



HAL
open science

Diagnostic des impacts écotoxicologiques des substances pharmaceutiques en cours d'eau : translocation de communautés microbiennes périphytiques et mesures de tolérance (PICT)

Hélène Rogue, Cécile Miège, Chloé Bonnineau, Bernadette Volat, Christophe Rosy, Bernard Motte, Amandine Daval, Emilie Lyautey, Stéphane Pesce

► To cite this version:

Hélène Rogue, Cécile Miège, Chloé Bonnineau, Bernadette Volat, Christophe Rosy, et al.. Diagnostic des impacts écotoxicologiques des substances pharmaceutiques en cours d'eau : translocation de communautés microbiennes périphytiques et mesures de tolérance (PICT). Séminaire scientifique - Flux polluants écotoxicologie et écosystèmes, Zone Atelier Bassin du Rhône (ZABR), Oct 2023, Villeurbanne, France. hal-04372508

HAL Id: hal-04372508

<https://hal.inrae.fr/hal-04372508v1>

Submitted on 4 Jan 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Séminaire scientifique

Flux polluants écotoxicologie et écosystèmes

5 octobre 2023 - Villeurbanne

Avec le soutien de :



Diagnostic des impacts écotoxicologiques des substances pharmaceutiques en cours d'eau : translocation de communautés microbiennes périphytiques et mesures de tolérance (PICT).

Hélène Rogue, Cécile Miège, Chloé Bonnineau, Bernadette Volat, Christophe Rosy, Bernard Motte, Amandine Daval, Emilie Lyautey, Stéphane Pesce



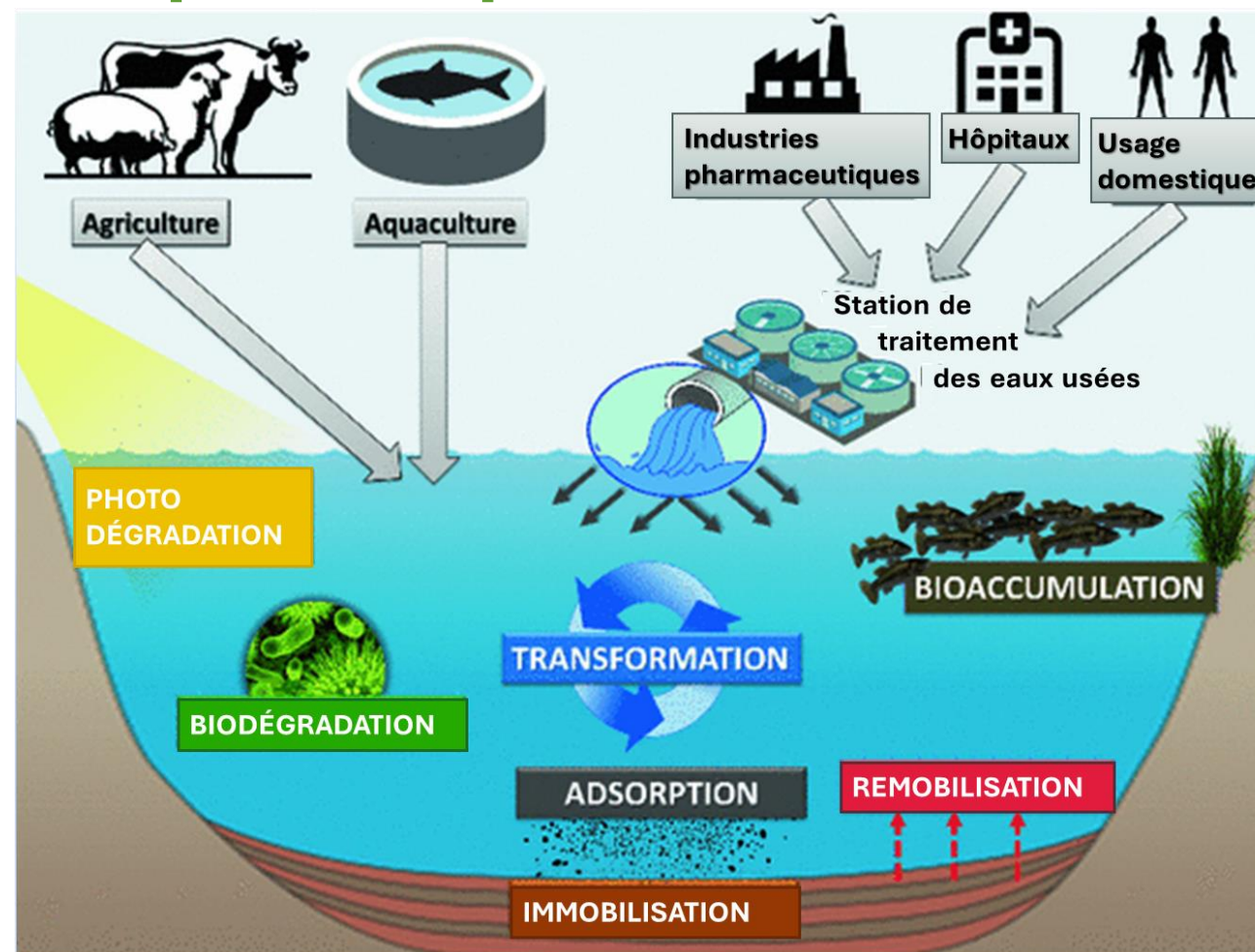
1^{ère} année de thèse – Hélène Rogue
sous la direction de Stéphane Pesce et Cécile Miège
UR RiverLy, INRAE



