

Devenir de particules de pneus couplées aux HAP dans l'écosystème lacustre et leurs effets sur l'omble chevalier *Salvelinus alpinus*

(Emilie Réalis, OLA/CARTEL)

Travail de thèse réalisé par Fanny-Laure Thomassin

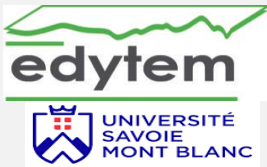


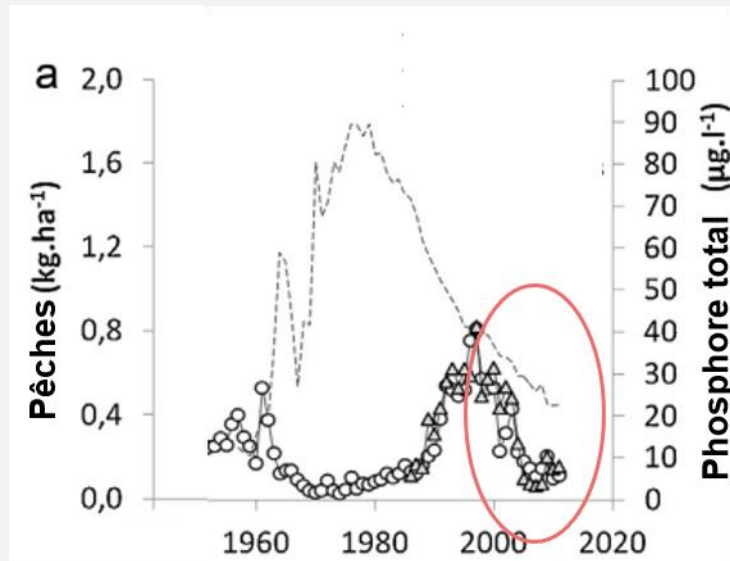
Fanny-Laure Thomassin Doctorante

Encadrement: Emmanuel Naffrechoux & Emilie Réalis



Emmanuel Naffrechoux

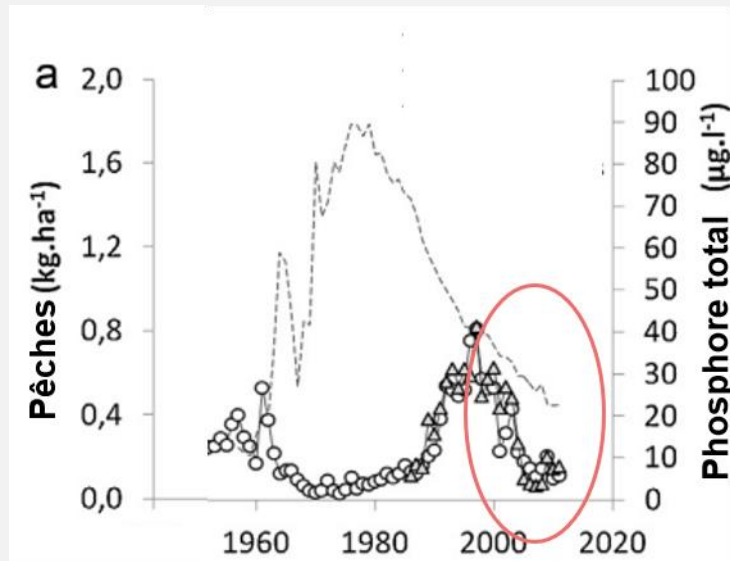




Caudron et al. 2014

Changement climatique



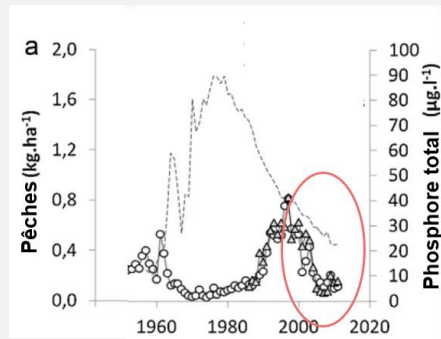


Caudron et al. 2014

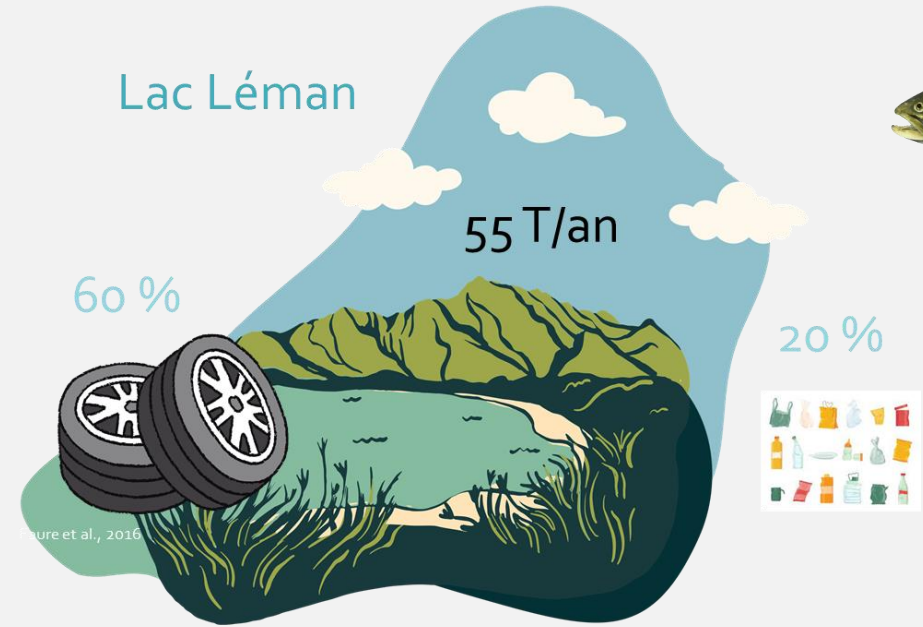
Changement climatique



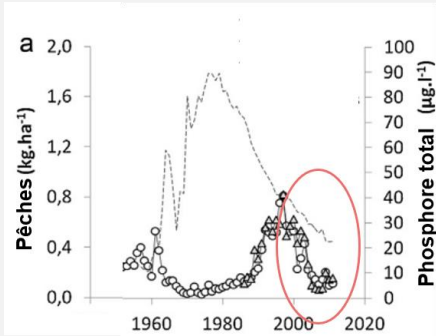
Changement climatique



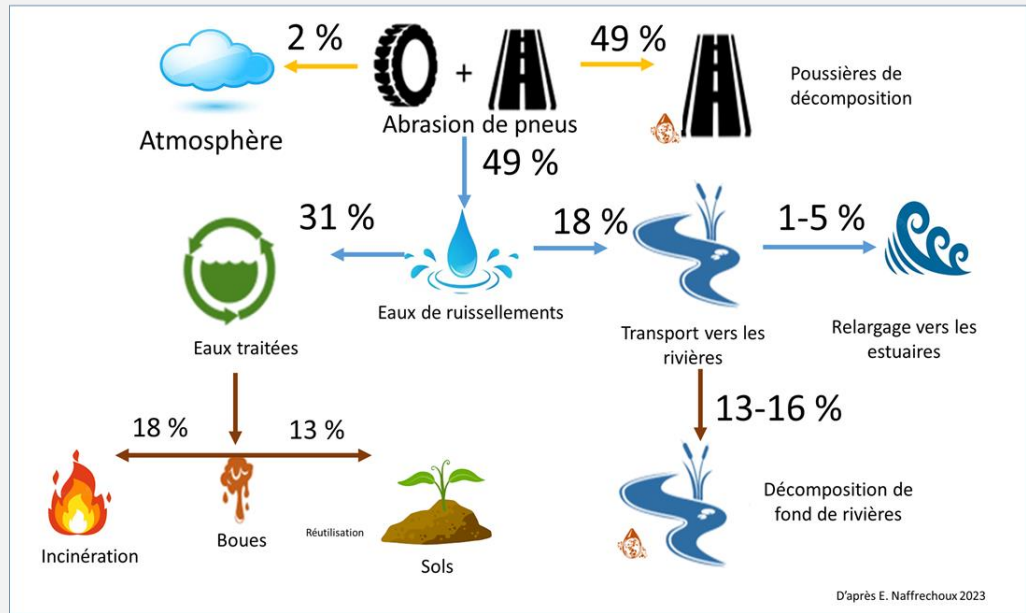
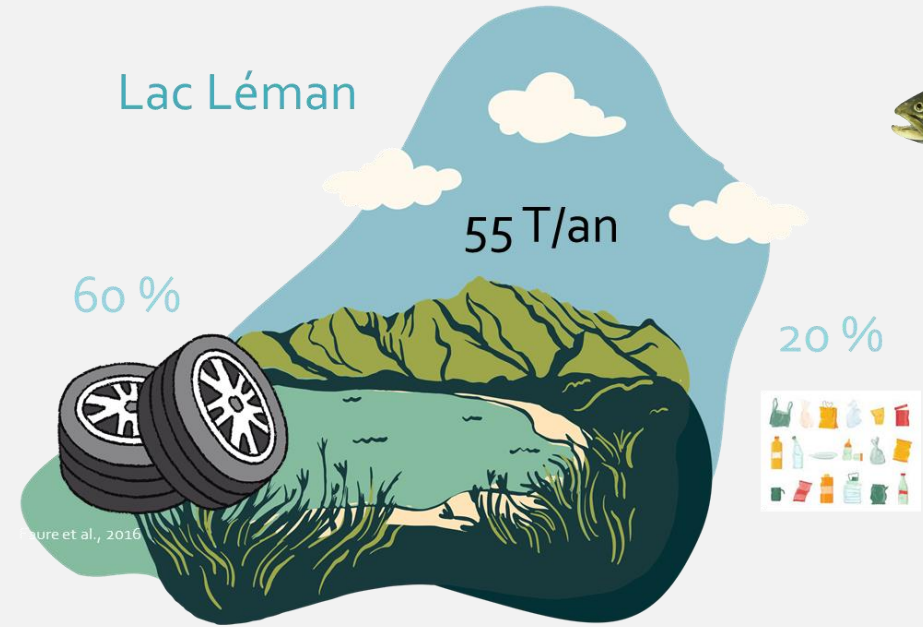
Caudron et al. 2014



