

Dynamique de population et qualité de l'eau ? Un pas de côté nécessaire et un retour sur le terrain"

Eric Rochard

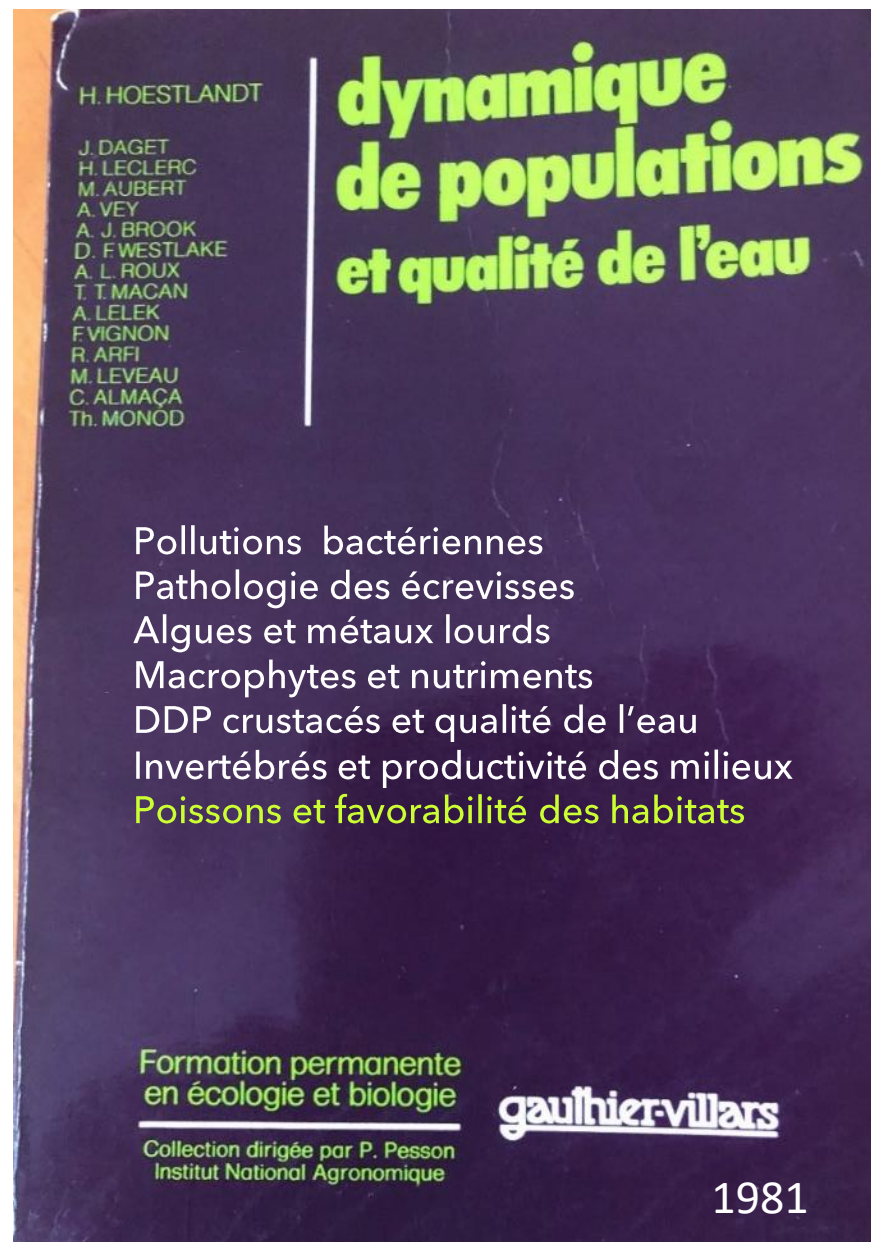
INRAE, UR Ecosystèmes Aquatiques et Changements Globaux (EABX)

