

Nager en eaux troubles: quelle exposition aux pesticides pour la Cistude d'Europe à l'échelle nationale?

PNA Cistude d'Europe - Journées Techniques
28 & 29 mars 2024 - Tour du Valat

Leslie-Anne Merleau, Mickaël Charriot, Anthony Olivier, Marion Vittecoq, Frédéric Beau, Maud Berroneau, Xavier Gautron, Luc Clément, Naïs Auboin, Thomas Dupeyron, Coralie Curny, Thomas Ferrari, Fabrice Alliot, Hélène Blanchoud, Olivier Lourdais, & Aurélie Goutte.



ÉCOLE PRATIQUE
des HAUTES ÉTUDES



Tour
du
Valat



agence
de l'eau
RHÔNE MÉDITERRANÉE
CORSE

établissement public de l'État



Centre d'Études
Biologiques de
Chizé



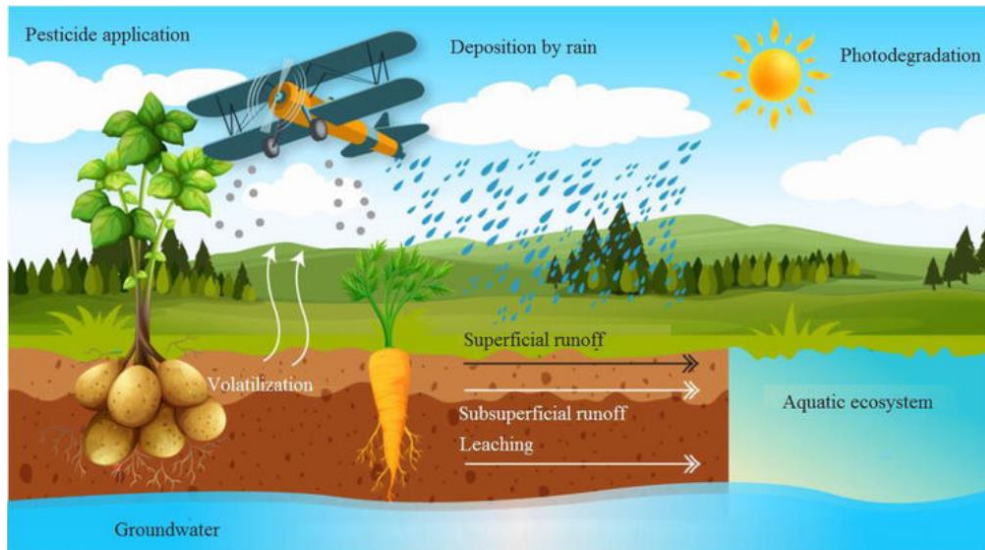
ÉCOPHYTO
RÉDUIRE ET AMÉLIORER
L'UTILISATION DES PHYTOS



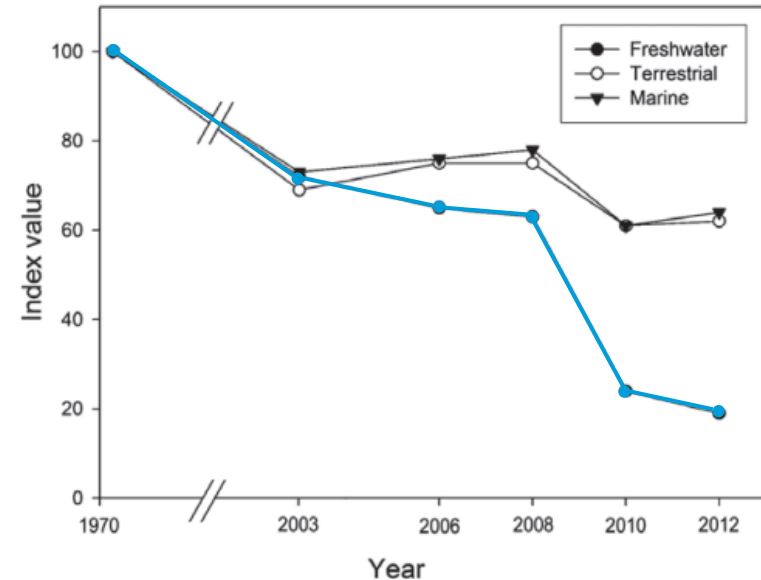
CONTEXTE GLOBAL

Ecosystèmes aquatiques

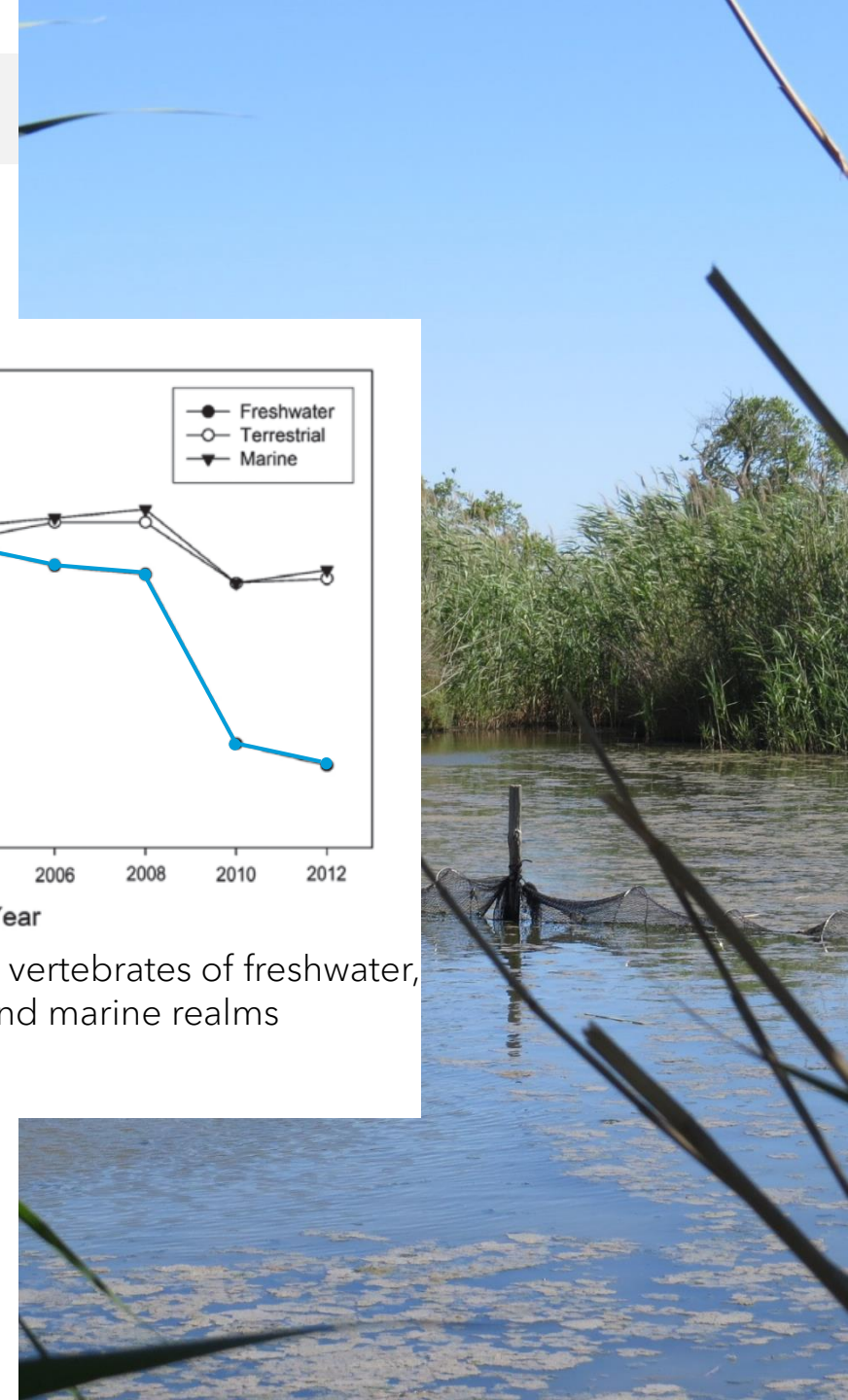
- Biodiversité riche mais en fort déclin
- Subissent de multiples pressions et menaces



Chagas de Auro et al, 2020

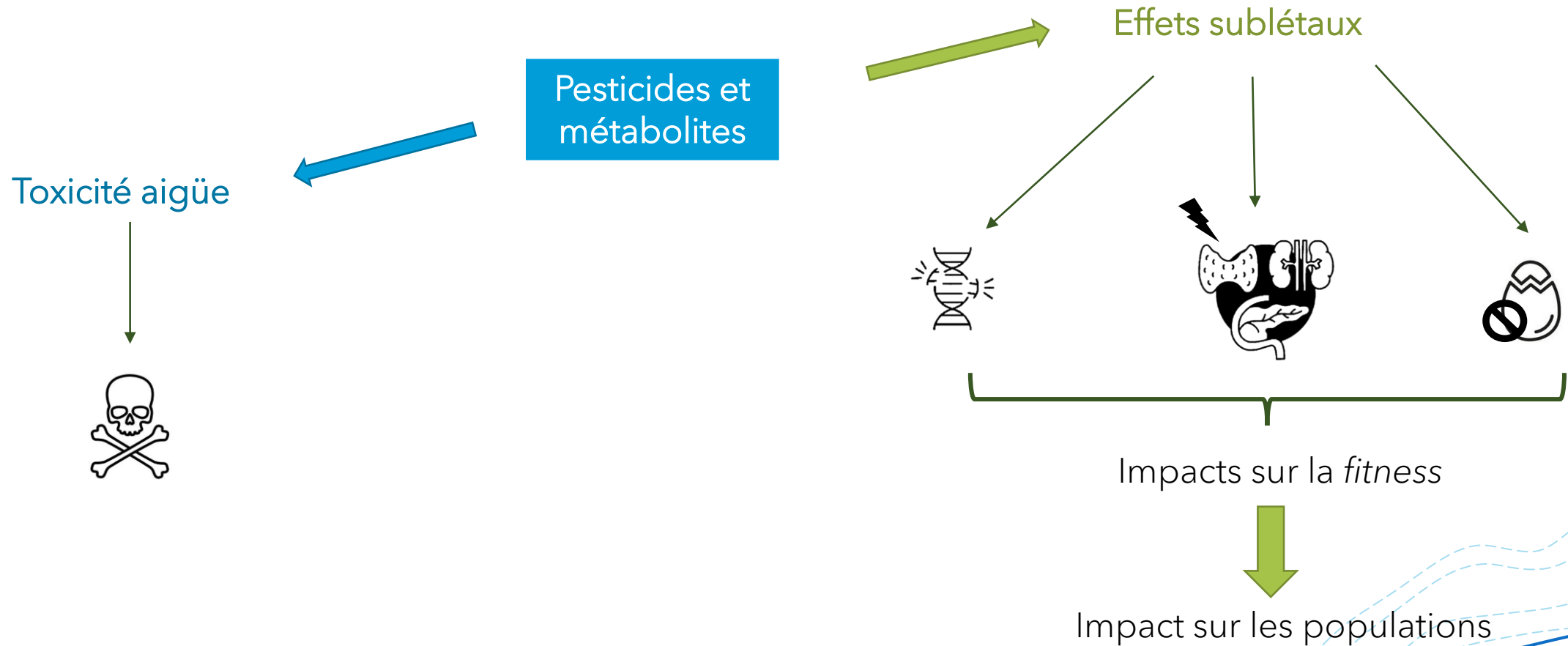


Population trend for vertebrates of freshwater, terrestrial and marine realms



CONTEXTE GLOBAL

Comment les pesticides peuvent affecter la faune ?



