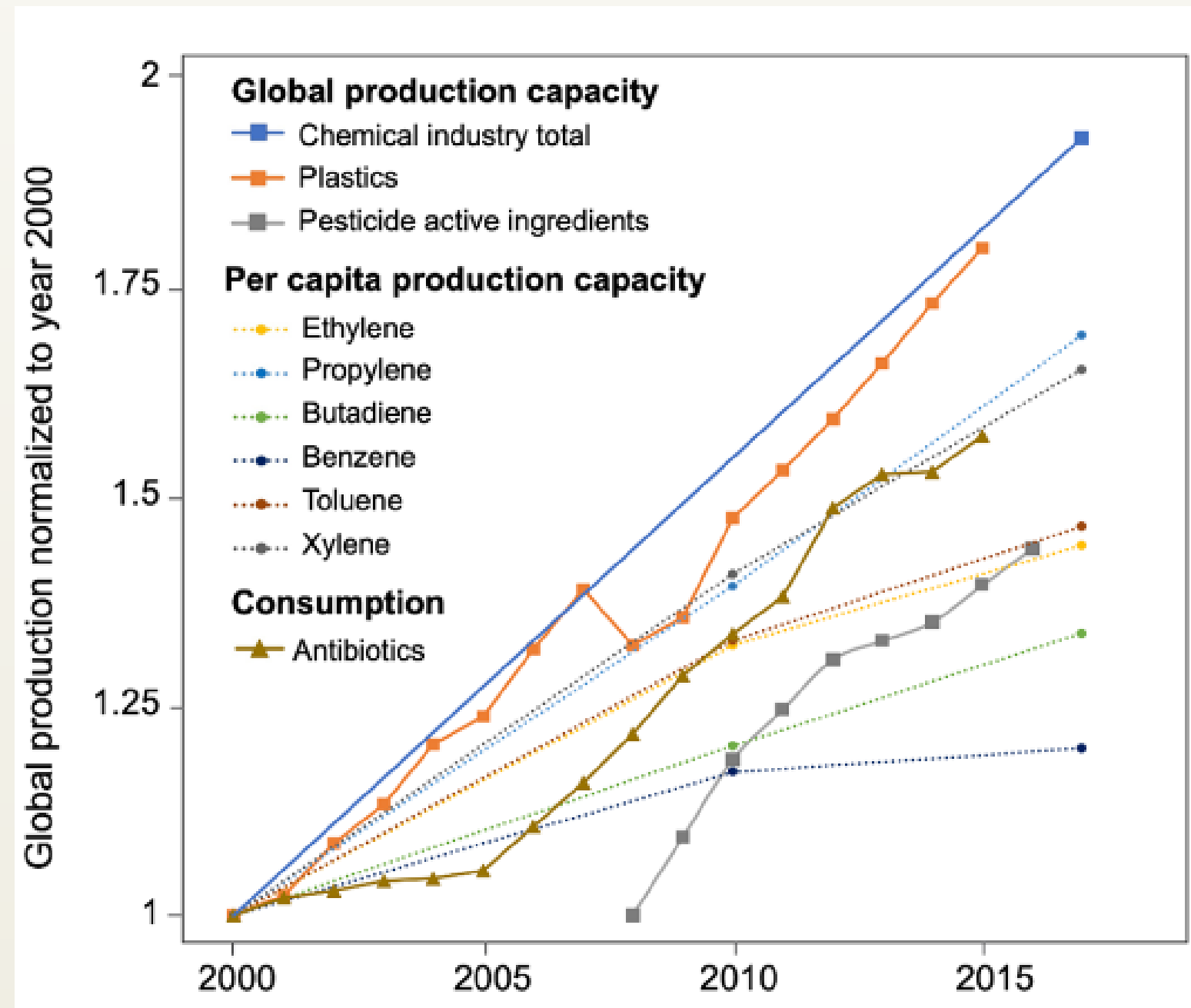


S'adapter et s'acclimater : comment les poissons et leurs parasites font face à la pollution émergente

*Léa Wagner,
sous la direction d'Aurélie Goutte*

LES NOUVELLES ENTITÉS



(Persson et al. 2022)

- Production **multipliée par 50** depuis 1950
- **350 000** substances ou mélanges
- Substances **actives : pesticides, pharmaceutiques...**



Quels effets sur les organismes exposés ?

CONTAMINATION DE L'ENVIRONNEMENT



- Rejets hospitaliers/urbains
- Mauvais raccordements au réseau d'assainissement
- Diffusion dans les sols
- Traitements vétérinaires

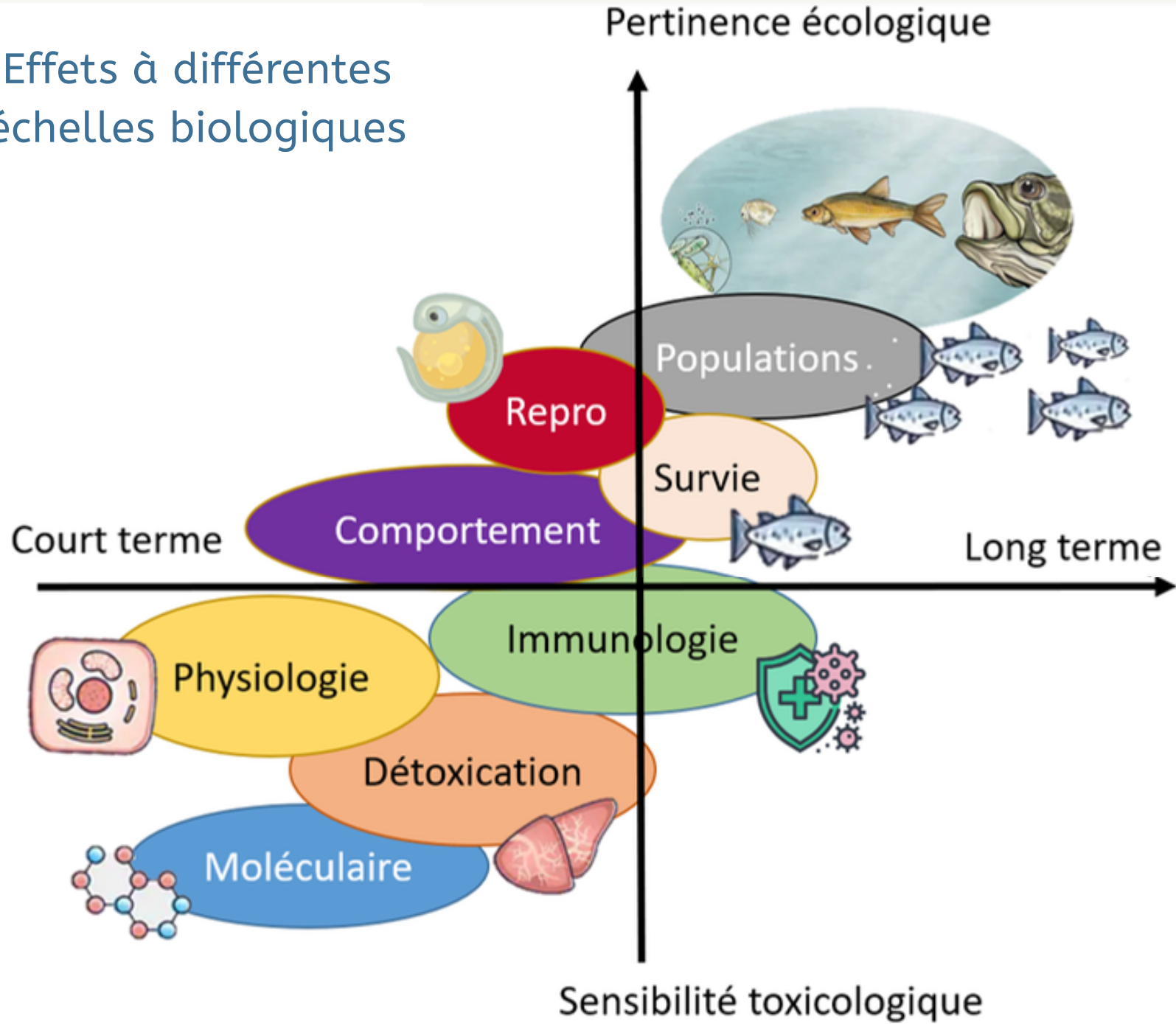
→ Polluants partiellement éliminés dans les stations d'épurations

Concentrations en dizaine jusqu'à centaine de ng/L
Certains pics en $\mu\text{g/L}$ (Metformine)

(Agence de l'eau Seine-Normandie, 2026)