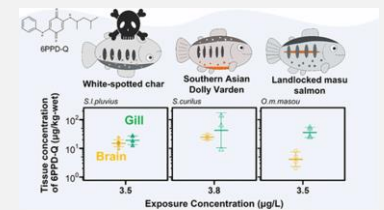
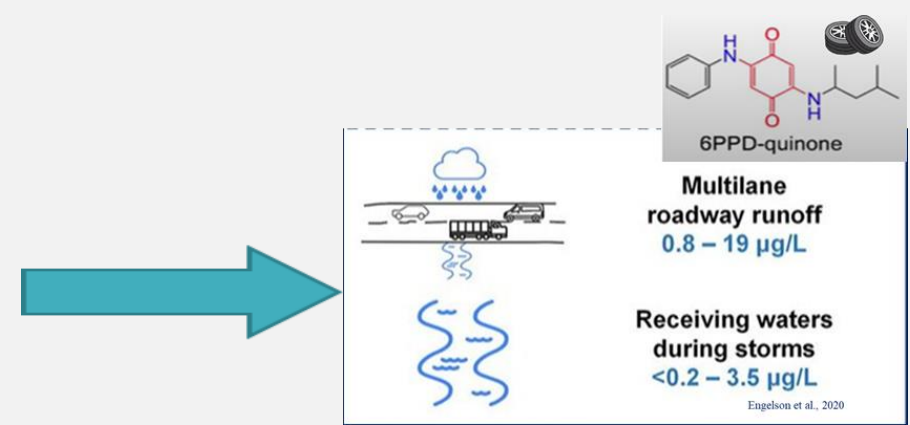
Changement climatique



Caudron et al. 2014



D'après E. Naffrechoux 2023



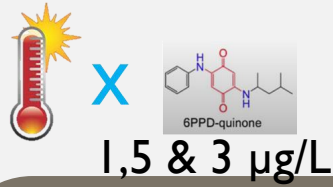
Contexte

Objectif

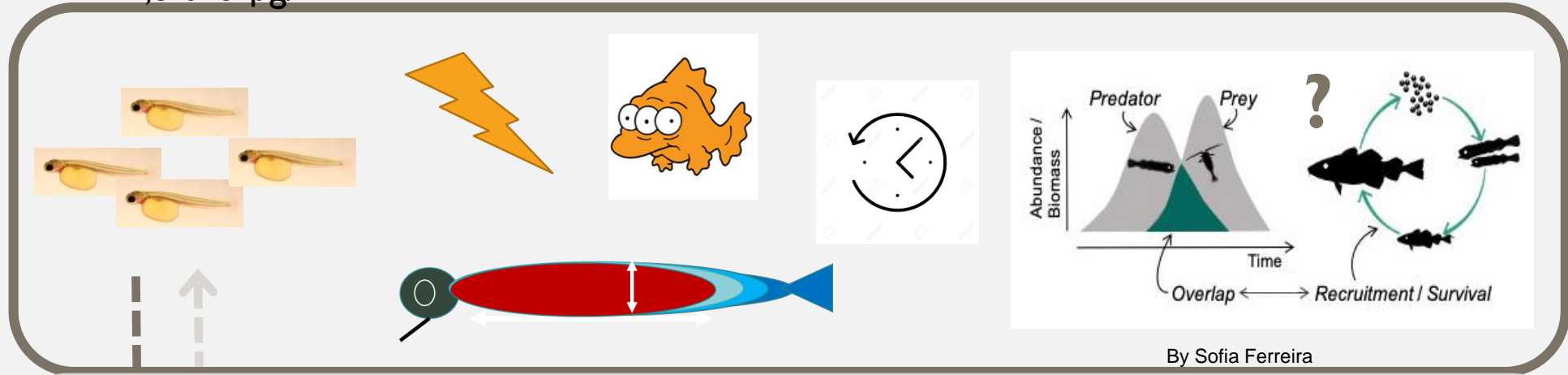
Matériel & méthode

Résultats & discussion

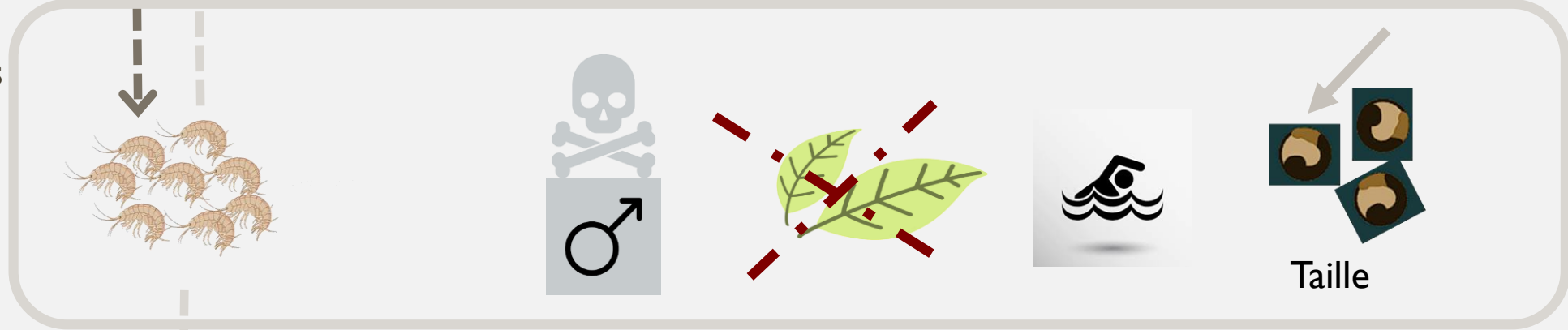
Conclusion



PNR? Match-mismatch ?

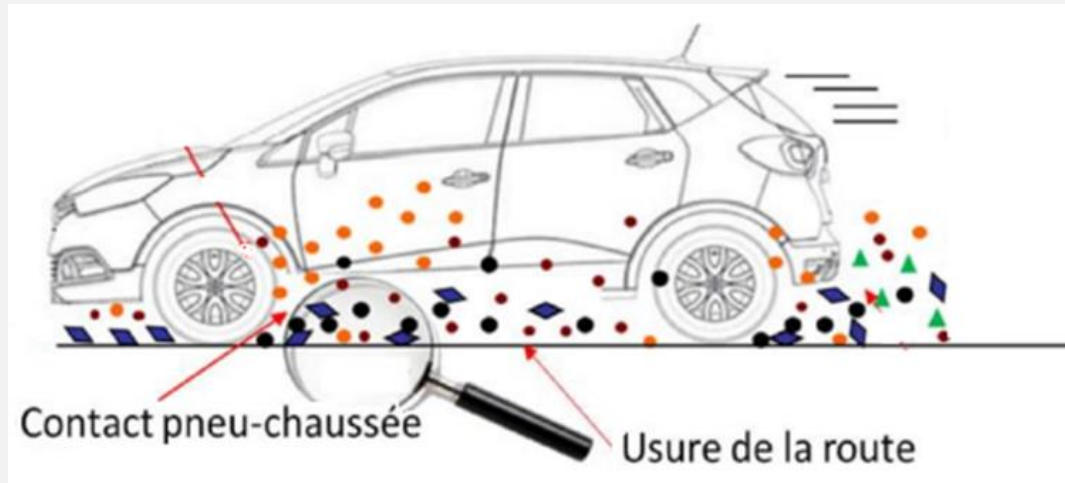


Diminution nutrition des poissons et autres



Diminution de la dégradation de la litière

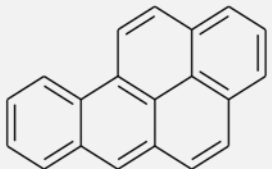




+ Micropolluants organiques

→ 6PPD-quinone, molécule

→ BaP, HAP



Mutagène, cancérogène une fois métabolisé par adduits à l'ADN (Hall et Grover, 1990)
 Impact sur la croissance : diminution significative de la longueur totale des larves
 Augmentation taux de malformations au cours du développement
 Anomalies du comportement



