



# Quels outils pour aborder les effets de la qualité de l'eau sur la dynamique des populations de poissons ?



Eric Rochard<sup>1</sup> & Sarah Bancel<sup>1,2</sup>

- 1) EABX, XPO Cestas  
2) Riverly, Lyon

# Contexte



*European Environment Agency, 2019*

→ **125** substances pour lesquelles des données étaient disponibles sur tout le bassin Adour-Garonne

≈ **560** substances suivies par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne.

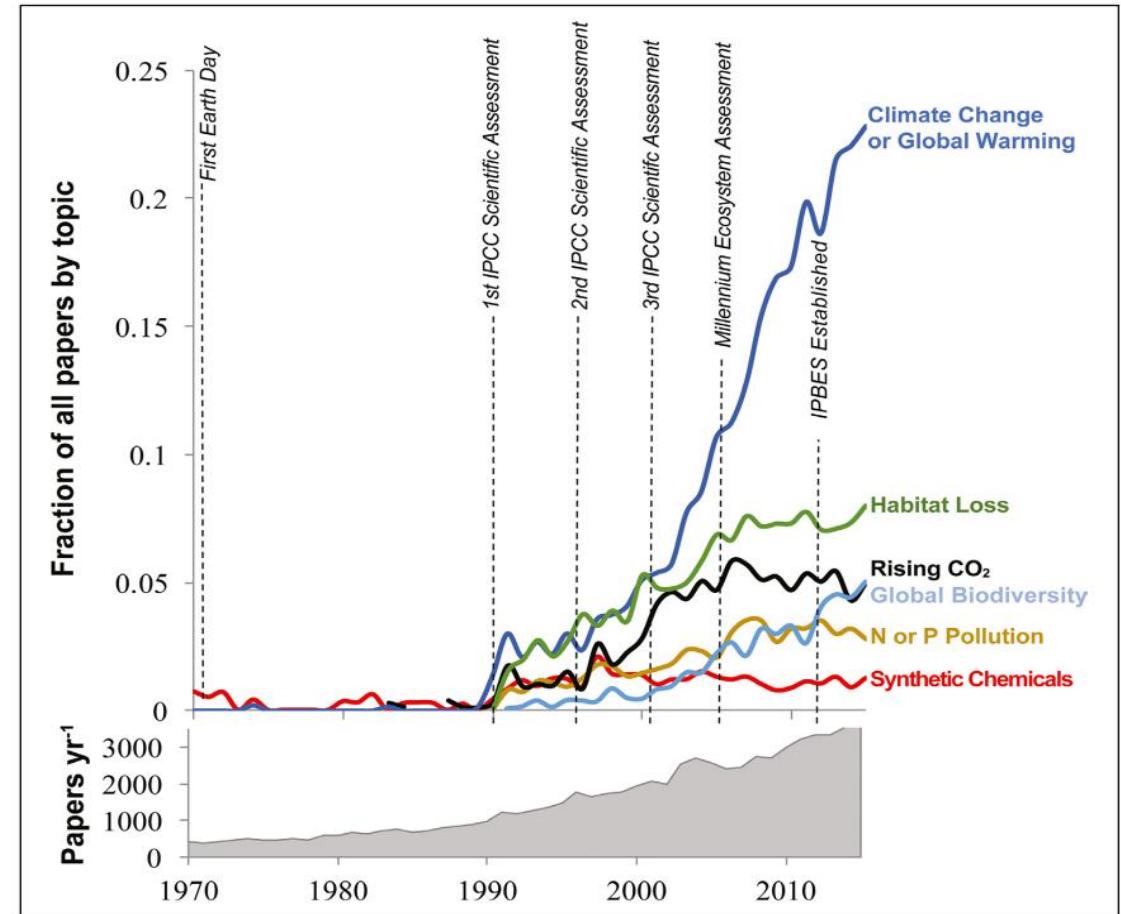
≈ **22 600** substances dont l'utilisation dépasse 1 tonne par an.

≈ **100 000** substances sur le marché européen au moins.

Bellier, B., Bancel, S., Rochard, É., Cachot, J., Geffard, O., and Villeneuve, B. (2024) Assessment of the impact of chemical pollution on endangered migratory fish in two major rivers of France, including spawning grounds. *Sci. Total Environ.* 931, 172748

# Contexte

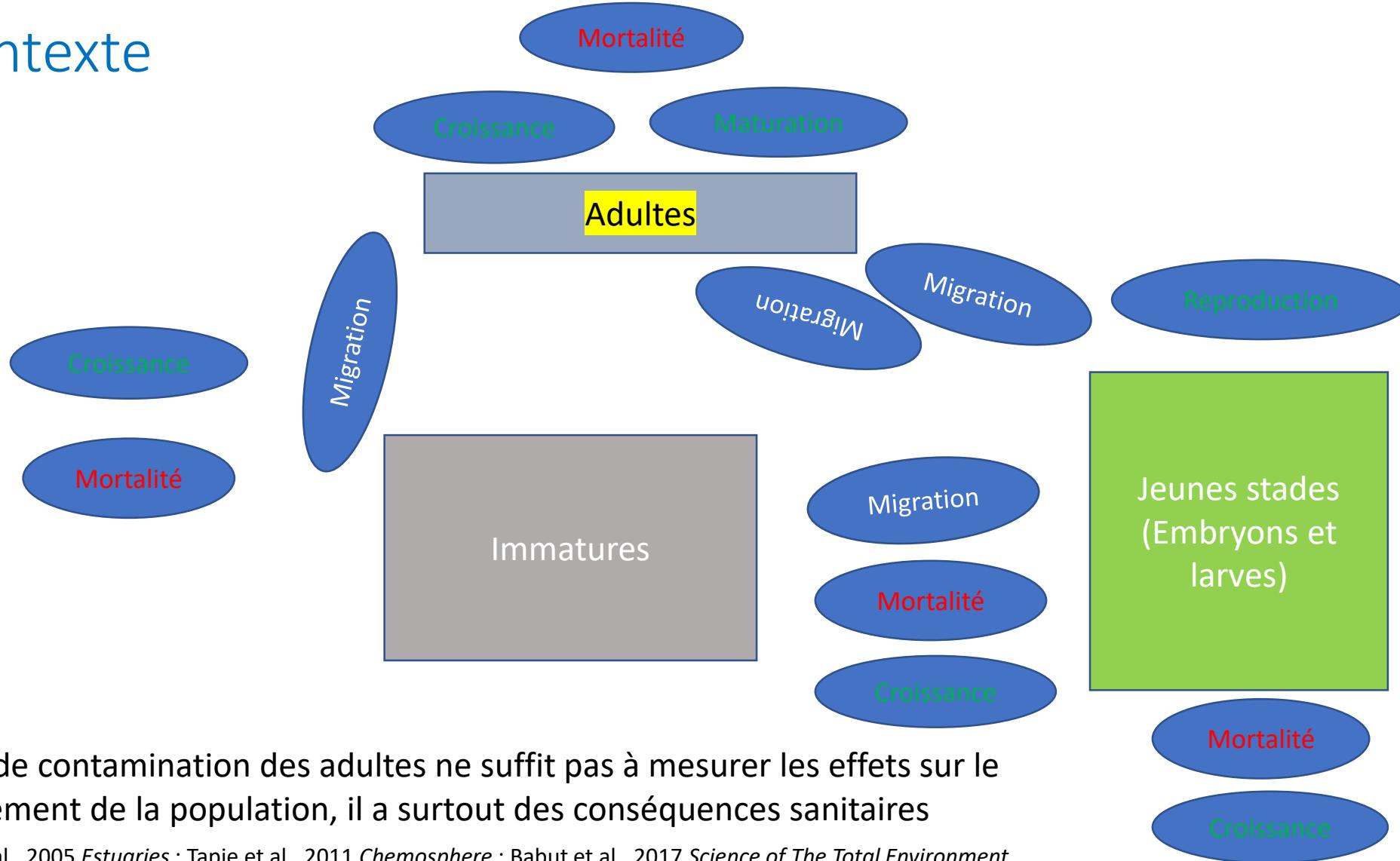
*Surprisingly chemical contamination has not been included in most analysis of global change, even if increases in synthetic chemical production and diversification outpaced other agents of global change* (Bernhardt et al., 2017, *Frontiers in Ecology and Environment*)