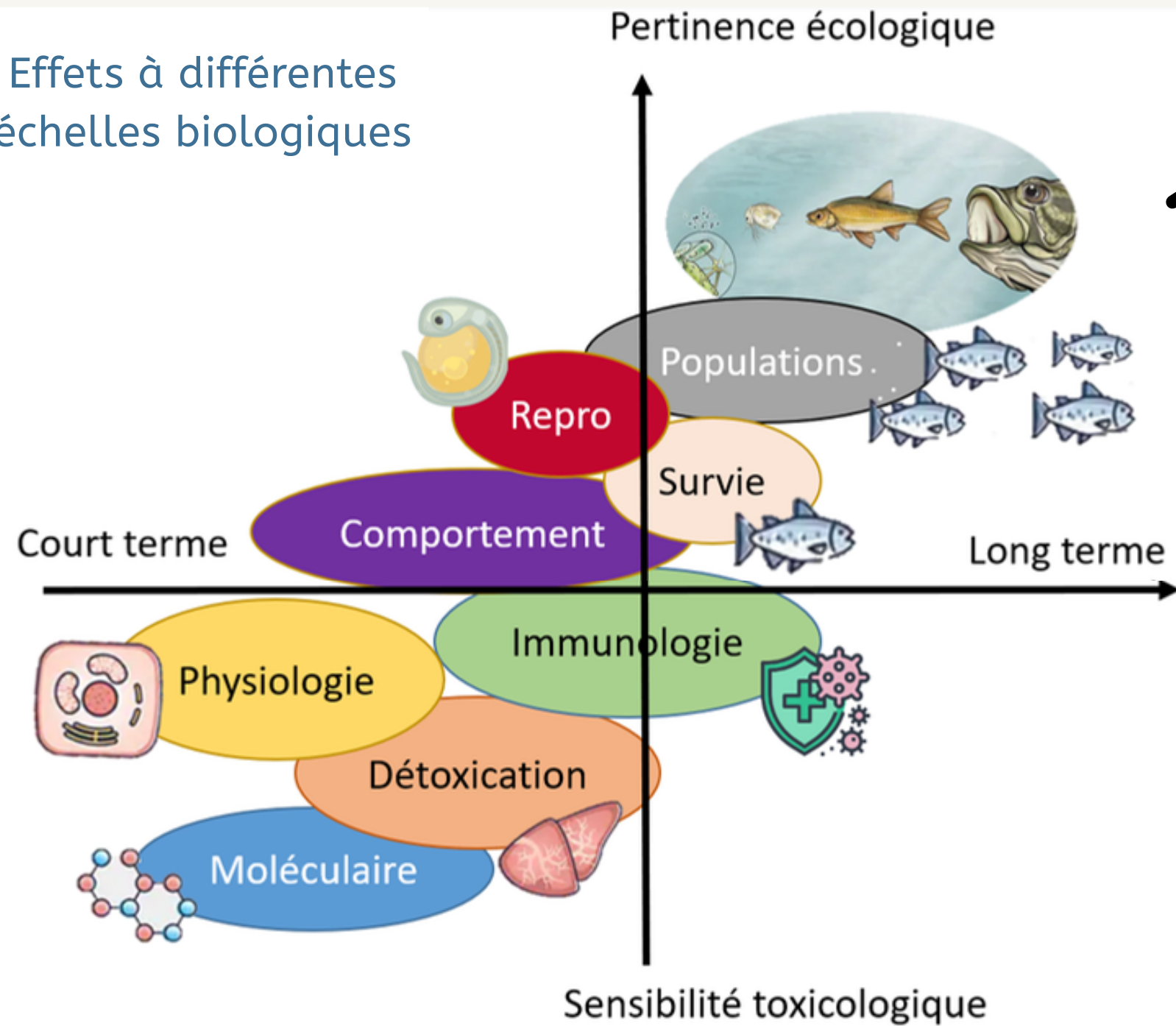
LES EFFETS DES POLLUANTS

Effets à différentes échelles biologiques

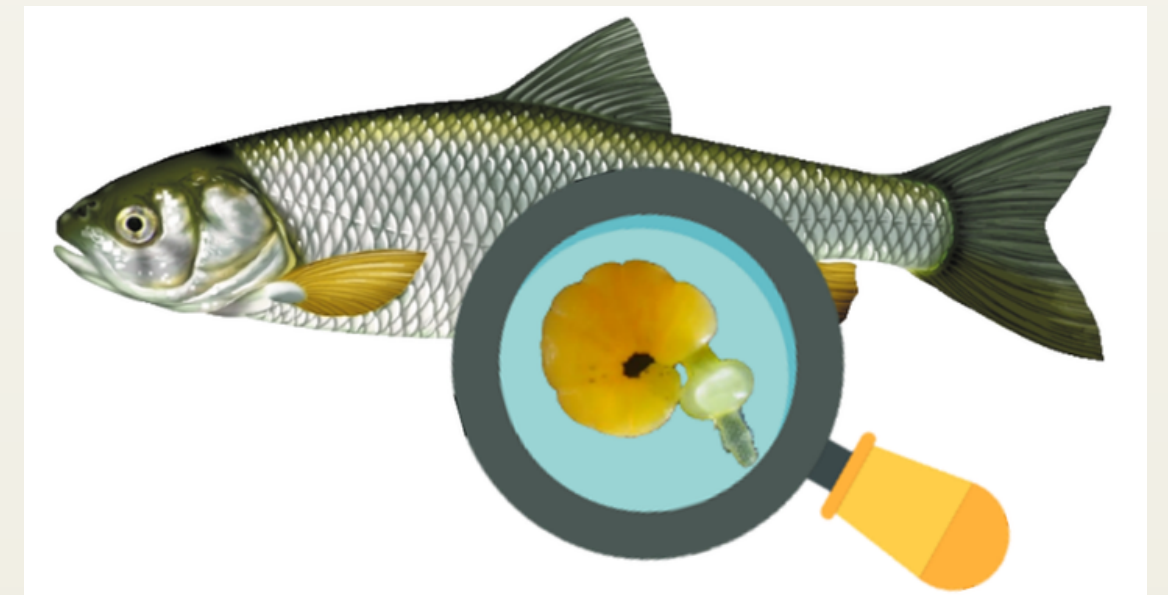


LES EFFETS DES POLLUANTS

Effets à différentes
échelles biologiques

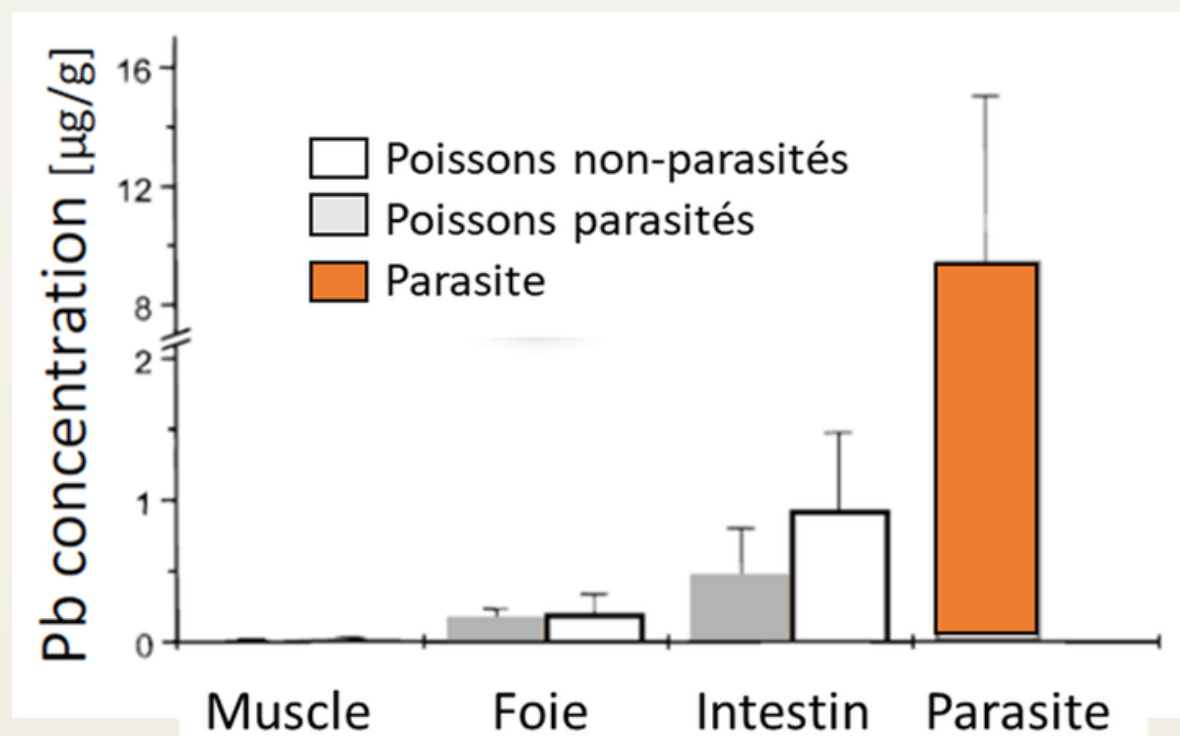


Et les
interactions ?