50 avenue de Verdun 33612 Cestas

Eric.rochard@inrae.fr

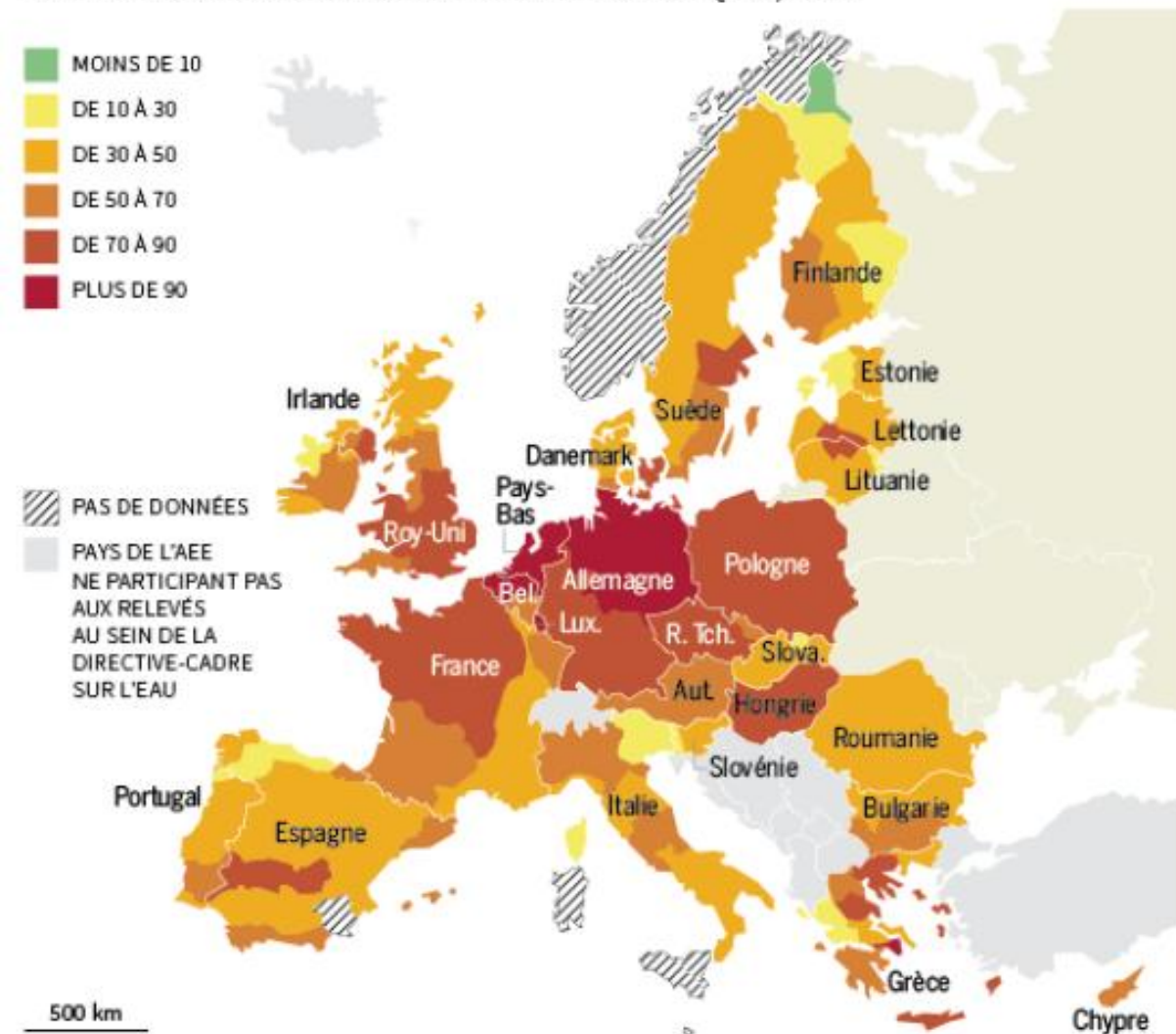
XPO





Qualité de l'eau

PART DES LACS ET RIVIÈRES EN MAUVAIS ÉTAT ÉCOLOGIQUE*, EN %

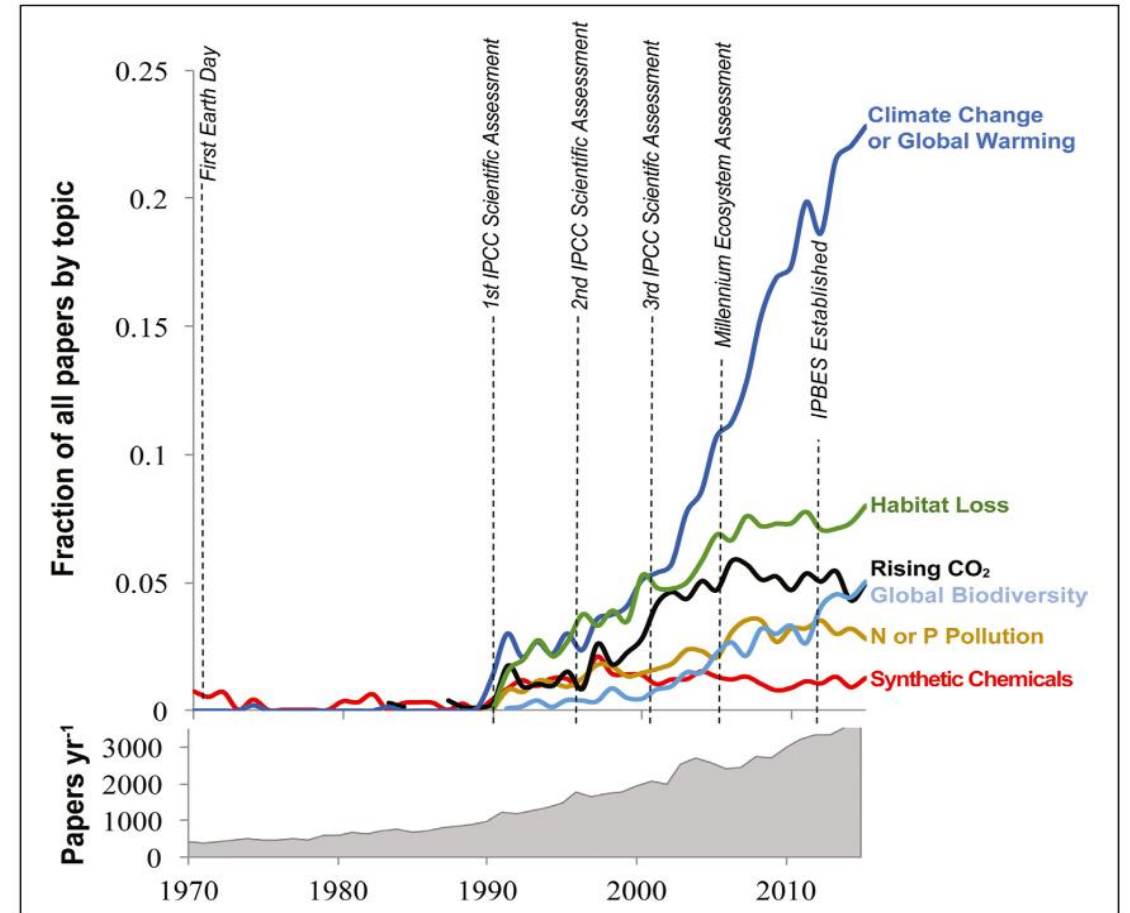


* Pourcentage des masses d'eau classées en deçà d'un bon état écologique ou d'un bon potentiel écologique dans les rivières et les lacs

SOURCE : AGENCE EUROPÉENNE DE L'ENVIRONNEMENT

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



European Environment Agency, 2019

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

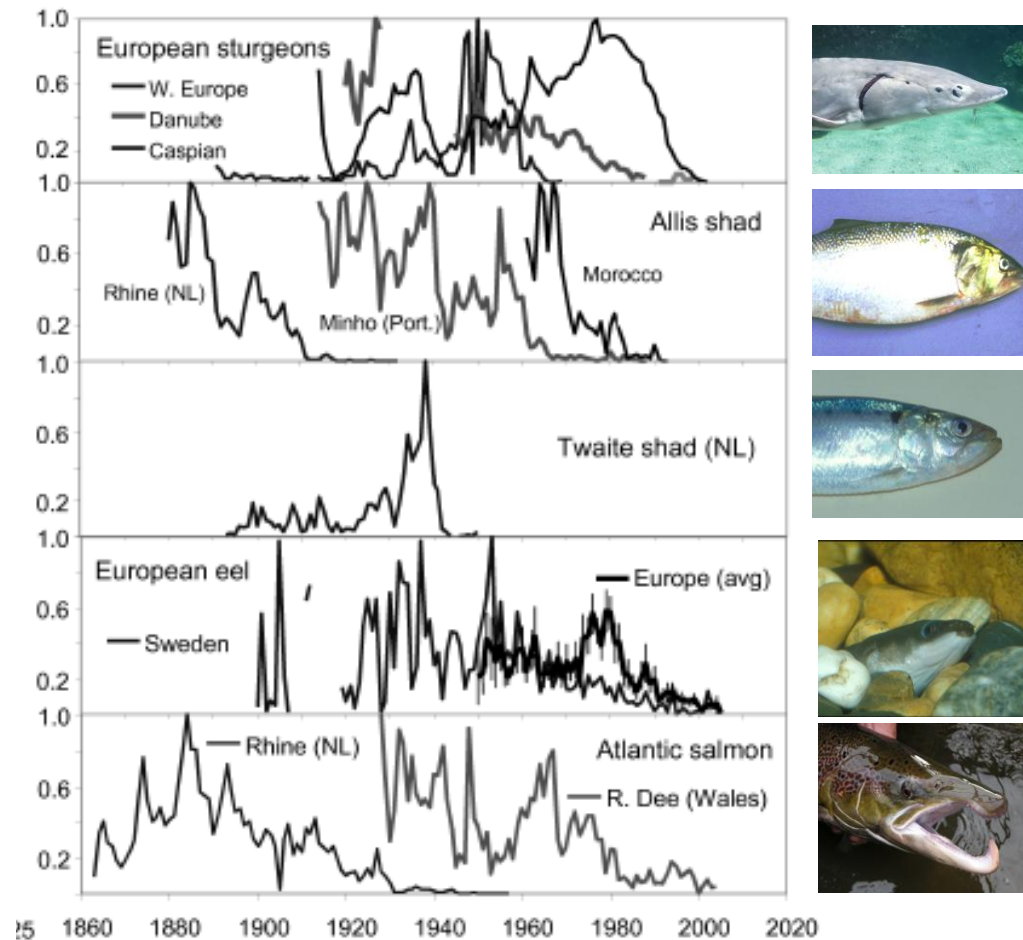
≈ 560 substances suivies par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne.

> 350 000 substances sur le marché mondial (*Wang et al. 2020 Environmental Science and Technology*)

[40 000 - 60 000] substances effectivement actuellement sur le marché Mondial (*Bond & Garry 2019 Toxicology and Industrial Health*)

>.