CONTEXTE GLOBAL

Pourquoi s'intéresser aux tortues aquatiques ?

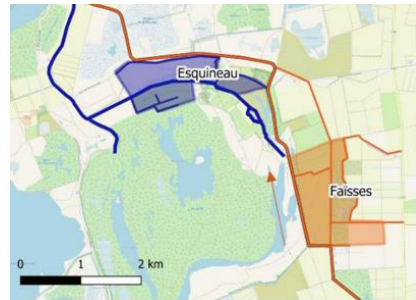
Inhibition de l'AChE (Meyer et al. 2013)



Glyphosate induces oxidative stress (Héritier et al. 2017)



Grande fidélité spatiale



Reflète contamination locale

Régime varié/opportuniste



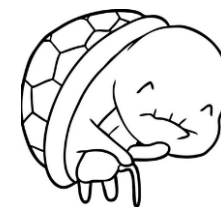
Multiples voies de contamination

Ectothermes



Métabolisation des contaminants potentiellement réduite

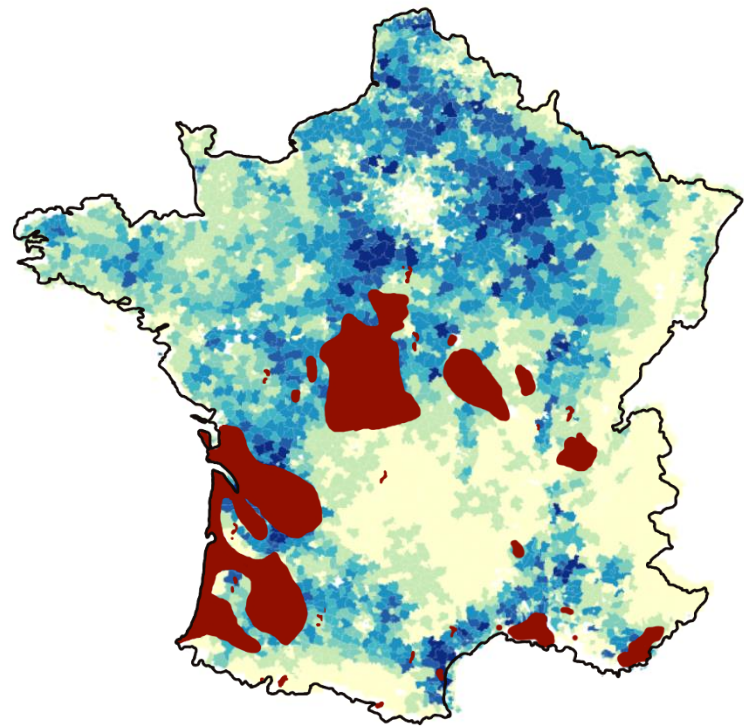
Grande longévité



Exposition chronique

CONTEXTE GLOBAL

La France, dans le top 10 mondial pour l'utilisation des pesticides : 85 000 tonnes par an (FAOSTAT)



QUANTITÉS DE PESTICIDES ACHETÉES EN 2017

0 KG

199 027 KG



©Mediapart

Qu'en est-il de la cistude d'Europe dont les populations sont en régression et qui bénéficie d'un PNA ?



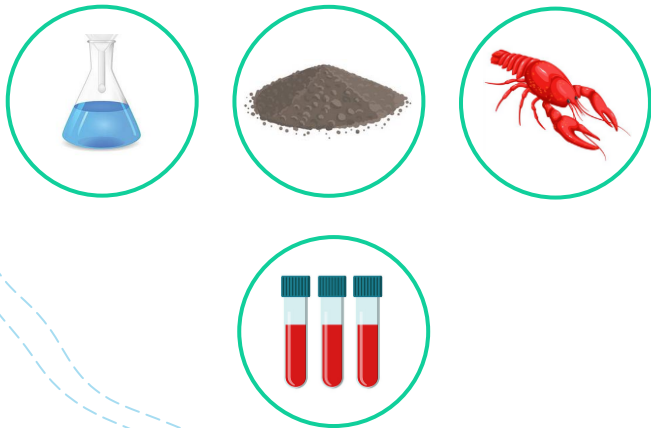
Mingo et al. 2016 : Cistude d'Europe a un indice élevé de risque d'exposition aux pesticides

PROJET CISTOX

- Objectif: Etudier l'exposition aux pesticides and leurs effets chez la Cistude d'Europe en France

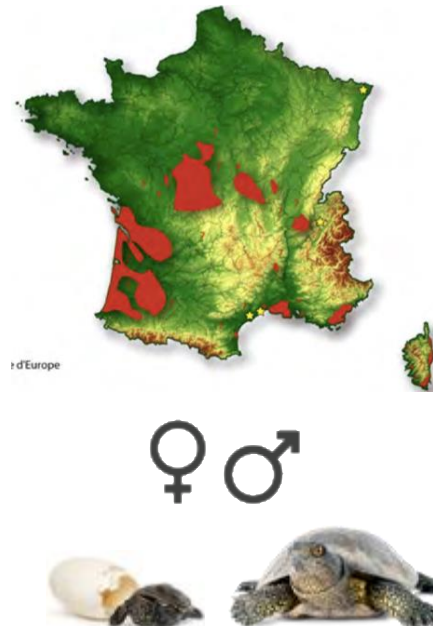
Comment ?

Voies d'exposition aux PPP (eau, sédiments, proies)



Où ? Quand ? Qui ?

Variations spatiales et individuelles des niveaux de pesticides

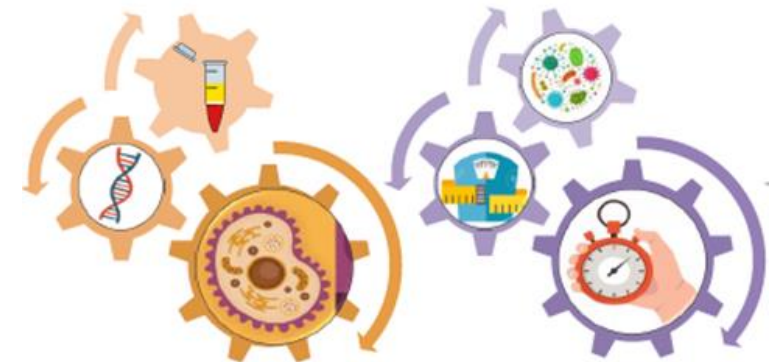


Conséquences ?