INTERACTIONS HÔTES- PARASITES-POLLUANTS

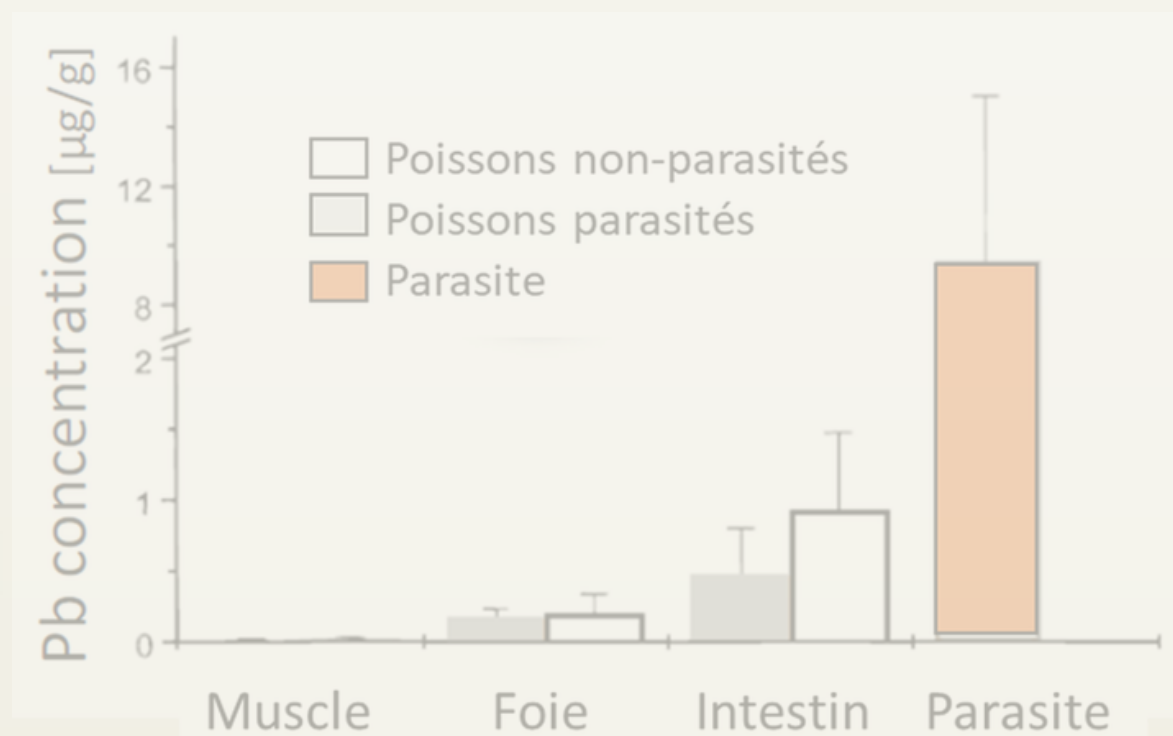
Niveau de **Plomb** < dans les
poissons **parasités**



(Sures et Siddall, 1999)

INTERACTIONS HÔTES-PARASITES-POLLUANTS

Niveau de **Plomb** < dans les poissons **parasités**



(Sures et Siddall, 1999)

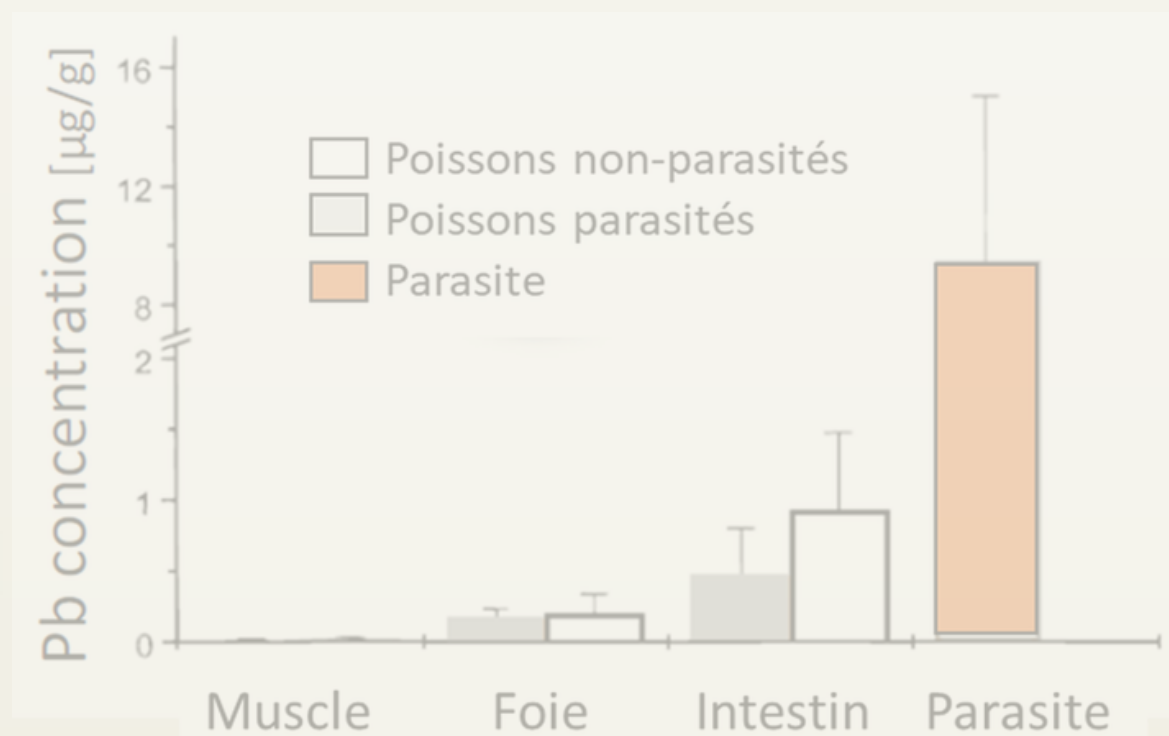


Paracétamol :

- Grande fréquence de détection au niveau mondial
- La plus forte concentration détectée (227 µg/L) dans l'eau (Wilkinson et al. 2021)

