

# INRAE Métaprogramme BIOSEFAIR

Webinaire n°4 - 11 juillet 2024



## SYNBIOTOX

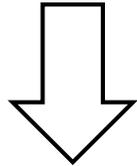
*Thèse 2021-2024*

« Synchronismes et antagonismes dans les relations entre agriculture, environnement, biodiversité et fonctions écologiques dans les Zones Tampon Humides Artificielles »

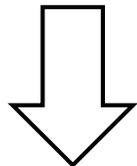
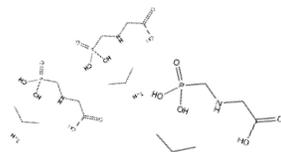
Présenté par Alexandre MICHEL (UR HYCAR)



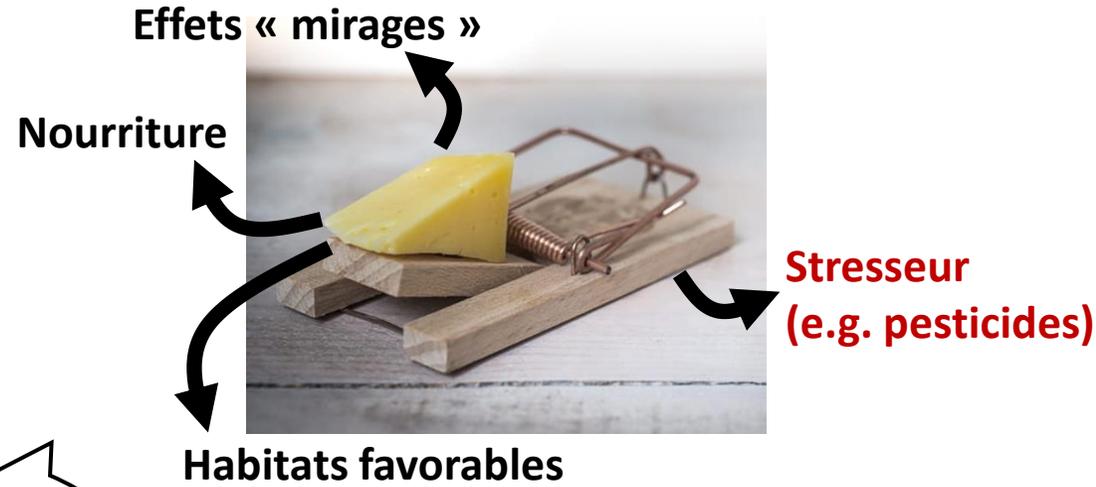
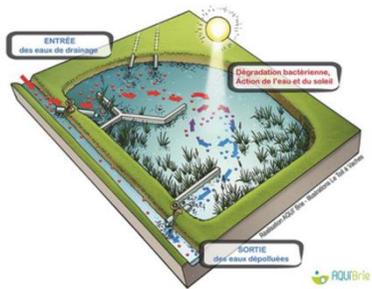
Contamination systématique des masses d'eau par les pesticides (au sein des paysages agricoles notamment)  
*(Leenhardt et al., 2022)*



Risque pour la ressource eau +  
**Perturbation de la faune et des écosystèmes aquatiques**  
*(Brosed et al., 2016 ; Relyea, 2009 ; Sanchez et al., 2014)*



Création de zones tampons humides artificielles (ZTHA) épuratrices pour concilier enjeux eau et biodiversité  
*(Tournebize et al., 2013 ; Rannap et al., 2020 ; Shutes, 2001)*