Effets biologiques/physiologiques

Physiologie

Performances



Stress oxydatif
AChE
Biochimie sanguine

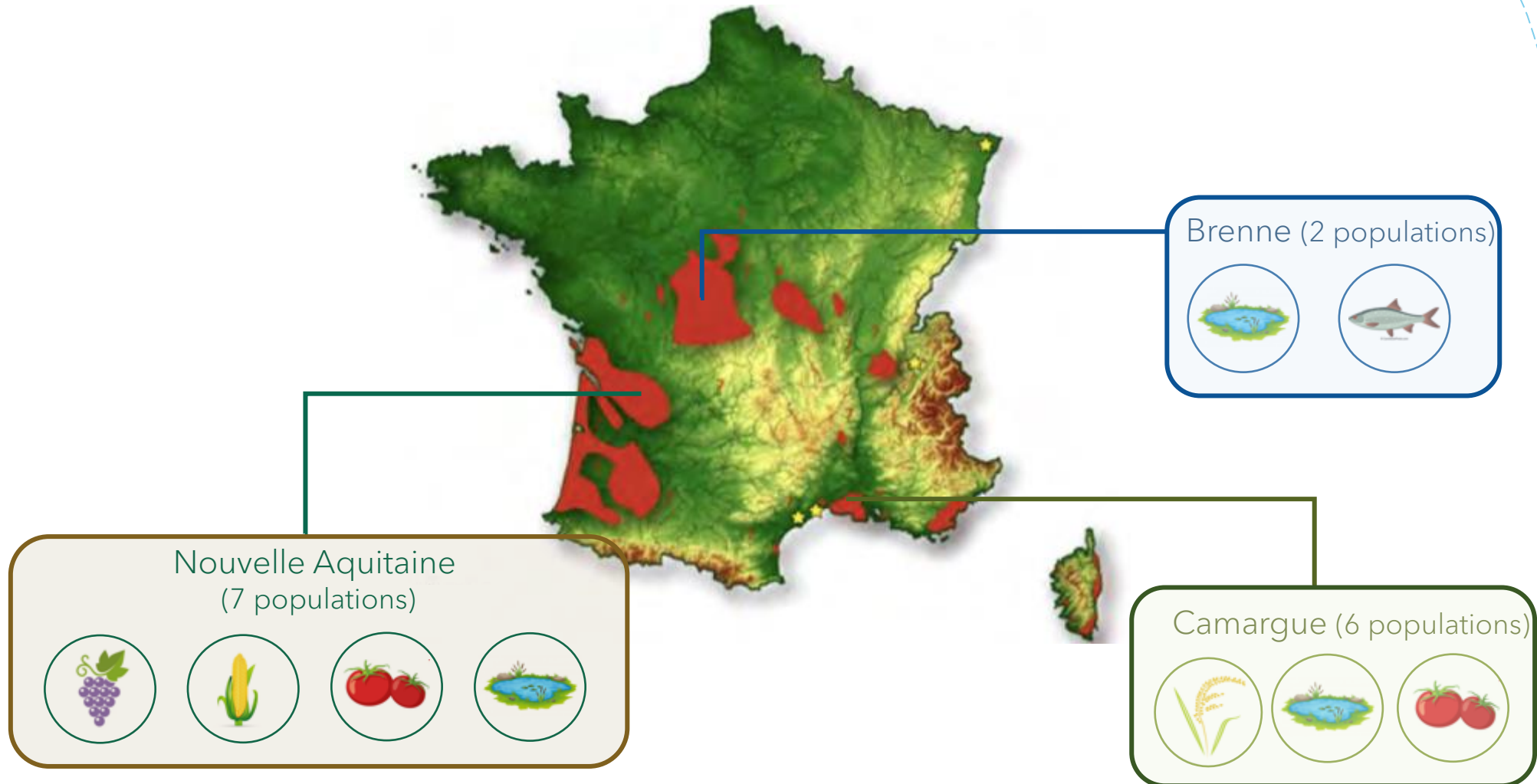
Microbiotes,
morphologie,
coloration



MATERIELS & MÉTHODES

MATERIELS & METHODES

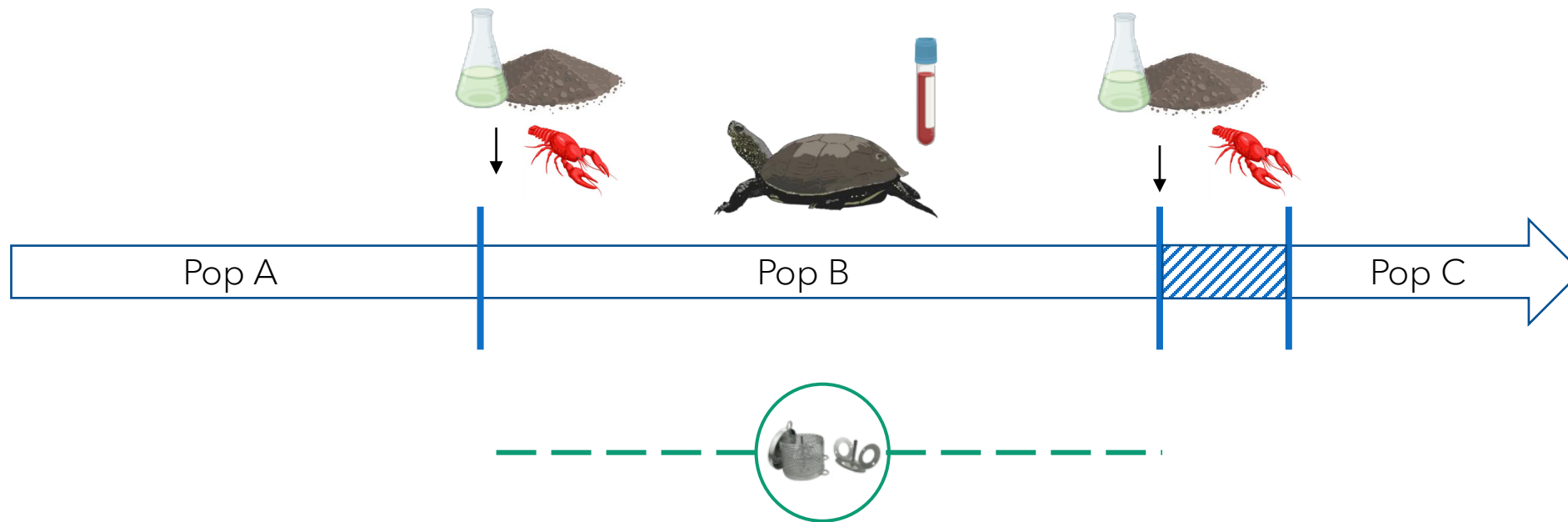
Approche multi-sites avec populations soumises à différentes pressions anthropiques



MATERIELS & METHODES

Echantillonnage des populations en séquentiel : 2 semaines par population

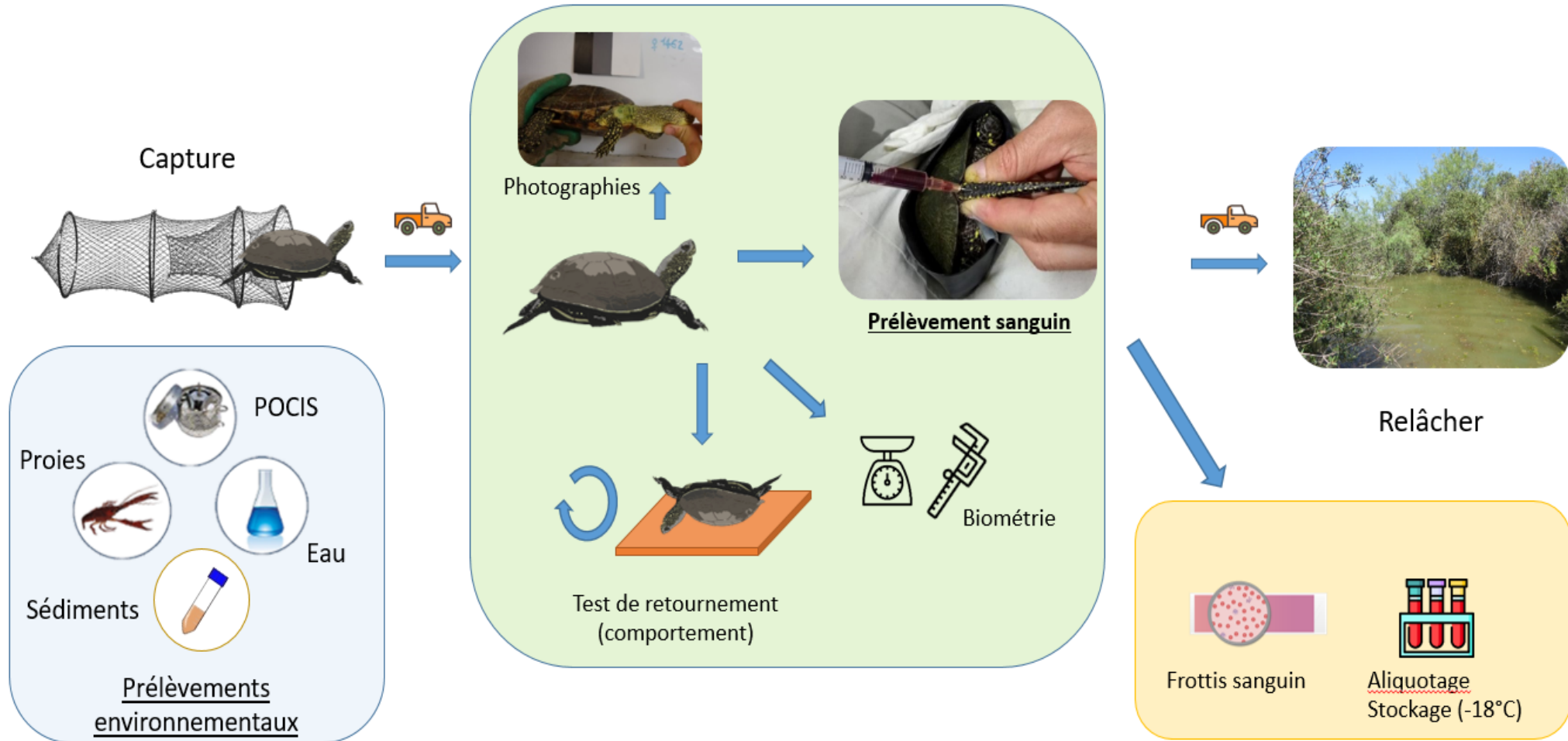
Echantillonnage de l'environnement



Objectif : 20 individus par population

MATERIELS & METHODES

Protocole de capture et d'échantillonnage pour les 15 populations (2022 et 2023)

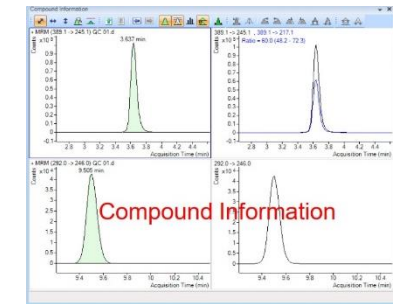


MATERIELS & METHODES

Quantification des pesticides



Analyses en LC-MS/MS




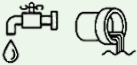

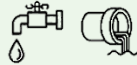
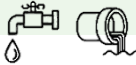
Analyse de 40 pesticides et
métabolites

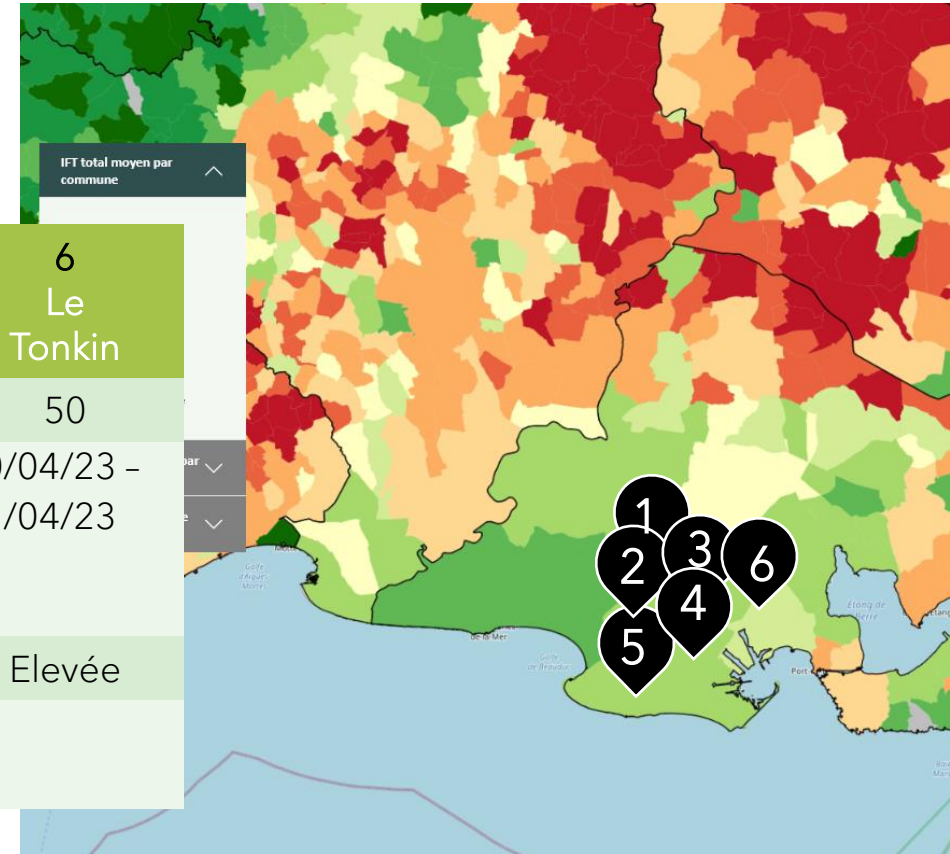
Choix en utilisant les bases
de données BNV-D
dans les régions d'étude