Les écosystèmes aquatiques pollués par des substances pharmaceutiques

Les substances pharmaceutiques :

- Usages en médecine humaine et vétérinaire
- Sources variées d'entrée dans les milieux aquatiques

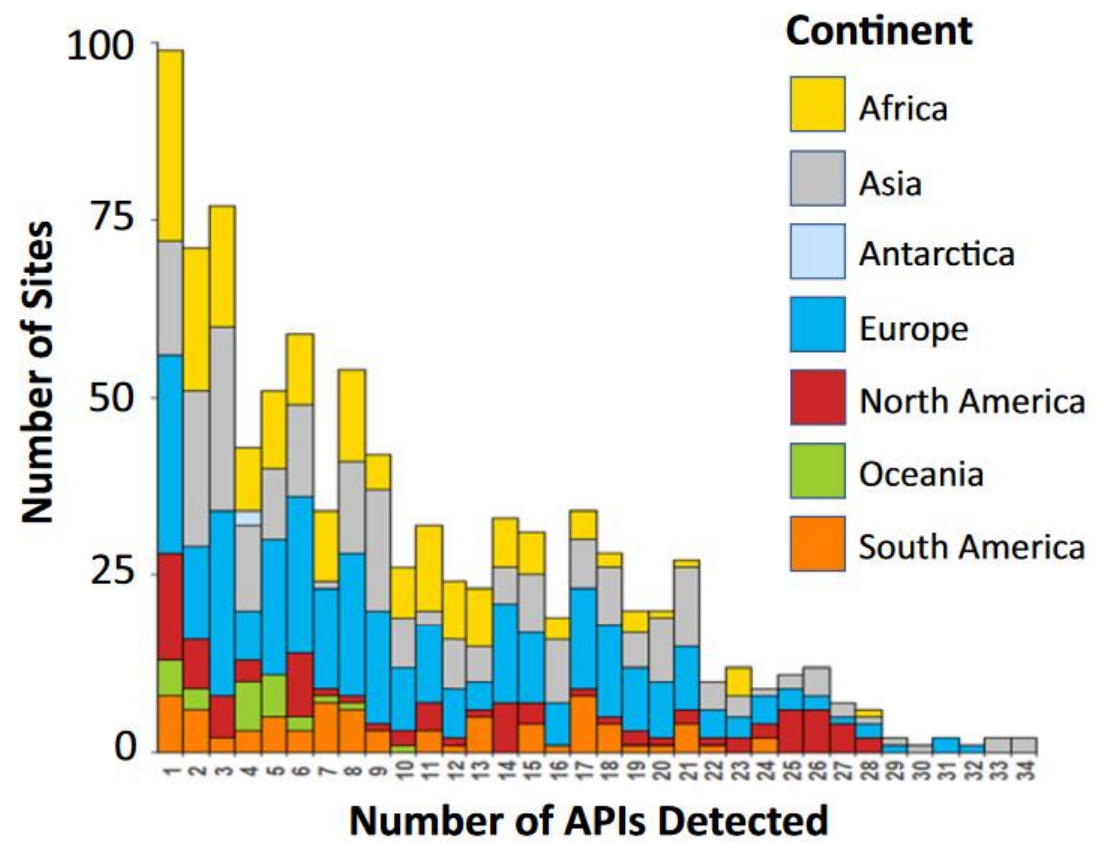




Les écosystèmes aquatiques pollués par des substances pharmaceutiques

Les substances pharmaceutiques :

- Usages en médecine humaine et vétérinaire
- Sources variées d'entrée dans les milieux aquatiques
- Pollution globale des rivières dans le monde



1 052 sites

API : Active Pharmaceutical

Ingredient



Les communautés microbiennes aquatiques résidentes exposées aux contaminations



Le périphyton :

- des communautés microbiennes
- dans une matrice extracellulaire (biofilm)
- fixées à des substrats immergés



Les communautés microbiennes aquatiques résidentes sont vulnérables aux substances pharmaceutiques

La littérature suggère des perturbations à différents niveaux :

- Effets sur des activités microbiennes (biomasse, respiration, photosynthèse, activité β -glucosidase)

Rosi-Marshall et al., *Ecological Society of America* 2013, Corcoll et al., *Chemosphere* 2014, Pesce et al., *Frontiers in Microbiology* 2021

- Changements de la structure et de la diversité des communautés

Kergoat et al., *Frontiers in Microbiology* 2021, Rosi-Marshall et al., *Ecological Society of America* 2013, Corcoll et al., *Chemosphere* 2014, Carles et al., *Water Research* 2021