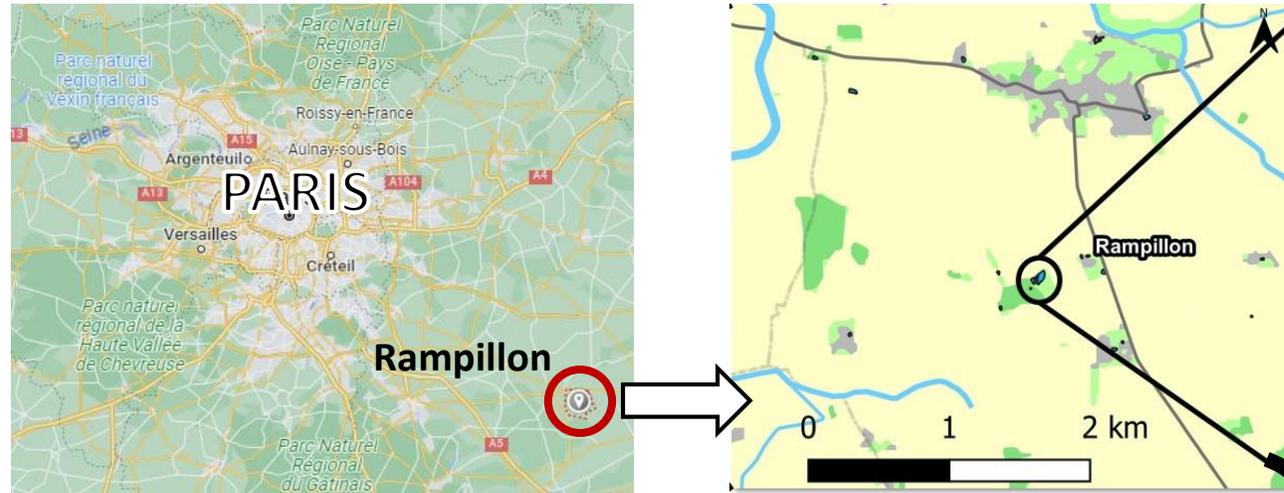


Potentialité des ZTHA à agir comme des **pièges écologiques\*** ?  
*(Sievers et al., 2018 ; Zhang et al., 2020)*

\* Piège écologique : *Mistakenly preferred habitats by animals where their fitness is lower* (Hale & Swearer, 2016)

## La ZTHA de Rampillon comme hydrosystème auto-épurateur ....

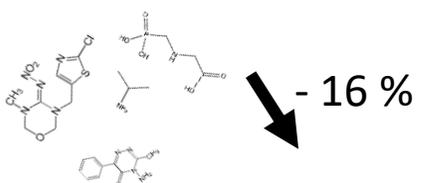
Localisation : France, Île-de-France, Seine-et-Marne, Rampillon



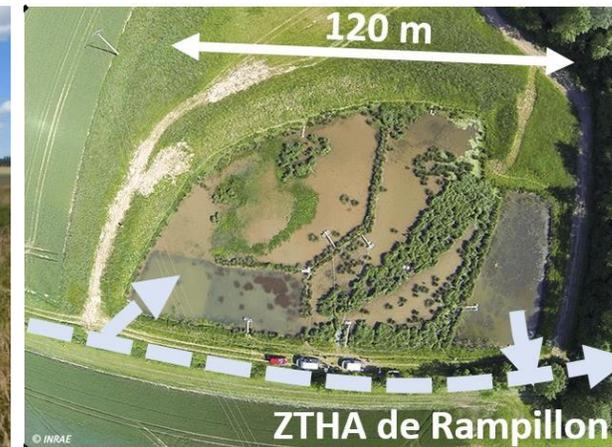
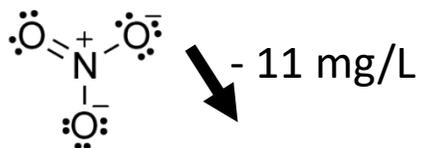
- Construction de la ZTHA (5.600 m<sup>2</sup>) en 2010
- Bassin versant de 355 ha avec 93,5 % de grandes cultures (drainage agricole)
- Interception d'une partie du « ru des gouffres » avant infiltration dans nappe phréatique de Champigny
- Rôle auto-épurateur (biodégradation, géoséquestration, photolyse)