MATERIELS & METHODES

6 populations échantillonnées en Camargue entre Mai et Juillet 2022 et avril 2023 : N = 152 individus



Population	1 Esquineau	2 Draille Marseillaise	3 Faïsses	4 Grand Badon	5 La Bélugue	6 Le Tonkin
Effectif	23	22	20	16	21	50
Dates	16/05/22 - 25/05/22	30/05/22 - 10/06/22	13/06/22 - 24/06/22	27/06/22 - 01/07/22 & 11/07/22 - 15/07/22	19/07/22 - 27/07/22	10/04/23 - 21/04/23
Exposition	Faible	Modérée	Elevée	Modérée	Modérée	Elevée
Système hydraulique						

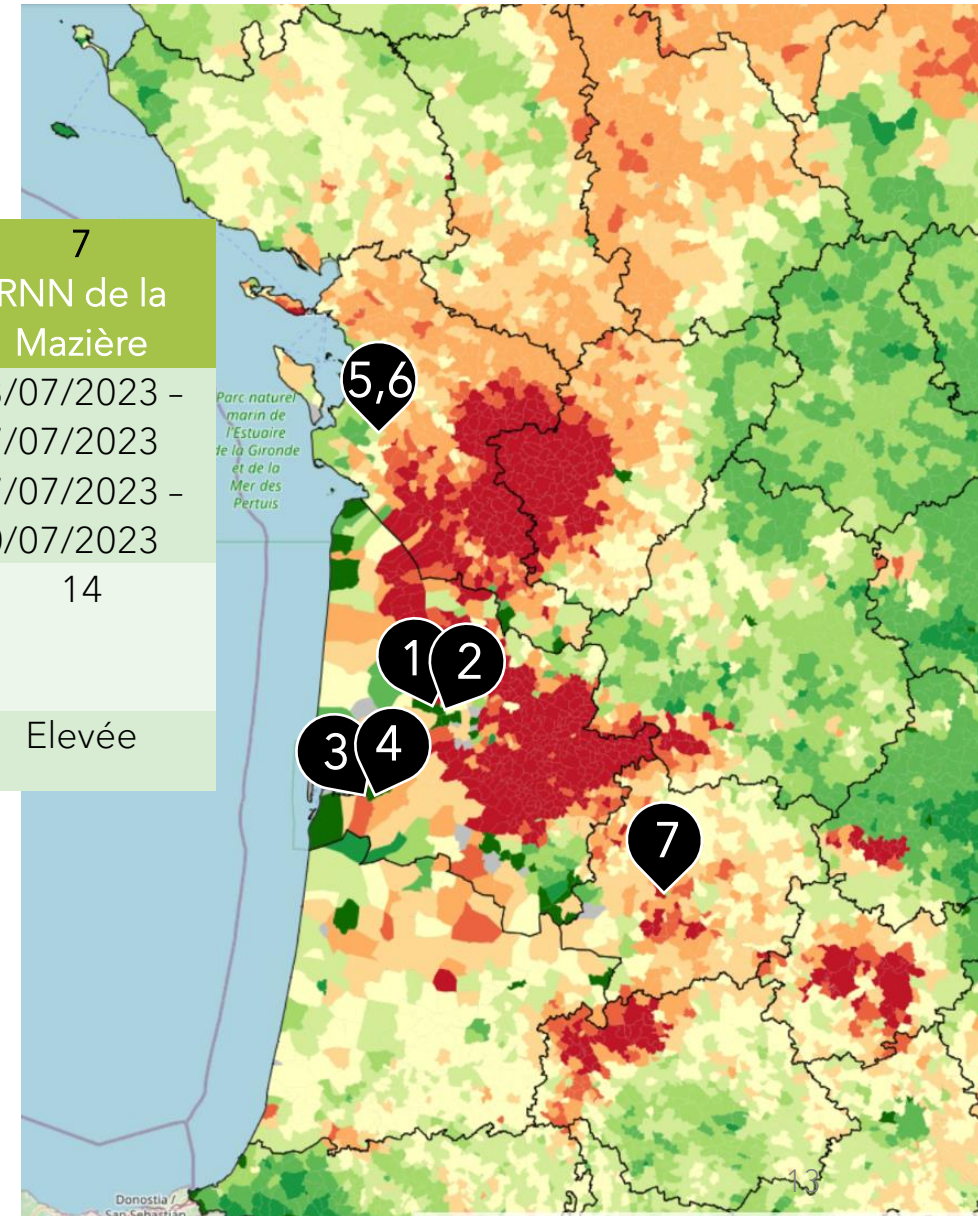


Carte des IFT (Solagro, 2021)

MATERIELS & METHODES

7 populations échantillonnées en 2023 en Nouvelle Aquitaine :
N = 117

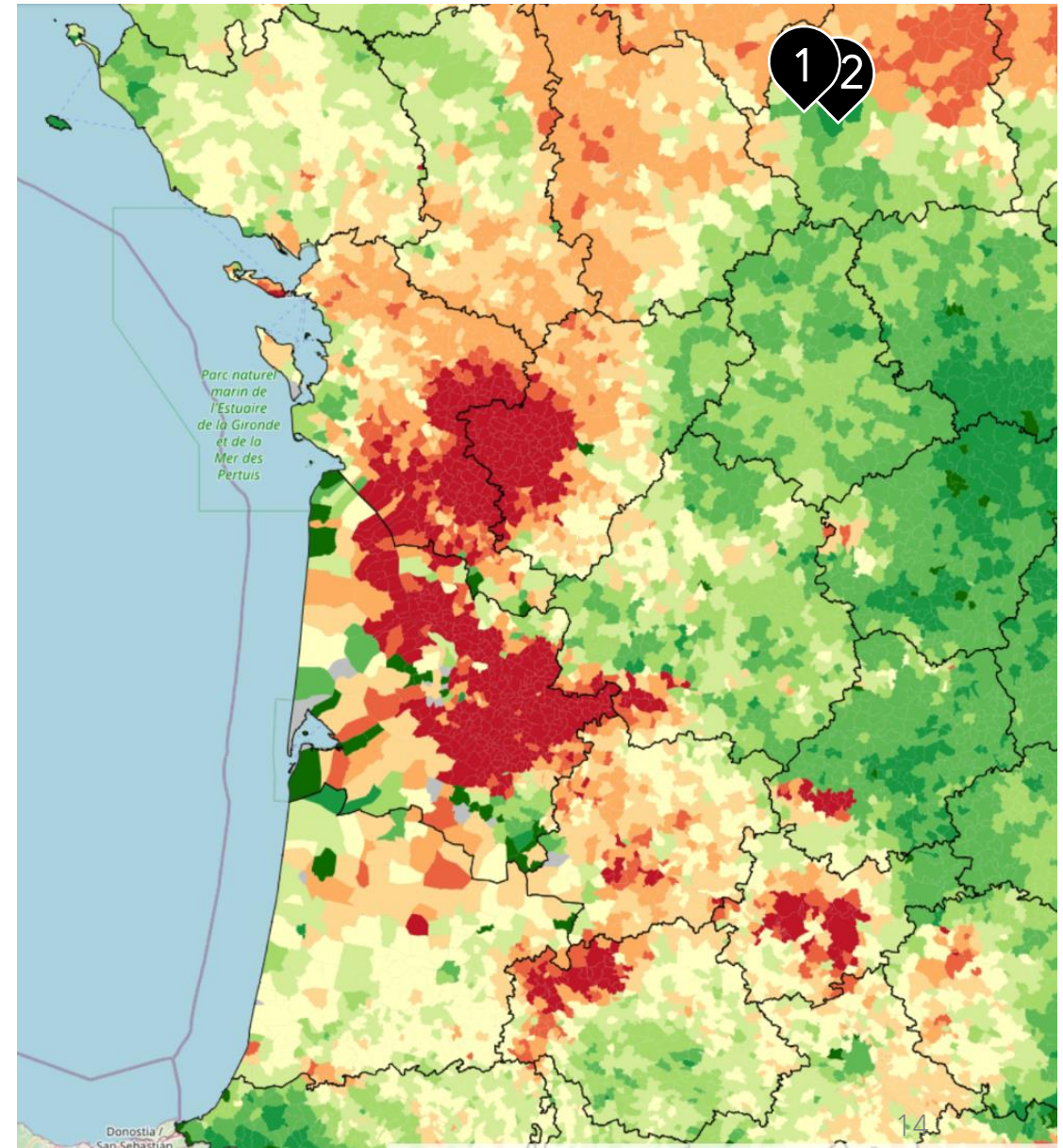
Site	1 Site des Sources	2 RNN Marais de Bruges	3 Le Teich	4 Smurfit	5,6 RNR Massonne	7 RNN de la Mazière
Dates	09/05/2023 - 19/05/2023	22/05/2023 - 02/06/2023	05/06/23 - 09/06/23	03/07/2023 - 07/07/2023	12/06/2023 - 16/06/2023	17/07/2023 - 20/07/2023
Nombre individus	16	8	21	19	39	14
Exposition	Modérée	Elevée	Faible	Elevée	Modérée	Elevée



