SESSION 2 – Qualité de l'eau en estuaire

11h30 – 11h50 : Multistress dans les eaux estuariennes & perturbations métaboliques chez les poissons : Le projet ECOEST

(Financement Agence de l'Eau Loire-Bretagne 2022-2025)



Jean Laroche (Professeur émérite, UBO-IUEM Plouzané) & Jennifer Laurent (Post-Doctorante, Université de Stockholm)

(UMR 6539 LEMAR – CEDRE – UMR 6554 LETG – Li2D CEA INRAe – UMR 7360 LIEC - INRAe Scorff -

SAGE: Léon-Trégor, Bas Léon, Aulne, Sud Cornouaille, BSEIL)

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

agence de l'eau Loire-Bretagne

UBO
Université de Bretagne Occidentale

SIVALODET

SMBSEIL

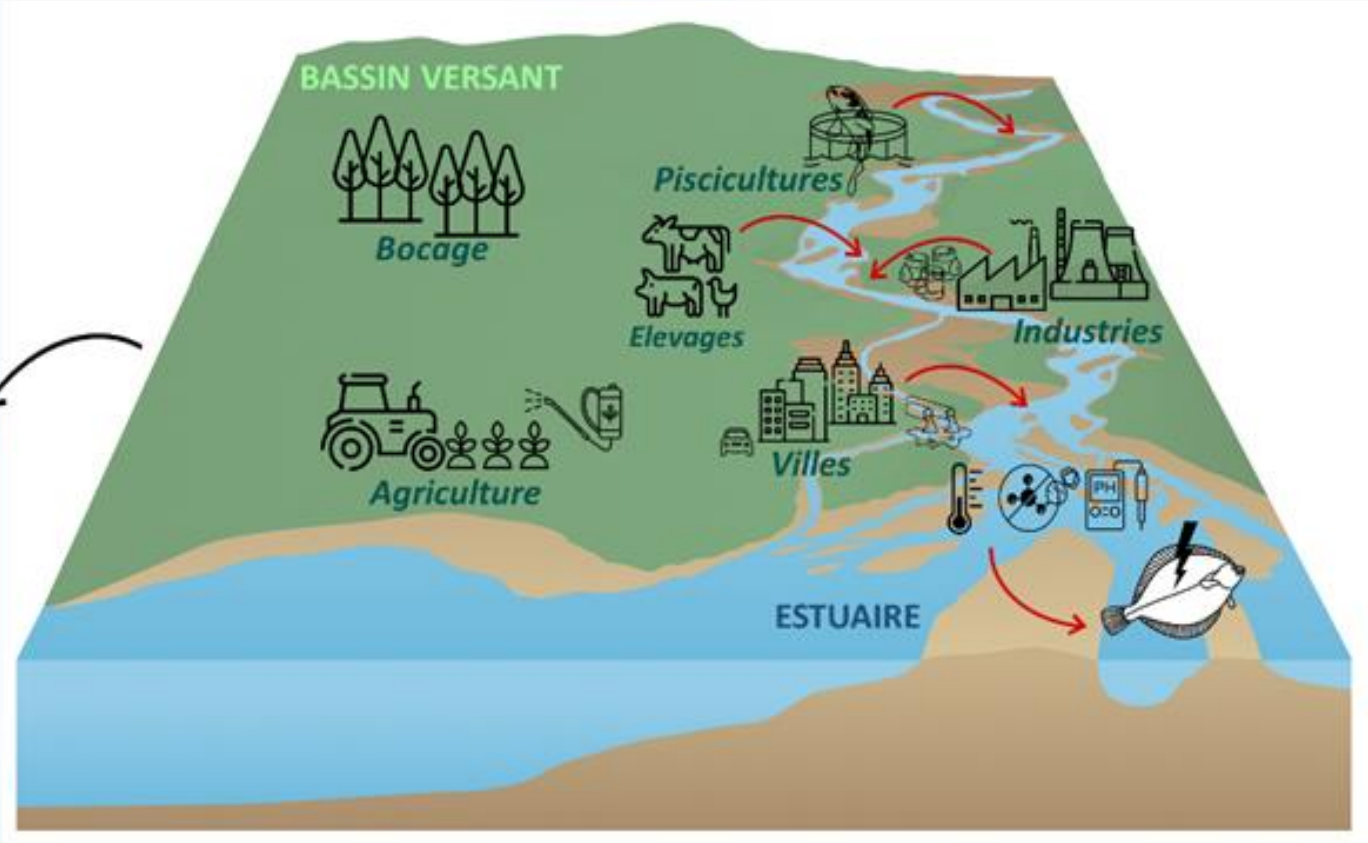
Stratégie générale du projet:
de l'identification des activités anthropiques sur le bassin versant, à la réponse du poisson dans l'estuaire