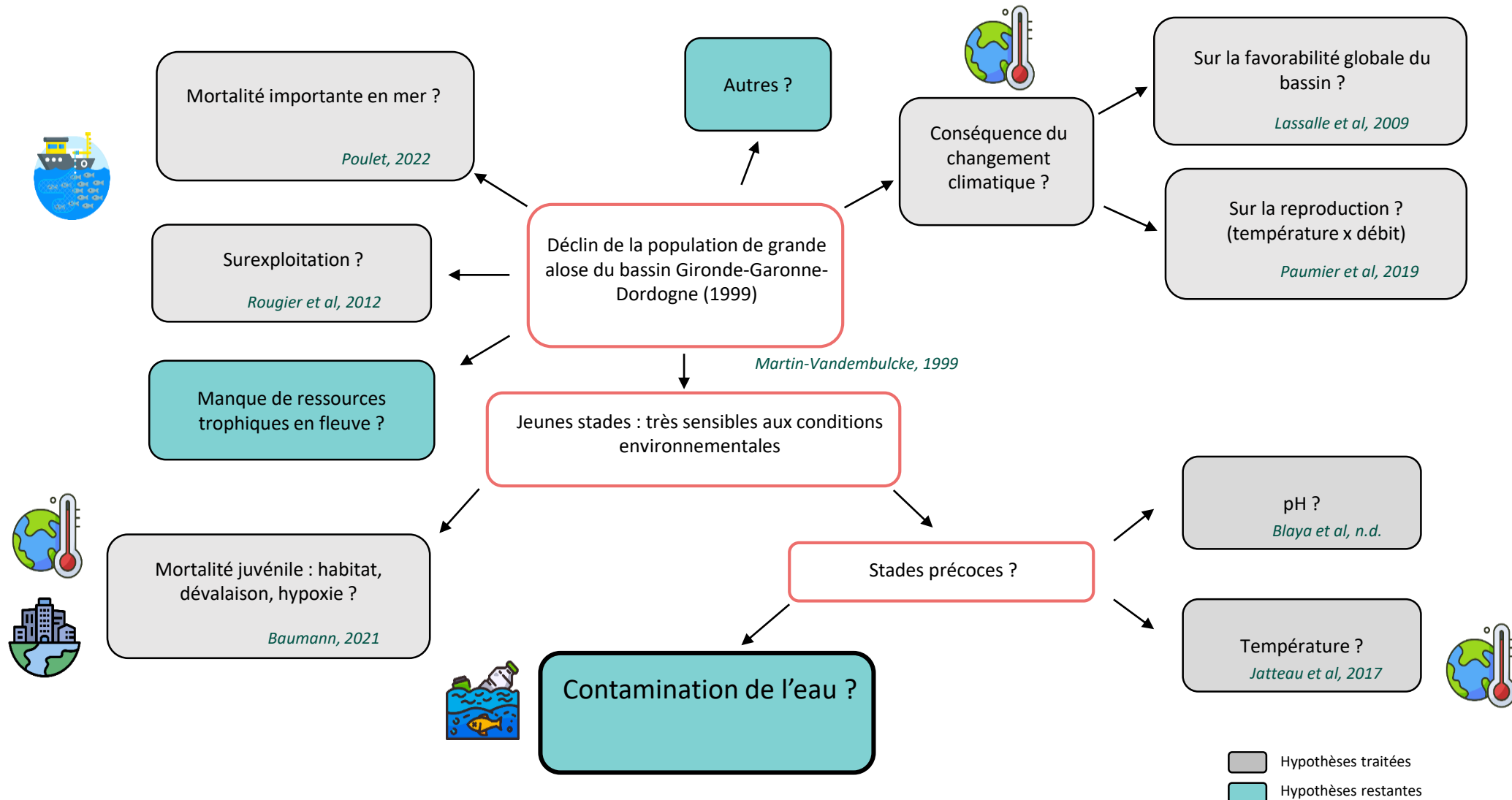
Contexte

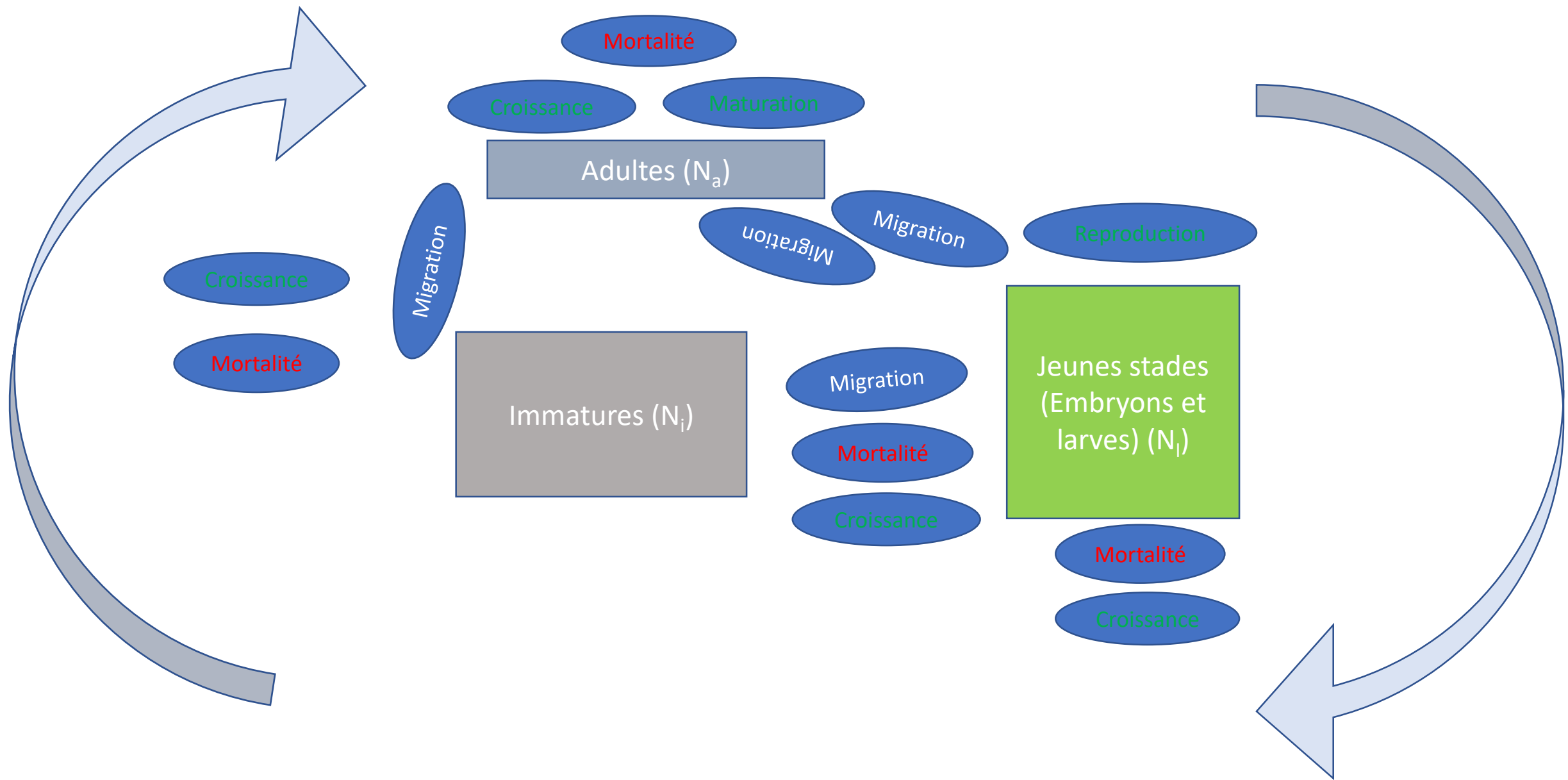


(Limburg & Waldman, 2009, Bioscience)