MATERIELS & METHODES

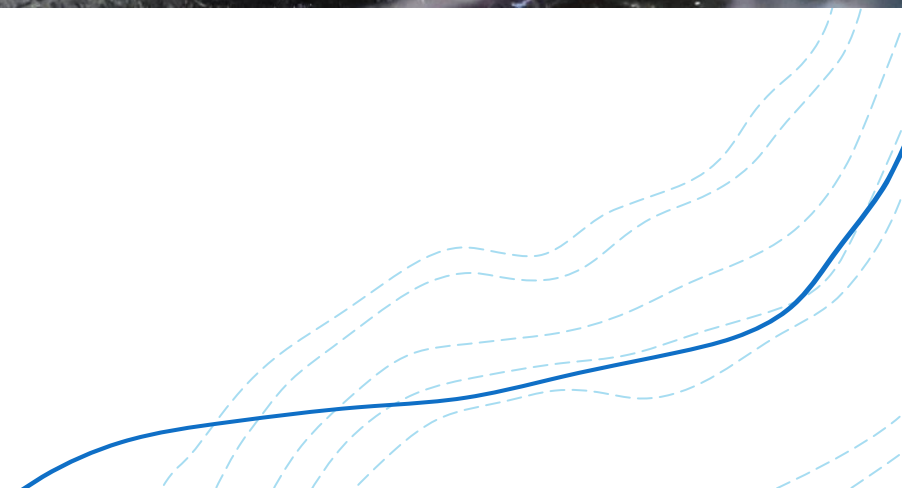
2 populations échantillonnées en 2023 en Brenne : N = 40 individus

Population	1	2
	Hautes-Rondières	Le Plessis
Effectif	20	20
Dates	09/05/22 - 11/05/22	13/06/22 - 16/06/22
Exposition	Faible	Faible