Du bassin versant à l'estuaire :

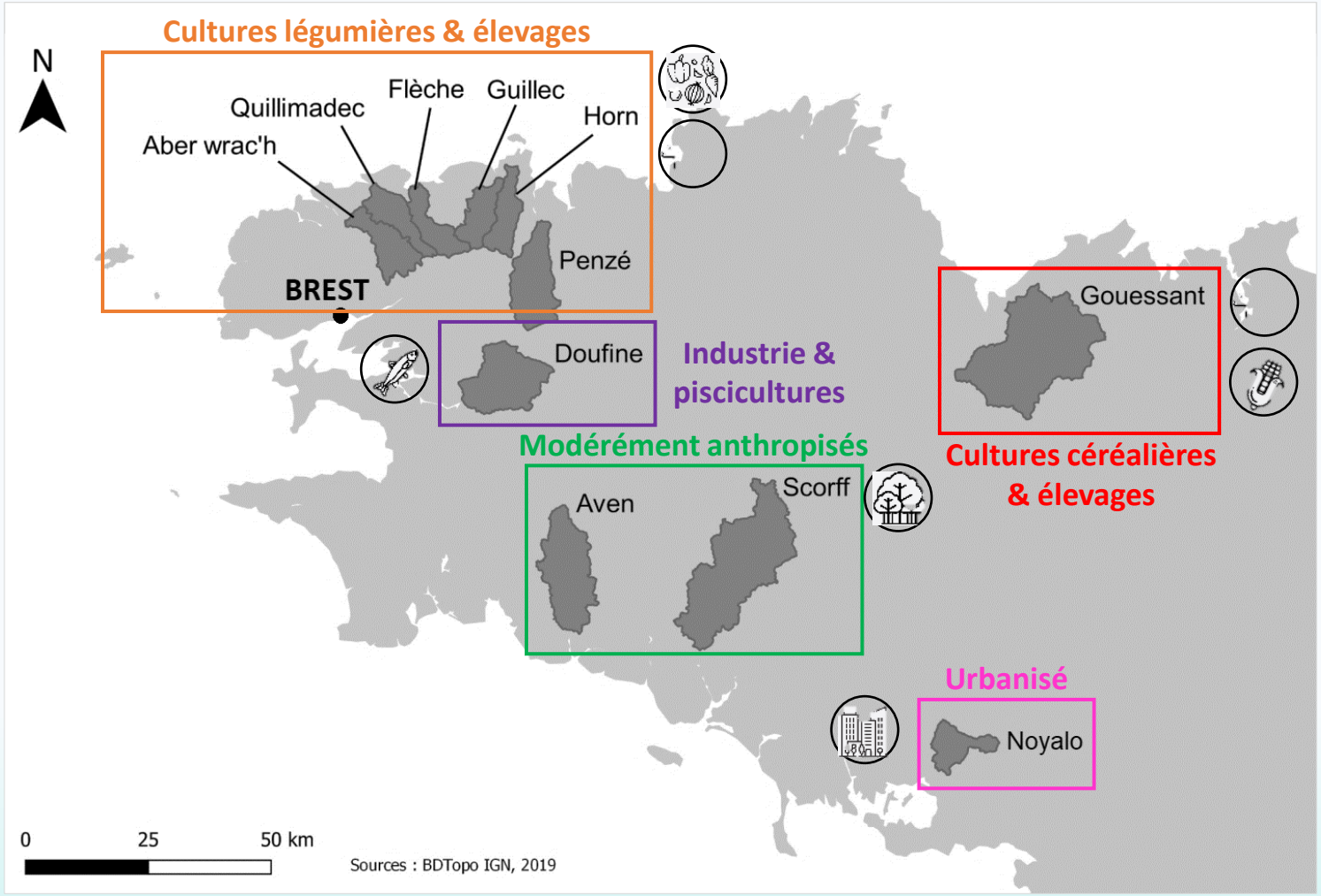
Identifier l'ensemble des altérations environnementales et leurs impacts sur le poisson