(Bernhardt et al., 2017)

*Unfortunately, chemical contamination plays a minor role in conservation ecology research* (Sigmund et al., 2023, *Global Change Biology*).

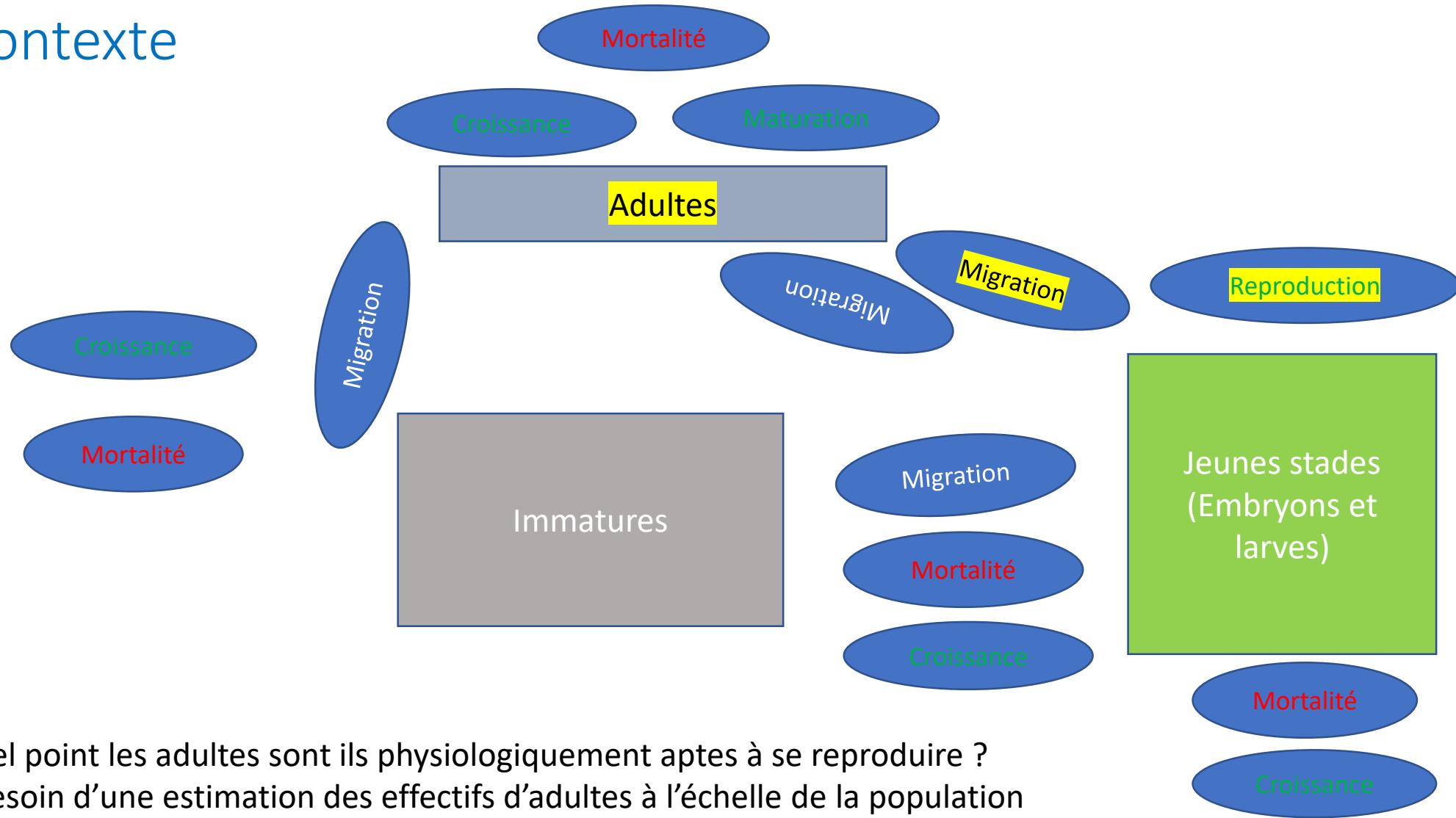
# Contexte



Le niveau de contamination des adultes ne suffit pas à mesurer les effets sur le fonctionnement de la population, il a surtout des conséquences sanitaires

Ex. Durieu et al., 2005 *Estuaries* ; Tapie et al., 2011 *Chemosphere* ; Babut et al., 2017 *Science of The Total Environment*