RÉSULTATS



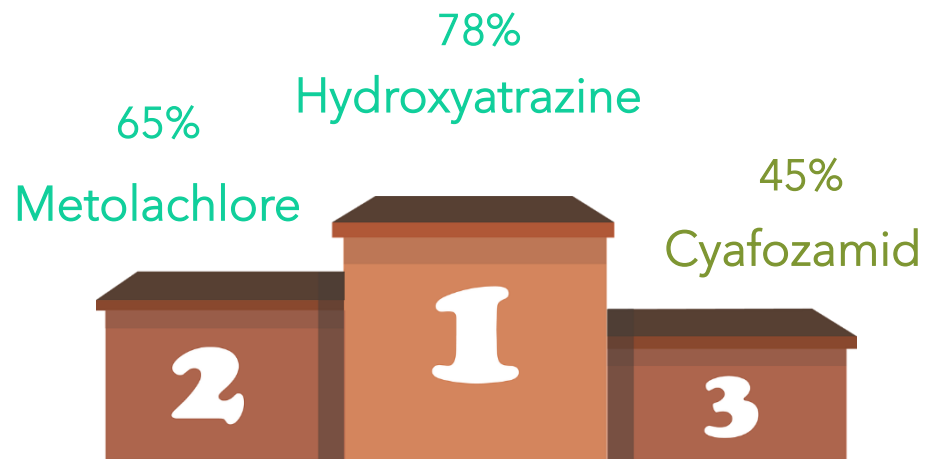
RESULTATS & DISCUSSION

Résultats des prélèvements ponctuels d'eau



A l'échelle nationale : 25 pesticides détectés sur 40 recherchés

- 16 herbicides
- 7 fongicides
- 2 insecticides



Fréquence de détection



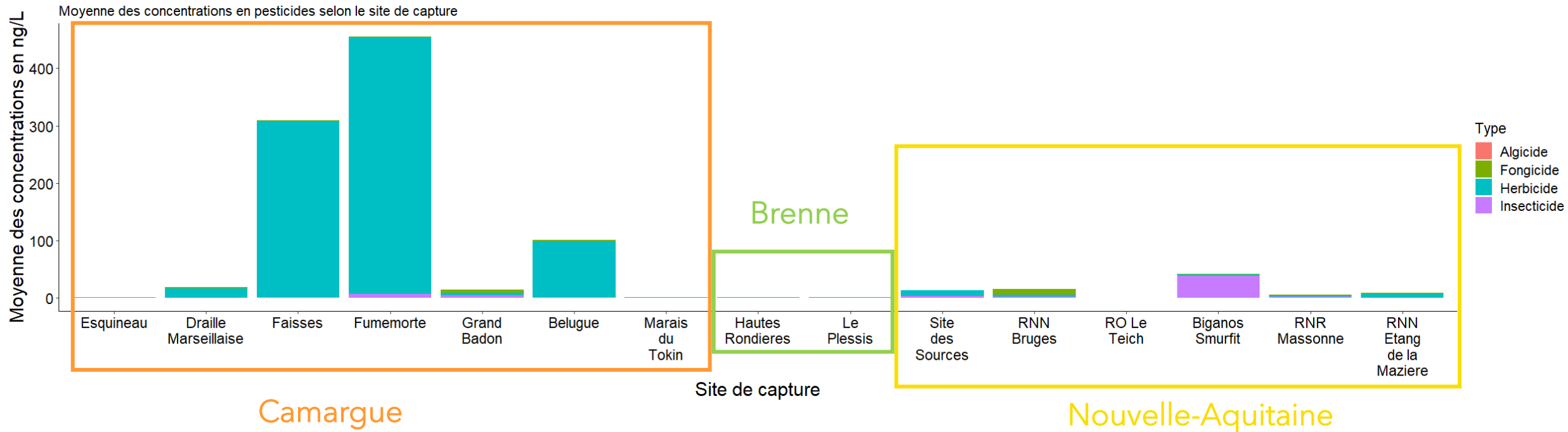
Quantification moyenne

RESULTATS & DISCUSSION

Résultats des prélèvements ponctuels d'eau



Concentrations totales moyennes par site



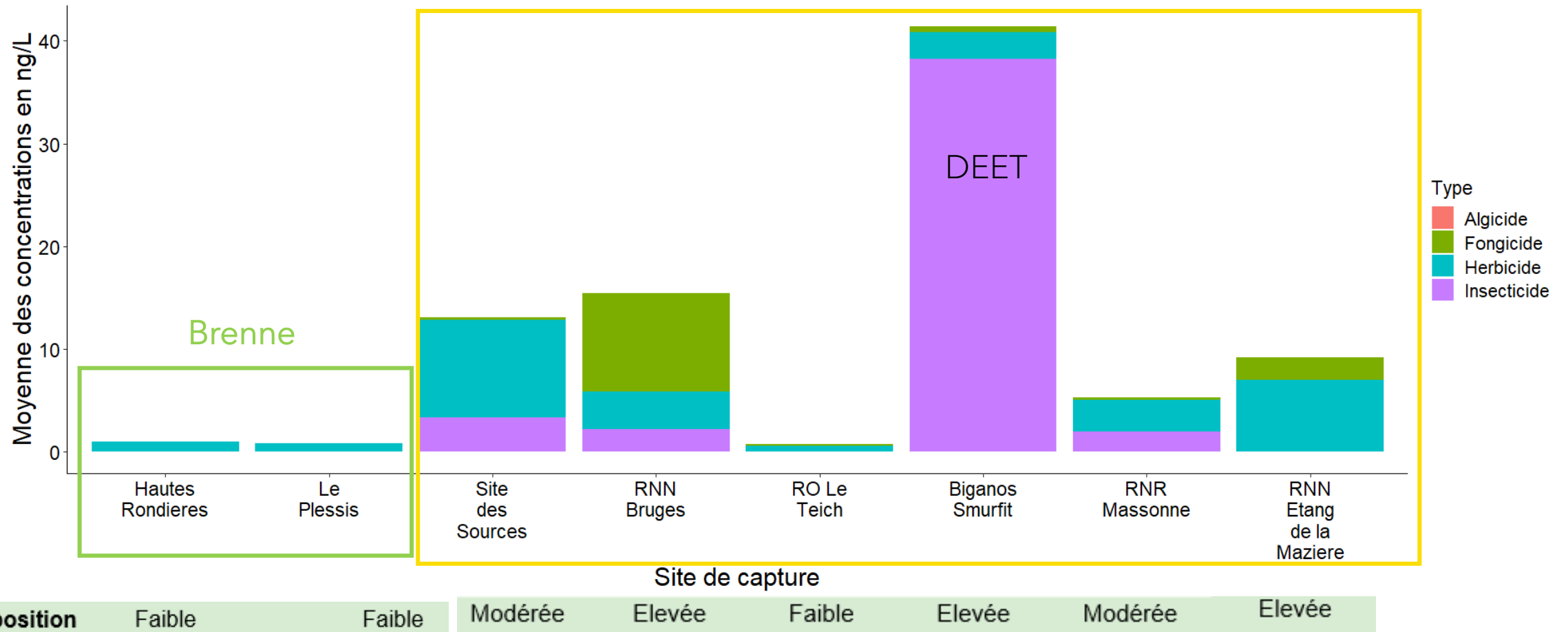
RESULTATS & DISCUSSION

Résultats des prélèvements ponctuels d'eau



Concentrations totales moyennes par site

Nouvelle-Aquitaine



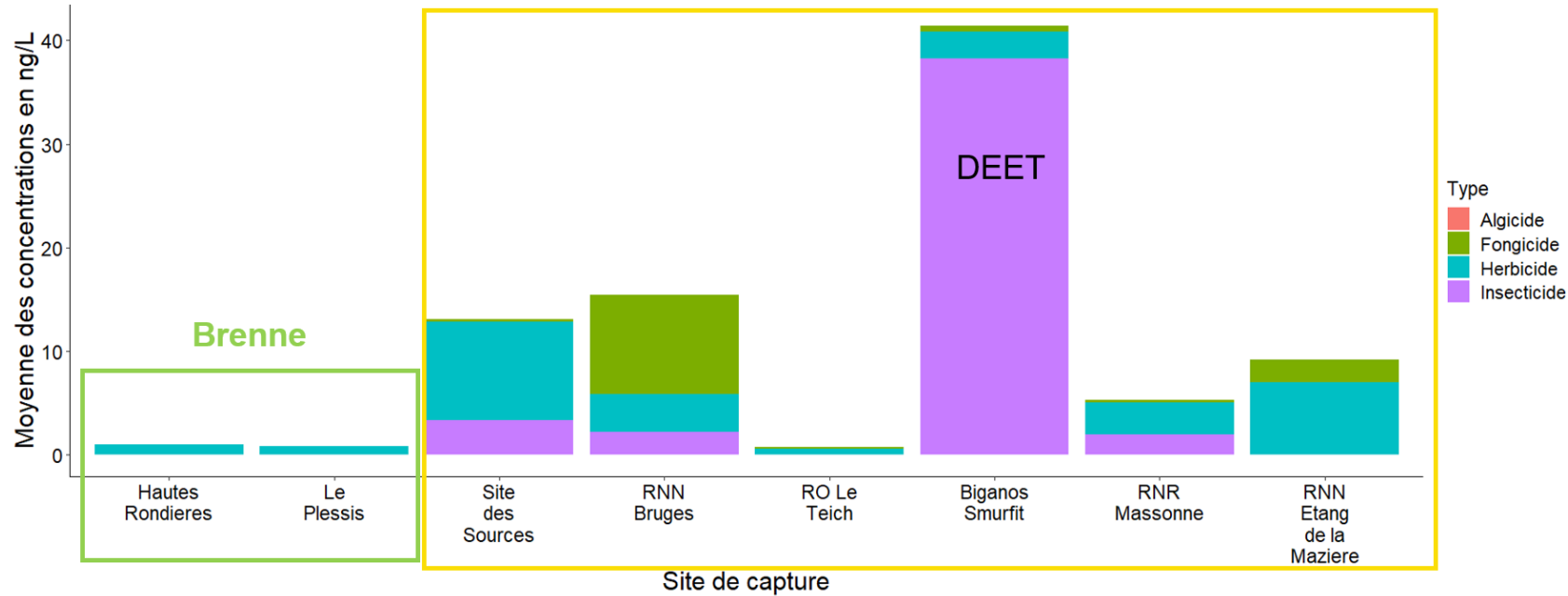
RESULTATS & DISCUSSION

Résultats des prélèvements ponctuels d'eau



Concentrations totales moyennes par site

Nouvelle-Aquitaine



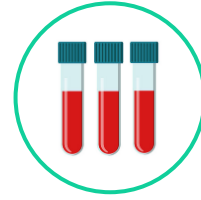
Brenne

- Hydroxyatrazine
- Metolachlor (& métabolite ESA)
- Tébuconazole
- DEET

Exposition Faible Faible Modérée Elevée Faible Elevée Modérée Elevée

RESULTATS & DISCUSSION

Résultats des prélèvements sanguins

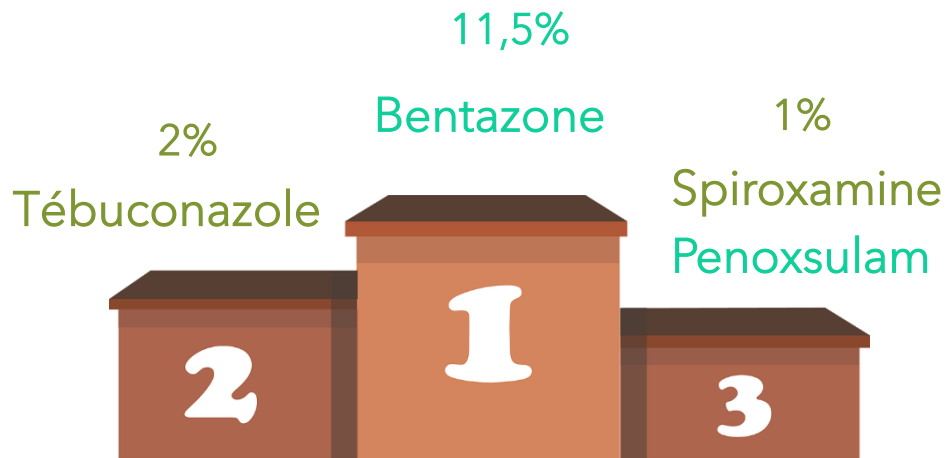


A l'échelle nationale : 10 pesticides détectés sur 40 recherchés

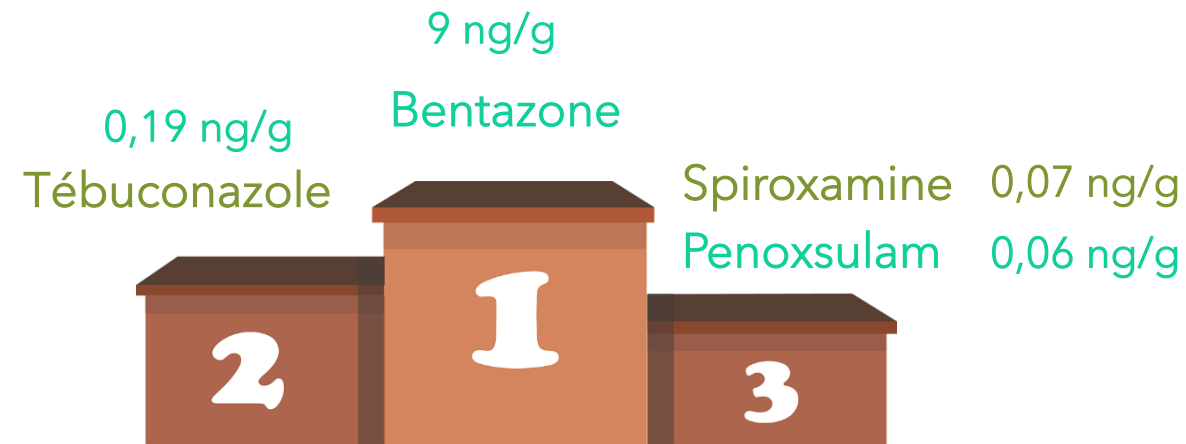
6 herbicides

4 fongicides

0 insecticides



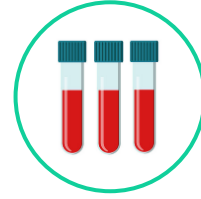
Fréquence de détection



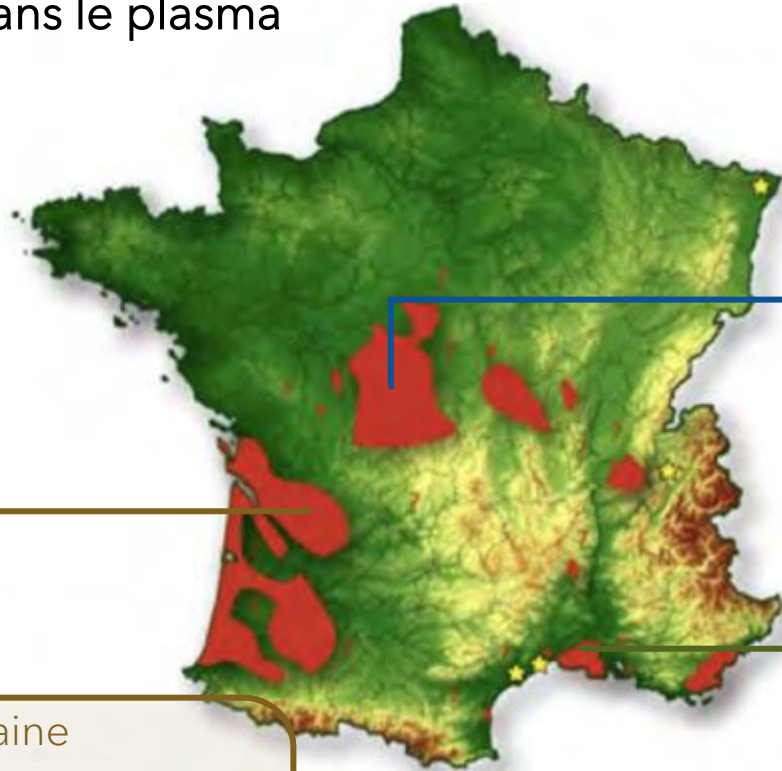
Quantification moyenne
(quand détecté)

RESULTATS & DISCUSSION

Résultats des prélèvements sanguins



Fréquence de détection dans le plasma par région



Brenne
2%
(2 populations, N=40)

Nouvelle Aquitaine
2%
(7 populations, N=117)

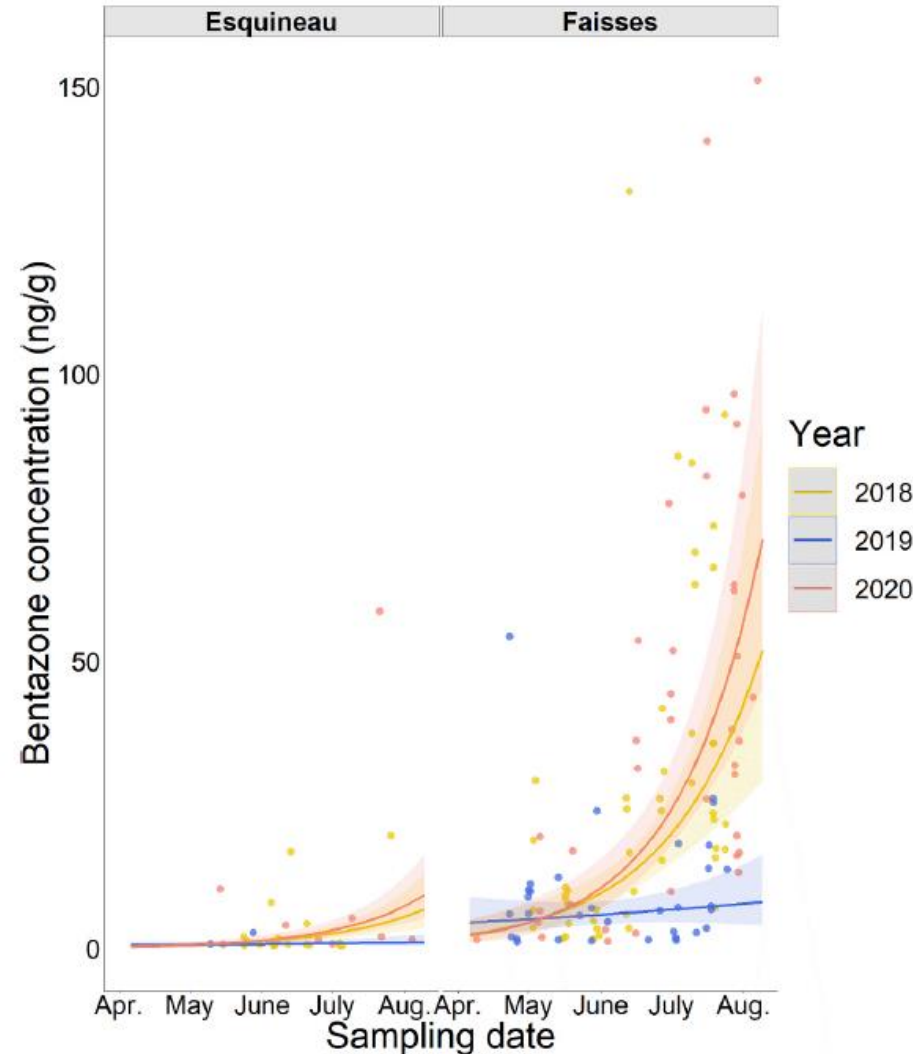
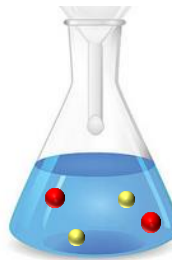
Camargue
34%
(6 populations, N=152)