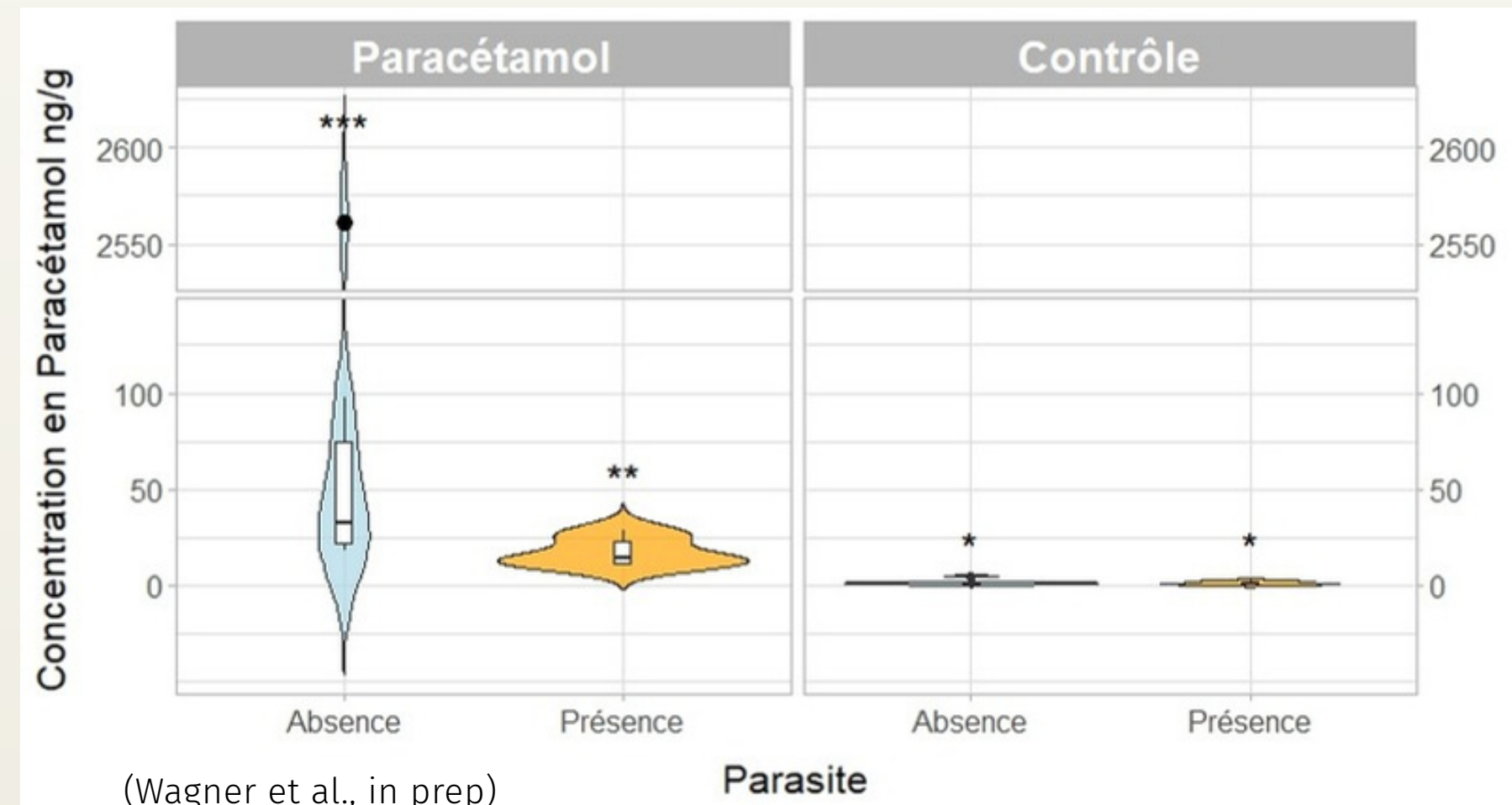
INTERACTIONS HÔTES-PARASITES-POLLUANTS

Niveau de **Plomb** < dans les poissons **parasités**



(Sures et Siddall, 1999)

Niveau de **Paracétamol** < dans les poissons **parasités**

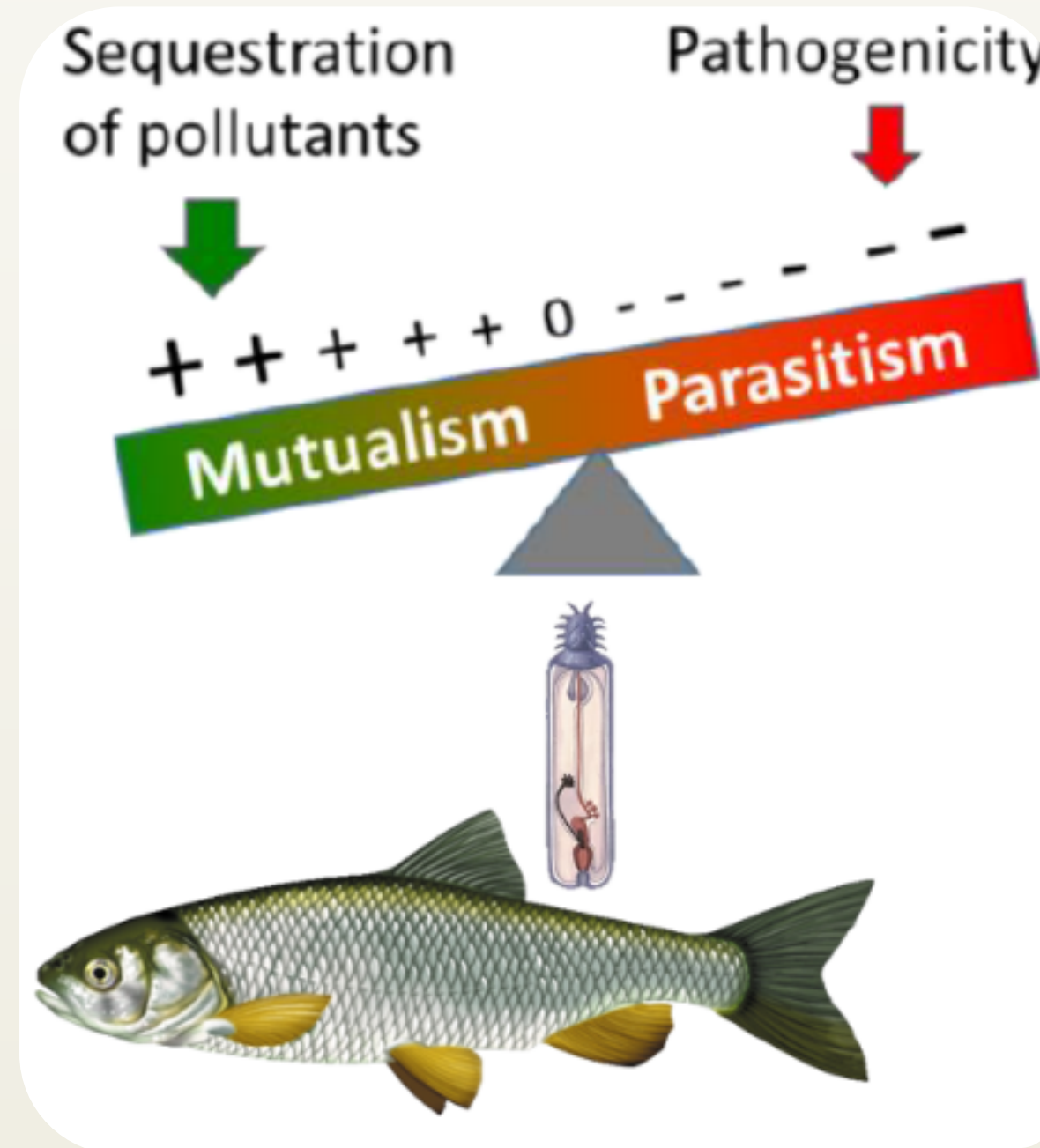


(Wagner et al., in prep)

INTERACTIONS HÔTES-PARASITES-POLLUANTS

Séquestration des polluants par les parasites :

Effets biologiques sur le poisson et le parasite ?
→ projet ANR HELP



Molbert and Goutte 2022

Du parasitisme vers du mutualisme ?

Effets bénéfiques > effets délétères ?

ASPECT ÉVOLUTIF ?

Evaluer les **adaptations** locales des **chevesnes** et de leurs **parasites** à la **contamination** passée et actuelle



ASPECT ÉVOLUTIF ?

Evaluer les **adaptations** locales des **chevesnes** et de leurs **parasites** à la **contamination** passée et actuelle



Hypothèses

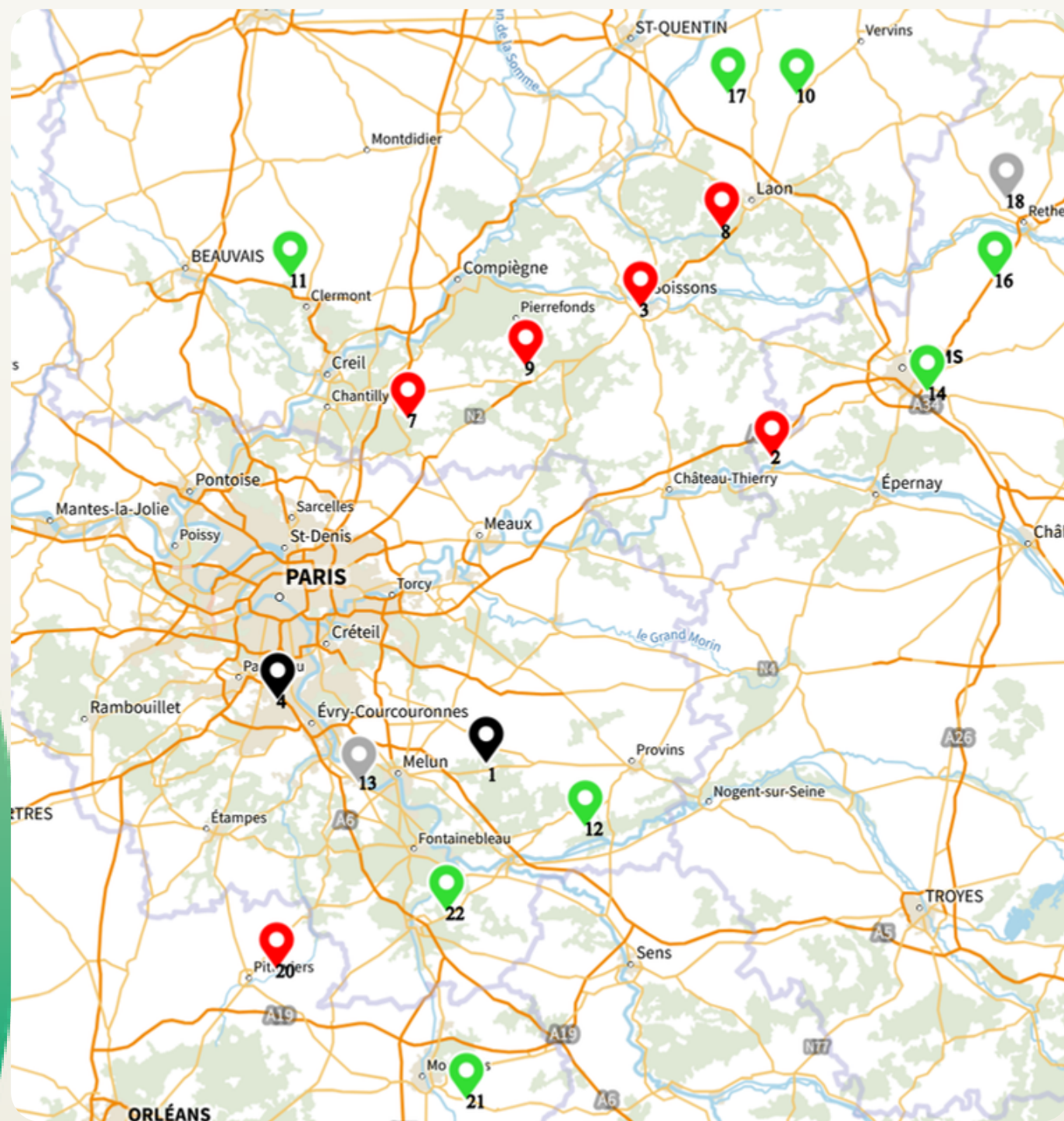
Gènes de résistance chez les poissons et parasites selon la pollution historique