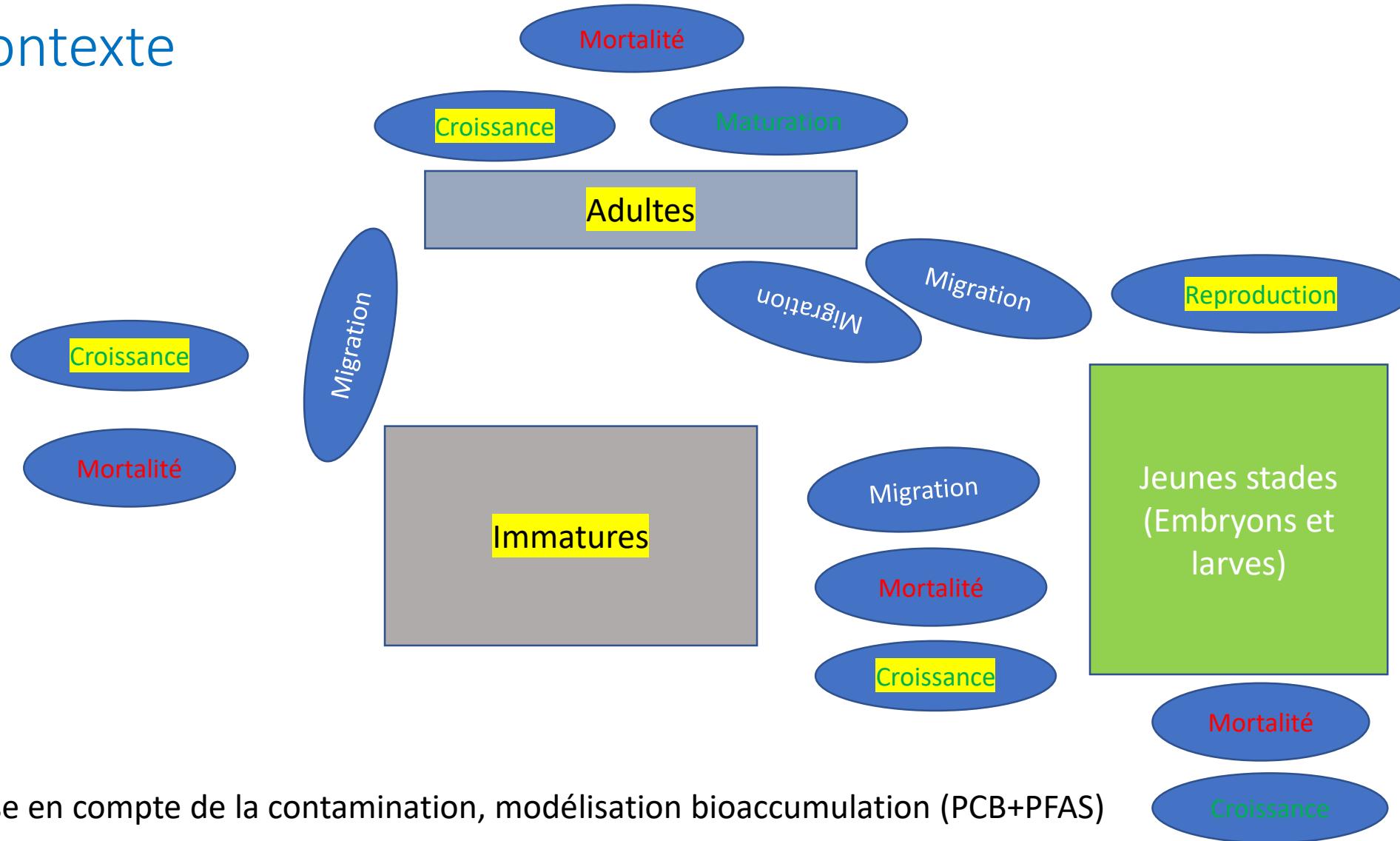
# Contexte



A quel point les adultes sont ils physiologiquement aptes à se reproduire ?

- Besoin d'une estimation des effectifs d'adultes à l'échelle de la population
- **Ex.** Pierron et al., 2008 *Ecotoxicology and Environmental Safety*

# Contexte



Prise en compte de la contamination, modélisation bioaccumulation (PCB+PFAS)

Ex. Mounier et al. 2020 a & b *Ecological modelling*

=> Vers des modèles DEB-TOX

# Outils pour l'étude de la toxicité des milieux naturels

## Bioessais de laboratoire

Méthodes d'analyse *in vivo* ou *in vitro* pour évaluer la toxicité d'un contaminant ou d'un échantillon du milieu.

*Schuijt et al, 2021, Science of the Total Environment*

## Biosurveillance

Ensemble des méthodes pour la détection et la mesure des effets des polluants pour les organismes pour la surveillance de la qualité des milieux

*Pont & Garric, 2010, Sciences eaux et Territoires*



# Outils pour l'étude de la toxicité des milieux naturels

## Bioessais de laboratoire

Méthodes d'analyse *in vivo* ou *in vitro* pour évaluer la toxicité d'un contaminant ou d'un échantillon du milieu.

*Schuijt et al, 2021*

## Biosurveillance

### ***La biosurveillance passive***

Basée sur l'utilisation d'organismes prélevés directement dans le milieu d'étude.



Simplicité de mise en œuvre.



- Limitée à la présence d'organismes dans ce même milieu.
- Histoire de vie des organismes inconnue.

*Besse et al., 2012 Trends in Analytical Chemistry ; Crane et al., 2007, Integrated Environmental Assessment and Management ; Liber et al., 2007 ; Integrated Environmental Assessment and Management ; Oikari, 2006 Aquatic Toxicology*

# Outils pour l'étude de la toxicité des milieux naturels

## Bioessais de laboratoire

Méthodes d'analyse *in vivo* ou *in vitro* pour évaluer la toxicité d'un contaminant ou d'un échantillon du milieu.

*Schuijt et al, 2021*

## Biosurveillance

### *La biosurveillance passive*

Basée sur l'utilisation d'organismes prélevés directement dans le milieu d'étude.



Simplicité de mise en œuvre.



- Limitée à la présence d'organismes dans ce même milieu.
- Histoire de vie des organismes inconnue.

### *La biosurveillance active*

Transplantation et exposition d'organismes calibrés dans le milieu d'intérêt.



- Contrôle des organismes (taille, âge, sexe).
- Choix de l'espèce possible.
- Plus grand choix de traits d'histoire de vie à étudier.

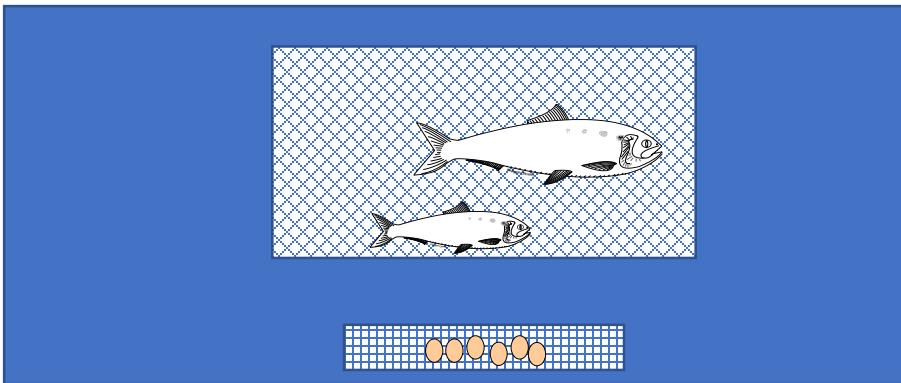


- Essentiellement pratiquée sur des invertébrés.