RESULTATS & DISCUSSION

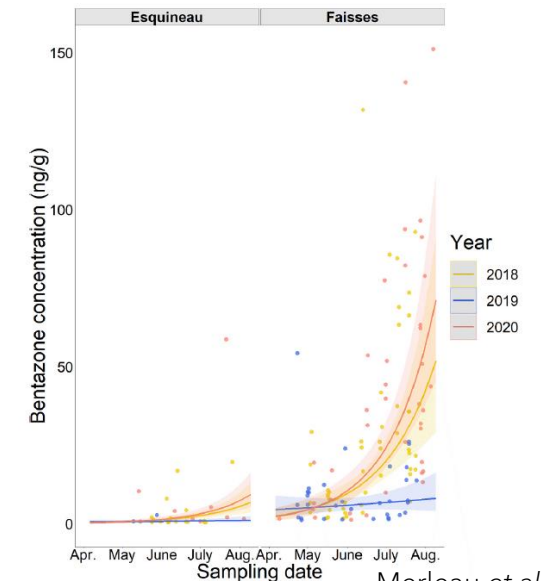
Différentiel de résultats entre l'environnement et les cistudes

Concentrations faibles dans l'eau

- Hydroxyatrazine :
entre 3,8 et 117 ng/L
- Métolachlor :
entre 0 et 53,6 ng/L
- Tebuconazole :
entre 0 et 4,8 ng/L



Fenêtre d'exposition

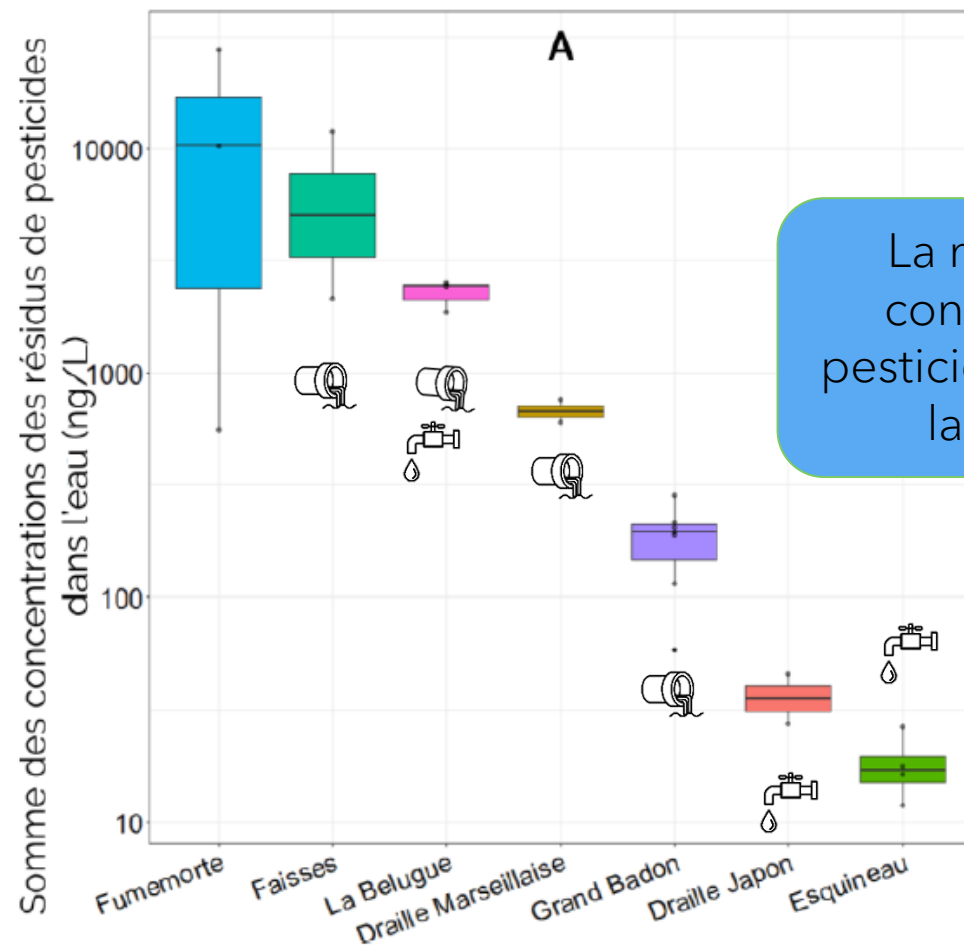




RESULTATS – LE CAS DE LA CAMARGUE

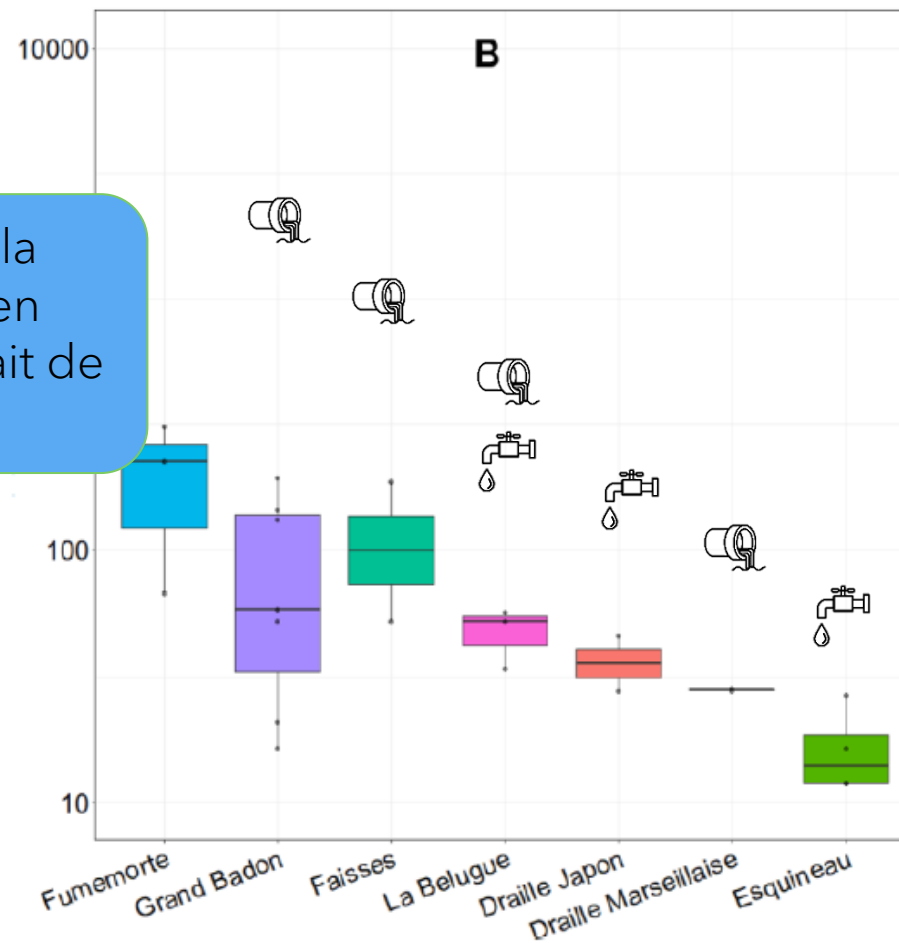
RESULTATS & DISCUSSION

Le cas de la Camargue



Avec bentazone

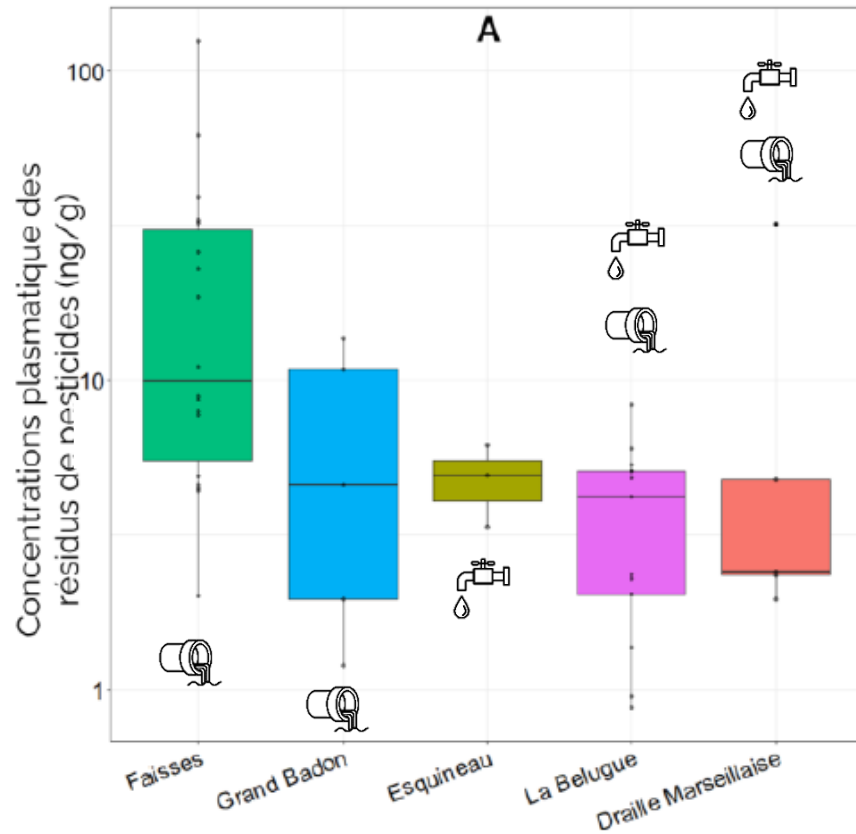
La majorité de la concentration en pesticides est le fait de la bentazone