- Changements de tolérance

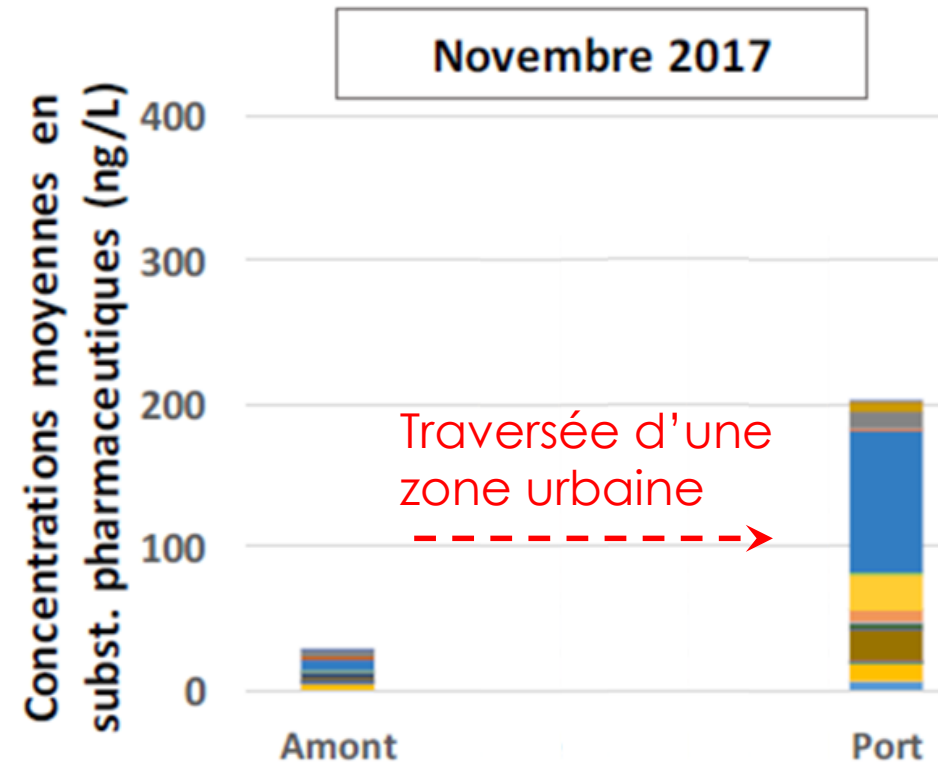
Corcoll et al., *Chemosphere* 2014

Dans quelle mesure la tolérance des communautés peut-elle refléter la pression chimique par les substances pharmaceutiques ?

→ Hypothèse : la tolérance augmente quand le niveau d'exposition augmente, et inversement.



Site d'étude : Le Tillet, Savoie



Concentrations dissoutes moyennes (ng L⁻¹) en substances pharmaceutiques (n=23)

Pesce et al., ZABR 2019





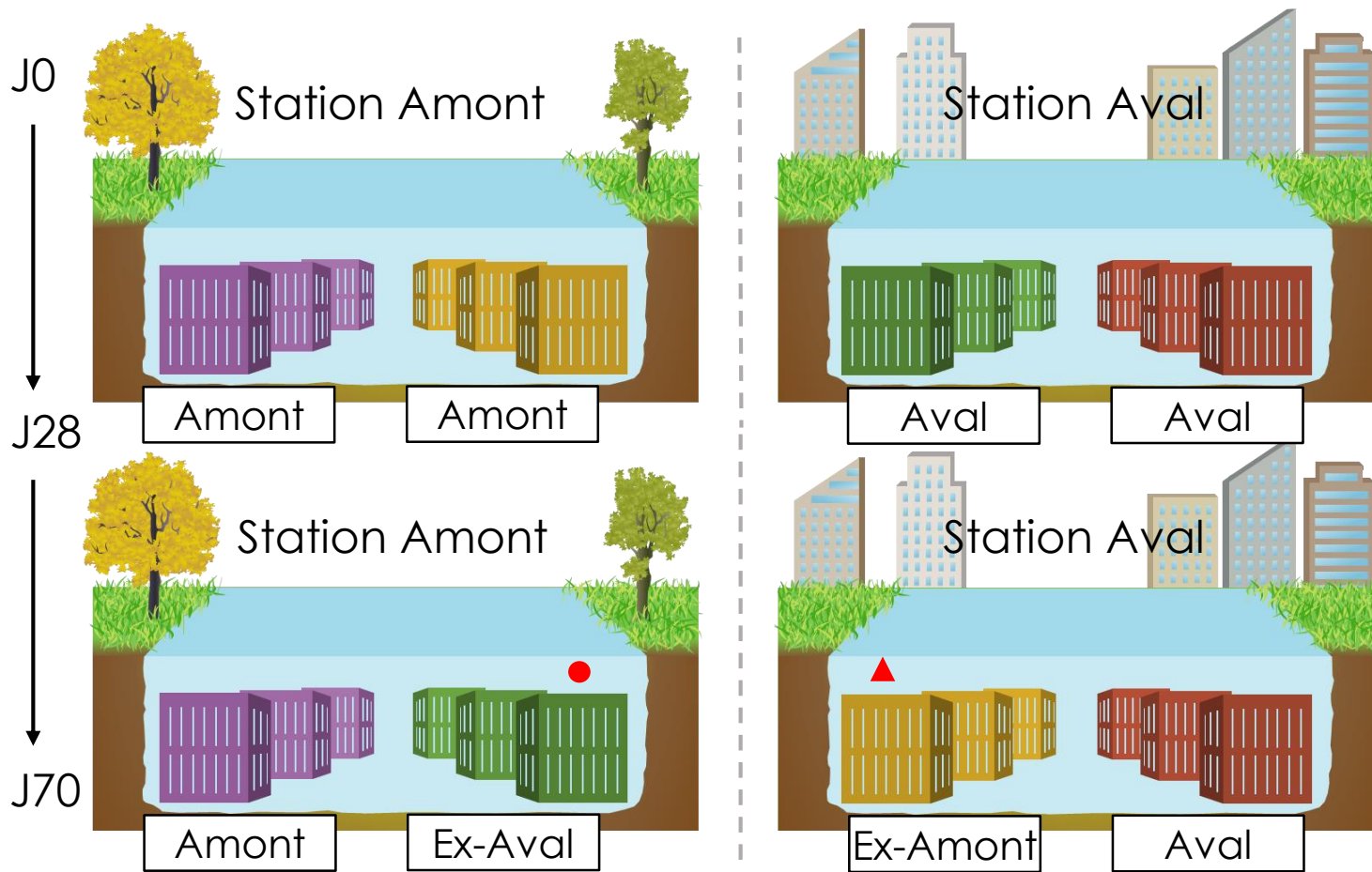
Expérience de translocation sur le Tillet



