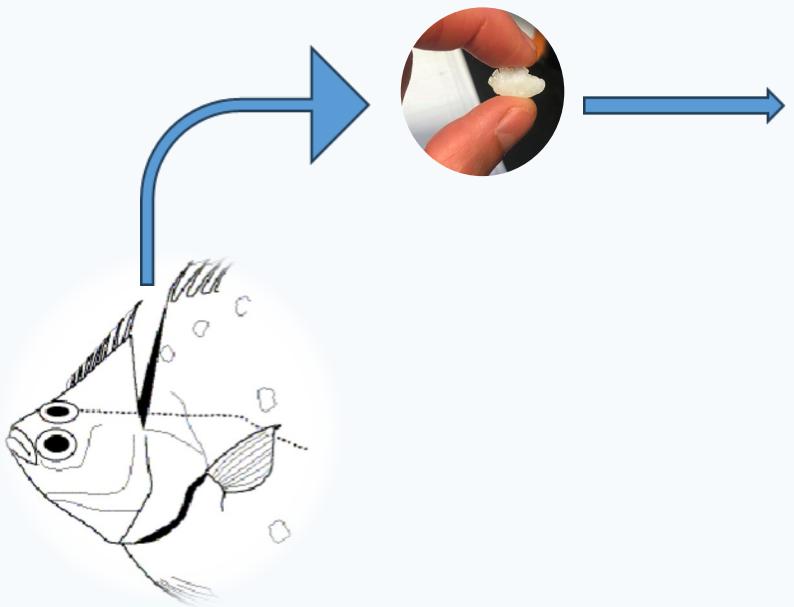


Otolithe de flet  
Photographie en lumière réfléchie  
(poisson âgé de plus de 4 hivers)

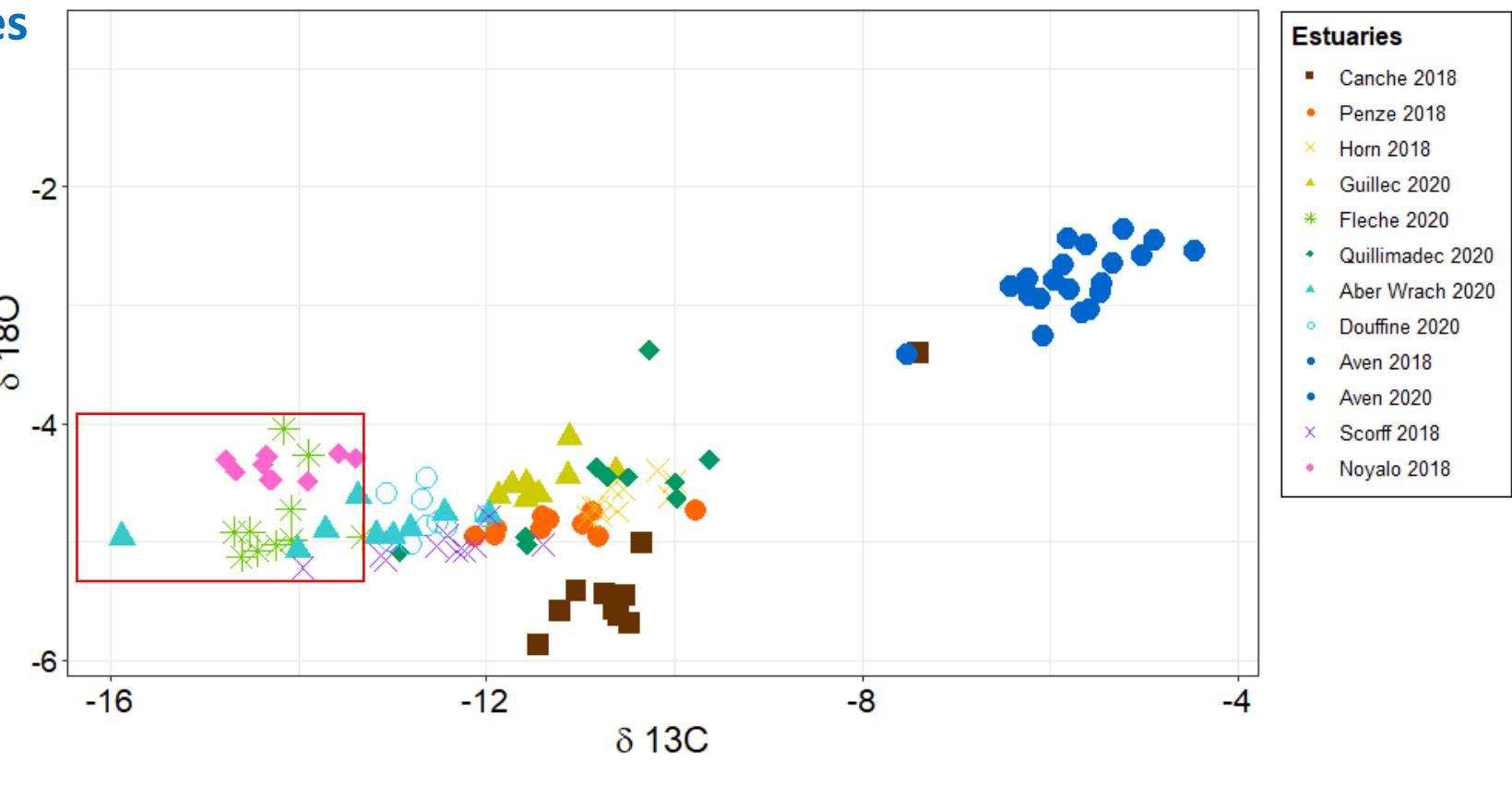
- Phénomènes hypoxiques marqués: Gouessant, Douffine, Scorff, Noyal