Approche multidisciplinaire

- Géographie
- Hydrobiologie
- Chimie
- Biologie
- Biologie moléculaire

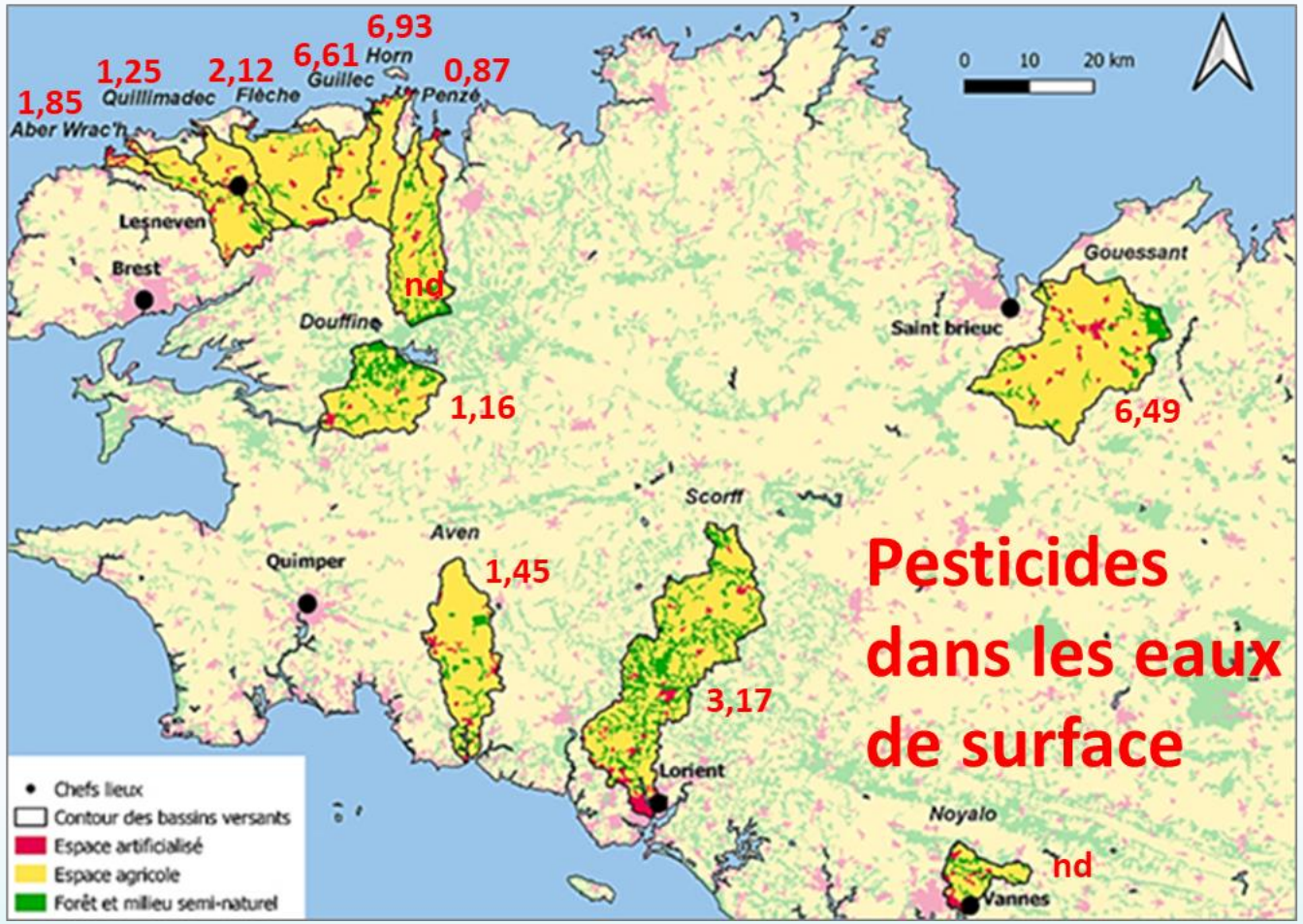


Usages des sols et pressions anthropiques dans les bassins versants (analyses SIG)