- Instrumentation pour suivi continu de la qualité de l'eau dès 2012

**Pesticides**



**Nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)**



Flèche pointillée : ru des gouffres

.... et/mais aussi comme support de biodiversité

Vertébrés - Vertébrés



Invertébrés - Invertébrés



© Julie Toniai

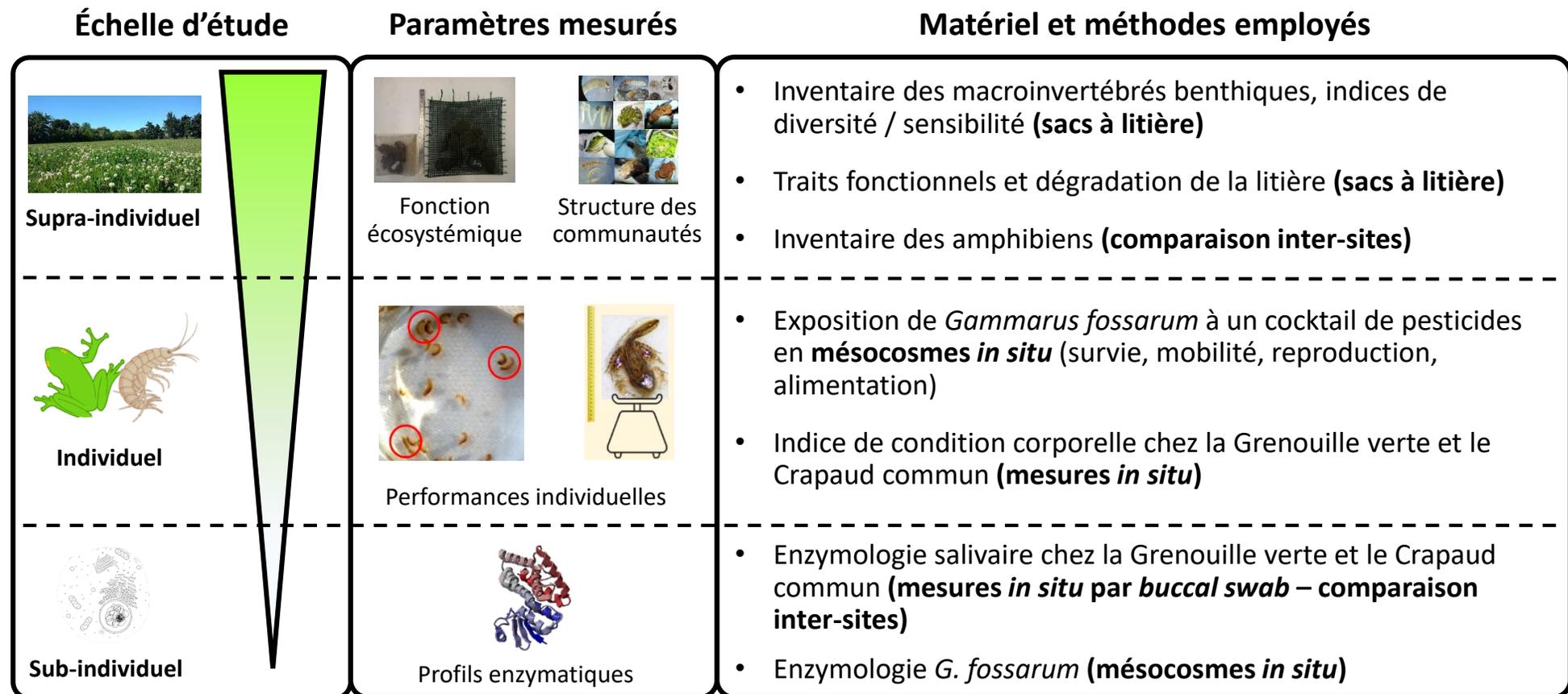


(Letournel et al., 2021)

**Question de recherche :** La zone tampon humide artificielle de Rampillon agit-elle comme un piège écologique pour la faune aquatique ?