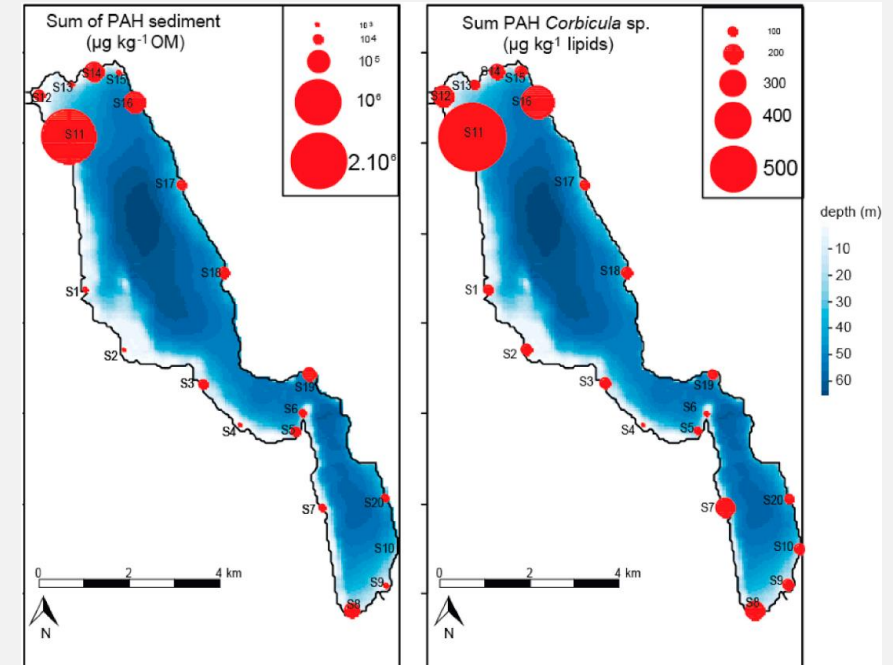
Chemosphere

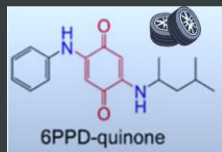
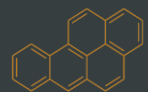
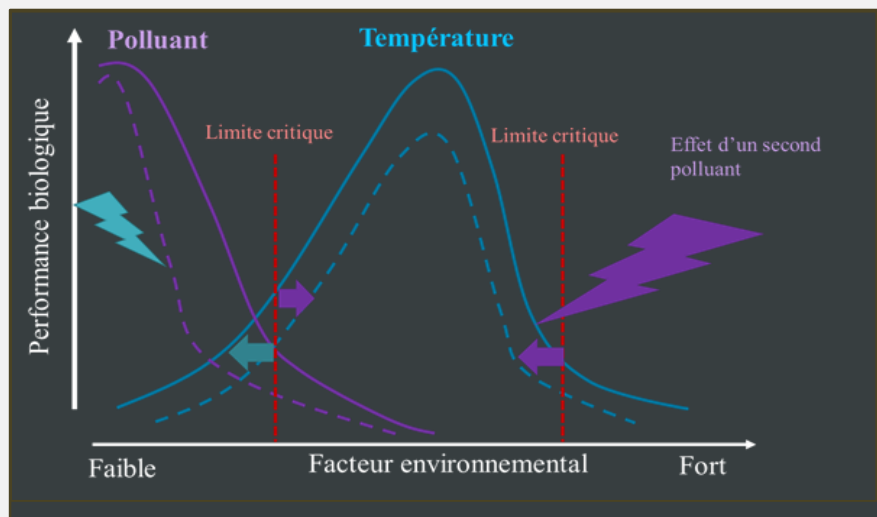
Volume 238, January 2020, 124569



Tracking sources and transfer of contamination according to pollutants variety at the sediment-biota interface using a clam as bioindicator in peri-alpine lakes

Nathalie Lécivain ^a, Antoine Duparc ^b, Bernard Clément ^a, Emmanuel Naffrechoux ^c, Victor Frossard ^d





1

1



Effet synergique

$$1 + 1 = 3$$

Effet plus fort que
l'addition des polluants

Effet additif

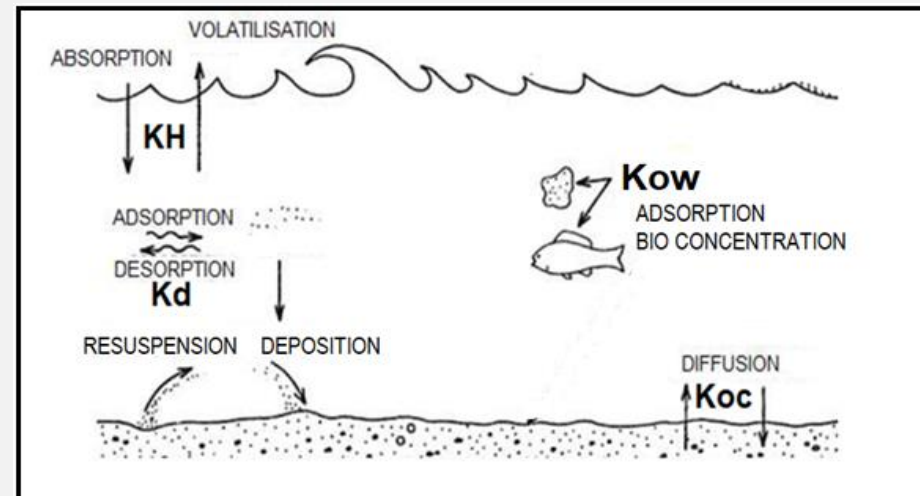
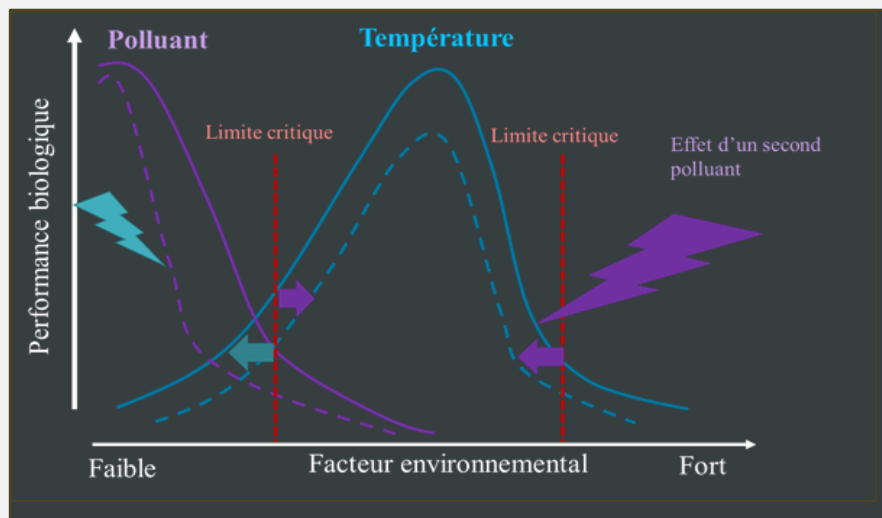
$$1 + 1 = 2$$

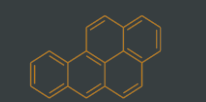
Effet égale à l'addition
des polluants

Effet antagoniste

$$1 + 1 = 0,5$$

Effet moins fort de
l'ensemble de l'addition
des polluants






6PPD-quinone


1

+



1

=



Effet synergique

$1 + 1 = 3$

Effet plus fort que l'addition des polluants

Effet additif

$1 + 1 = 2$

Effet égale à l'addition des polluants

Effet antagoniste

$1 + 1 = 0,5$

Effet moins fort de l'ensemble de l'addition des polluants

BAF ($L.kg^{-1}$) = $C_{fish}/C_{water} = \{k_1 + k_D (C_{fish}/C_{water})\} / (k_2 + k_E + k_M + k_G)$

The diagram shows a fish with several arrows indicating processes: 'Dietary uptake: k_D ' (pointing to the mouth), 'Gill uptake: k_1 ' (pointing to the gills), 'Metabolic biotransformation: k_M ' (pointing to the internal organs), 'Gill elimination: k_2 ' (pointing away from the gills), 'Fecal egestion: k_E ' (pointing to the tail), and 'Growth 'dilution': k_G ' (indicated by a dashed arrow pointing to the right).