Plasticité phénotypique des individus



SÉLECTION DES SITES DE PÊCHE



Historiquement très contaminé



Historiquement peu contaminé

NAADES
Données sur la qualité des eaux de surface

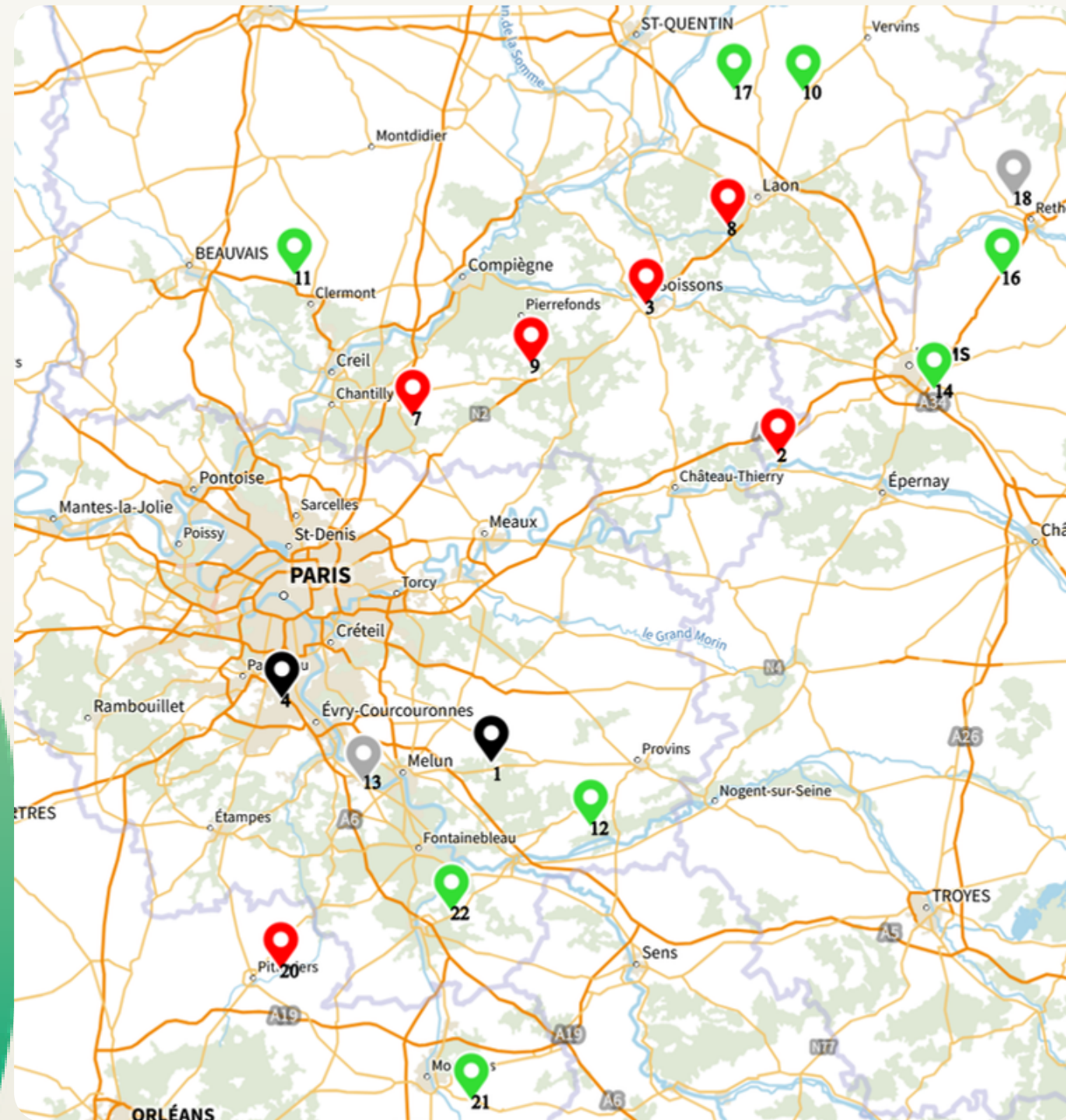


OBSERVATOIRE DES POISSONS
DU BASSIN SEINE NORMANDIE

Un outil au service des milieux aquatiques

- Base de données de la contamination du bassin versant de la Seine
- présence de chevesnes

SÉLECTION DES SITES DE PÊCHE



Historiquement très contaminé



Historiquement peu contaminé

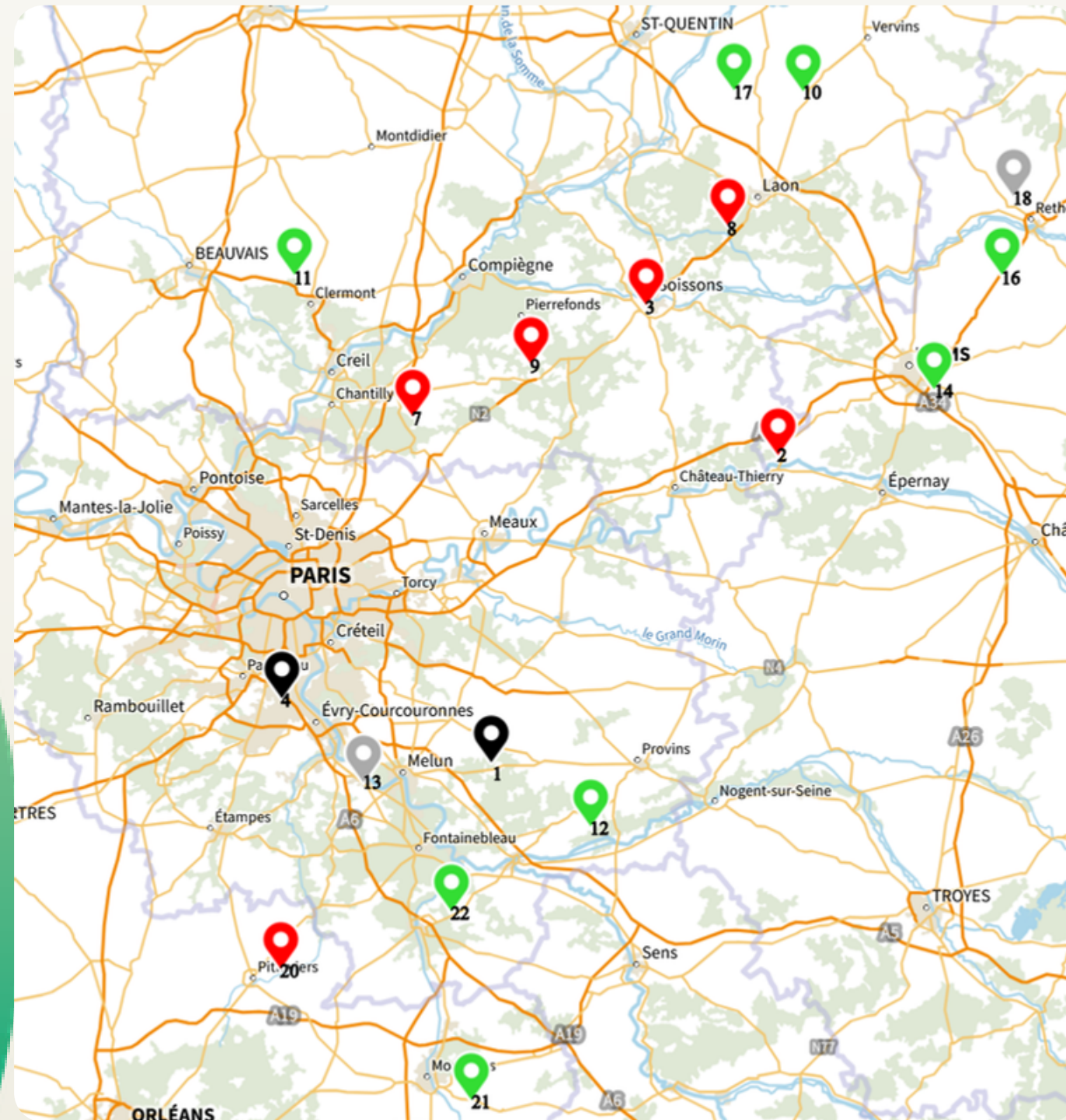


- Base de données de la contamination du bassin versant de la Seine
- présence de chevesnes