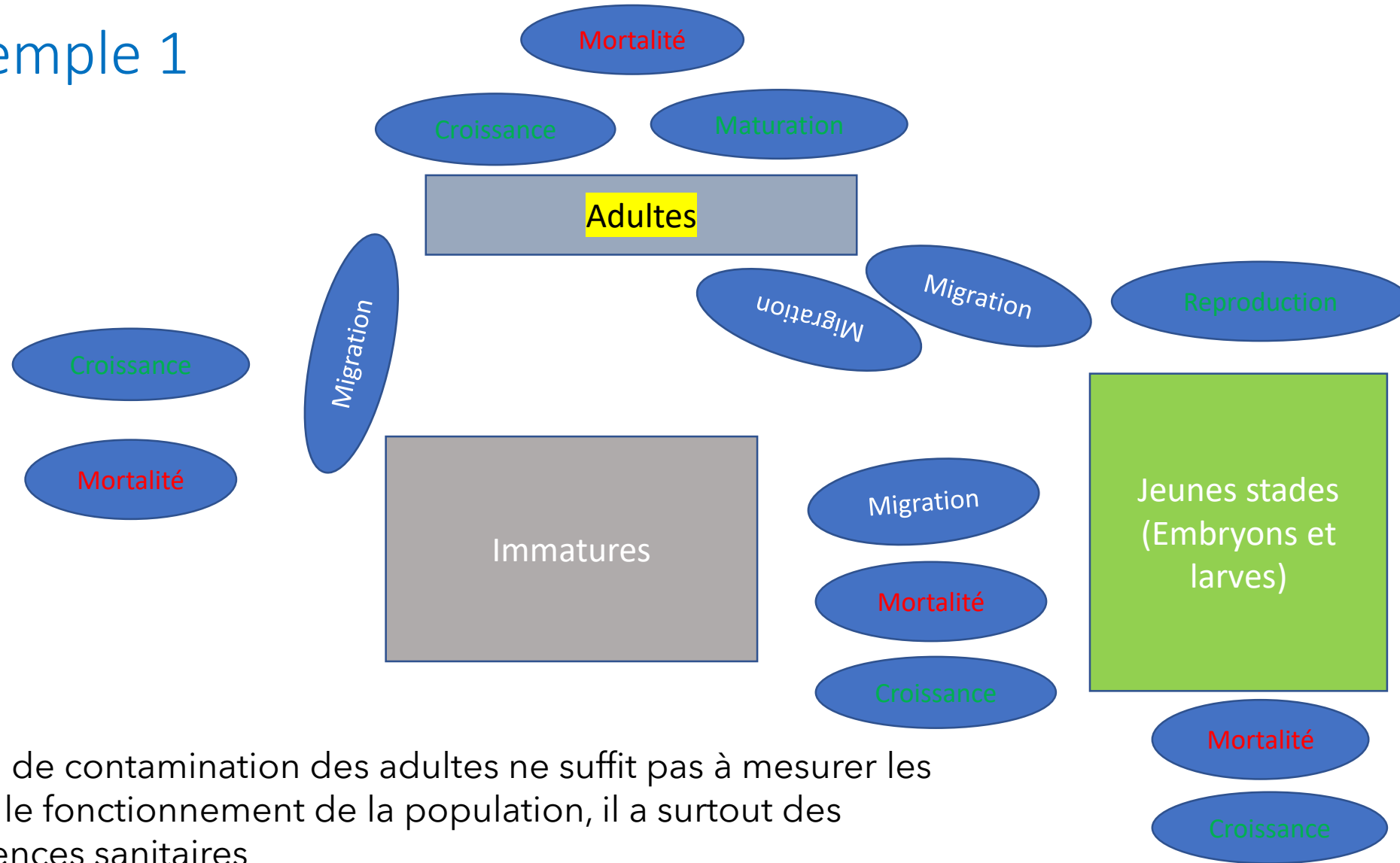
Surexploitation ✓
Dégradation des habitats ✓
Barrages infranchissables ✓
Température ✓
Pollutions chimiques ?

Contexte Les causes du déclin de la grande alose (*Alosa alosa*) ?