« Particules d'usure de pneus et chaussée : transfert, réactivité et écotoxicité des polluants associés dans les milieux aquatiques. »

Axe 1

Les polluants *in-natura*

Occurrence, devenir, transferts dans un lac périalpin

Axe 2

Les polluants *in-vitro*

Impacts physiques, physiologiques, démographiques, comportementaux sur les premiers stades de vie

« Particules d'usure de pneus et chaussée : transfert, réactivité et écotoxicité des polluants associés dans les milieux aquatiques. »

Axe 1
Les polluants *in-natura*
Occurrence, devenir, transferts dans un lac périalpin

Axe 2
Les polluants *in-vitro*
Impacts physiques, physiologiques, démographiques, comportementaux sur les premiers stades de vie

6PPD-quinone

0,5 µg/L : concentration moyenne dans des eaux d'un bassin versant urbain (Johannessen et al, 2021)

3 µg/L : concentration très haute retrouvée au début des analyses à Seattle et Los Angeles (Tian et al, 2021)

+ 2 conditions « effet cocktail »

- **0,5 µg/L 6PPD-quinone + 8 ng/L BaP**
- **3 µg/L 6PPD-quinone + 8 ng/L BaP**

BaP

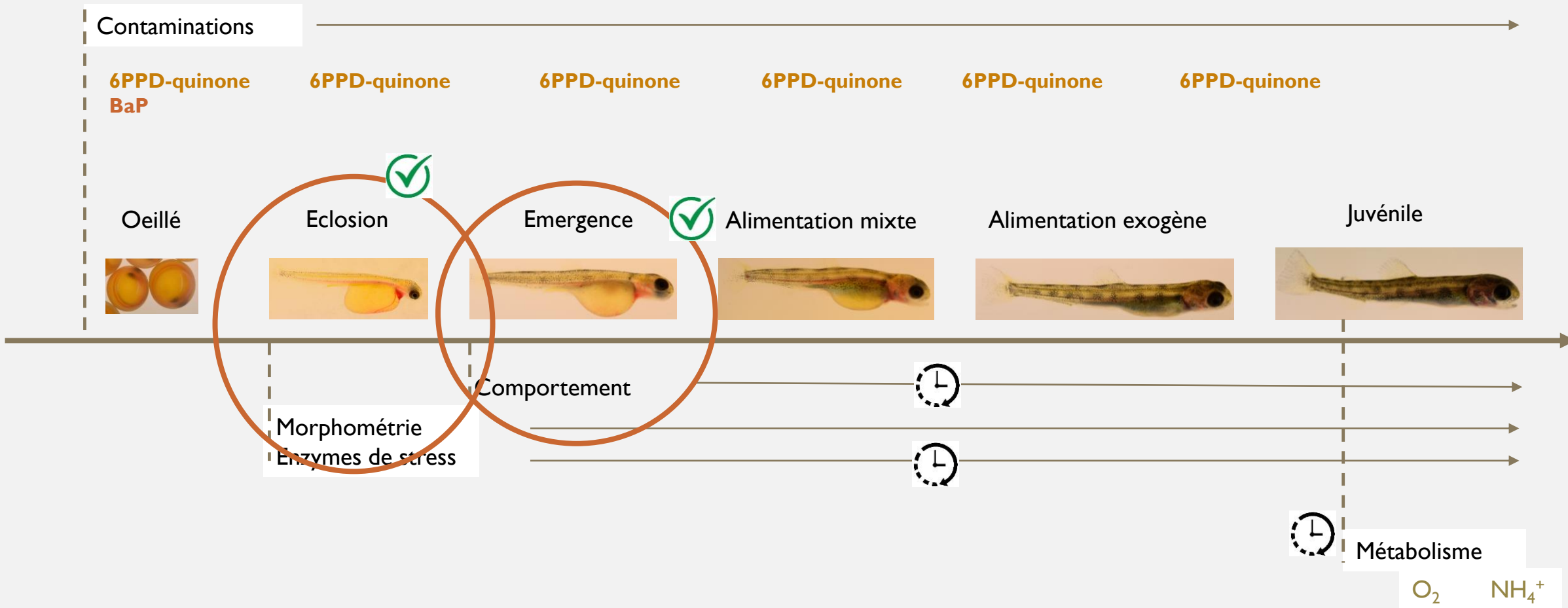
8 ng/L : inférieure à concentration médiane retrouvée dans des eaux impactées par le ruissellement (Meng et al, 2019)

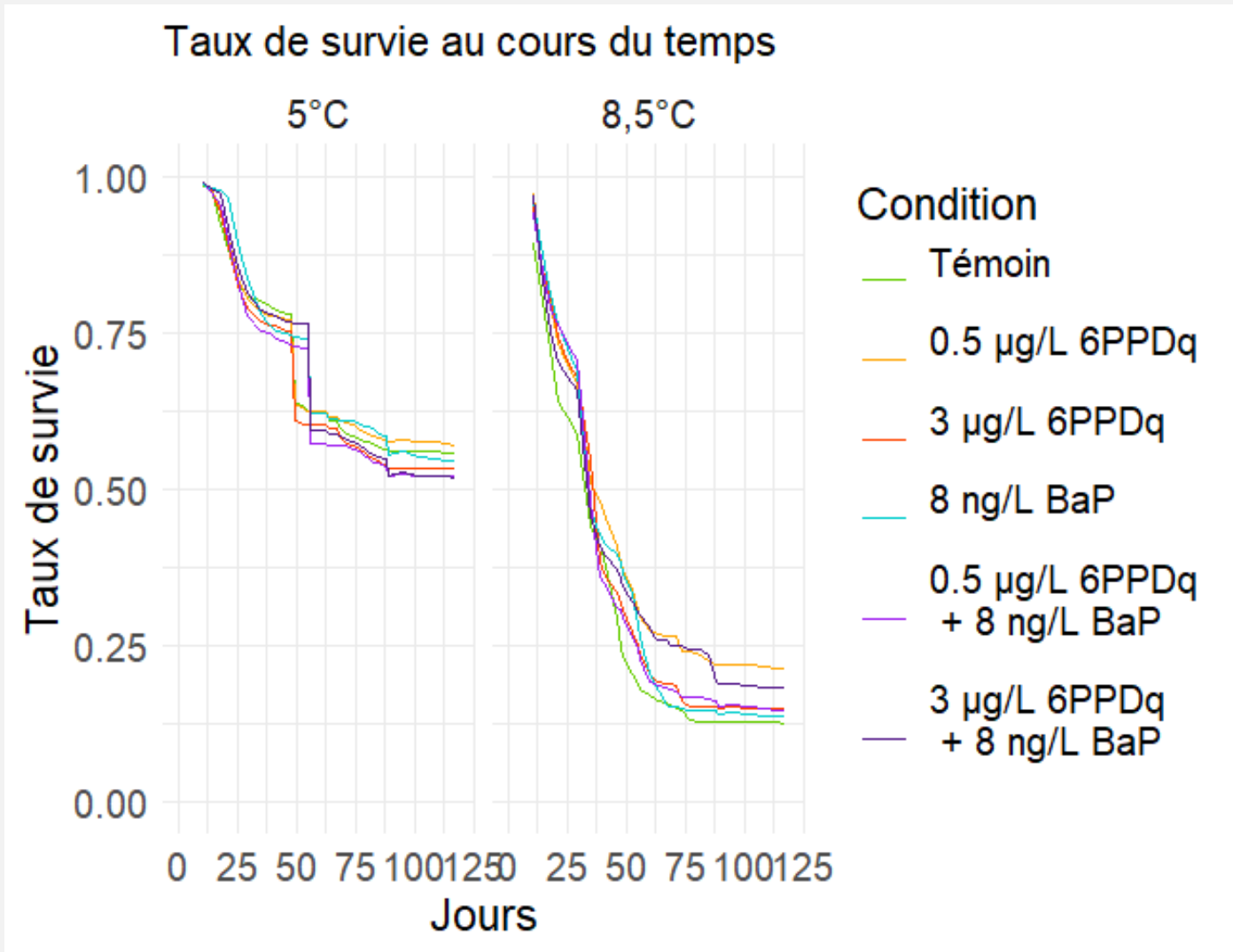
Température

5°C : température optimale de développement des larves (Jobling et al, 1993)

8,5°C : élévation via RCP-SSP5-8.5 (Portner et al, 2022)