Périphyton sur lames de verre



Mesure de l'exposition : POCIS (Polar Organic Chemical Integrative Sampler) (n cherché = 42)



Prélèvements : J28, J42, J56, J70

Objectif : mimer une
● restauration
▲ dégradation
de la qualité chimique de l'eau

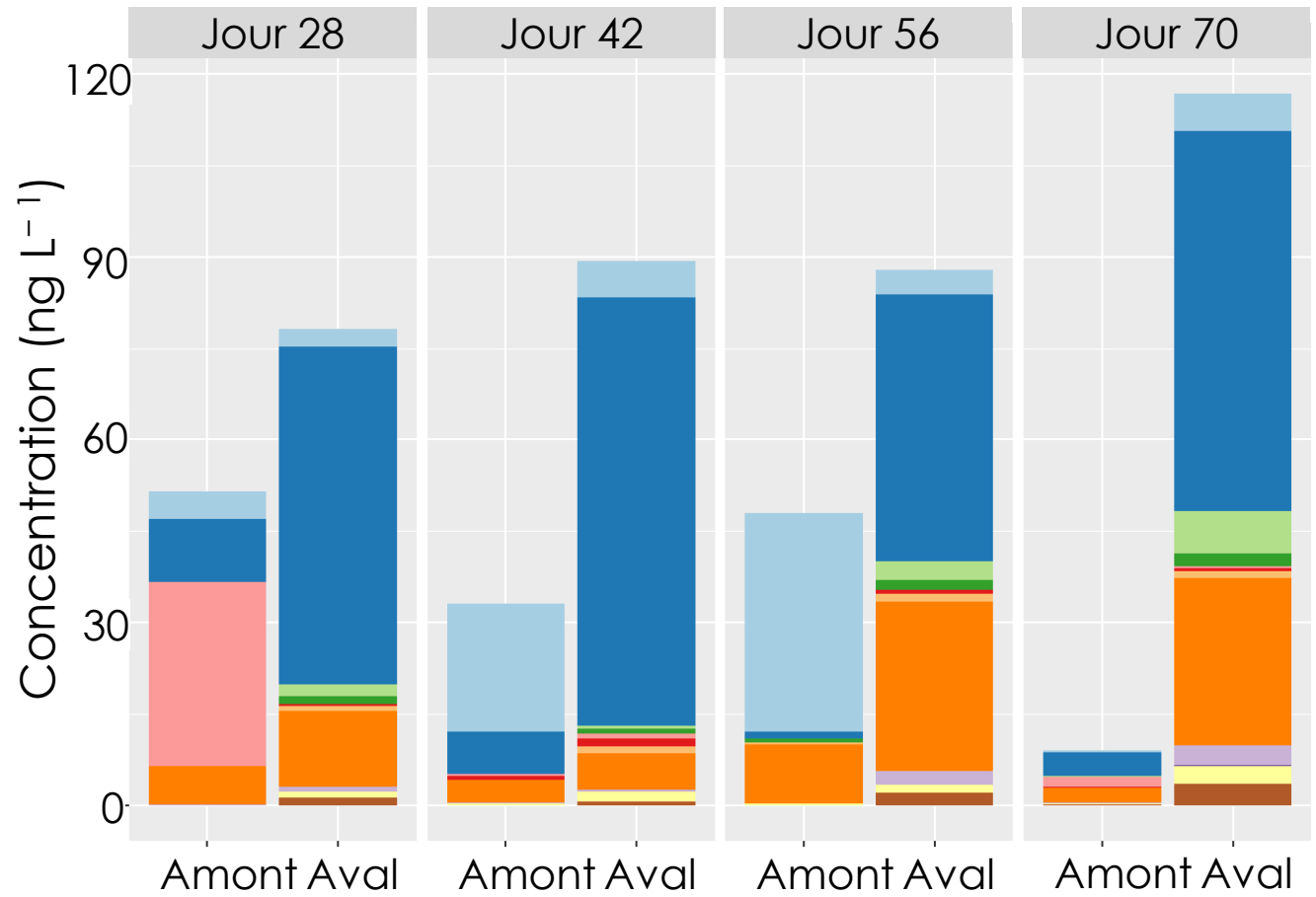


La contamination était plus forte en Aval sur 42 substances pharmaceutiques recherchées.