12 sites sélectionnés
historiquement très pollués
et peu/pas pollués

- Selon 3 molécules principales :
- paracétamol
 - tramadol
 - diclofenac
- (Lorrain et al. 2026)

SÉLECTION DES SITES DE PÊCHE



Historiquement très contaminé



Historiquement peu contaminé



- Base de données de la contamination du bassin versant de la Seine
- présence de chevesnes

12 sites sélectionnés
historiquement très pollués
et peu/pas pollués

- Selon 3 molécules principales :
- paracétamol
 - tramadol
 - diclofenac
- (Lorrain et al. 2026)



Identifier des **gènes de résistance**
face à une pollution historique

→ Adaptation locale à la pollution

LES MODÈLES D'ÉTUDES



Chevesne commun (*Squalius cephalus*)

- Espèce autochtone
- Accumulation et tolérance des polluants
- Précédentes études

LES MODÈLES D'ÉTUDES



Chevesne commun (*Squalius cephalus*)

- Espèce autochtone
- Accumulation et tolérance des polluants
- Précédentes études



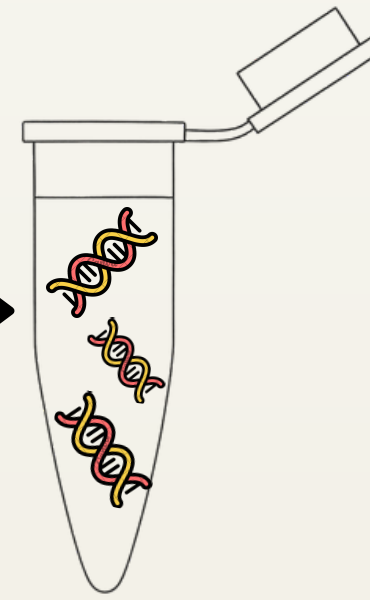
Parasites acanthocéphales
(*Pomphorhynchus laevis*.)

- Tête épineuse
- Cycle de vie complexe

1: DIFFÉRENCES GÉNÉTIQUES ?

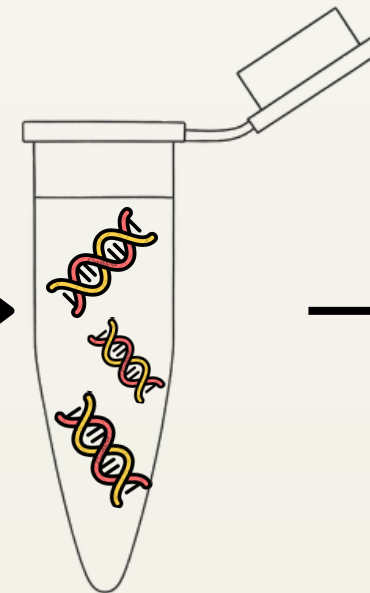


1: DIFFÉRENCES GÉNÉTIQUES ?



Extraction de l'ADN à partir
de la nageoire pelvienne

1: DIFFÉRENCES GÉNÉTIQUES ?



Extraction de l'ADN à partir
de la nageoire pelvienne



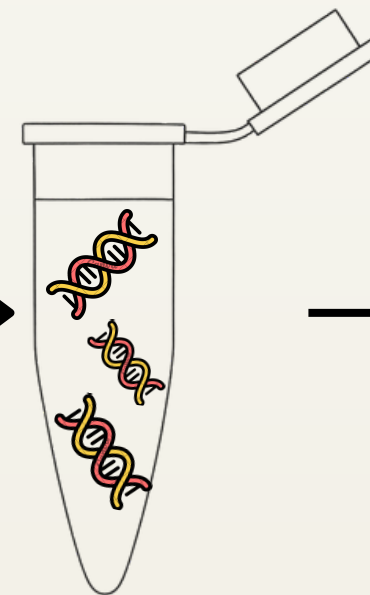
```
GGCAAAAGCAAGC  
TGAACCGAAAAATAA  
CAAACTGGGGC  
TGAGGGGTGGAACACTAC  
GATGCGCAGACATGG  
GCCAGAGCGCATTCCCC  
TGCCCCAGGCAAATTCG  
GCGCTCACTGCGTCCCCG  
CAGGCACTGACCTTA  
CAAGACTACTTGCCCCA  
GACTCCTGGGGCTGGA  
TGGGAATTTAGTCTCC  
TAAAGAGTTGTACG
```

Séquençage pour la
recherche de gènes de
résistance

1: DIFFÉRENCES GÉNÉTIQUES ?



Mesure de la longueur
des télomères



Extraction de l'ADN à partir
de la nageoire pelvienne



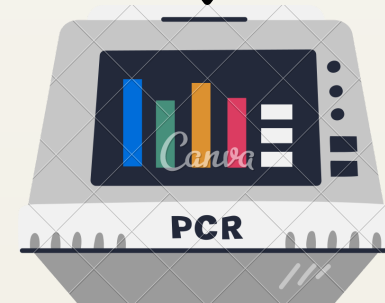
```
GGCAAAGCAAGC  
TGAACCGAAAAATAA  
CAAACTGGGGC  
TGAGGGGTGGAACACTAC  
GATGCGCAGACATGG  
GCCAGAGCGCATTTCCTCC  
TGCCCGAGGCAAATTG  
GCGCTCACTGCGTCCCG  
CAGGCGCTGACCTTA  
CAAGACTACTTGCCCA  
GACTCCTGGGGCTGGA  
TGGGAATTTAGTCTCC  
TAAAGAGTTGTACG
```

Séquençage pour la
recherche de gènes de
résistance

1: DIFFÉRENCES GÉNÉTIQUES ?

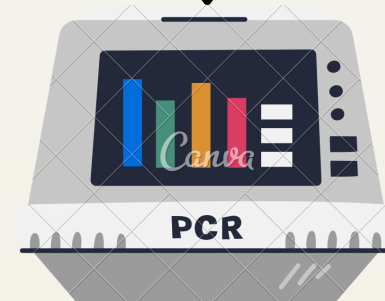


1: DIFFÉRENCES GÉNÉTIQUES ?



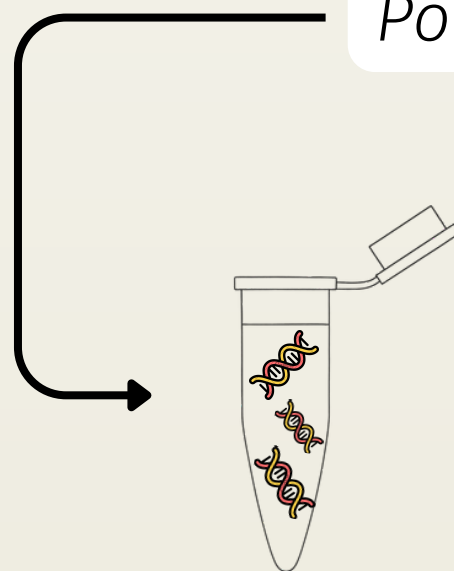
identification de
l'espèce par PCR

1: DIFFÉRENCES GÉNÉTIQUES ?