- 11 bassins versants de 70 à 400 km^2
- Activités anthropiques contrastées

Chimie des polluants: focus sur les pesticides analysés dans les eaux de surface



- **Métazachlore & Tébuconazole : déterminants du risque pesticide en lagunes méditerranéennes (Munaron et al 2022)**

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

$$1\ \mu g/L < Pesticides\ totaux < 7\ \mu g/L$$

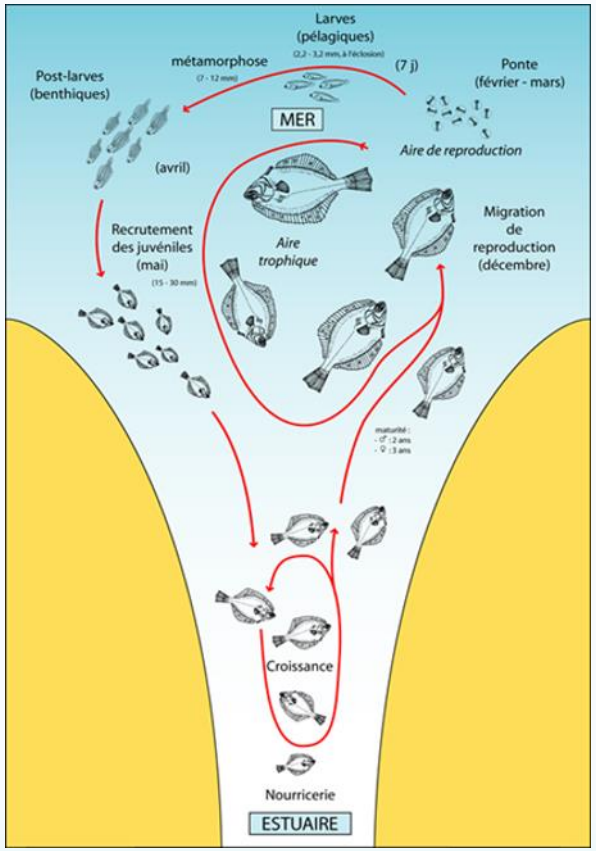
Herbicides dominants: **Métazachlore**, Métolachlore
Fongicides dominants: **Tébuconazole**, Boscalid

- Concentration médiane des pesticides totaux en France*: eaux de surface = 5 µg/L
- **Indice des pressions toxiques cumulées dans les eaux, augmente dans le Nord & Ouest de la France de 2008-2010 à 2020-2022***

- **Métazachlore altère la diversité planctonique (Impact sur les communautés planctoniques en zone côtière)**

* Haut-Commissariat à la Stratégie et au Plan (2025)

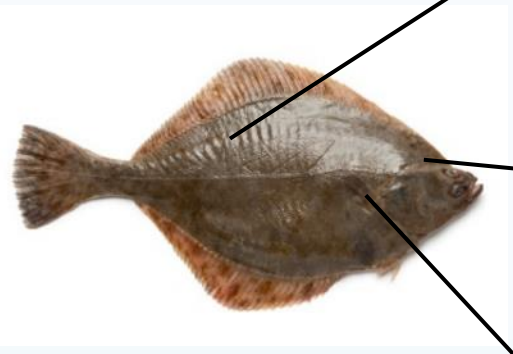
Cycle du poisson estuarien le flet, et prélèvements de tissus pour analyses chimiques et biologiques



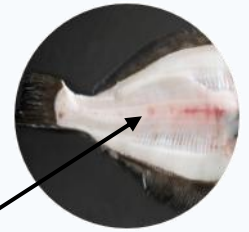
Cycle biologique du flet



Prélèvements de flets juvéniles (Lt = 10 cm) en septembre



Muscle (PAHs, PCBs, métaux)