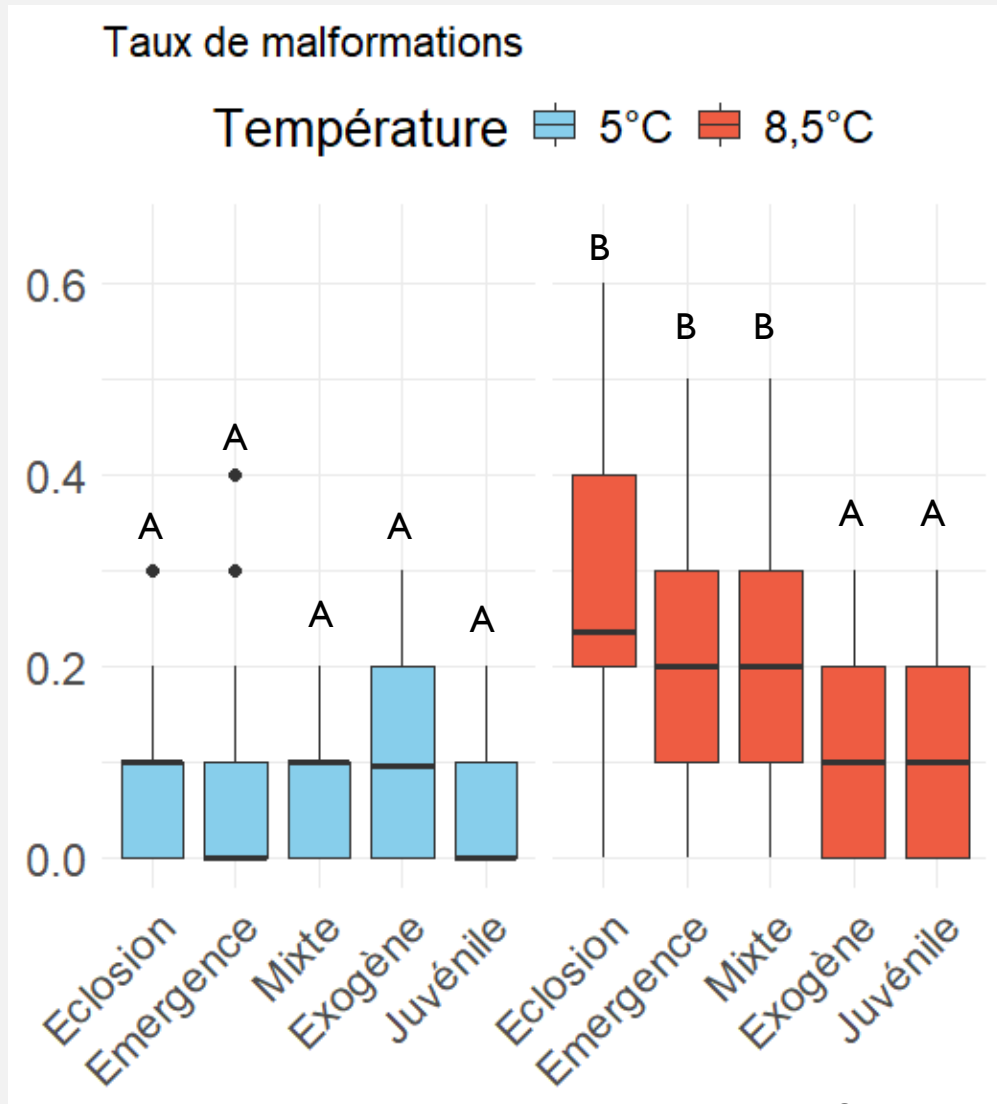


Effet **Température**
(Kamler 1992)

Effet **Polluants (6PPD-Q & BaP)**

→ **Tolérance** de l'omble à la 6PPD-quinone (<14,2 µg/L, Brinkmann et al, 2022)

→ **BaP** pas de mortalité à 8ng/L chez la truite (Hannah et al, 1982)

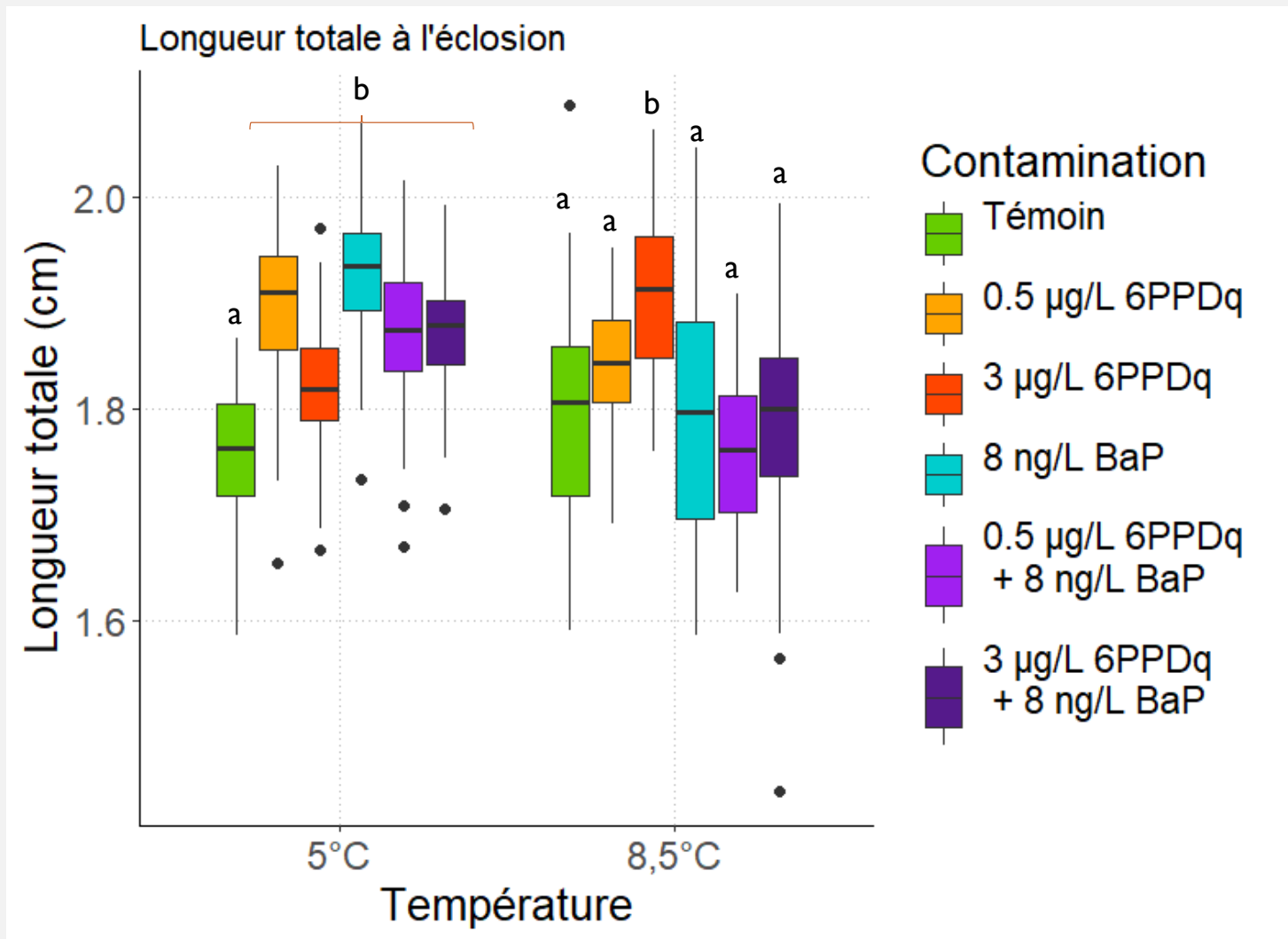


Test : GLM, Poisson

Effet **Température**
 → **Augmentation** à l'éclosion (Kamler 1992)