*Besse et al., 2012; Crane et al., 2007; Liber et al., 2007; Oikari, 2006*

# Biosurveillance active avec des poissons

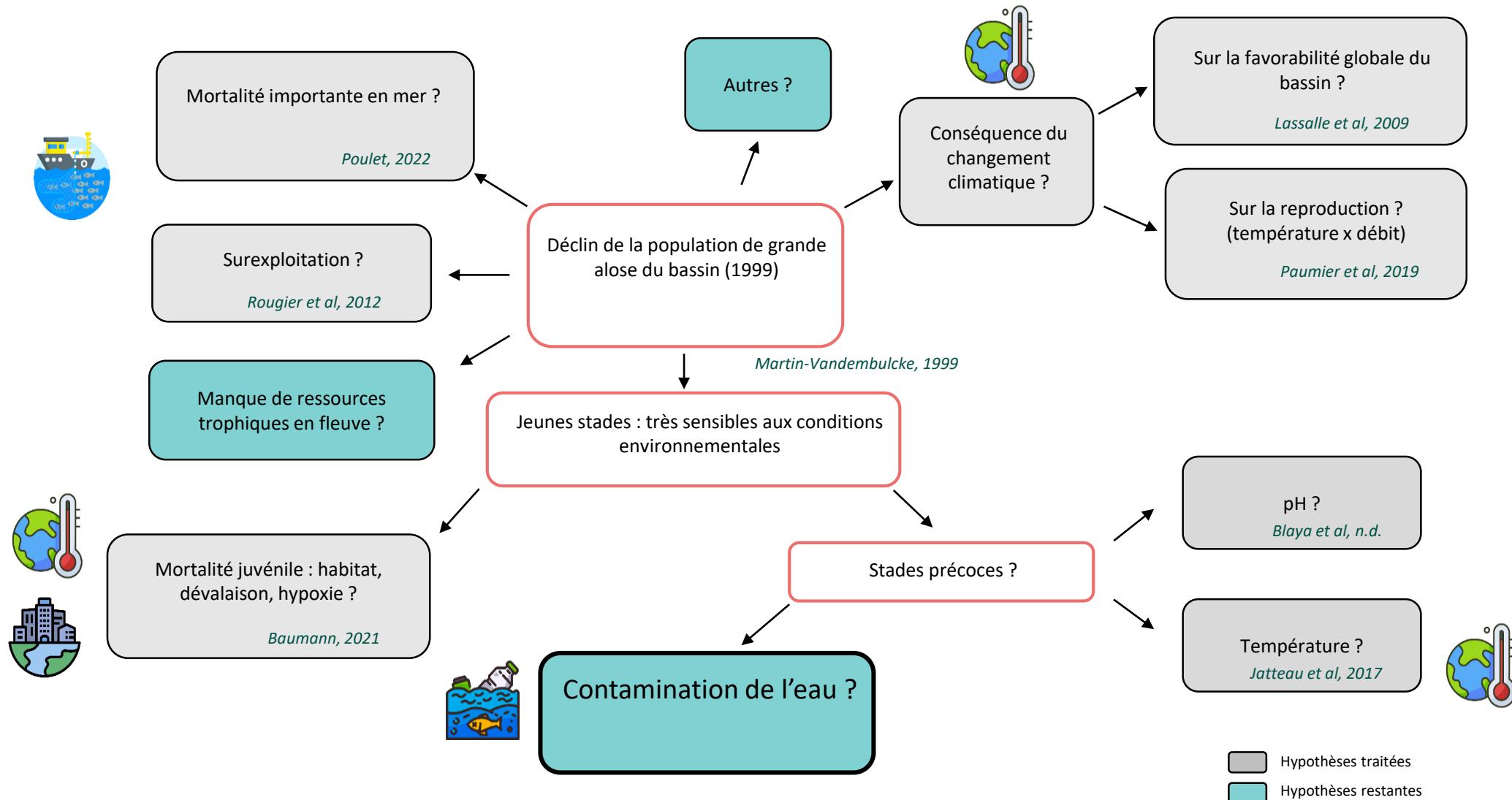
Bancel, S., Cachot, J., Bon, C., Rochard, É., and Geffard, O. (2024) A critical review of pollution active biomonitoring using sentinel fish: Challenges and opportunities. *Environ. Pollut.* 360, 124661

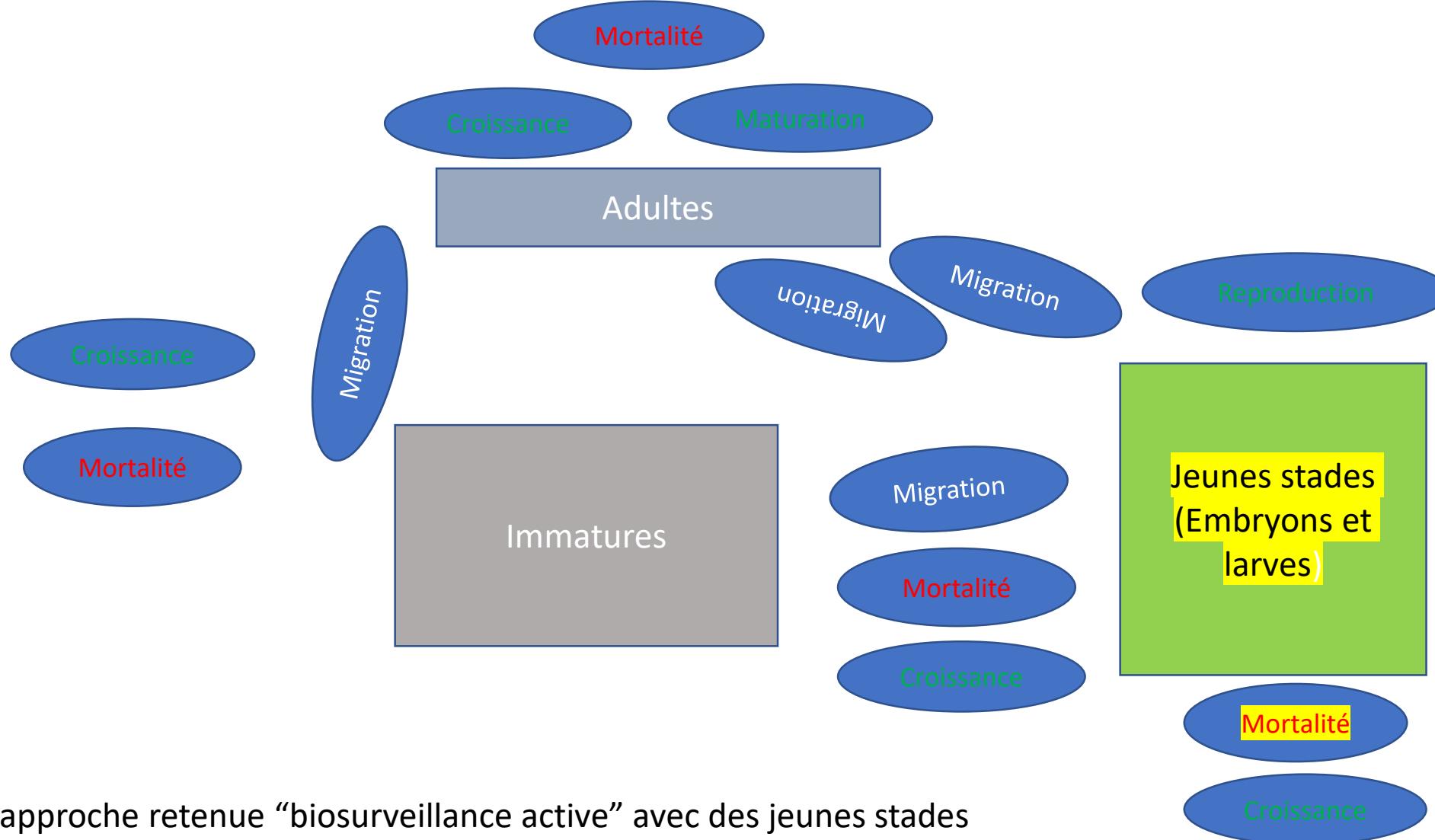


- Le cas particulier des œufs de salmonidés en exposition sous gravier
  - Limité aux salmonidés
  - Suivi du développement
  - Contrôle de l'environnement