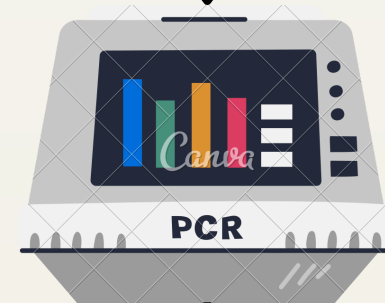
identification de
l'espèce par PCR

Pomphorhyncus laevis



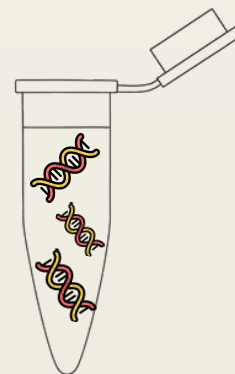
Extraction et
séquençage pour la
recherche de gènes
de résistance

1: DIFFÉRENCES GÉNÉTIQUES ?



identification de
l'espèce par PCR

Pomphorhynchus laevis



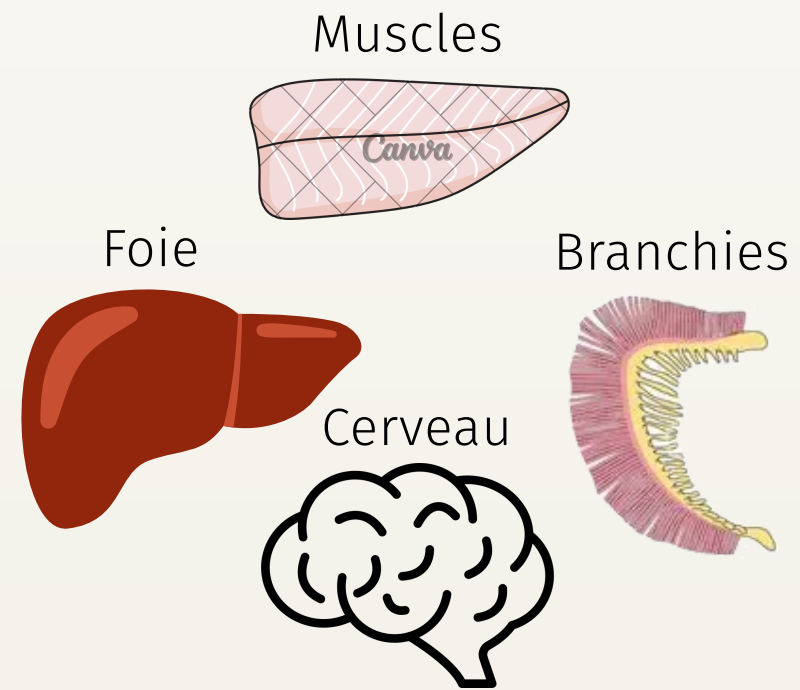
Extraction et
séquençage pour la
recherche de gènes
de résistance

Parasites aussi sensibles à la pollution :

- Réduction de la taille lors d'une exposition à l'imidaclopride
- Inhibition de la ponte des oeufs lors d'une exposition au paracétamol

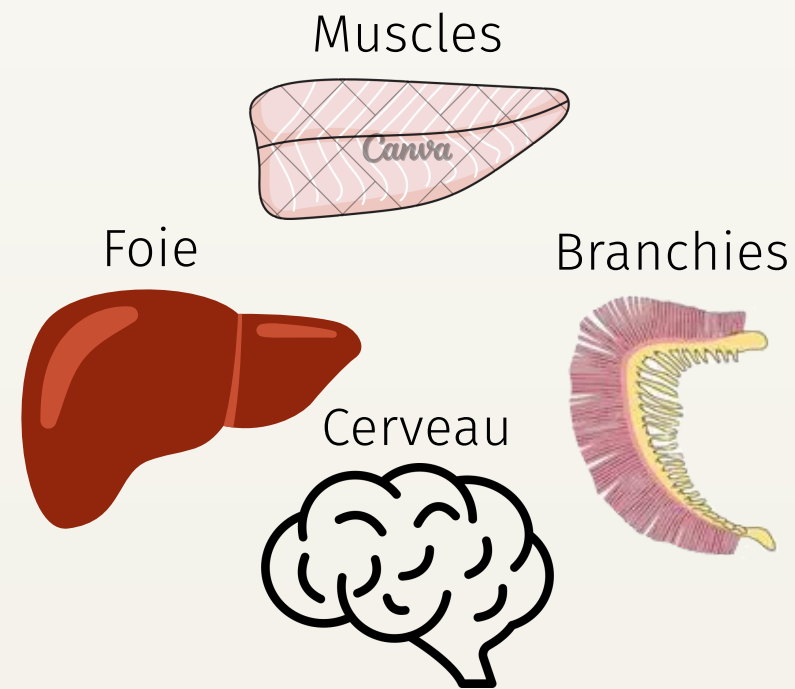
→ effet sur la croissance et la reproduction

1: + D'AUTRES ANALYSES



Quantification des polluants
Stress oxydant (Foie)
Acetylcholinestérase (cerveau)

1: + D'AUTRES ANALYSES

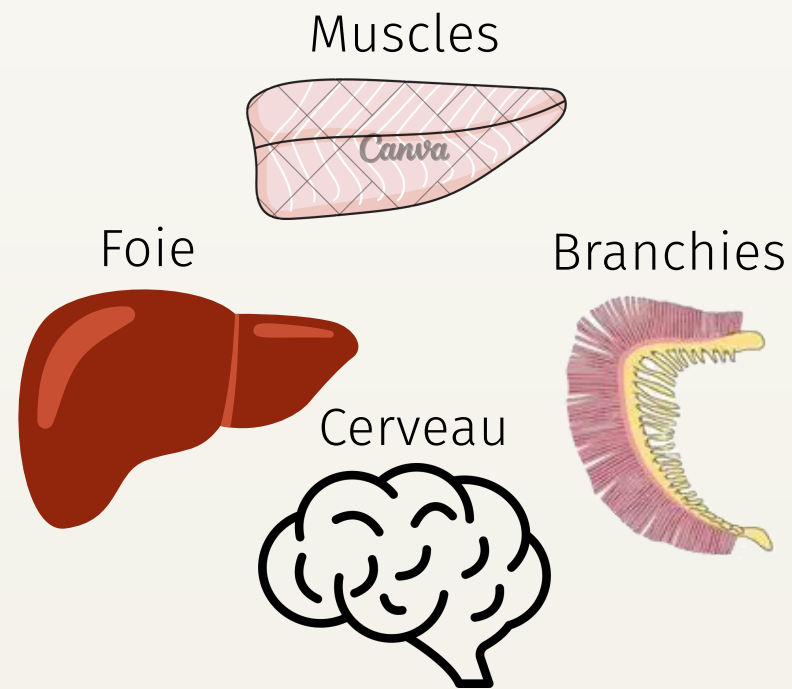


Quantification des polluants
Stress oxydant (Foie)
Acetylcholinestérase (cerveau)



Taux d'hormones
sexuelles (E2 et T)

1: + D'AUTRES ANALYSES



Quantification des polluants
Stress oxydant (Foie)
Acetylcholinestérase (cerveau)

Sang et plasma

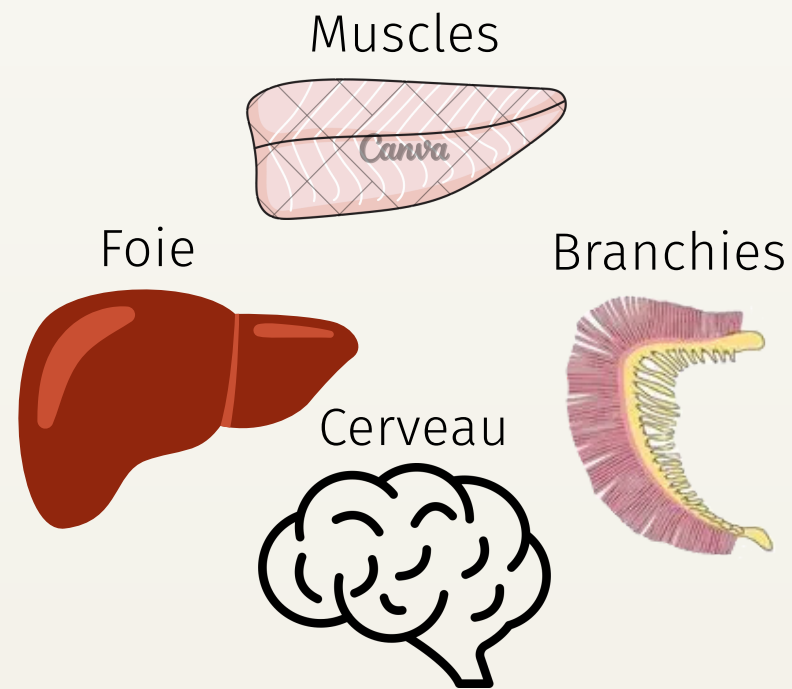


Numération cellulaire
Taux de globules rouges (hématocrite)
Dosage d'anticorps totaux (ELISA)
Lysozyme



Taux d'hormones
sexuelles (E2 et T)

1: + D'AUTRES ANALYSES



Quantification des polluants
Stress oxydant (Foie)
Acetylcholinestérase (cerveau)

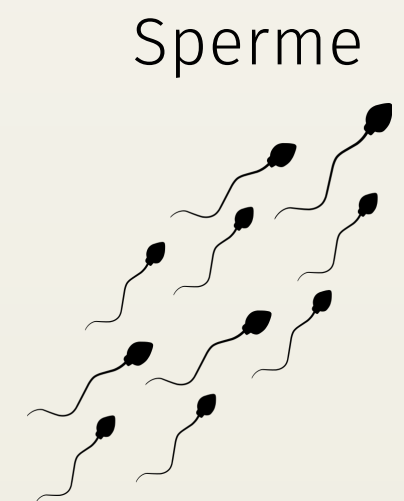


Taux d'hormones
sexuelles (E2 et T)