Effet **Polluant**

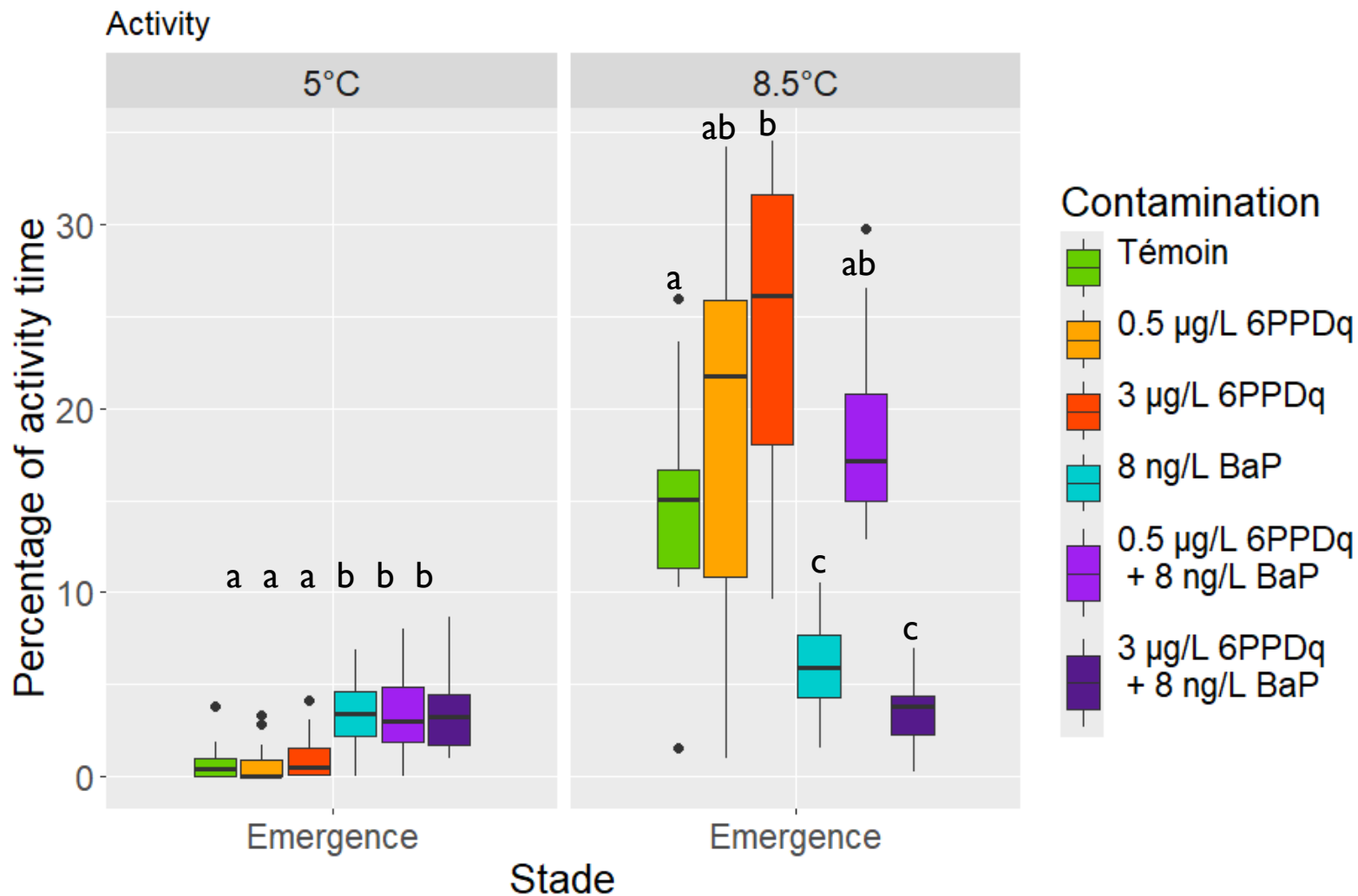
Effet **Stade**
 → Diminution au cours du temps (à 8,5°C) : chute de la **survie** à alimentation mixte



Effet Température & Polluants

→ À 5°C : plus grandes
Effet d'Hormèse ? (Meador et al, 2011)

→ À 8,5°C : 3 µg/L
Arrêt métabolique ?
Inhibition des polluants ?

Effet **Température**

→ **Augmentation** du temps d'activité (Kamler 1992)

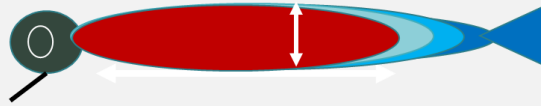
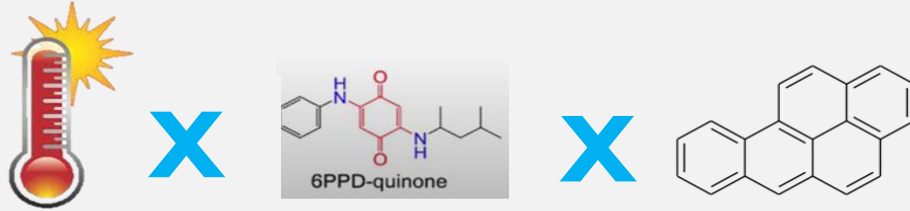
Effet **Polluants**

→ À **5°C** : augmentation avec **BaP & 6PPD-Q** et **BaP seul**

→ À **8,5°C** :
 Augmentation avec 6PPD-Q
 Diminution avec BaP seul et BaP + 6PPD-Q à 3µg/L

Cocktail : antagonisme ?
 arrêt métabolique ?

→ A compléter avec le métabolisme

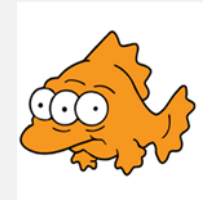
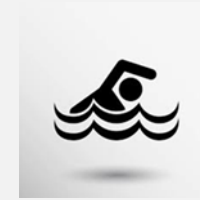
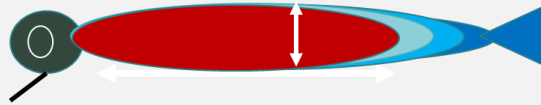
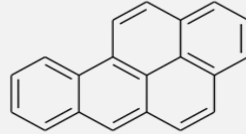
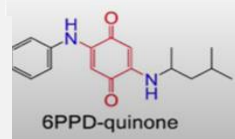


Effet Température : Polluant

→ À **5°C** : plus grandes
Effet d'Hormèse (Meador et al, 2011)

→ À **8,5°C** : 3 µg/L
Arrêt métabolique ?
Inhibition des polluants ?



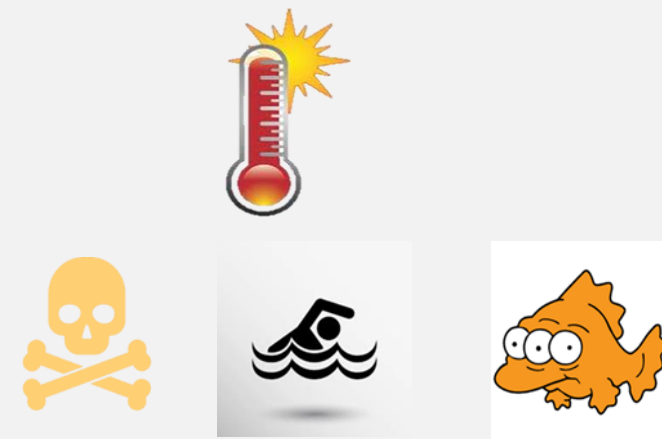
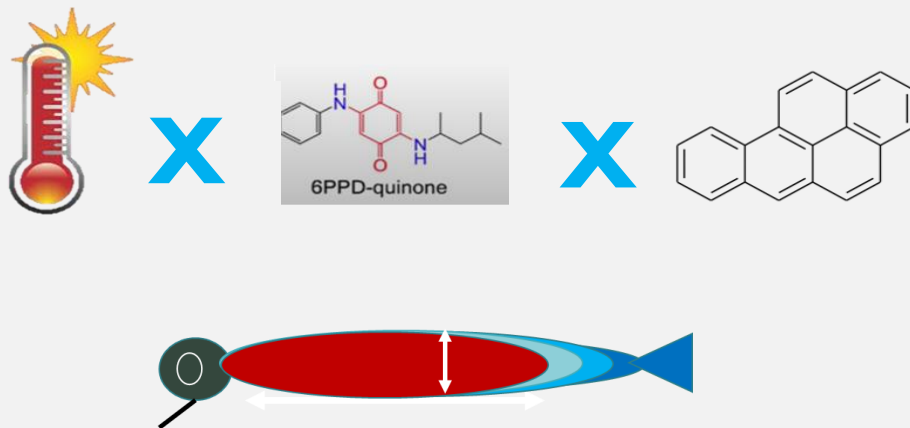


Effet Température : Polluant

→ À **5°C** : plus grandes
Effet d'Hormèse (Meador et al, 2011)

→ À **8,5°C** : 3 µg/L
Arrêt métabolique ?
Inhibition des polluants ?

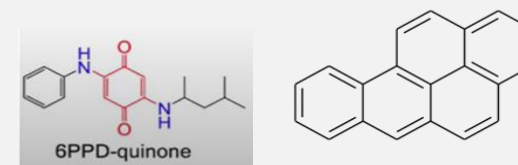




Effet Température : Polluant

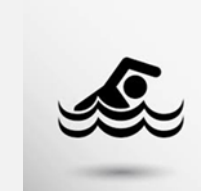
→ À **5°C** : plus grandes
Effet d'Hormèse (Meador et al, 2011)

→ À **8,5°C** : 3 µg/L
Arrêt métabolique ?
Inhibition des polluants ?