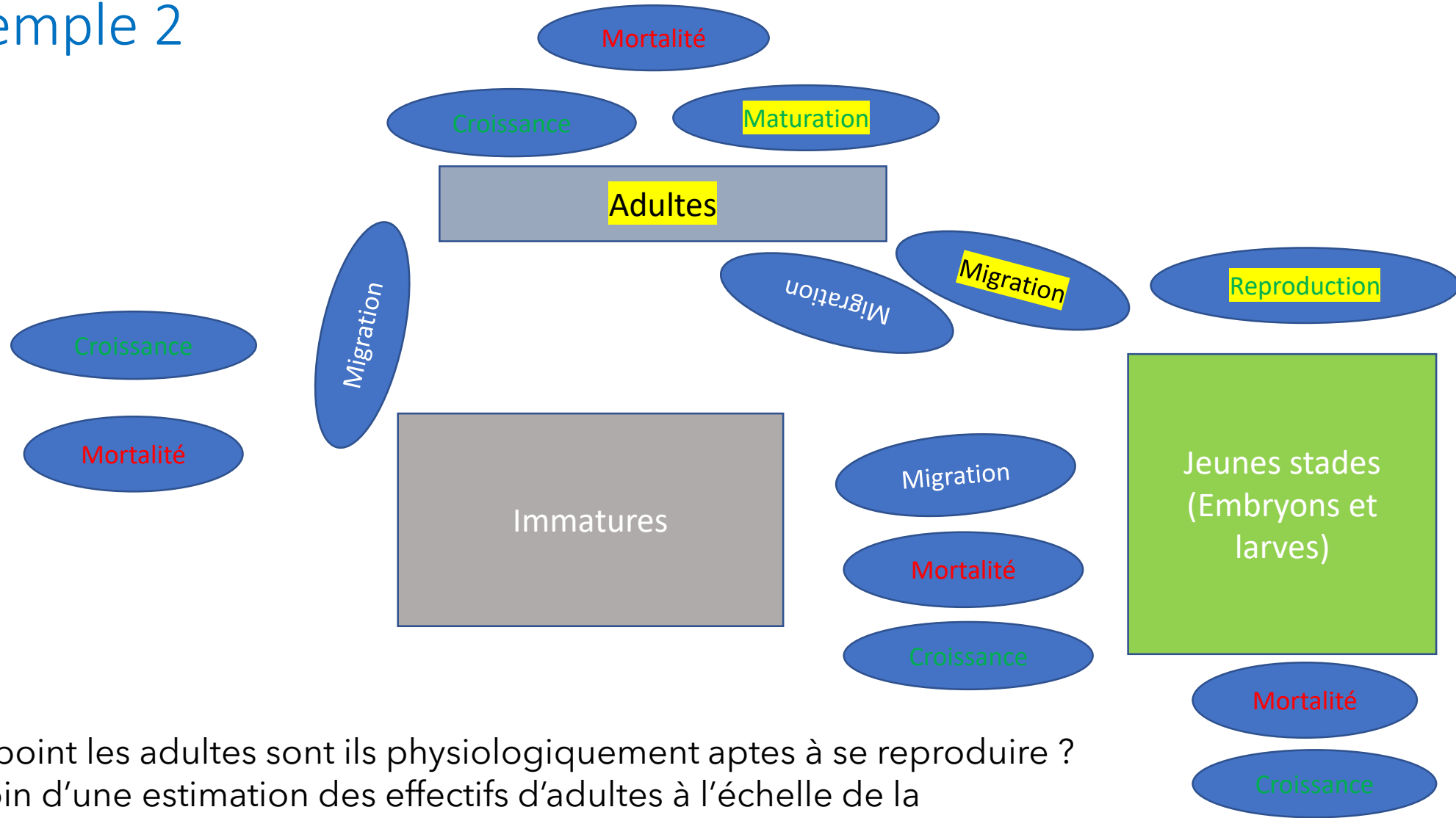
Exemple 1



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*

Exemple 2

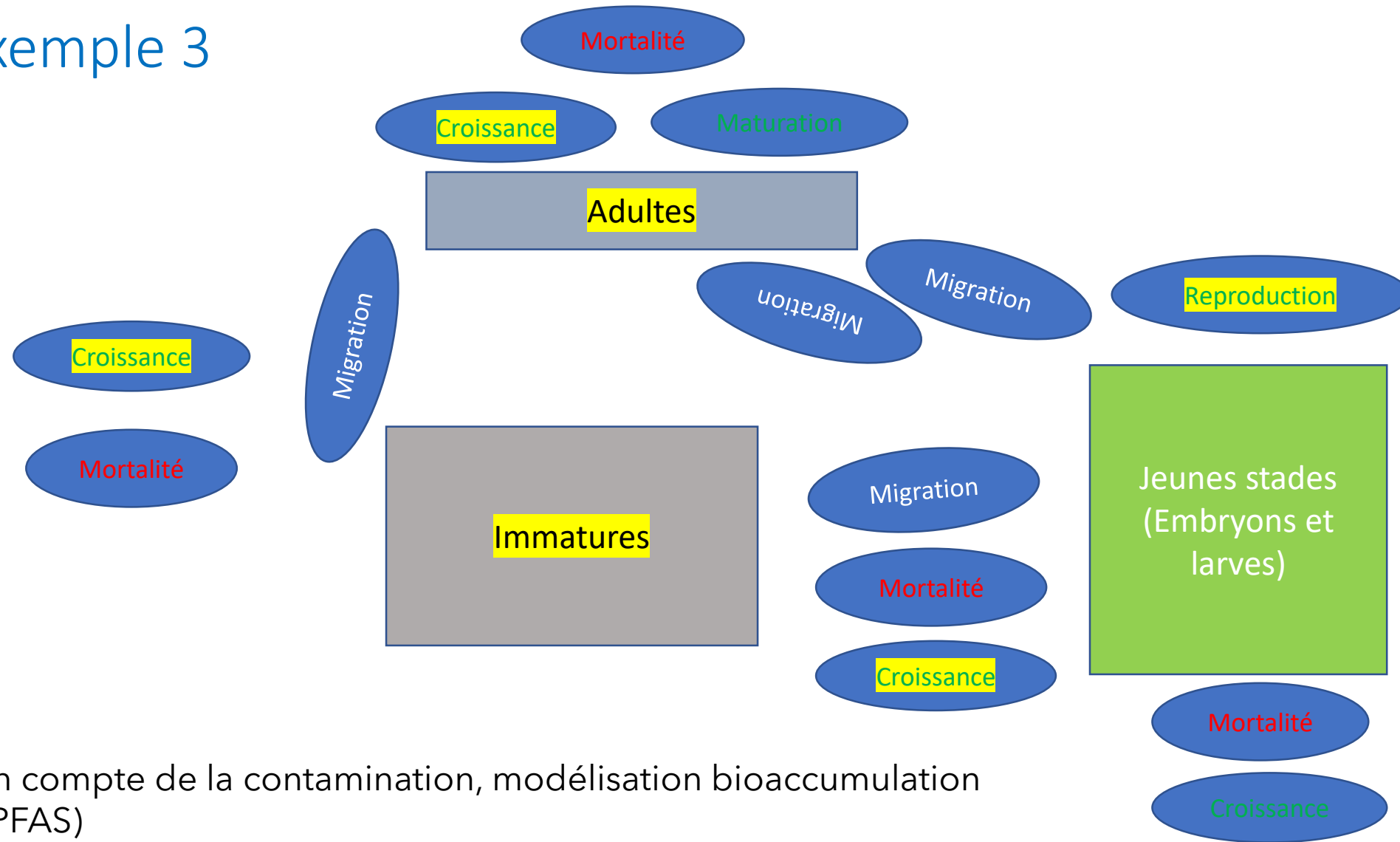


A quel point les adultes sont ils physiologiquement aptes à se reproduire ?

- Besoin d'une estimation des effectifs d'adultes à l'échelle de la population

- Ex. Pierron et al., 2008 *Ecotoxicology and Environmental Safety*

Exemple 3



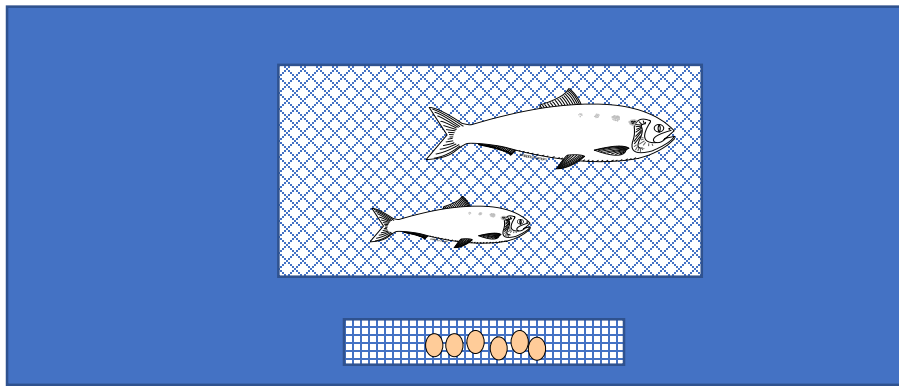
Prise en compte de la contamination, modélisation bioaccumulation (PCB+PFAS)

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

=> Vers des modèles DEB-TOX

- Les trois exemples
 - A partir d'une contamination on cherche des effets
 - Limité à quelques contaminants ou groupes de contaminants
 - On ne parvient pas à démontrer un effet de la qualité chimique de l'eau à l'échelle de la population
- Et si on se décalait un peu
 - On cherche à mettre en évidence des effets liés à la qualité chimique de l'eau sans chercher à les relier à des contaminants
 - Directement sur le terrain
 - Avec un lien direct avec le fonctionnement de la population

- **Biosurveillance** Ensemble des méthodes pour la détection et la mesure des effets des polluants sur les organismes pour la surveillance de la qualité des milieux *Pont & Garric, 2010, Sciences Eaux et Territoires*
- **Active** : transplantation et exposition d'organismes calibrés dans le milieu d'intérêt *Oikari 2006, Aquatic toxicology*
 - Principalement des invertébrés, mais aussi des poissons *Bancel et al. 2024 Environmental Pollution*