- Principalement des poissons subadultes ou adultes exposés directement au milieu d'intérêt
  - Origine des individus ?
  - Habitat proposé ?
  - Durée des expositions ?
  - Contrôle de l'environnement
  - Alimentation
  - Survie
  - Réalisme

# État des connaissances sur les causes du déclin de la grande alose (*Alosa alosa*)

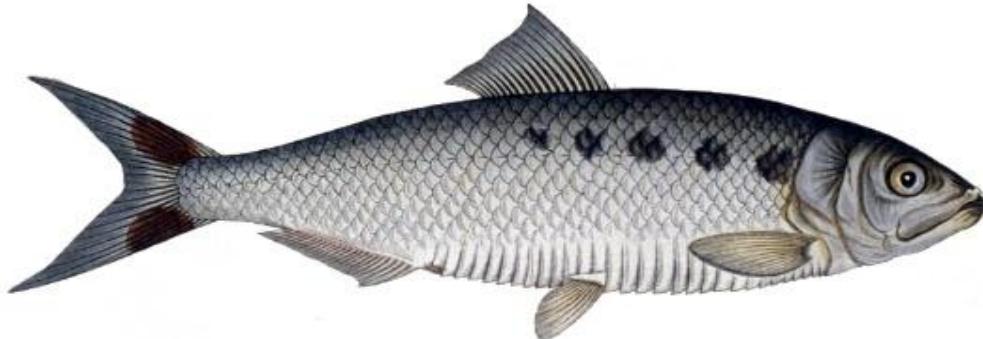




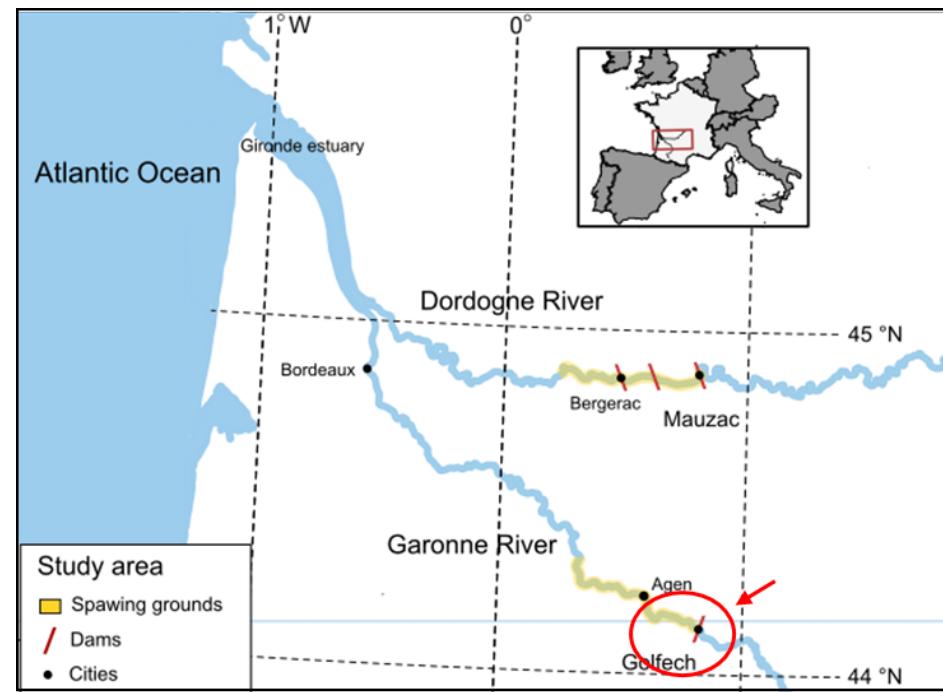
L'approche retenue "biosurveillance active" avec des jeunes stades  
Exposition « ex situ » en entrée d'un modèle de DDP

# Est-ce que les œufs sont capables de se développer correctement dans l'eau de la Garonne ?

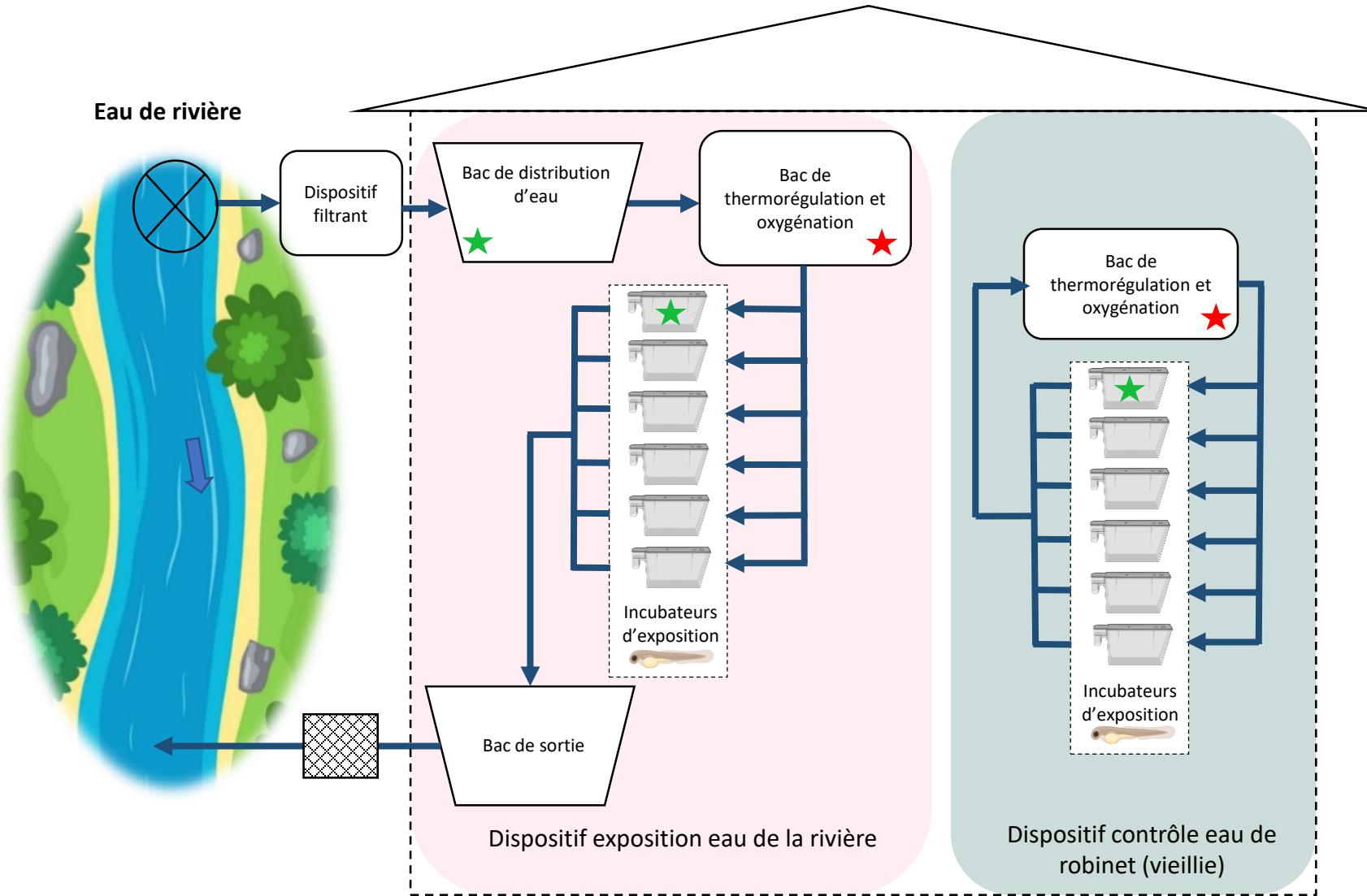
Espèce migratrice autochtone de la Garonne