Sang et plasma

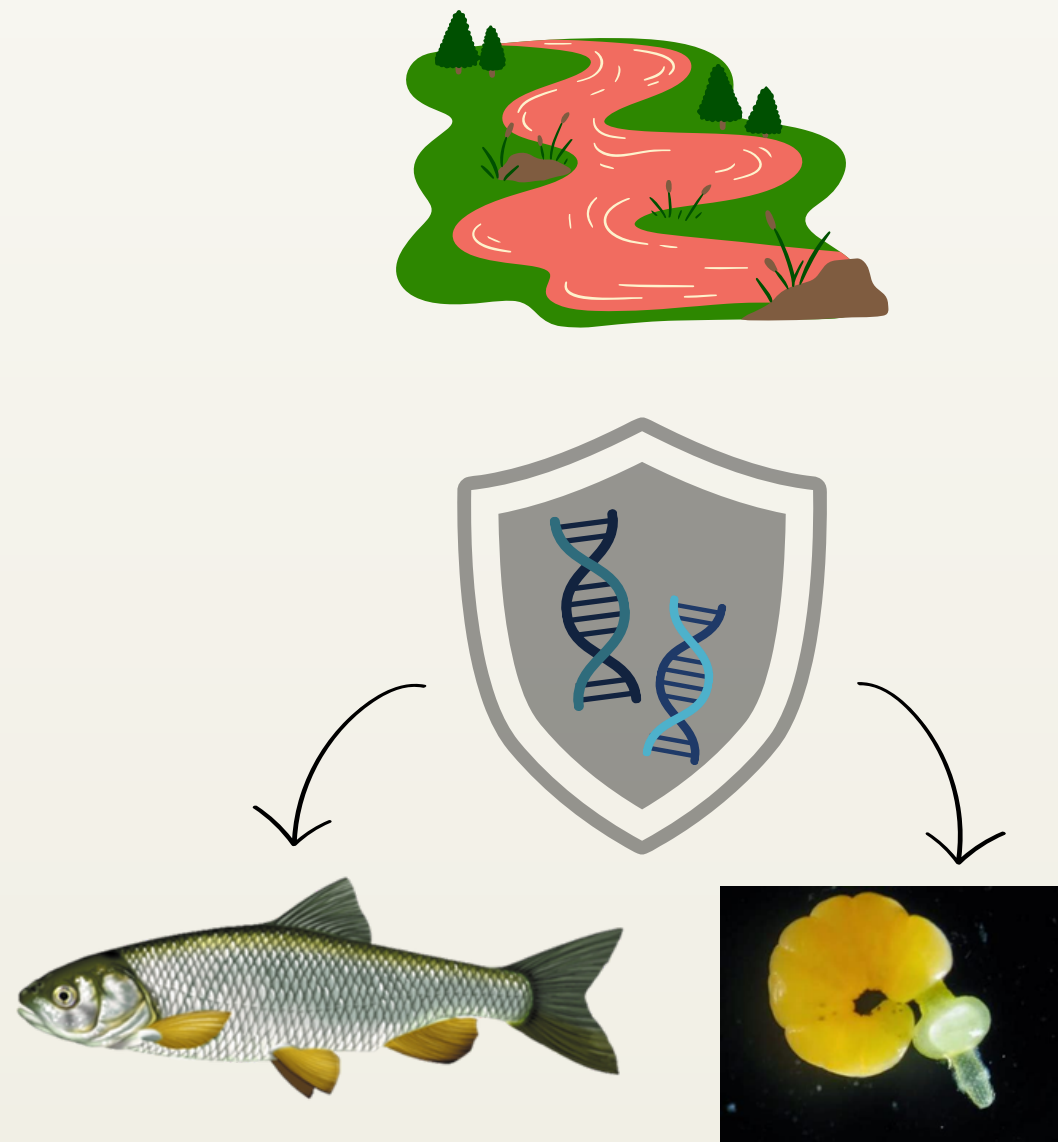


Numération cellulaire
Taux de globules rouges (hématocrite)
Dosage d'anticorps totaux (ELISA)
Lysozyme



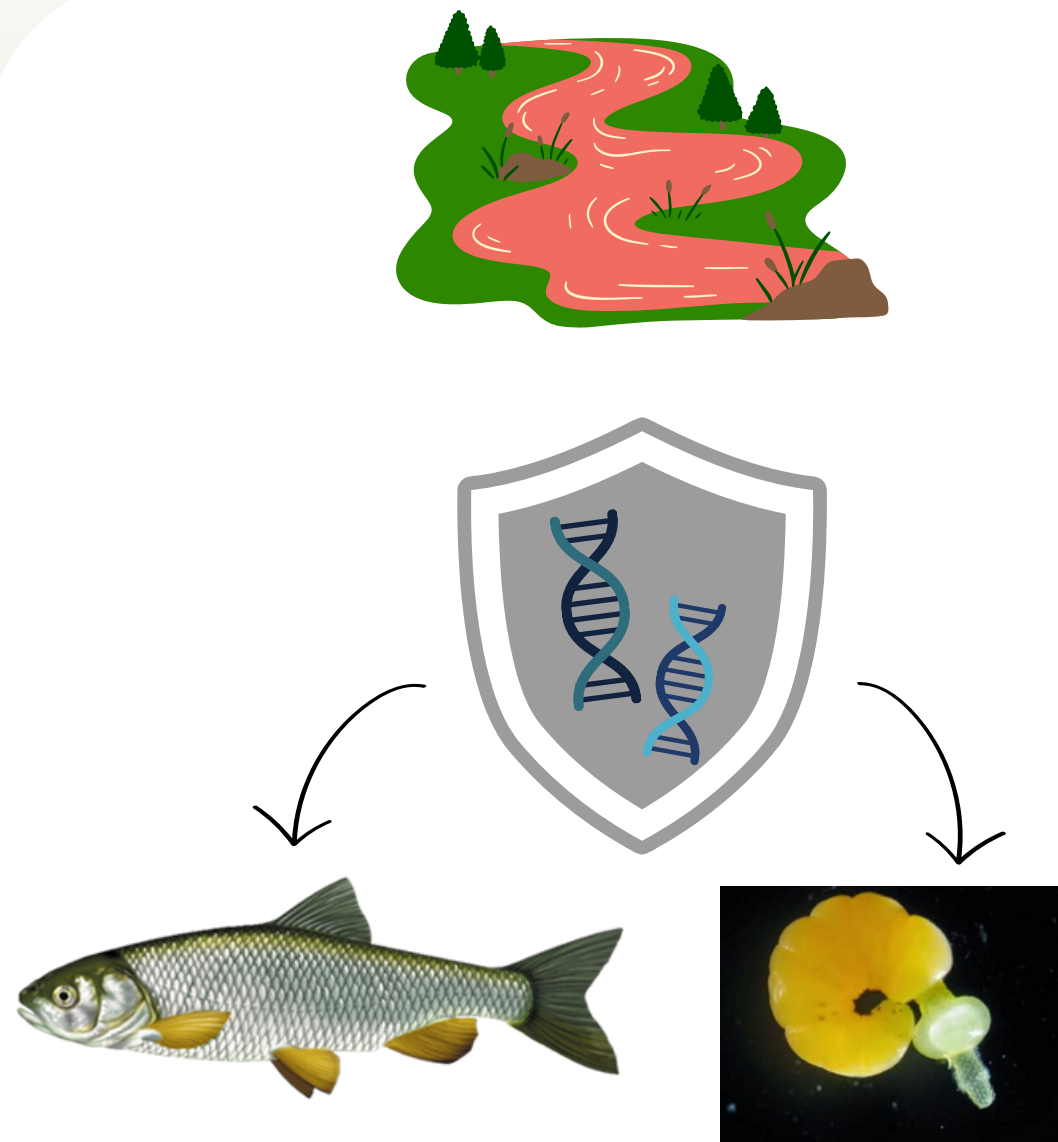
Motilité
Taux de spermatozoïdes
(spermatocrite)

RÉSULTATS ATTENDUS ET CONCLUSION



Gènes de **résistances** chez les
poissons et les parasites
→ **aspect évolutif**

RÉSULTATS ATTENDUS ET CONCLUSION



Gènes de **résistances** chez les poissons et les parasites
→ **aspect évolutif**



- Compréhension des mécanismes d'exposition et d'adaptation
 - Réflexion sur la biosurveillance et gestion des milieux aquatiques
- mieux cibler les analyses : effets masqués ?
→ informations sur la pression sélective des sites pollués



**Merci de votre
attention**





SÉLECTION DES SITES DE PÊCHE

- **Paracétamol :**

- Faible : 0-69 ng/L
- Moyenne : 69-156 ng/L
- Forte : 157- Max (25 000)

- **Diclofenac**

- Faible : 0- 26,5 ng/L
- Moyenne : 27-52,5 ng/L
- Forte : 53 - Max (22 000)

- **Tramadol**

- Faible : 0- 23,5 ng/L
- Moyenne : 24-55,5 ng/L
- Forte : 56 - Max (1 185)