**Objectif :** Déterminer les effets *in situ* potentiels de la dynamique des contaminants d'origine agricole circulant dans la ZTHA sur les amphibiens et les macroinvertébrés benthiques autochtones

**Matériel et méthodes :**

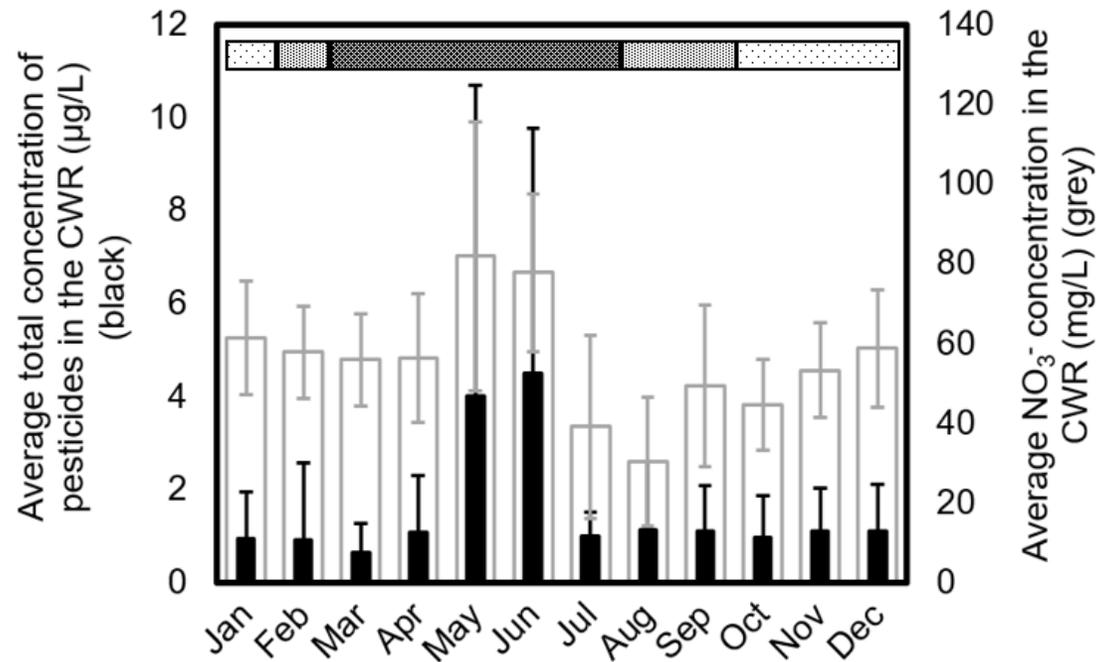


+ Gradient de contamination agrochimique -



	CWR	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Green frogs ( <i>Pelophylax sp.</i> )	x	x		x	x	x	x
Palmate newt ( <i>Lissotriton helveticus</i> )	x		x	x	x	x	x
Common toad ( <i>Bufo bufo</i> )	x		x	x		x	x
Agile frog ( <i>Rana dalmatina</i> )	x		x		x	x	x
Smooth newt ( <i>Lissotriton vulgaris</i> )	x				x		x
Northern crested newt ( <i>Triturus cristatus</i> )			x	x			
European tree frog ( <i>Hyla arborea</i> )	x				x		
Fire salamander ( <i>Salamandra salamandra</i> )						x	x
Common frog ( <i>Rana temporaria</i> )	x						
Alpine newt ( <i>Ichthyosaura alpestris</i> )							x
Species richness (February - June 2022)	7	1	4	4	5	5	7

- ZTHA « riche » en espèces d'amphibiens comparativement au set de mares
- Problème lié à la méthodologie : investigation trop superficielle pour conclure sur la capacité de support de la ZTHA (richesse importante ≠ qualité milieu)
- Cependant : richesse importante dans environnement à risque → piège écologique