À 5°C : augmentation avec BaP

À 8,5°C :
Augmentation avec 6PPD-Q
Diminution avec BaP



Devenir de particules de pneus couplées aux HAP dans l'écosystème lacustre et leurs effets sur l'omble chevalier *Salvelinus alpinus*

(Emilie Réalis, OLA/CARTEL)

Travail de thèse réalisé par Fanny-Laure Thomassin



Fanny-Laure Thomassin Doctorante

Encadrement: Emmanuel Naffrechoux & Emilie Réalis



Emmanuel Naffrechoux



« Particules d'usure de pneus et chaussée : transfert, réactivité et écotoxicité des polluants associés dans les milieux aquatiques. »

Axe 1

Les polluants *in-natura*

Occurrence, devenir, transferts dans un lac périalpin

Axe 2

Les polluants *in-vitro*


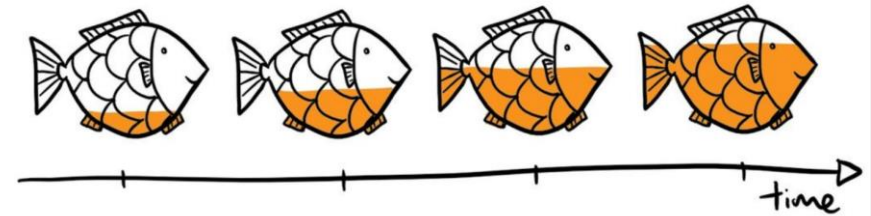
Impacts physiques, physiologiques, démographiques, comportementaux sur les premiers stades de vie

Axe ILes polluants *in-natura*

Occurrence, devenir, transferts dans un lac périalpin



- **Origine, devenir, occurrence** dans un lac périalpin
- Etat des lieux des concentrations dans nos régions
- Caractériser **transfert** des polluants
- Valeurs de K_{oc}, bioaccumulation dans les espèces piscicoles

BIOACCUMULATION
 - contaminant


Accumulation d'une substance dans un organisme au cours du **temps** et de **l'exposition**

Partition **carbone organique – eau**
 Estimation du potentiel d'adsorption dans le sédiment
 selon teneur en **matière organique**



Poissons : **Perches** communes (percidé très commun en Europe), **ombles** et **corégones** (salmonidé)

9 individus / secteur

Filets : bioaccumulation

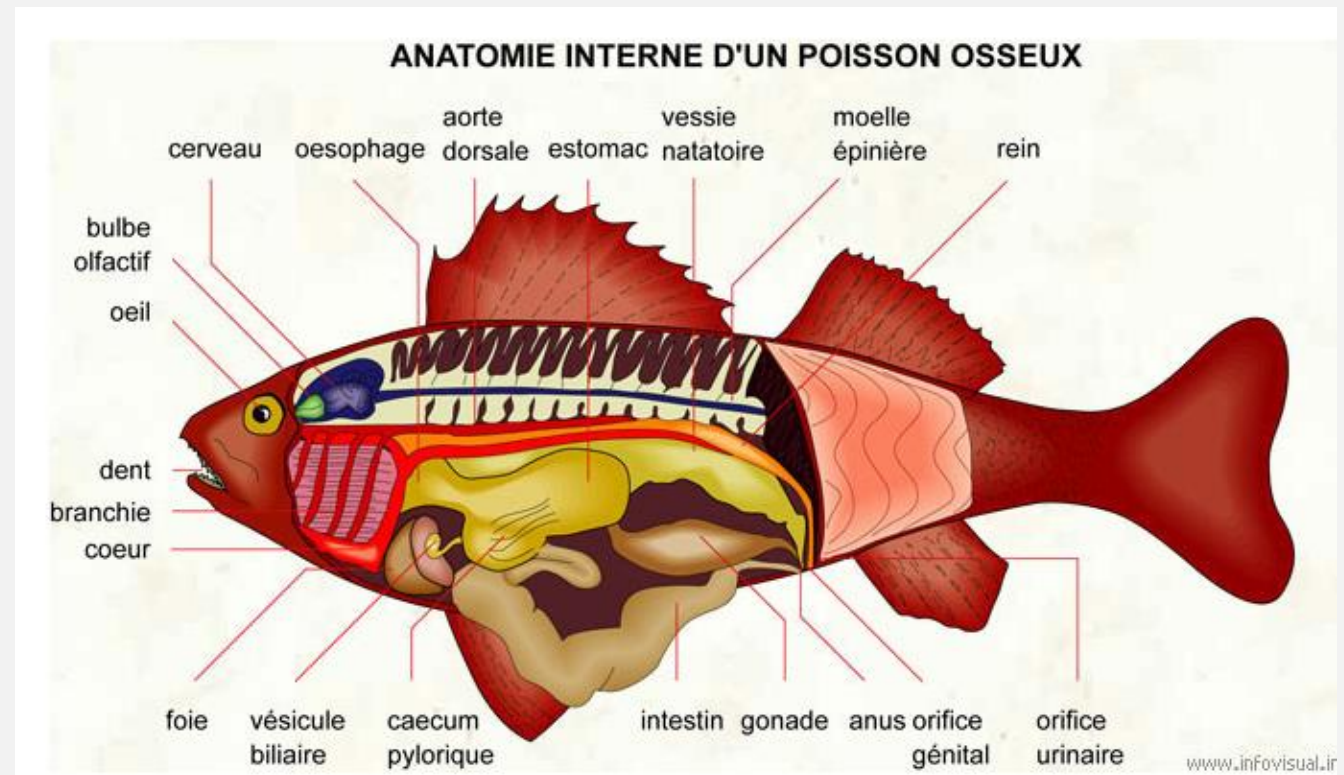
Foie : organe de dépuraction et de stockage des polluants

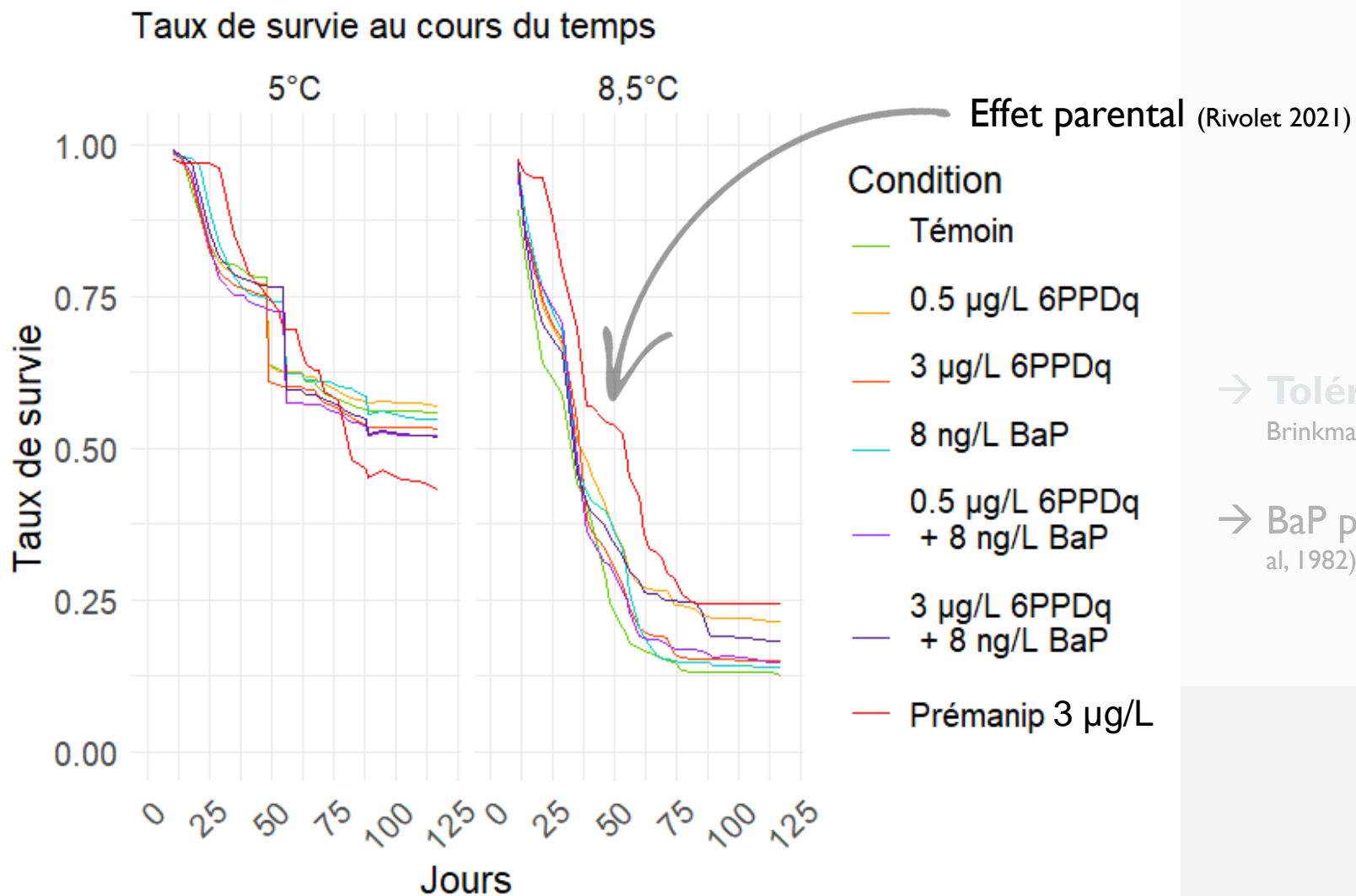
Cerveau : passage barrière hémato-encéphalique ?