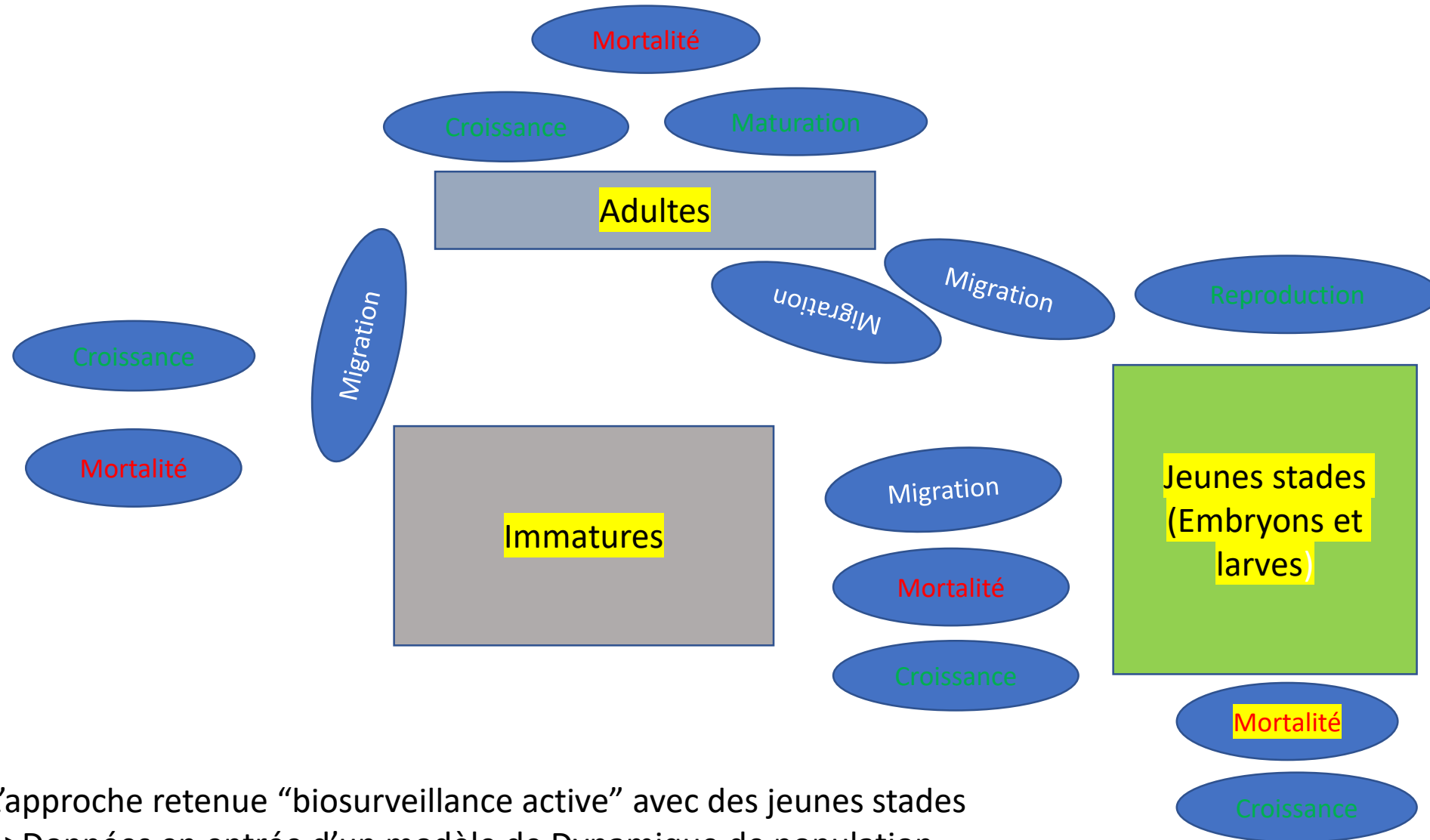


- Le cas particulier des œufs de salmonidés en exposition sous le gravier

- 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



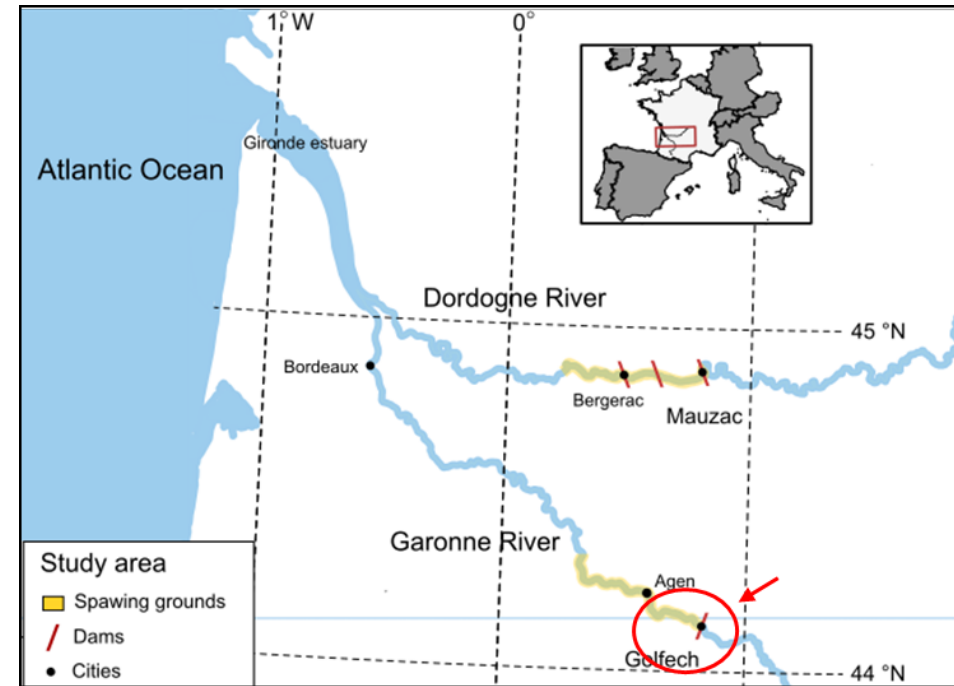
L'approche retenue "biosurveillance active" avec des jeunes stades
 =>Données en entrée d'un modèle de Dynamique de population

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

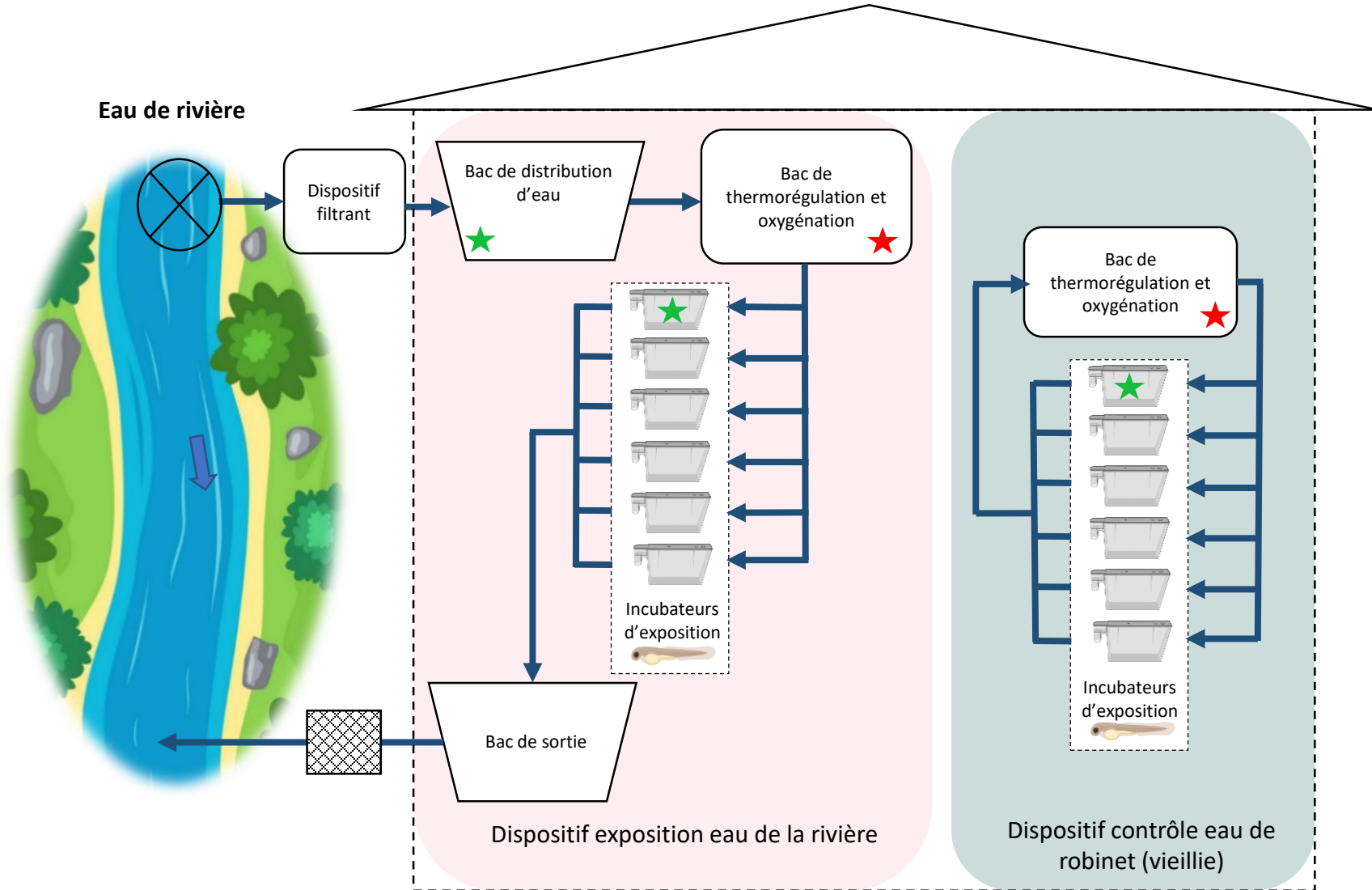
Espèce migratrice autochtone de la Garonne



Grande alose (*Alosa alosa*)