Grande alose (*Alosa alosa*)



# Dispositif expérimental



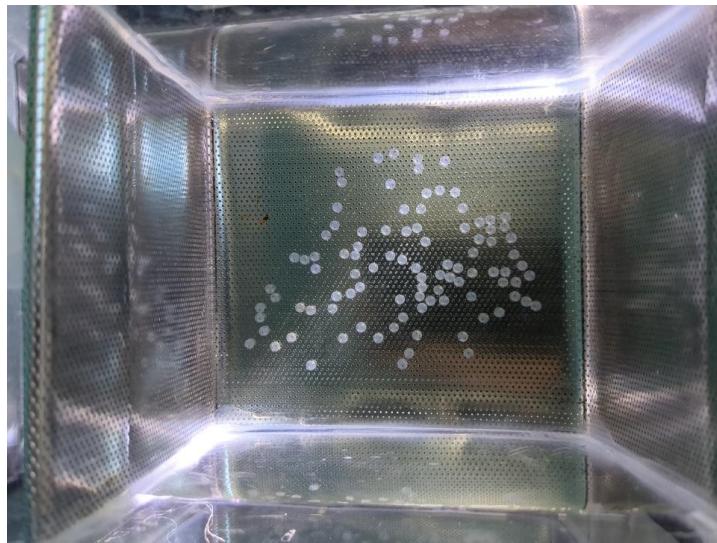
★ Mesure des paramètres physico-chimiques

★ Contrôle des paramètres de l'eau (T°, O2)



# Exposition

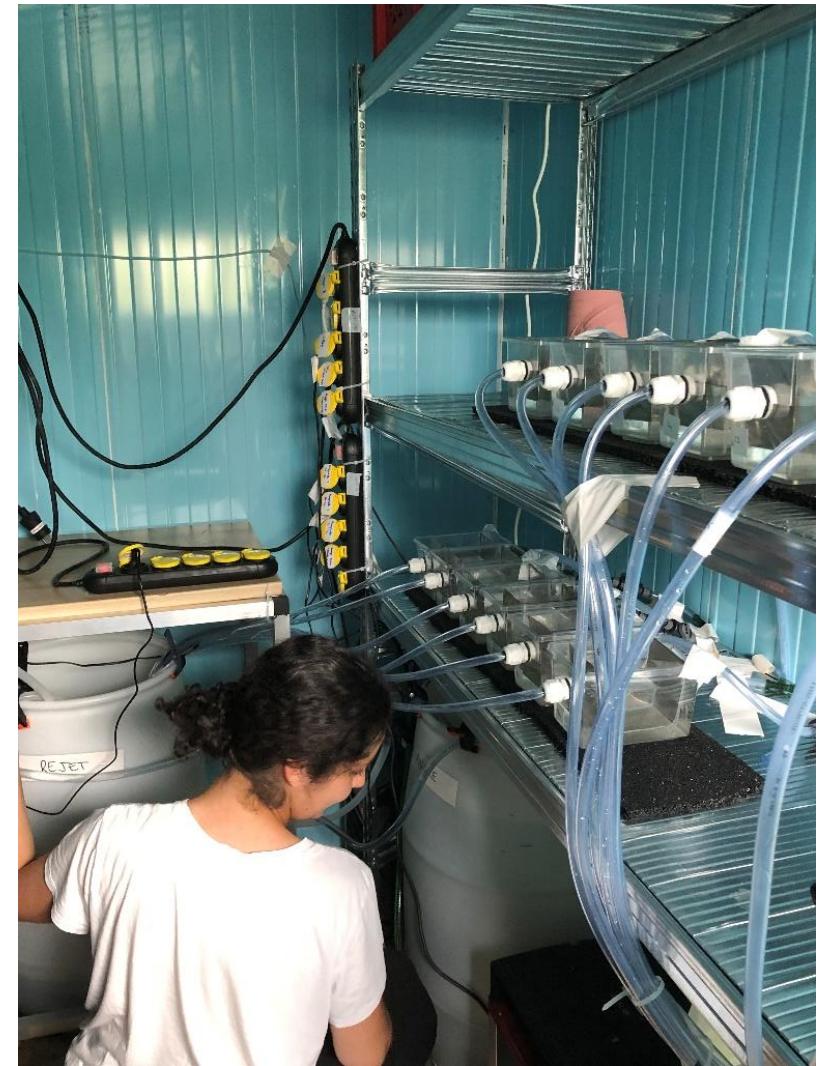
- Géniteurs capturés dans le piège de la passe de la centrale hydroélectrique de Golfech (200 m à l'aval du laboratoire de terrain) **M I G A D O**
- Après injection LHRH, ponte en bac à la station de Bruch durant la nuit **M I G A D O**
- Récupération des œufs le matin et exposition dans la foulée



Vue du dessus d'un incubateur d'exposition abritant des embryons de grande alose dans le circuit contrôle du laboratoire de terrain. ©INRAE, Sarah Bancel