Otolithes (Mn, δ ^{13}C)

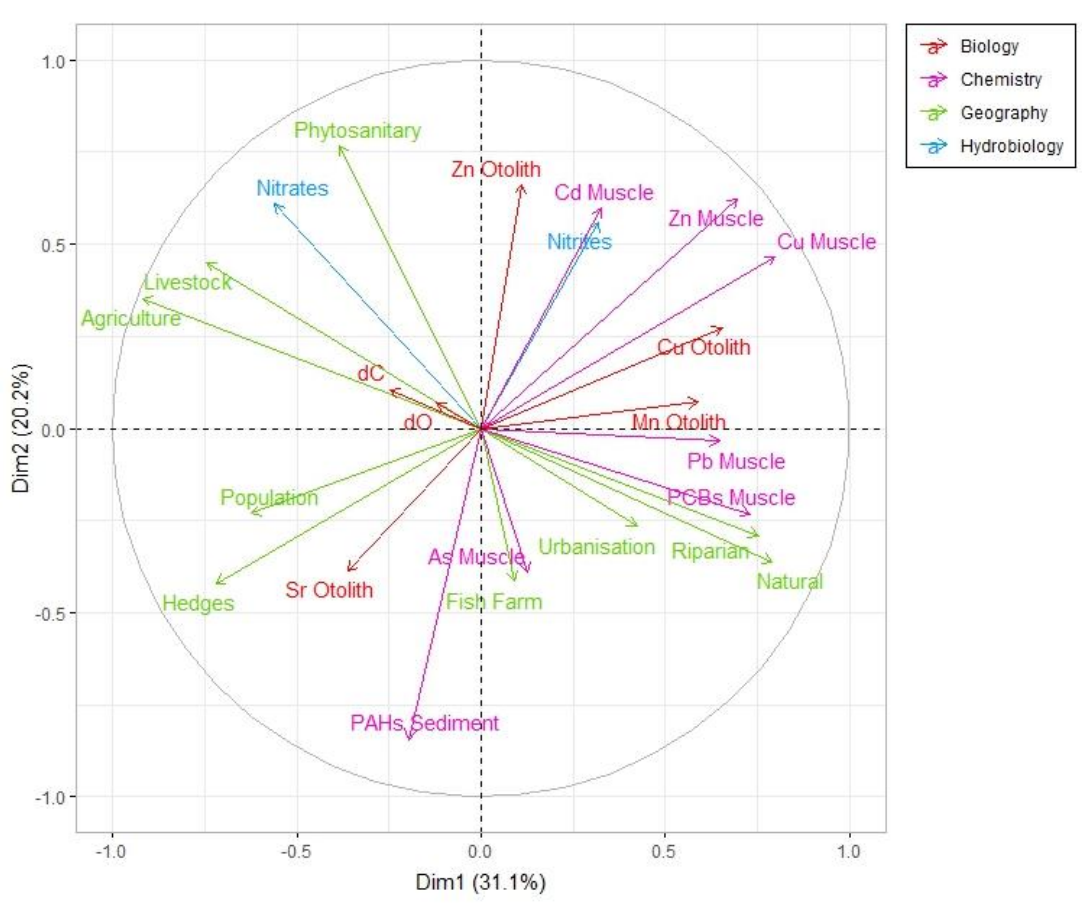


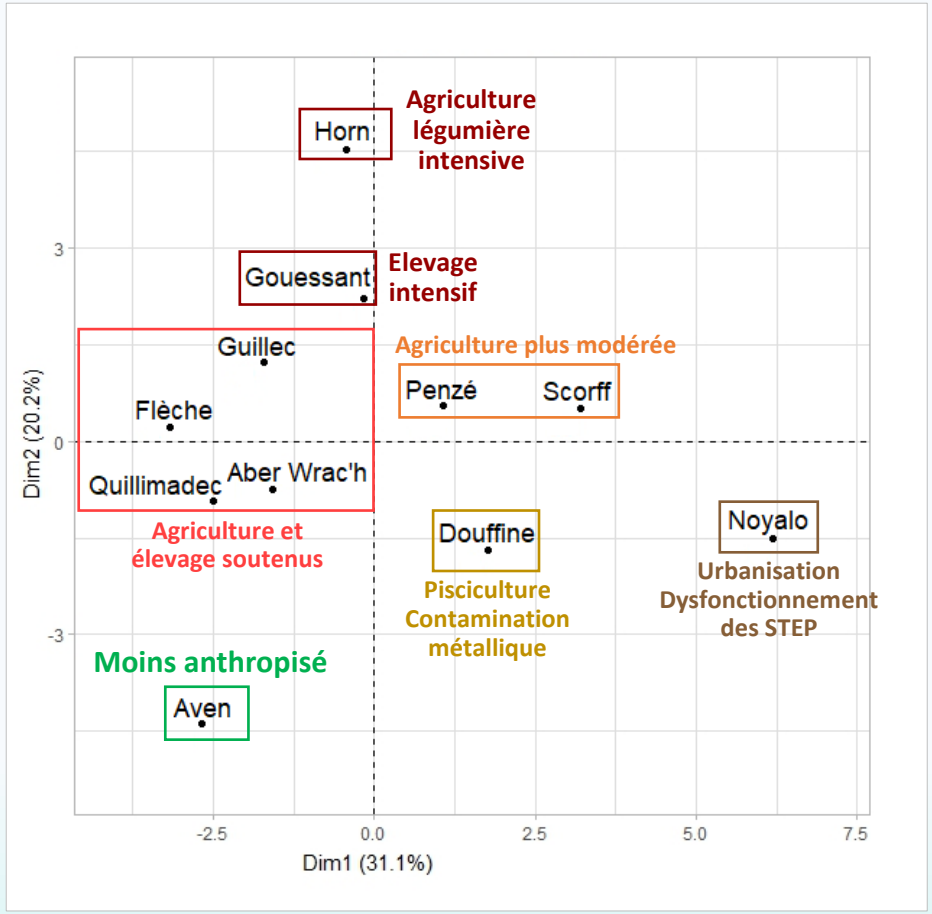


Foie (biologie moléculaire: Protéomique)

Intégration des données

Géographie, hydrobiologie, chimie et biologie

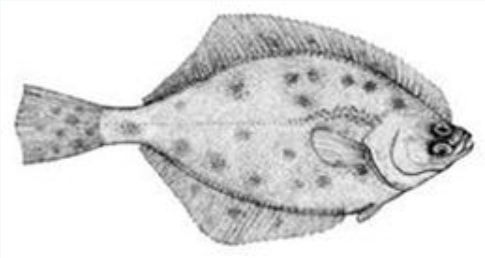