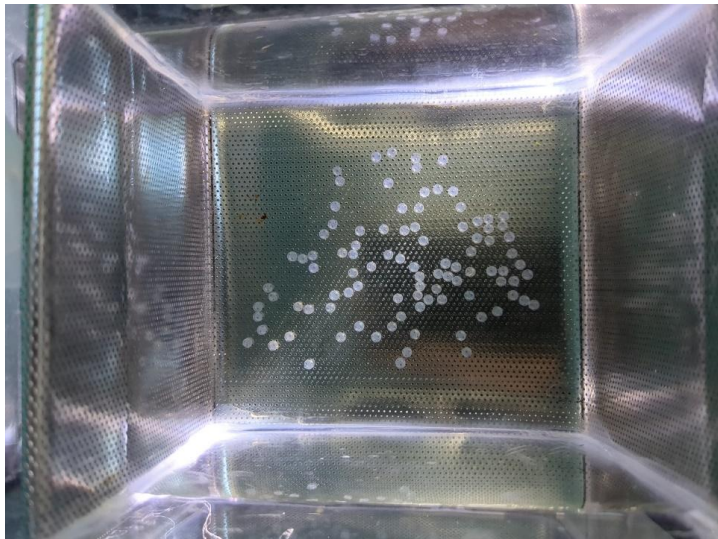
Dispositif expérimental



© INRAE, Eric Rochard

Exposition

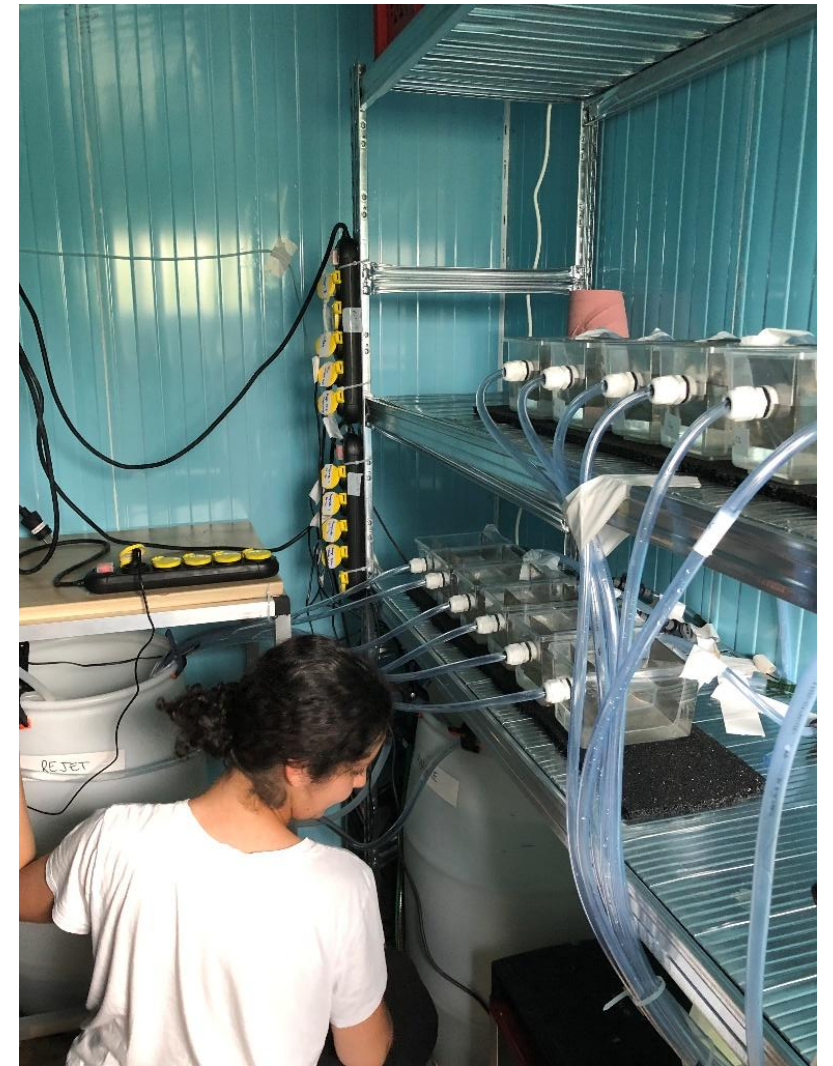
- Géniteurs capturés dans le piège de la passe de la centrale hydroélectrique de Golfech (200 m à l'aval du laboratoire de terrain) M I G A D O
- Après injection LHRH, ponte en bac à la station de Bruch durant la nuit M I G A D O
- Récupération des œufs le matin et exposition dans la foulée



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

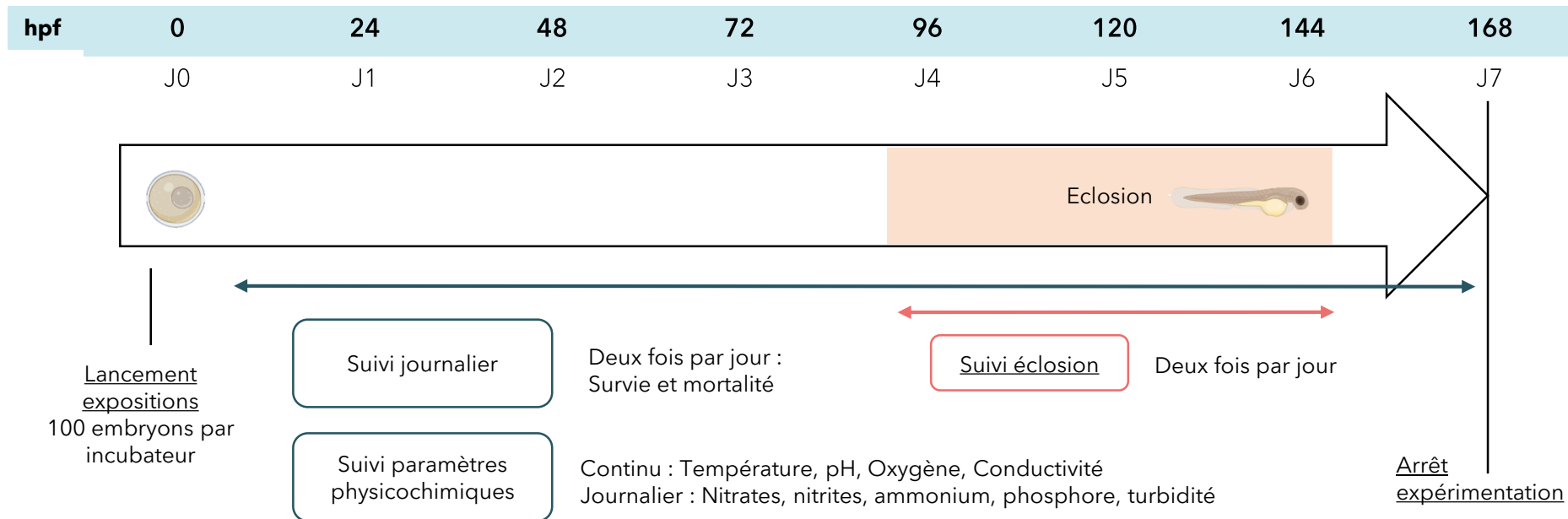


© Eric Rochard, INRAE

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*)



- Prise de photos pour biométrie et pesées (pools de 10)
- Malformations éventuelles
- Conditionnement pour protéomique et biochimie