27 substances détectées / 42 recherchées



POCIS



- Classe
- n = 4 AINS
 - 1 Antalgique
 - 1 Antiarythmique
 - 4 Antibiotique
 - 1 Anticancereux
 - 1 Antidiabetique
 - 2 Antiepileptique
 - 7 Antihypertenseur
 - 2 Anxiolytique
 - 1 Bronchodilatateur
 - 2 Hypolipemiant
 - 1 Neuroleptique

AINS : anti-inflammatoire non stéroïdien



Mesure de la tolérance à des substances modèles

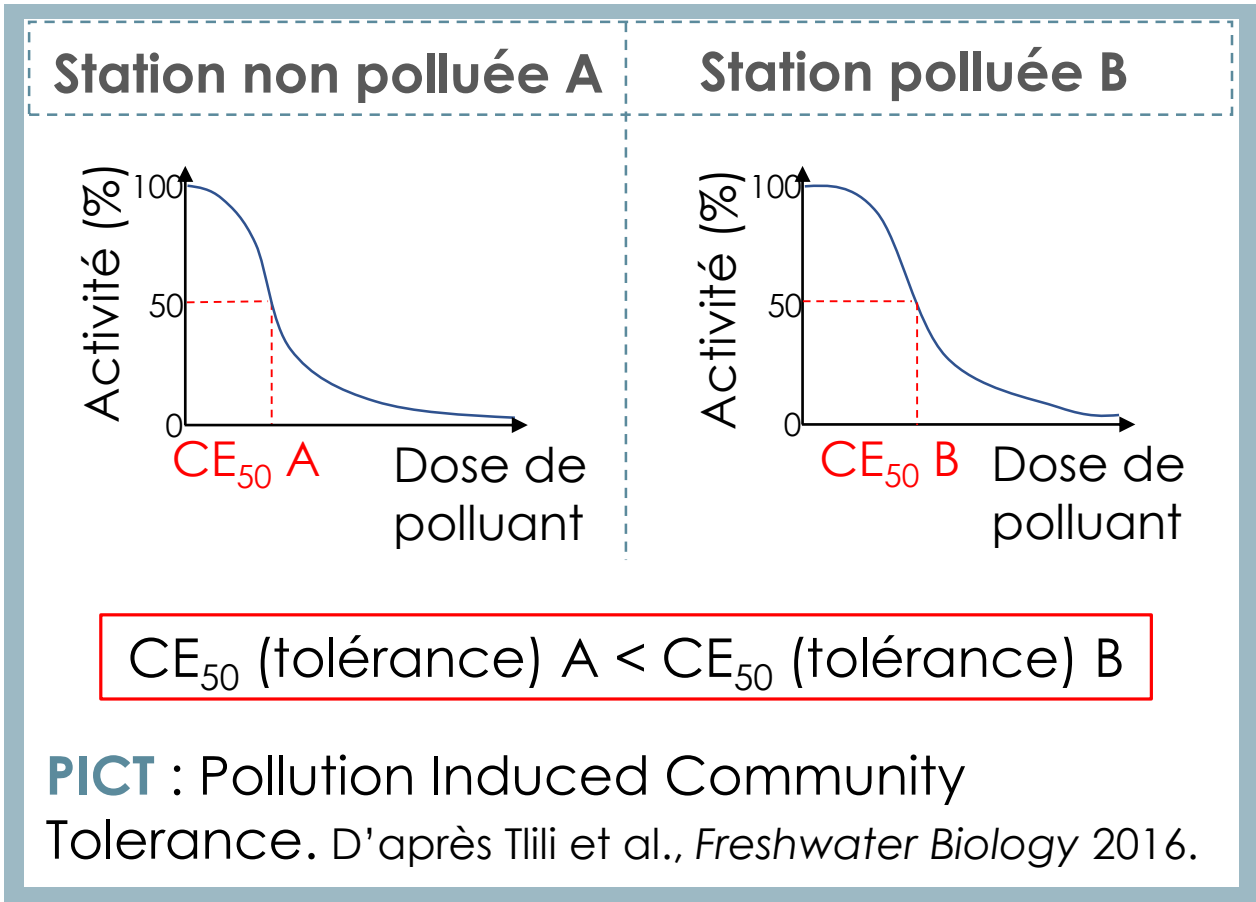
1. Récupération du périphyton



2. Exposition à une gamme d'une substance pharmaceutique



3. Modélisation d'une courbe dose-réponse sur l'inhibition d'une activité biologique





Tests PICT réalisés

3 activités biologiques

Mesure d'activité	Exposition
Activité β -glucosidase	Ofloxacine
Activité photosynthétique	Aténolol
	Diclofénac
	Paracétamol
Croissance sur 72 heures	Érythromycine
	Sulfaméthoxazole
	Sulfaméthazine

Classe pharmaceutique :