- Hiérarchiser les stresseurs
- Typologie précise des systèmes
- Système de référence = Aven

Biologie moléculaire sur le flet

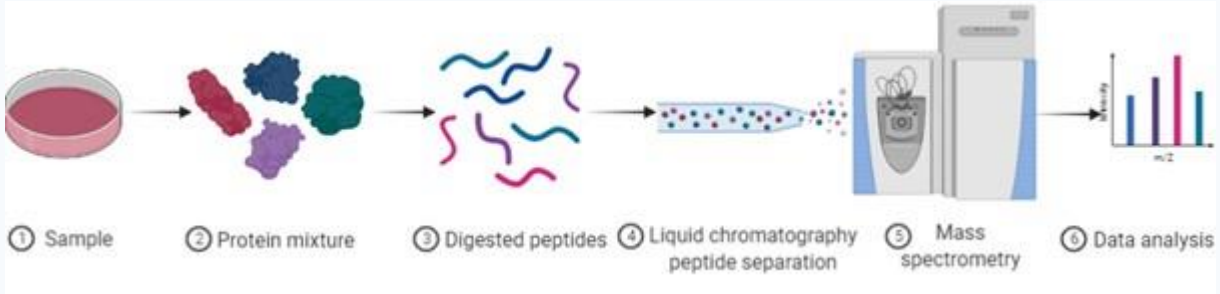
Protéomique haut débit sur le foie du poisson (5 poissons analysés par estuaire)