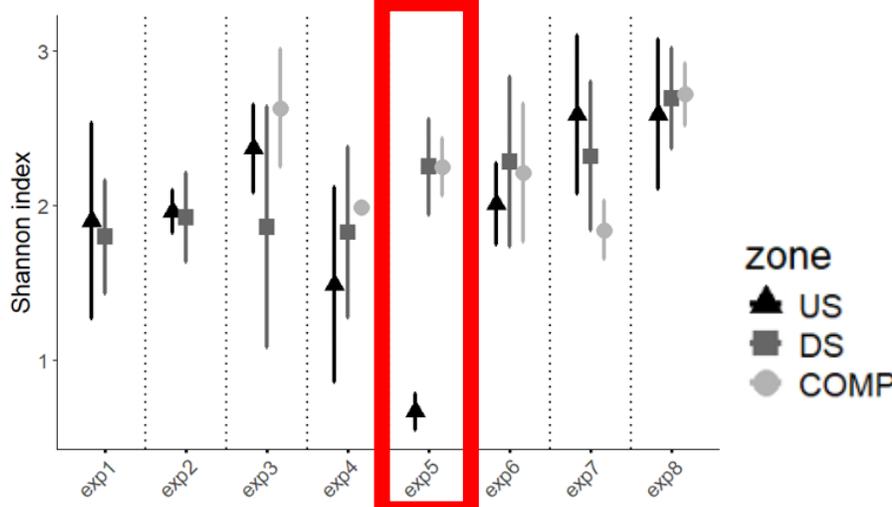
- Superposition cycles de vie des 7 espèces d'amphibiens autochtones avec dynamiques chimiques ZTHA

→ La période où le plus d'espèces se reproduisent est la période où les dynamiques chimiques sont les plus importantes (risque important)

Indice de Shannon – Diversité spécifique



US < DS & COMP

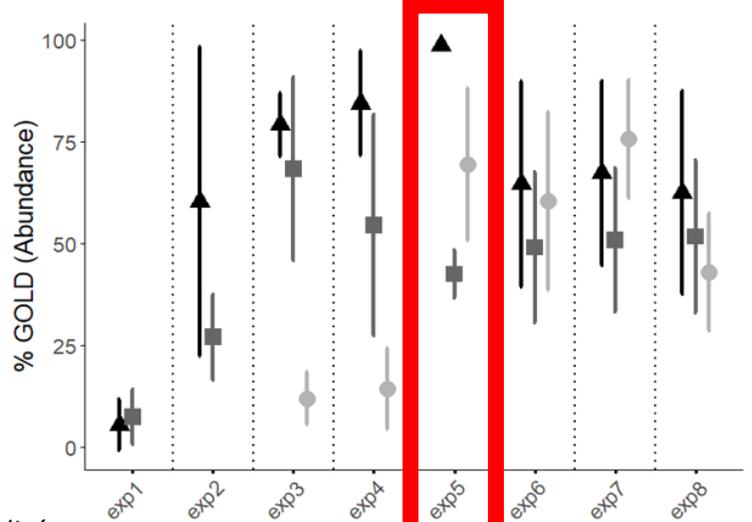


Pic de pesticides AMONT ZTHA (46.6 µg/L)