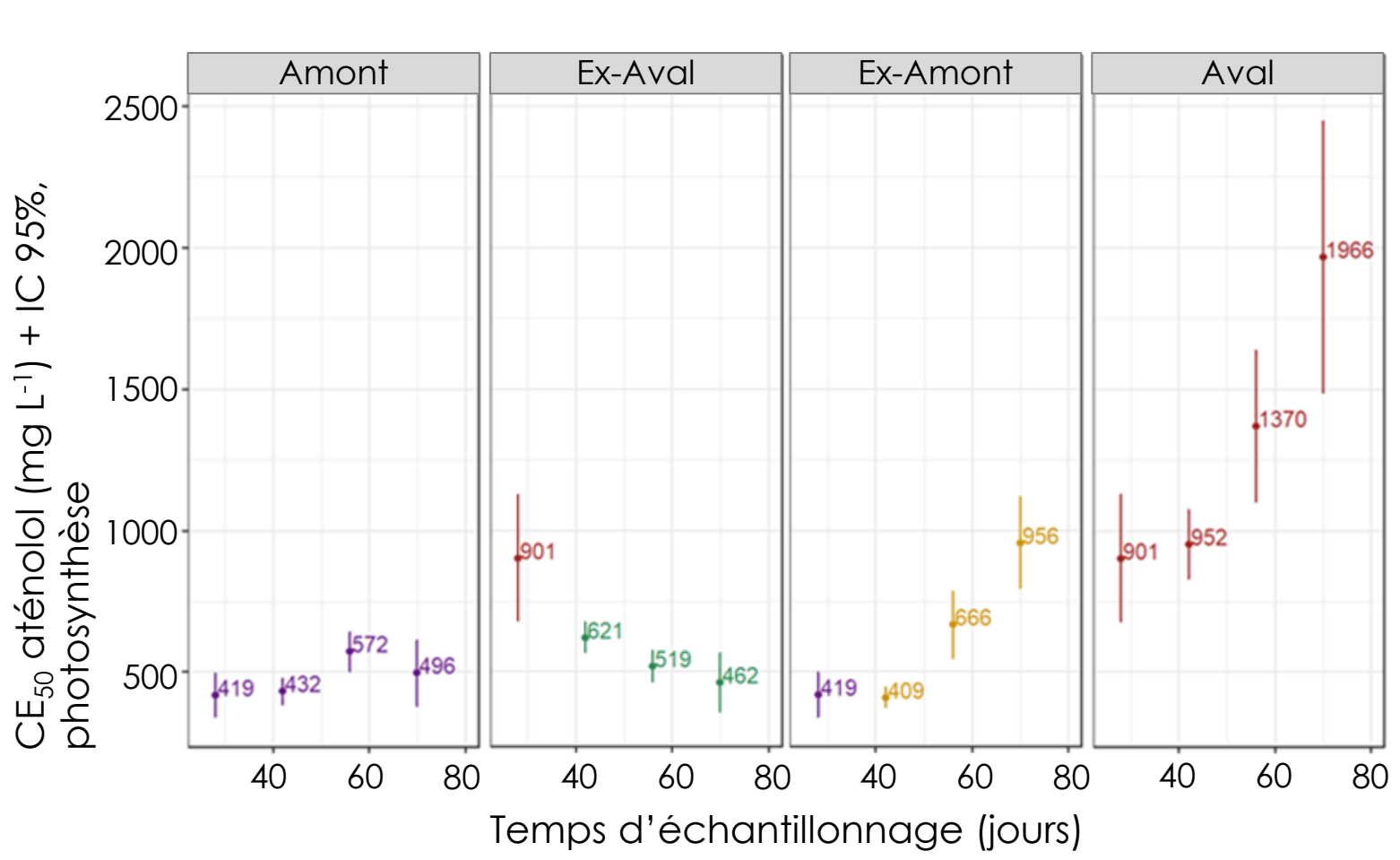
- Antibiotique
- Antihypertenseur
- AINS
- Antalgique