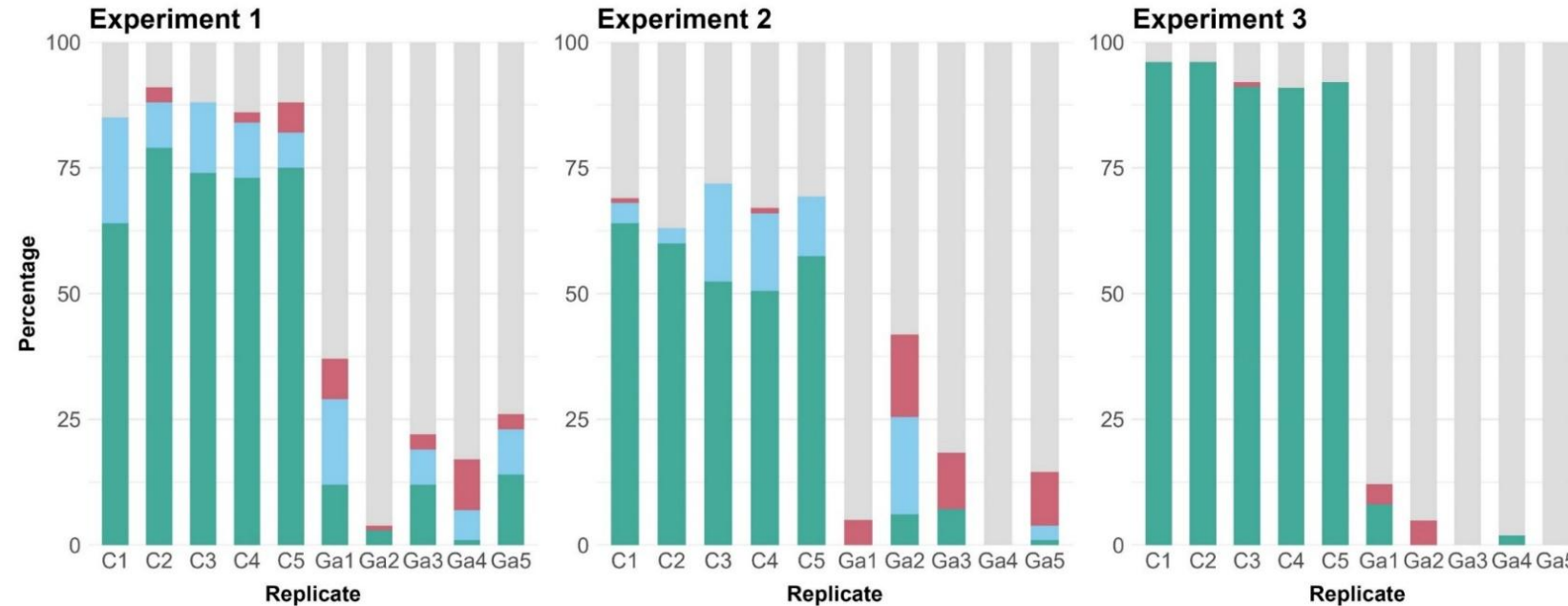


© Eric Rochard, INRAE

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



©INRAE, Sarah Bancel

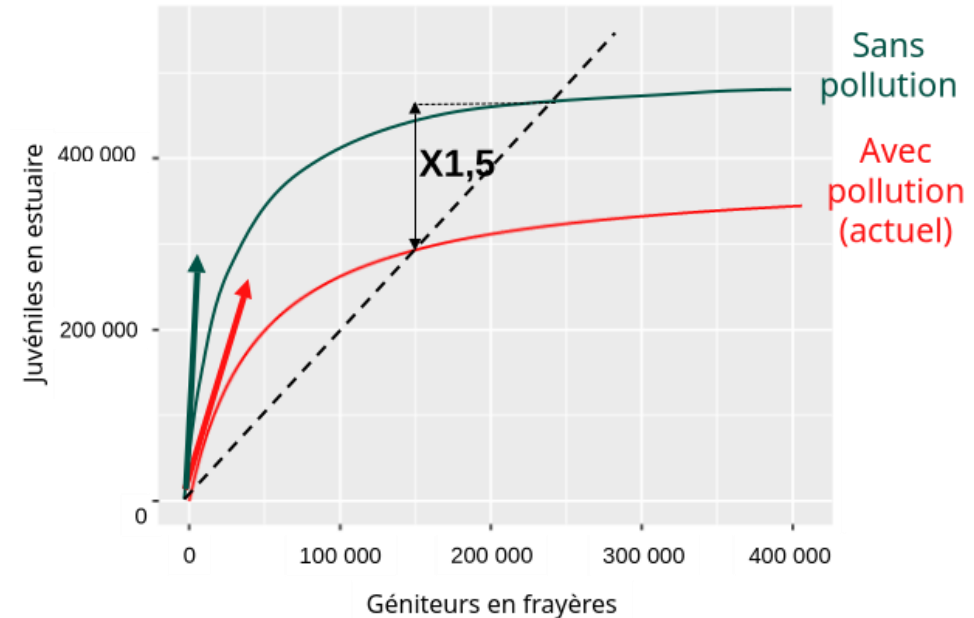
Bancel, S., Cachot, J., Blaya, M., Bouyssou, W., Coynel, A., Mazzella, N., Millan-Navarro, D., Pierre, M., Geffard, O., and Rochard, E. (2025) Water quality of spawning grounds constrains the population dynamics of an emblematic diadromous species (*Alosa alosa*) *Environmental Biology of Fishes*

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 (x1,5) et la vitesse de remontée des effectifs (x2).

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).



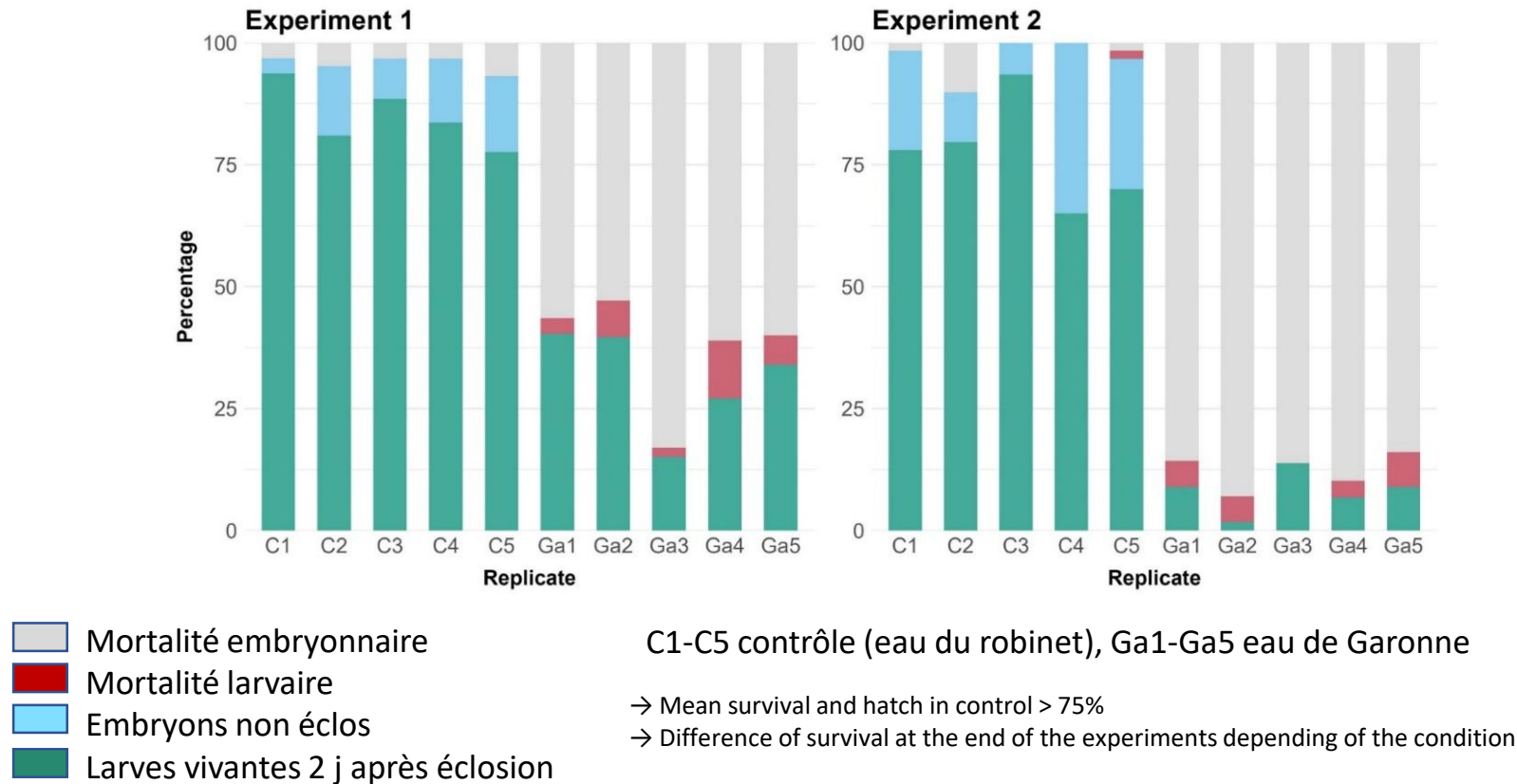
Martin-Vandembulcke, 1999; Rougier, 2015; Paumier, 2021; Poulet, 2022, Bancel, 2024

Et si on faisait la même chose avec un poisson modèle, pour voir ?

Résultats avec des médaka japonais *Oryzias latipes* ?



2 séries en 2023



Bancel, S., Geffard, O., Bossy, C., Clérandeau, C., Coynel, A., Daramy, F., Delorme, N., Garnero, 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 un certain nombre de jours dans le Tarn et Garonne et tout particulièrement Sarah Bancel et Christelle Clérandeau



© Eric Rochard, INRAE