Eau et sédiment : 10 point / secteur

Colonne d'eau + eau interstitielle du sédiment : concentrations en toxique biodisponible

Sédiment : stock de toxiques adsorbés ou présents dans les particules d'usure pneu + chaussée



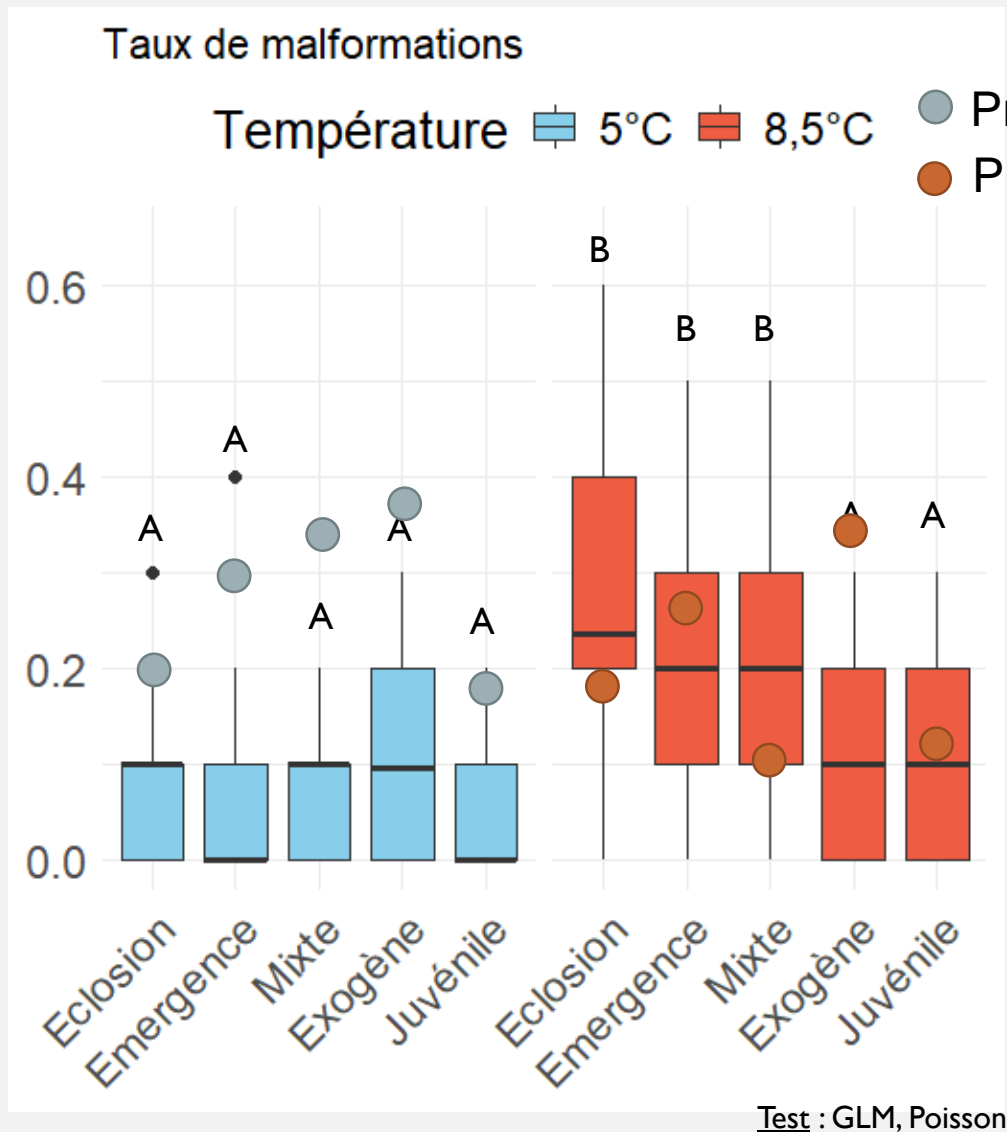
Effet **Température**

(Kamler 1992)

Effet **Polluant**

→ **Tolérance** de l'omble à la 6PPD-quinone (<14,2 µg/L, Brinkmann et al, 2022)

→ BaP pas de mortalité à 8ng/L chez la truite (Hannah et al, 1982)

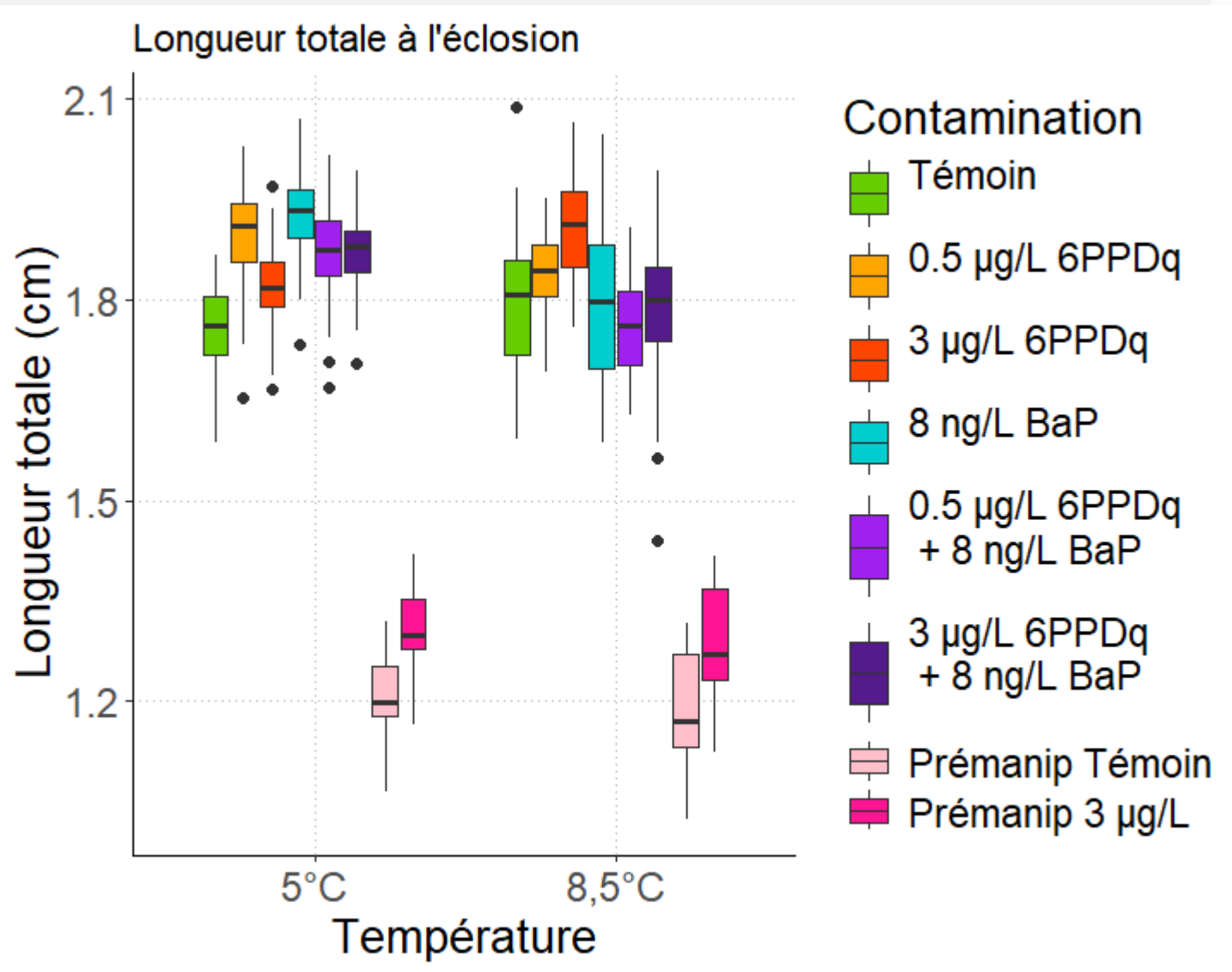


Effet **Température**
→ **Augmentation** à l'éclosion (Kamler 1992)

Effet **Polluant**

Effet **Stade**
→ Diminution au cours du temps (à 8,5°C) : chute de la **survie** à alimentation mixte

Effet parental (Rivolet 2021)



Test : ANOVA à deux facteurs, distribution normale

Effet Température : Polluant

→ À 5°C : plus grandes
Effet d'Hormèse (Meador et al, 2011)

→ À 8,5°C : 3 µg/L
Arrêt métabolique ?
Inhibition des polluants ?

Effet parental (Rivolet 2021)

Mesures vidéos : suivi du comportement
30 larves /condition / stade



Acclimatation 10 min

Vidéo 10 min

Vidéo avec un flotteur « prédateur » 10 min → curiosité, acquisition du territoire

Mesures réalisées sur **LoliTrack**



- **Activité** (distance parcouru de nage, accélération)
- **Sociabilité** (distance au plus proche voisin, distance moyenne inter-individuelle)
- **Anxiété** (mêmes paramètres en présence du « prédateur »)