# Biologie du Flet

## Isotopes stables dans les otolithes



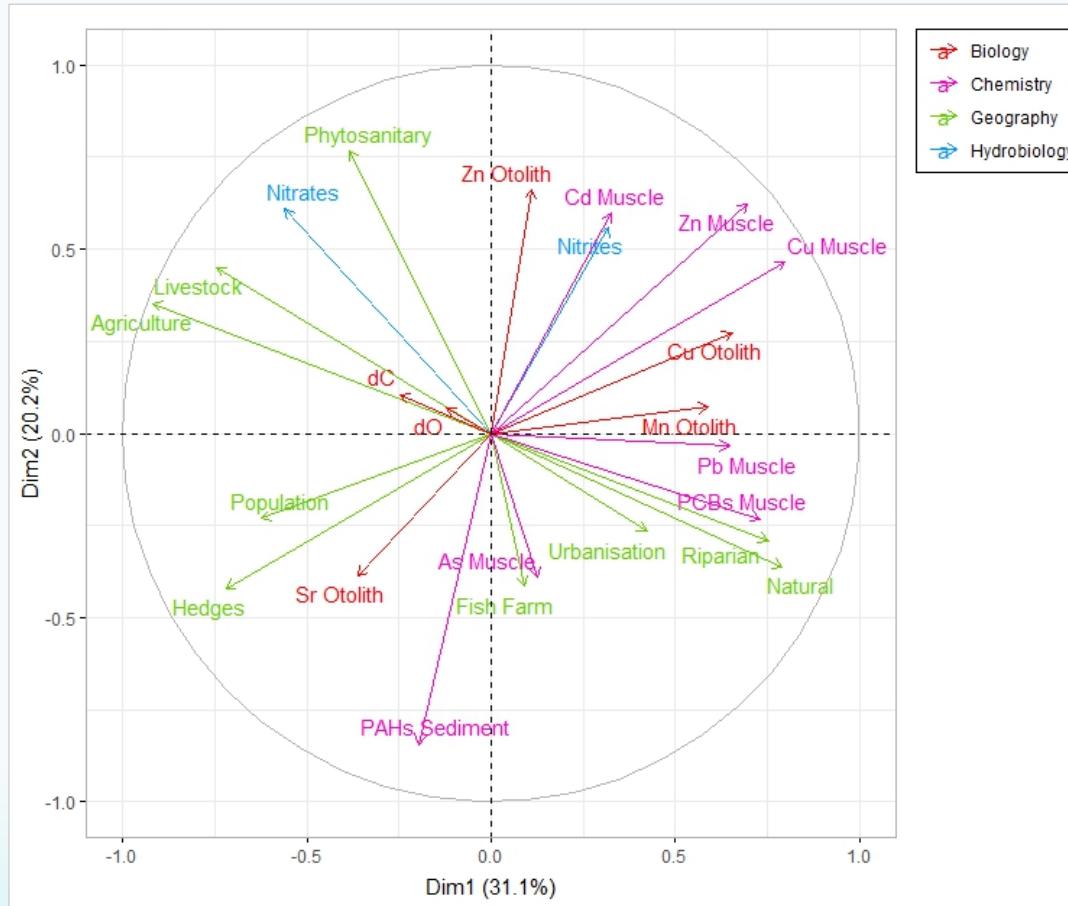
(a) Stable isotopes in otolithes



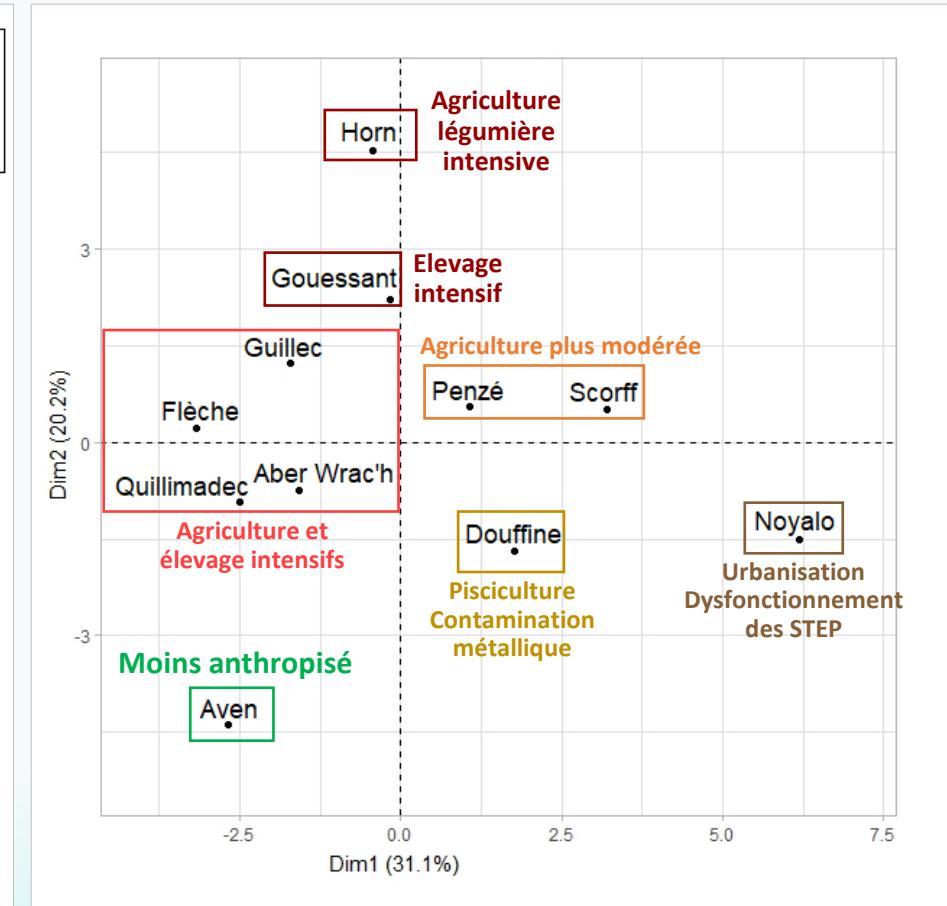
- $\delta^{13}\text{C}$  est un indicateur du métabolisme de routine du poisson (Chung et al., 2019)
- Valeurs très négatives du  $\delta^{13}\text{C}$  = activité métabolique du poisson très forte pour répondre au multistress (coût énergétique très élevé) : Flèche et Noyal