% GOLD (Abondance) – Espèces polluo-tolérantes



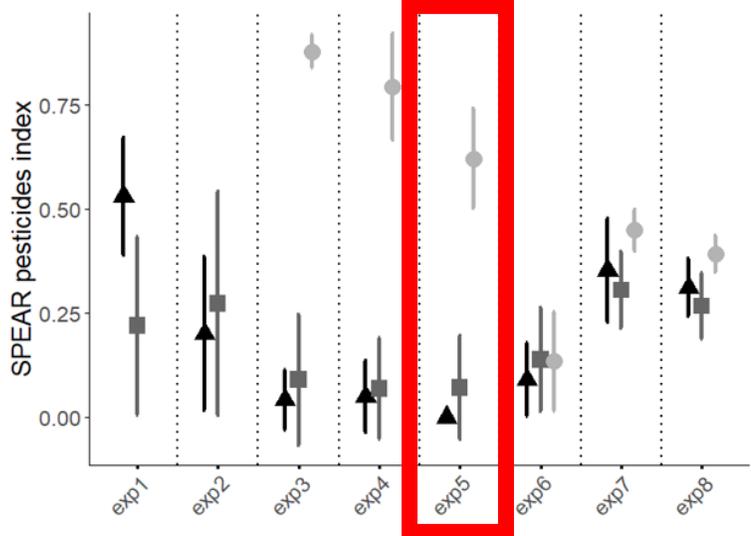
US > DS & COMP



Indice SPEAR<sub>pesticides</sub> – Espèces polluo-sensibles



US < DS & COMP



SPEAR<sub>US</sub> = 0 dans les 3 répliques (exp5)