7 substances pharmaceutiques

4 détectées dans les eaux de surface



Evolution de la tolérance au diclofénac



Condition

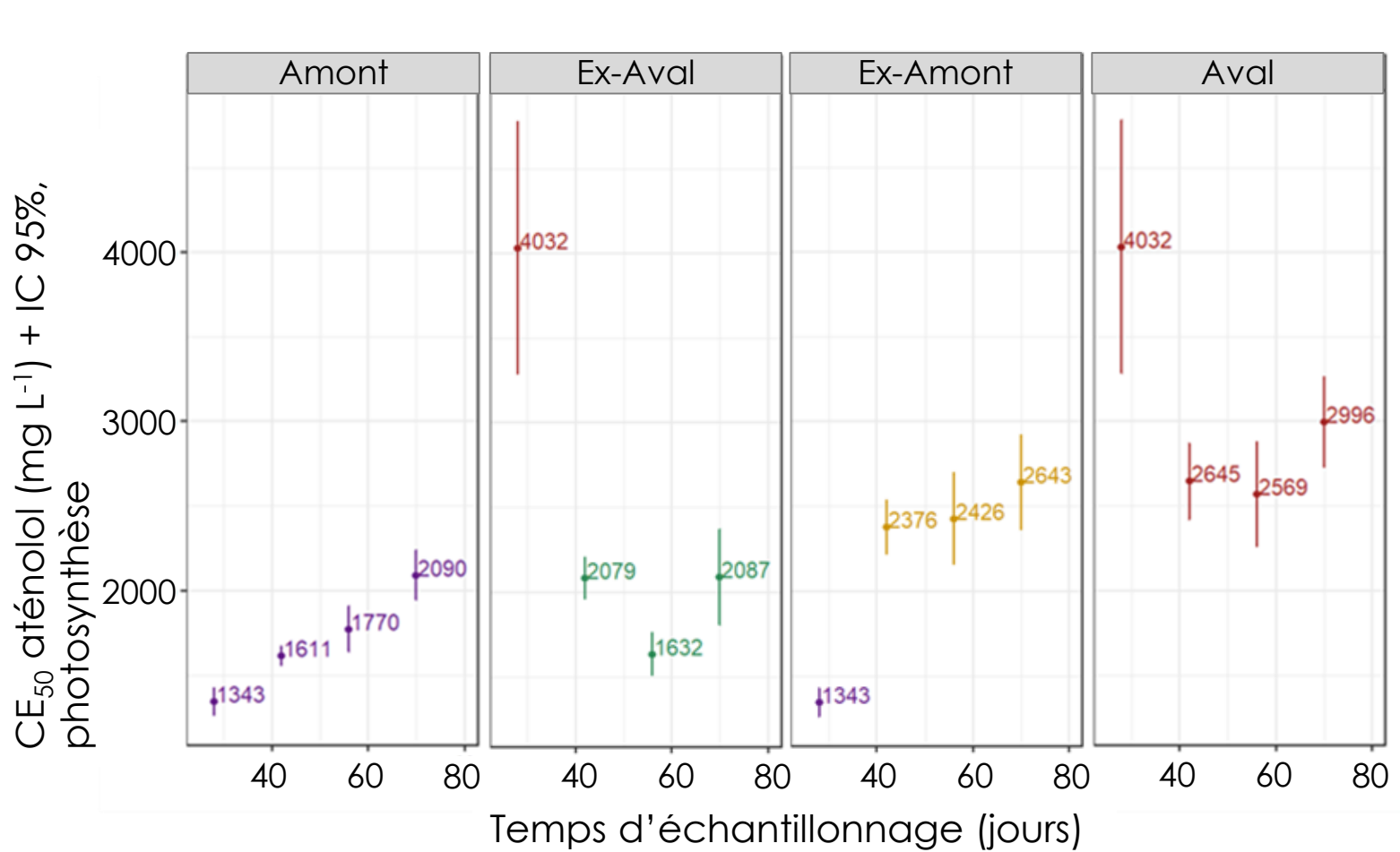
- Amont
- Aval
- Ex-Amont
- Ex-Aval

- CE₅₀ Amont < Aval
- ↓ tolérance Ex-Aval vers celle d'Amont
- ↑ tolérance Ex-Amont

Hypothèse initiale vérifiée



Evolution de la tolérance à l'aténolol



Condition

- Amont
- Aval
- Ex-Amont
- Ex-Aval

- CE₅₀ Amont < Aval
- ↓ tolérance Ex-Aval vers celle d'Amont
- ↑ tolérance Ex-Amont vers celle d'Aval