# Intégration des données

## Géographie, hydrobiologie, chimie et biologie



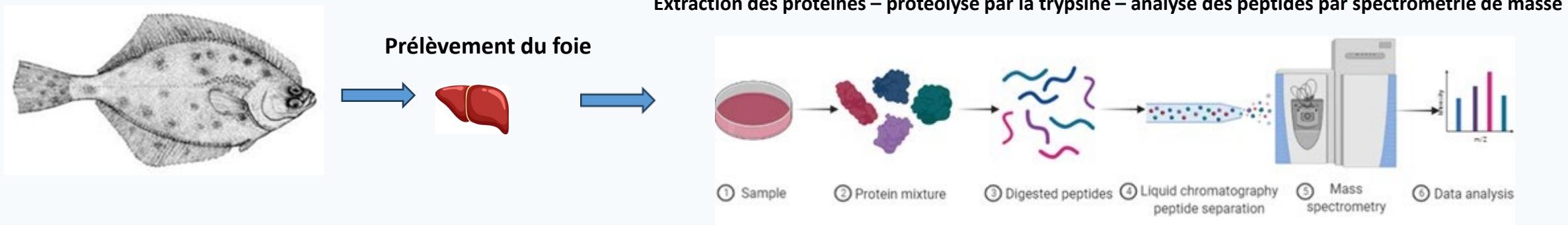
- Hiérarchiser les stresseurs



- Typologie précise des systèmes
- Système de référence = Aven

# Biologie moléculaire sur le flet

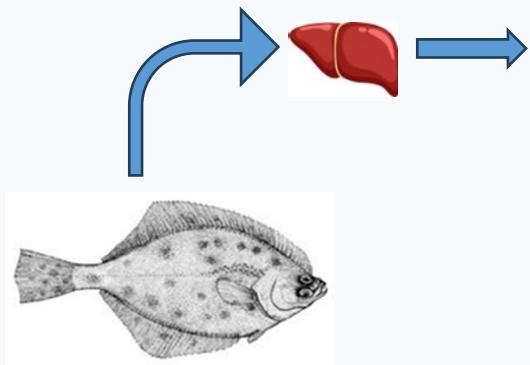
## Protéomique haut débit sur le foie du poisson (5 poissons analysés par estuaire)



- Identification & quantification de 800 protéines par poisson
- Comparaison de la quantité de chaque protéine estimée dans les 10 estuaires, relativement à l'Aven (estuaire de référence)
- Protéines dérégulées (+/-) dans chaque estuaire

# Biologie moléculaire sur le flet

## Protéomique sur le foie de Flet



Catégories	Gouessant	Penze	Horn	Guillec	Fleche	Quillimadec	Aber Wrac'h	Douffine	Scorff	Noyal
Détoxification	41	7	48	13	22	18	18	18	2	39
Système immunitaire	32	15	31	14	19	20	23	17	1	40
Réponses à l'hypoxie	7	6	8	3	6	6	3	4	7	10
Réponses au stress thermique	8	6	4	3	5	4	5	3	2	6
Cycle de l'urée	2	0	2	0	1	2	1	2	0	1
Métabolisme lipidique	13	1	6	5	6	10	12	10	0	9