Modèles linéaires généralisés

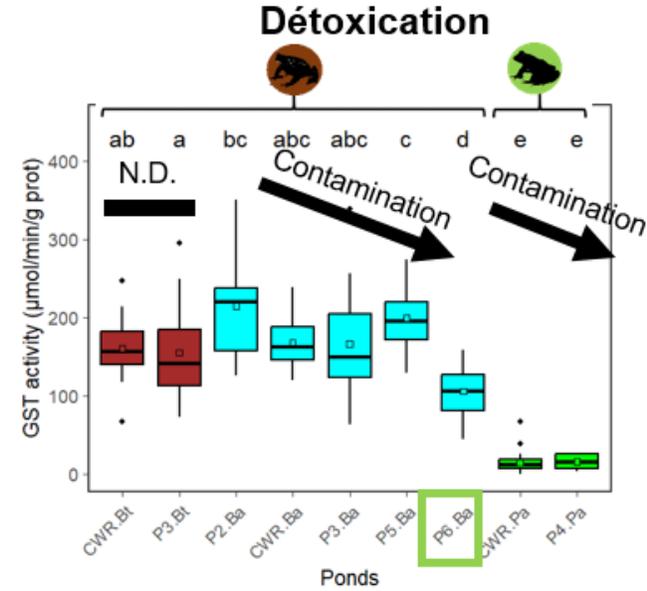
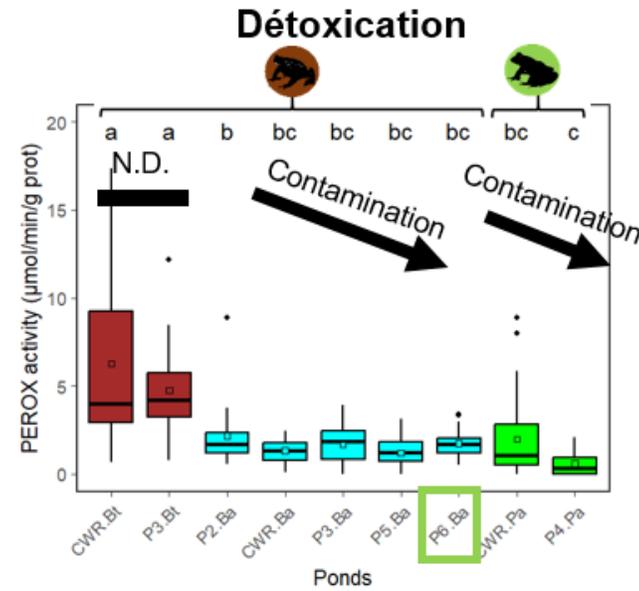
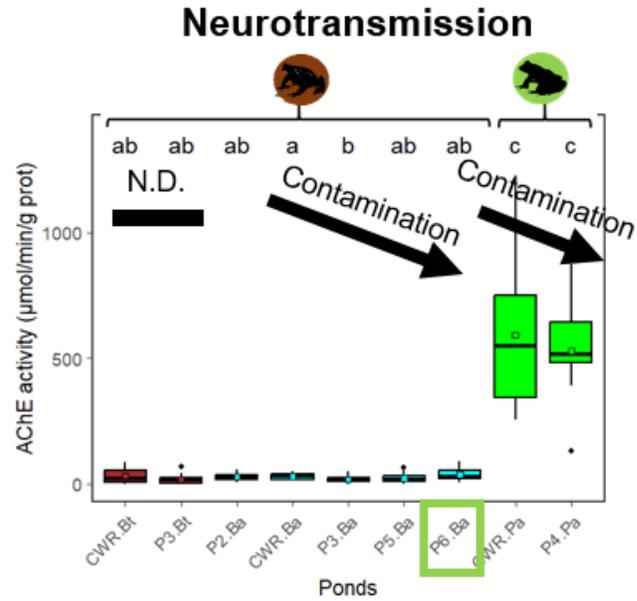
Variables	Transformation	GLM family	Explanatory variables	Estimate	z / t-value	Pr(> t )	VIF	R-squared			
Taxonomic richness	None	Poisson	Pesticides	-0.046	-0.702	0.483	2.338	0.177			
			NO3-	0.120	1.835	0.066	2.360				
			Temperature	0.172	2.684	0.007	1.703				
			Pond(CWR)	-0.023	-0.184	0.854	1.641				
			Shannon index	None	Gaussian	Pesticides	-0.337	-3.370	0.001	2.296	0.262
SPEAR pesticides index	None	Gaussian	Pesticides	0.036	0.858	0.395	2.296	0.464			
			NO3-	-0.069	-1.653	0.104	2.307				
			Temperature	-0.093	-2.374	0.021	1.687				
			Pond(CWR)	-0.361	-4.709	<0.001	1.639				
			% GOLD (Abundance)	Arcsine	Gaussian	Pesticides	0.048	0.772	0.443	2.296	0.320
% GOLD (Abundance)	None	Gaussian	NO3-	0.173	2.763	0.008	2.307				
			Temperature	0.132	2.221	0.031	1.687				
			Pond(CWR)	-0.090	-0.777	0.441	1.639				
			k invertebrates	None	Gaussian	Pesticides	0.001	0.933	0.355	2.489	0.409
			k invertebrates	None	Gaussian	NO3-	-0.001	-0.954	0.345	2.397	
Temperature	0.003	4.038				<0.001	1.815				
Shredder + scraper trait modality	0.001	0.841				0.404	1.682				
Pond(CWR)	<0.001	0.194				0.847	2.010				
k microbes	None	Gaussian				Pesticides	<0.001	0.182	0.856	2.277	0.455
k microbes	None	Gaussian	NO3-	<0.001	-0.929	0.357	2.292				
			Temperature	0.001	4.473	<0.001	1.682				
			Pond(CWR)	<0.001	-0.498	0.620	1.618				
			Shredder + scraper trait modality	Arcsine	Gaussian	Pesticides	-0.094	-2.233	0.030	2.296	0.345
			Shredder + scraper trait modality	None	Gaussian	NO3-	-0.053	-1.256	0.215	2.307	
Temperature	-0.066	-1.656				0.103	1.687				
Pond(CWR)	0.228	2.929				0.005	1.639				