Hypothèse initiale vérifiée

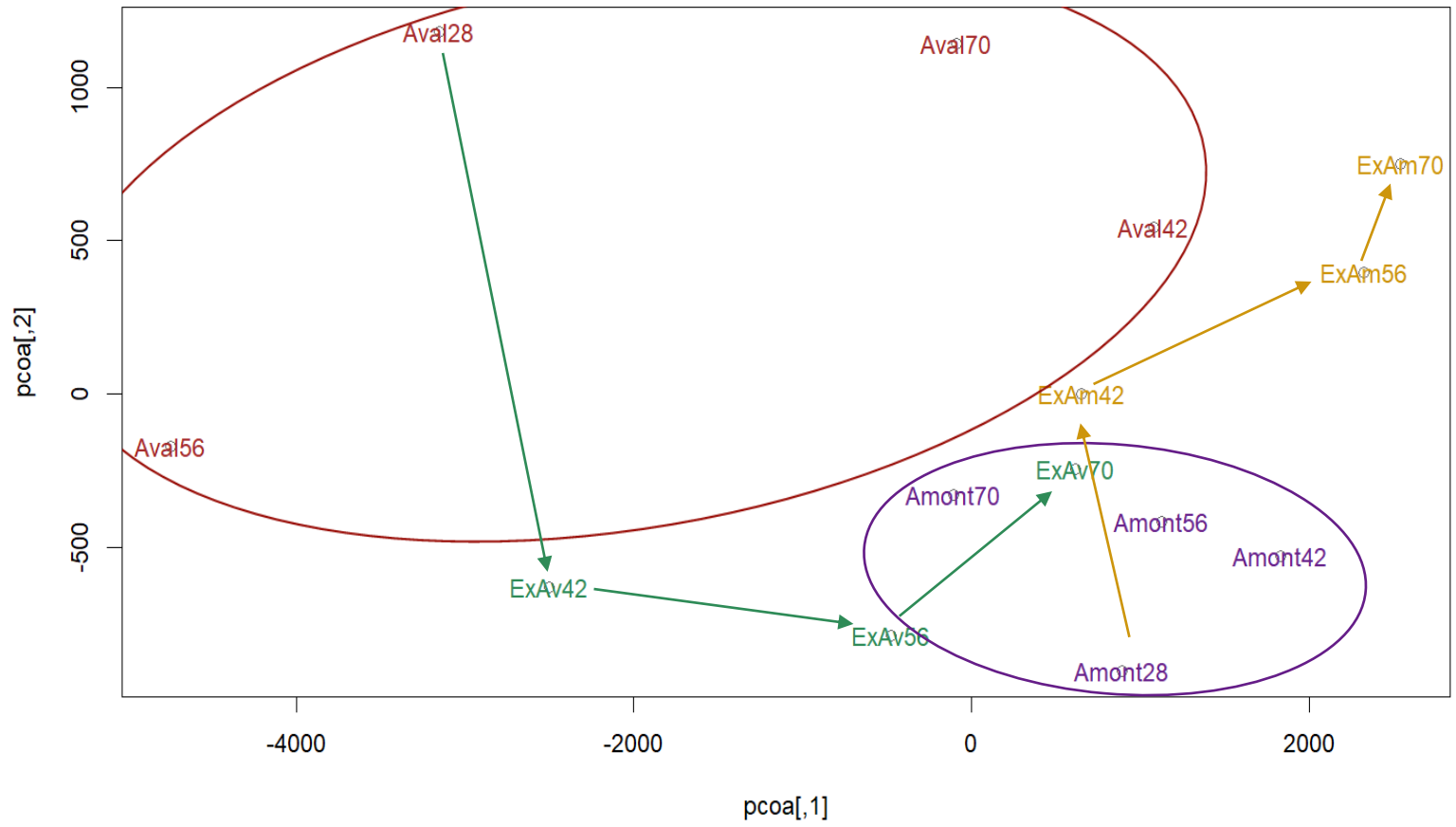


Résultats des autres tests

<i>Substance</i>	Ofloxacine	Érythromycine	Sulfaméthazine	Paracétamol	Sulfaméthoxazole
<i>Activité mesurée</i>	β-glucosidase	croissance	croissance	photosynthèse	croissance
<i>Résultats des tests de tolérance</i>	Pas de différence de tolérance Amont / Aval			Pas de différence de tolérance Amont / Aval	Évolution de la tolérance inexplicquée par la contamination
<i>Quantification in situ</i>	Sous la limite de quantification dans les POCIS			Détectés dans les eaux de surface [Amont]<[Aval]	
<i>Hypothèses</i>	Pas de différence de pression chimique → pas de variation de tolérance				Remise en question de la pertinence du test
	Pression insuffisante pour induire une acquisition de tolérance ?				



Analyse en coordonnées principales (PCoA) sur la base de toutes les CE₅₀



Condition
Amont
Aval
Ex-Amont
Ex-Aval

- Amont et Aval distincts
- Ex-Aval se rapproche d'Amont dans le temps
- Ex-Amont s'éloigne d'Amont dans le temps



Conclusions

- Diclofénac et aténolol + mesure d'activité photosynthétique : perte / acquisition de tolérance selon le changement de station
- Spécificité de la réponse PICT variable selon les substances et les activités



Pour aller plus loin

- Diclofénac et aténolol + mesure d'activité photosynthétique : perte / acquisition de tolérance selon le changement de station
- Spécificité de la réponse PICT variable selon les substances et les activités

Activité photo. → résultats intéressants

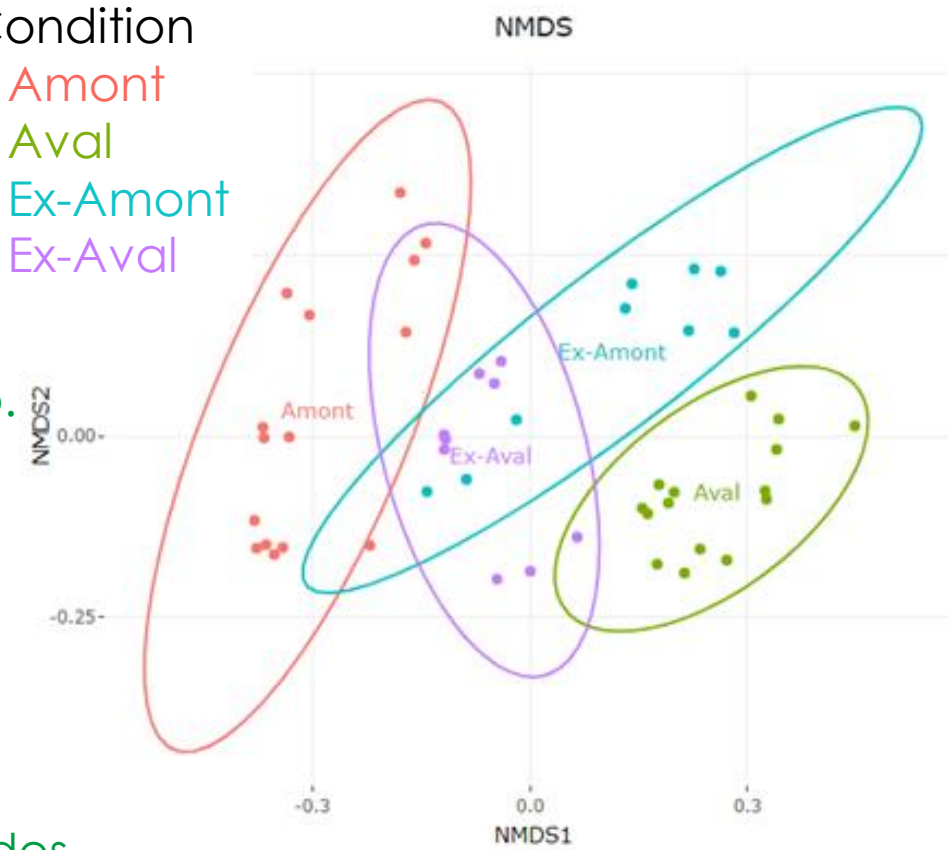
➤ Les variations de tolérance sont-elles liées à la structure et à la diversité des communautés ?

Étude en cours par métabarcoding (séquençage Illumina) :

- Gène de l'**ARNr 16S** (région V4V5, amorces 515F-909R) : bactéries
- Gène **rbcL** (amorces 708F(1-2-3)-R3(1-2)) : diatomées
- Gène de l'**ARNr 23S** (universal plastid amplicon, amorces 108F-108R) : micro-organismes photosynthétiques

Étude des organismes phototrophes

- Condition
- Amont
 - Aval
 - Ex-Amont
 - Ex-Aval



Première projection NMDS des communautés bactériennes (16S)



Pour aller plus loin

- Diclofénac et aténolol + mesure d'activité photosynthétique : perte / acquisition de tolérance selon le changement de station
 - Spécificité de la réponse PICT variable selon les substances et les activités
- Développement des tests :
Évaluation de la pression chimique avec le PICT, élargissement de la gamme des substances pour lesquelles on pourra mesurer la tolérance



Remerciements

Projet PharmaTOX (ZABR / AE RM&C), 2020-2023 :

- UR RiverLy (EMA, LAMA)
- UMR CARTEL
- UMR EDYTEM