## Protéines dérégulées

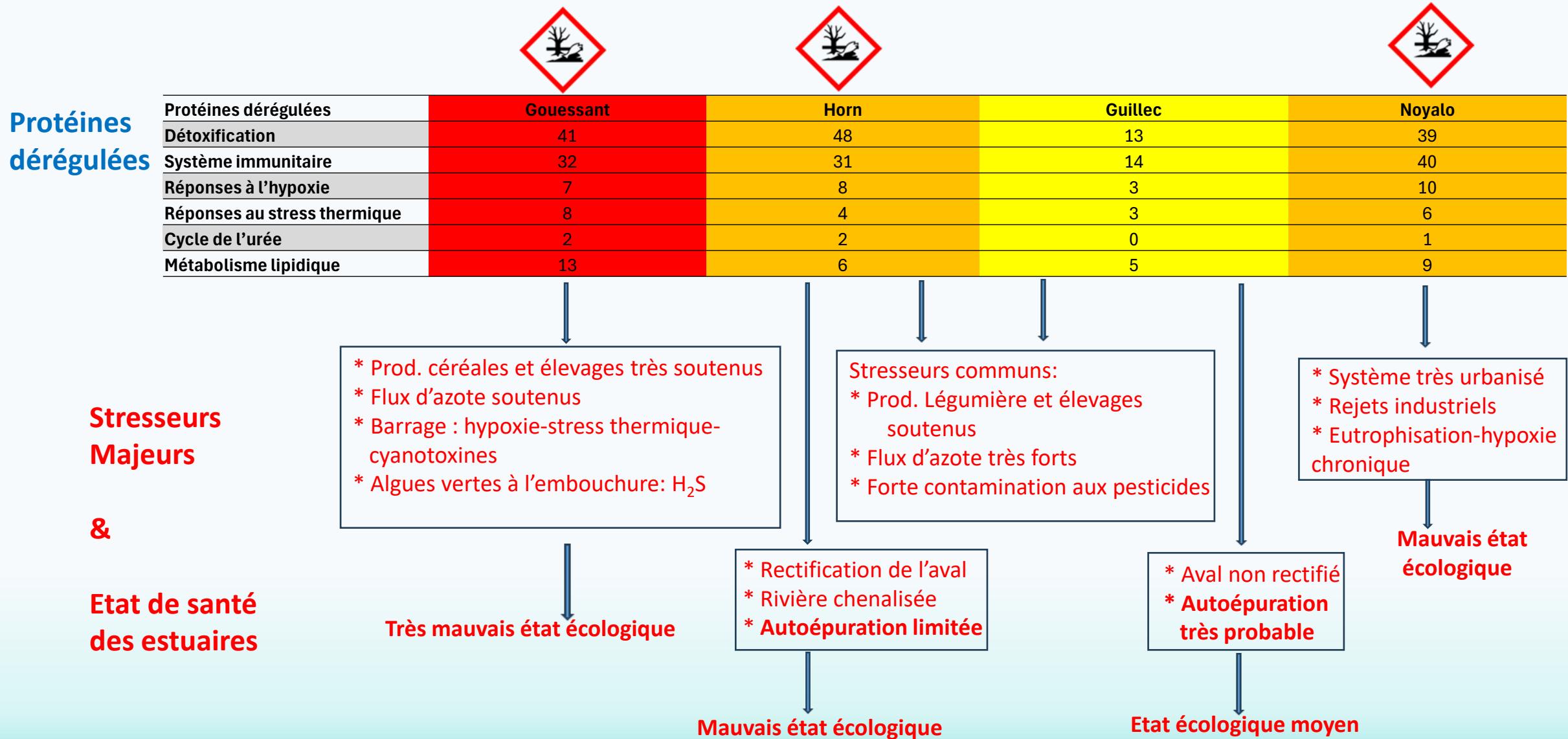
- Biotransformation des polluants organiques (hydrocarbures, pesticides, ...)
- Réponses anticorps et mémoire immunologique
- Estuaires fortement eutrophisés (baisse de l'oxygène dissous dans l'eau)
- Estuaires en aval de barrages (augmentation de la température de l'eau)
- Teneurs en  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  et  $\text{NO}_2^-$  fortes dans des sédiments présentant un déficit en oxygène
- Contamination chimique ou demande énergétique accrue

Sur- ou sous-expression  
des protéines  
mesurée dans les  
10 hydro-systèmes,  
relativement à l'Aven



**Focus sur les stresseurs majeurs et l'état de santé de certains hydrosystèmes bretons**

# Stresseurs majeurs et état de santé de certains hydrosystèmes bretons



## **(1) Perspectives sur la biosurveillance dans les fleuves côtiers bretons**

\* **Biosurveillance des hydrosystèmes optimisée dans ECOEST par :**

- choix des sites: estuaires à l'exutoire des bassins versants
- modèle biologique : largement distribué en Europe, très bon enregistreur de son environnement
- biomarqueurs physiologiques et moléculaires performants pour le diagnostic de l'état de santé du poisson

\* **Identification de métriques permettant le diagnostic écologique des hydrosystèmes (suivi des mesures de restauration sur les bassins versants, extension de ces travaux...).**

## **(2) Perspectives de recherche en cancérologie comparée : poissons vs mammifères**

\* Recherches très actuelles sur les mécanismes de défense vis-à-vis du cancer d'organismes exposés à des cocktails polluants complexes dans la nature (**l'homme partage 80% de ses gènes codants pour des protéines avec la souris, et 70 % avec le poisson**)

\* Flet : Lésions pré-tumorales communes au niveau du foie (foyers d'altération cellulaire sur les juvéniles : 27% des individus en Seine). Très peu de flets adultes développent des tumeurs bénignes ou malignes.... **Capacités de résistance du flet vis-à-vis du cancer...**

# Merci pour votre attention

Renouvellement de mes plus vifs remerciements à tous les acteurs du projet ECOEST

**Laroche J., Laurent J., Pichereau V., Le Floch S., Le Berre I., Armengaud J., Waeles M., Devin S., Hiliou J., Baric M., Rivallin A., Le Guern F. (2025).** Projet ECOEST : Diagnostic sur l'état écologique des estuaires bretons et production de marqueurs pour la gestion des hydrosystèmes. Rapport de recherche LEMAR-UBO & CEDRE, Agence de l'Eau Loire - Bretagne.

<https://www.creseb.fr/projet-ecoest-rapport-final/>