© Eric Rochard, INRAE

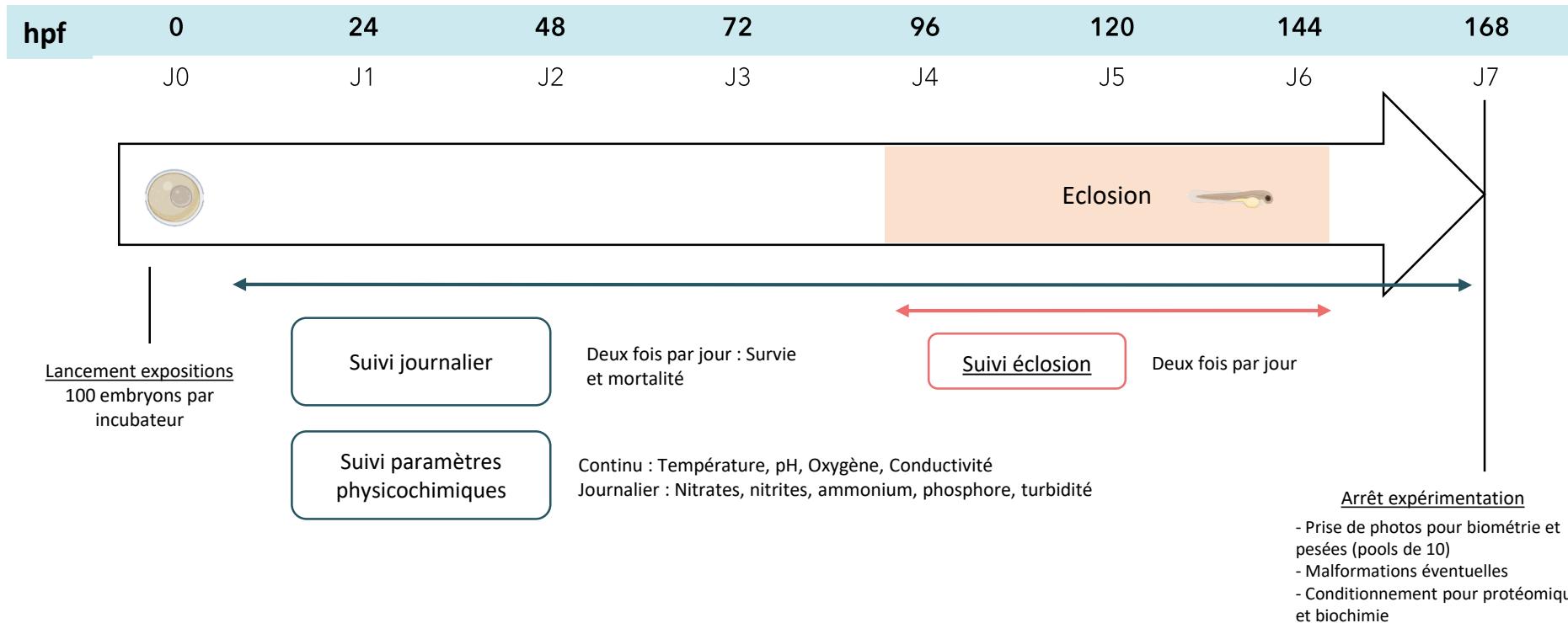


© Eric Rochard, INRAE

# Protocole d'exposition



T° optimale : 20°C - Oxygène > 80% - photopériode 14:10 light:dark (*Jatteau et al, 2017 Aquatic living Resources; Blaya et al, 2022 Journal of Applied Ichthyology*)

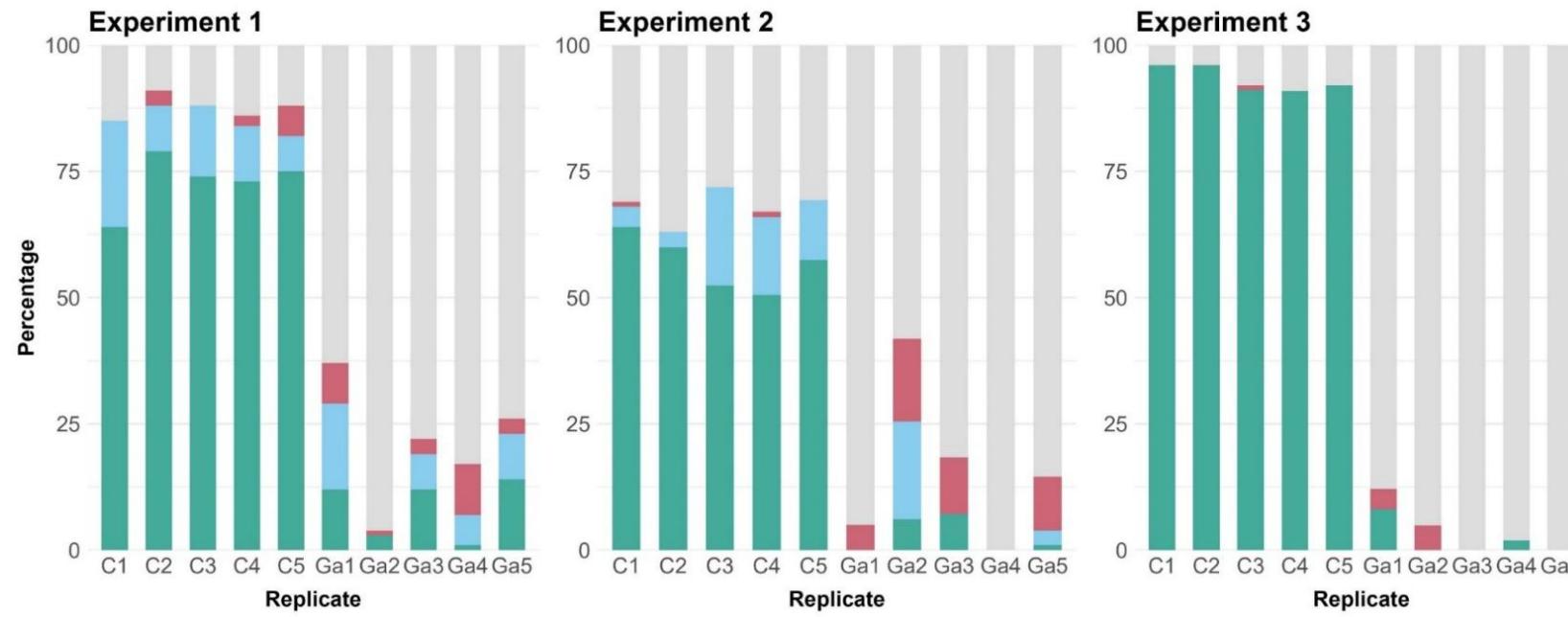


© Eric Rochard, INRAE

# Résultats



2 séries en 2022  
1 série en 2023



Mortalité embryonnaire  
 Mortalité larvaire  
 Embryons non éclos  
 Larves vivantes 2 j après éclosion

C1-C5 contrôle (eau du robinet), Ga1-Ga5 eau de Garonne

→ Bonne réplicabilité entre réplicats/séries/années.  
 → Variabilité de qualité des lots d'embryons.  
 → Mortalité importante dans la condition Garonne au stade embryonnaire.