Prélèvement du foie



Extraction des protéines – protéolyse par la trypsine – analyse des peptides par spectrométrie de masse

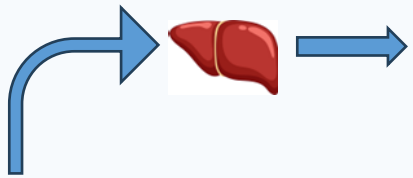


- **Identification & quantification** de 800 protéines par poisson
- **Comparaison** de la quantité de chaque protéine estimée dans les 10 estuaires, relativement à l'Aven (estuaire de référence)

- **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	Noyalo
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

sur- ou sous-expression de protéines *mesurée dans les 10 hydrosystèmes, relativement à l'Aven*

- ➔ **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 retenues (augmentation de la température de l'eau)**
- ➔ **Teneurs en NH_4^+, NO_3^- et NO_2^- fortes dans des sédiments présentant un déficit en oxygène**
- ➔ **Demande énergétique accrue**



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

Stresseurs majeurs et état de santé de certains hydrosystèmes bretons

Protéines dérégulées

Protéines dérégulées	Gouessant	Horn	Guillec	Noyalo
Détoxification	41	48	13	39
Système immunitaire	32	31	14	40
Réponses à l'hypoxie	7	8	3	10
Réponses au stress thermique	8	4	3	6
Cycle de l'urée	2	2	0	1
Métabolisme lipidique	13	6	5	9

Stresseurs Majeurs

&

Etat de santé des estuaires

* Prod. céréales et élevages très soutenus
* Flux d'azote et phosphore élevés
* Barrage : hypoxie-stress thermique-cyanotoxines
* Algues vertes à l'embouchure: H_2S

Très mauvais état écologique

Stresseurs communs:
* Prod. Légumière et élevages soutenus
* Flux d'azote très forts
* Forte contamination aux pesticides

*** Aval : Remblais zone humide & Endiguement**
*** Autoépuration limitée**

Mauvais état écologique

*** Aval : profil moins impacté**
*** Autoépuration probable**

Etat écologique moyen

* Système très urbanisé
* Rejets industriels
* Eutrophisation-hypoxie chronique

Mauvais état écologique

Perspectives de nouveaux travaux

(1) biosurveillance dans les fleuves côtiers bretons par le modèle flet





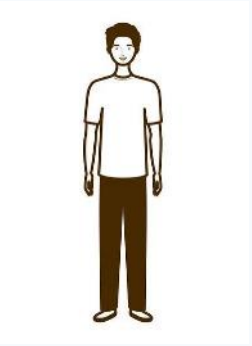
Biosurveillance des hydrosystèmes renforcée par :

- le suivi du flet, espèce sentinelle à l'exutoire des bassins versants
- l'analyse de biomarqueurs physiologiques et moléculaires du flet, pour le diagnostic de l'état de santé des estuaires

(2) Nouveau projet en pathologie comparée : flet *vs* homme



VS



Projet DEMOFOIE (financement UBO 2026-2027): « Dérégulations moléculaires et histopathologie du foie chez un poisson estuarien, le flet - Le modèle poisson face aux génotoxiques nous éclaire t'il sur la cancérisation chez l'homme ? »

LEMAR UMR 6539 (IUEM Plouzané) & CHU de Brest (cancérologie - anatomo cytopathologie – radiologie)

- effets des cocktails polluants sur le vivant dans les milieux naturels ?
  approche collaborative entre les travaux en santé humaine et sur les modèles animaux dans les écosystèmes

- altérations moléculaires lourdes sur le foie de flet en milieux très pollués, considérées chez l'homme comme des biomarqueurs de désordre immunologiques majeurs, ou pouvant être associées à des cancers aggravés

Exploration des altérations mais aussi des mécanismes de défense du poisson exposé aux génotoxiques, dans les hydrosystèmes bretons.

Merci pour votre attention

Renouvellement de mes plus vifs remerciements à tous les acteurs du projet ECOEST & à L'Agence de l'Eau Loire-Bretagne

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/