Effet - pesticides

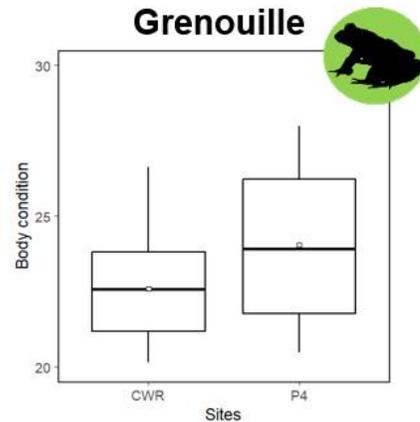
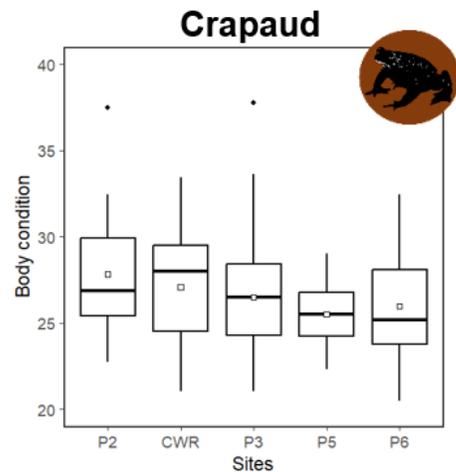
???

Effet - pesticides

(1) Activités enzymatiques



(2) Indice de condition corporelle



```
> summary(anova_crap)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
site    4   74.1   18.52   1.72  0.149
Residuals 142 1528.4  10.76
```

```
> summary(anova_gren)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
site    1   19.8   19.764  2.965  0.0908
Residuals 54  359.9    6.665
```

- Détection de l'activité de plusieurs enzymes dans la salive des organismes étudiés
- Enzymes : différences inter-spécifiques (pour AChE et GST) et inter-phases (pour PEROX) mais lien pesticides – activités enzymatiques peu clair pour le moment (lien avec la physico-chimie à investiguer)
- Pas de différences de condition corporelle entre les sites. Dépend de nombreux facteurs à isoler !

**Perspectives ouvertes par le projet :**

- Implication des processus méta-populationnels / méta-communautaires dans la composition des communautés (d'amphibiens) dans les ZTHA et leurs effets confondants (« effets paysagers » positifs de la ZTHA ?) ?
- Études long-termes des effets des dynamiques chimiques (pesticides, nitrate) en ZTHA sur les macroinvertébrés benthiques et leurs fonctions (avec mise en lumière de phénomènes d'acquisition de résistance / tolérance) ?
- Approfondissement des connaissances pour l'évaluation de la pertinence du recours à l'écouvillonnage buccal chez les amphibiens dans le cadre de la biosurveillance des milieux (avantage : méthode non-invasive)

**Interdisciplinarité menée au sein du projet :**

- Interdisciplinarité du projet (**biochimie, biologie des organismes, écologie des communautés, écologie fonctionnelle, écotoxicologie, sciences naturalistes**) menée grâce à la **pluralité des profils des acteurs du projet (JT, CC : hydrologie, chimie de l'environnement, ingénierie écologique, ... ; AJ, VA : écologie des communautés, écologie, hydroécologie ; JL : écotoxicologie, biochimie)**
  - → A permis d'aborder la problématique des conséquences des ZTHA agricoles sur la faune aquatique sous un angle plus large et plus intégré (dynamiques chimiques → mise en évidence d'effets subcellulaires ? → effets sur les performances individuelles ? → effets sur la structure et les fonctions des communautés ?)
- **/!\ Limite du projet** : vision *trop* large, manque de focus avec pour conséquence difficultés à identifier des liens forts entre les échelles étudiés malgré une approche verticale intéressante... (Amélioration : focus sur un compartiment en particulier, **invertébrés aquatiques** par exemple → focus sur une fonction en particulier comme l'alimentation, de la cellule à l'écosystème ?)

**Apports du projet SynBioTox sur les réflexions du métaprogramme Biosefair :**

- Éléments concernant la durabilité d'une fonction écosystémique assurée par les invertébrés aquatiques dans un contexte de zone humide auto-épuratrice semi-anthropisée (conciliation des enjeux qualité de l'eau et services écosystémiques des ZTHA ?)
- *Méthode innovante (écouvillonnage buccal chez 2 amphibiens in situ pour analyses enzymatiques) et non-invasive*