©INRAE, Sarah Bancel

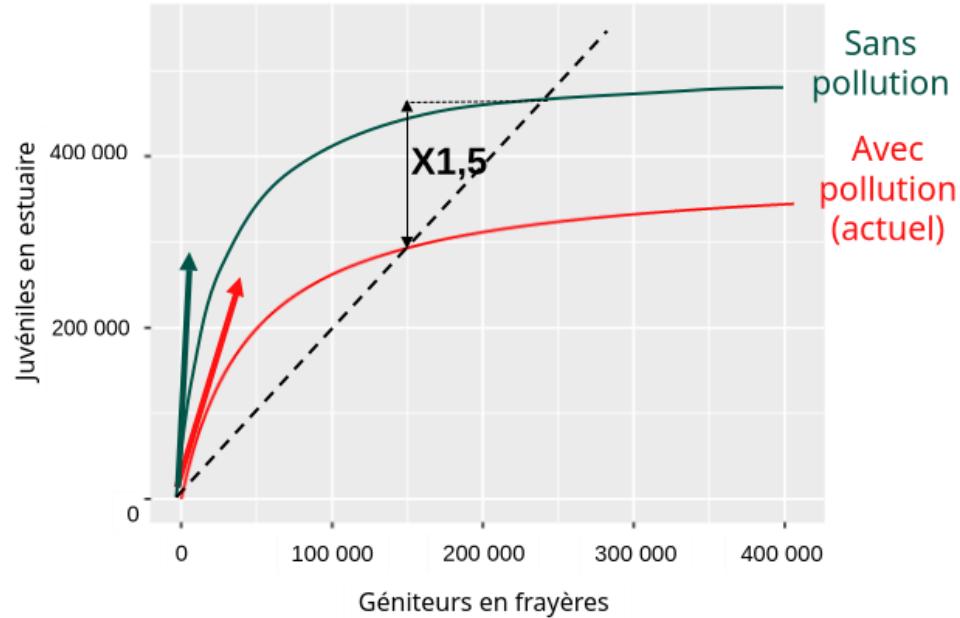
Bancel, S., Cachot, J., Blaya, M., Bouyssonnie, W., Coynel, A., Mazzella, N., Millan-Navaro, D., Pierre, M., Geffard, O., and Rochard, E. (2025) Water quality of spawning grounds constrains the population dynamics of an emblematic diadromous species (*Alosa alosa*) *Environmental Biology of Fishes*

# Apport de ces résultats dans nos connaissances sur la population de grande alose

## Hypothèse de retrait instantané de l'effet de la pollution

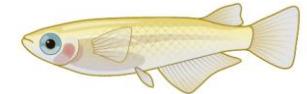
→ Une amélioration de la qualité de l'eau jouerait effectivement un rôle sur les abondances de la population ( $\times 1,5$ ) et la vitesse de remontée des effectifs ( $\times 2$ ).

La relation stock-recrutement (Beverton et Holt) de la population de grande alose dans le bassin de la Garonne avec (rouge) et sans pollution (vert).

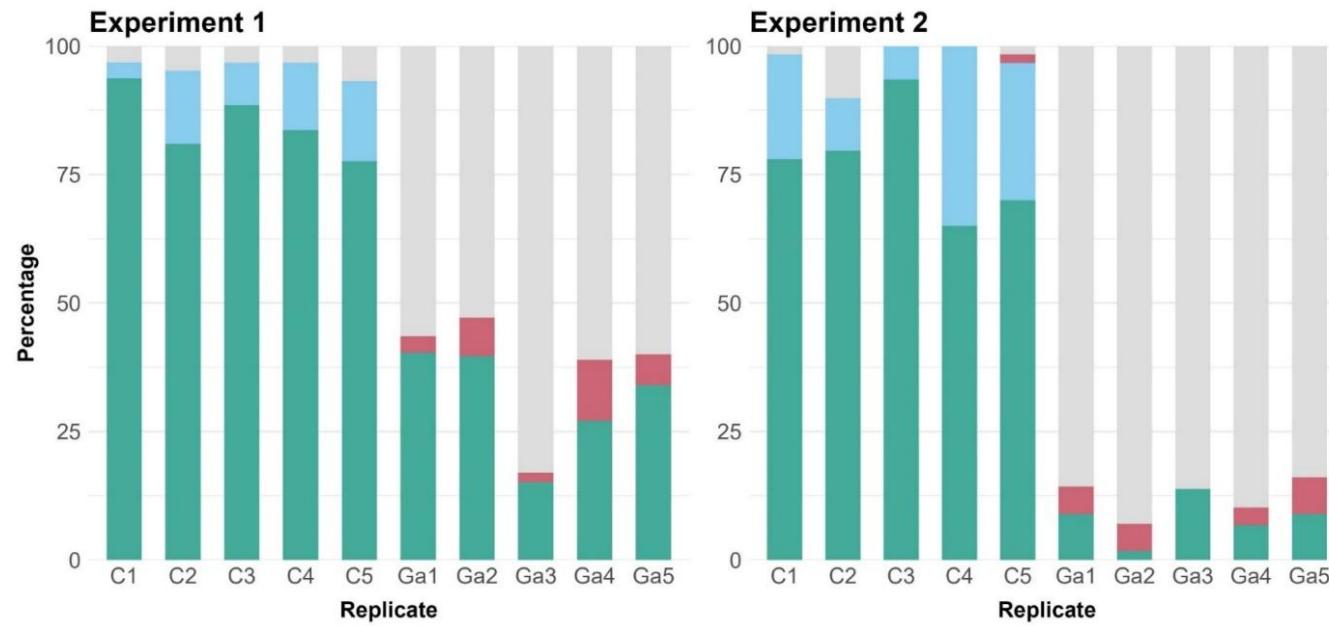


*Martin-Vandembulcke, 1999; Rougier, 2015; Paumier, 2021; Poulet, 2022, Bancel, 2024*

# Et si on fait la même chose avec des médaka japonais *Oryzias latipes* ?



2 séries en 2023



- Mortalité embryonnaire
- Mortalité larvaire
- Embryons non éclos
- Larves vivantes 2 j après éclosion

C1-C5 contrôle (eau du robinet), Ga1-Ga5 eau de Garonne

→ Mean survival and hatch in control > 75%

→ Difference of survival at the end of the experiments depending of the condition

Bancel, S., Geffard, O., Bossy, C., Clérandeau, C., Coynel, A., Daramy, F., Delorme, N., Garnerol, L., Mazzella Di Bosco, N., Millan-Navaro, D., Mzali, F., Pierron, F., Recoura-Massaquant, R., Rochard, E., and Cachot, J. (2025) Active biomonitoring of river pollution using an ex-situ exposure system with two model species. Sci. Total Environ.

# Perspectives en cours, B. Villeneuve coord.



Garonne (1) et Dordogne (1)



DICE (Device for In-situ Controlled Exposure)



Garonne amont (x), Dordogne (1?)



© Eric Rochard, INRAE

## Remerciements :

Les personnels des unités INRAE EABX et Riverly et de l'équipe Ecotox de l'UMR EPOC qui ont eu le « plaisir » de passer quelques jours dans le Tarn et Garonne et tout particulièrement  
Sarah Bancel et Christelle Clérandeau



© Eric Rochard, INRAE