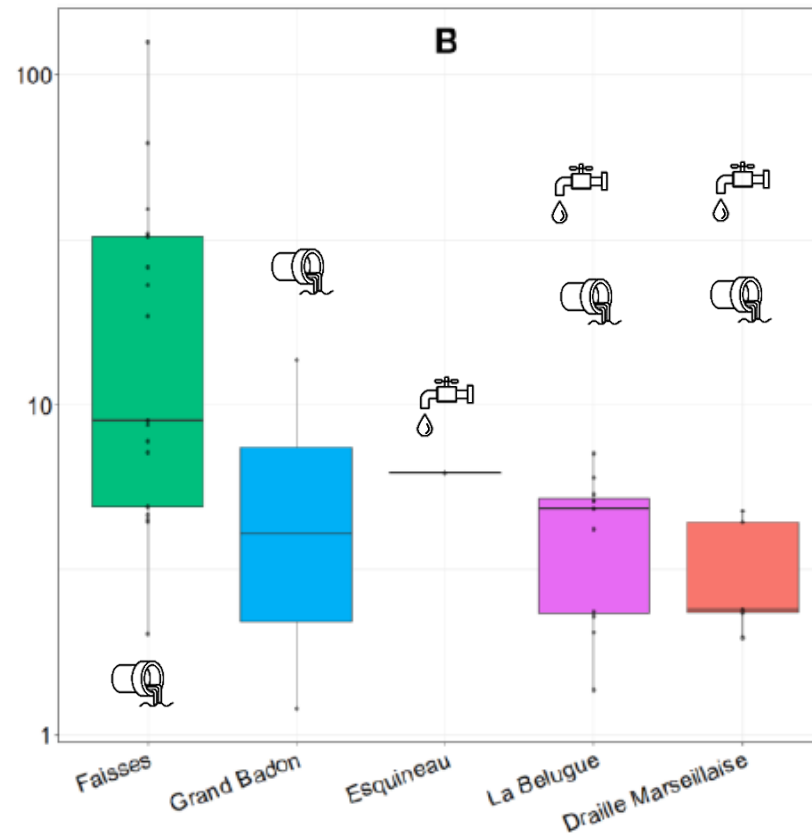
Sans bentazone

RESULTATS & DISCUSSION

Détection de 8 pesticides dans les échantillons de plasma



Pesticides totaux



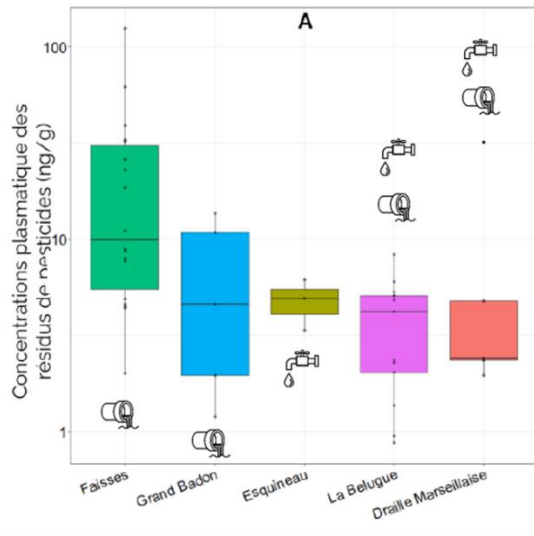
Bentazone seulement

→ La bentazone constitue toujours la majeure part de la contamination

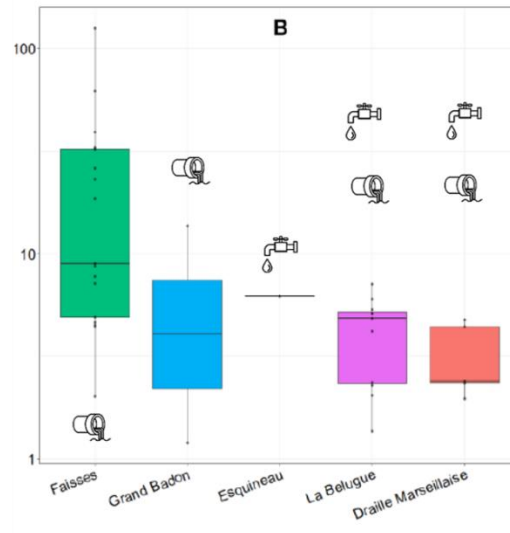
RESULTATS & DISCUSSION

Détection de 8 pesticides dans les échantillons de plasma

2022



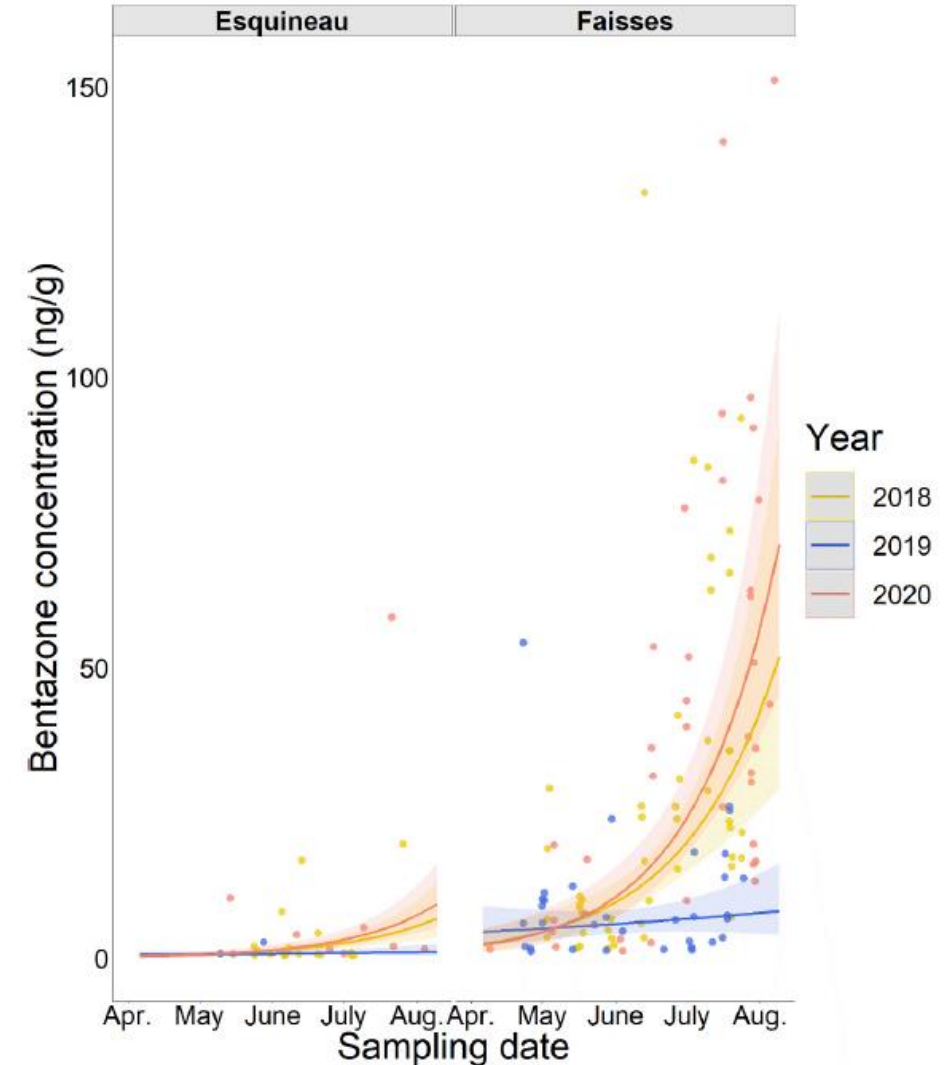
Pesticides totaux



Bentazone seulement



2018-2020



La bentazone constitue toujours la majeure part de la contamination



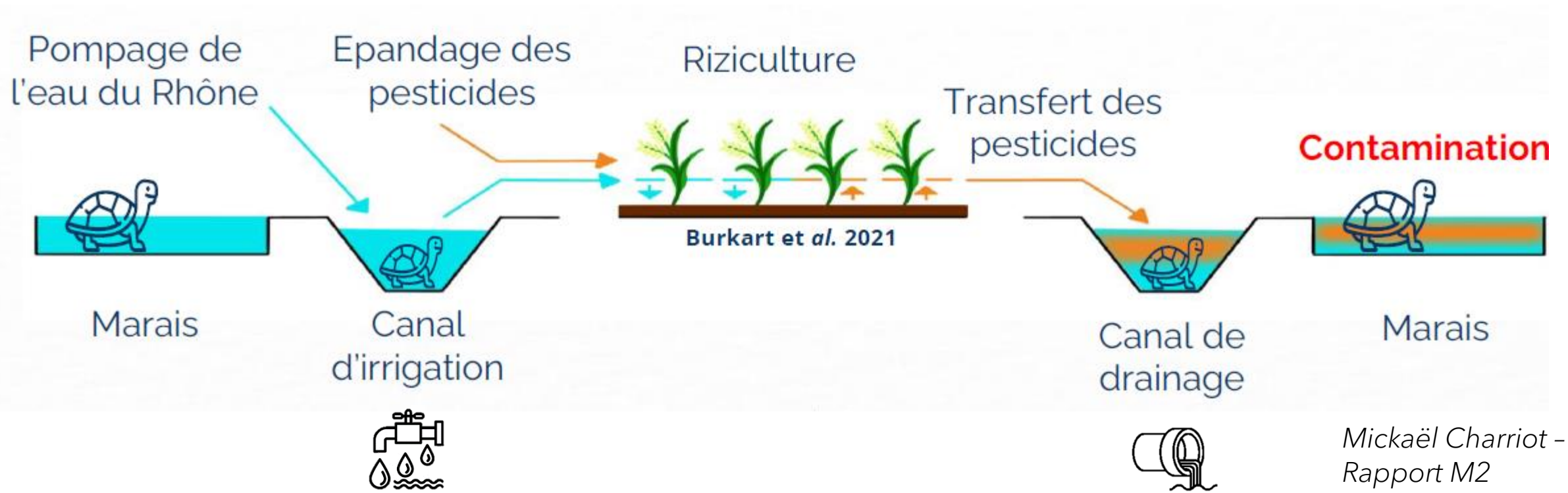
Individus de Faisces sont toujours les plus contaminés



RESULTATS & DISCUSSION

Le cas de la Camargue

Pourquoi des fréquences de détection et des taux si élevés dans cette région ?



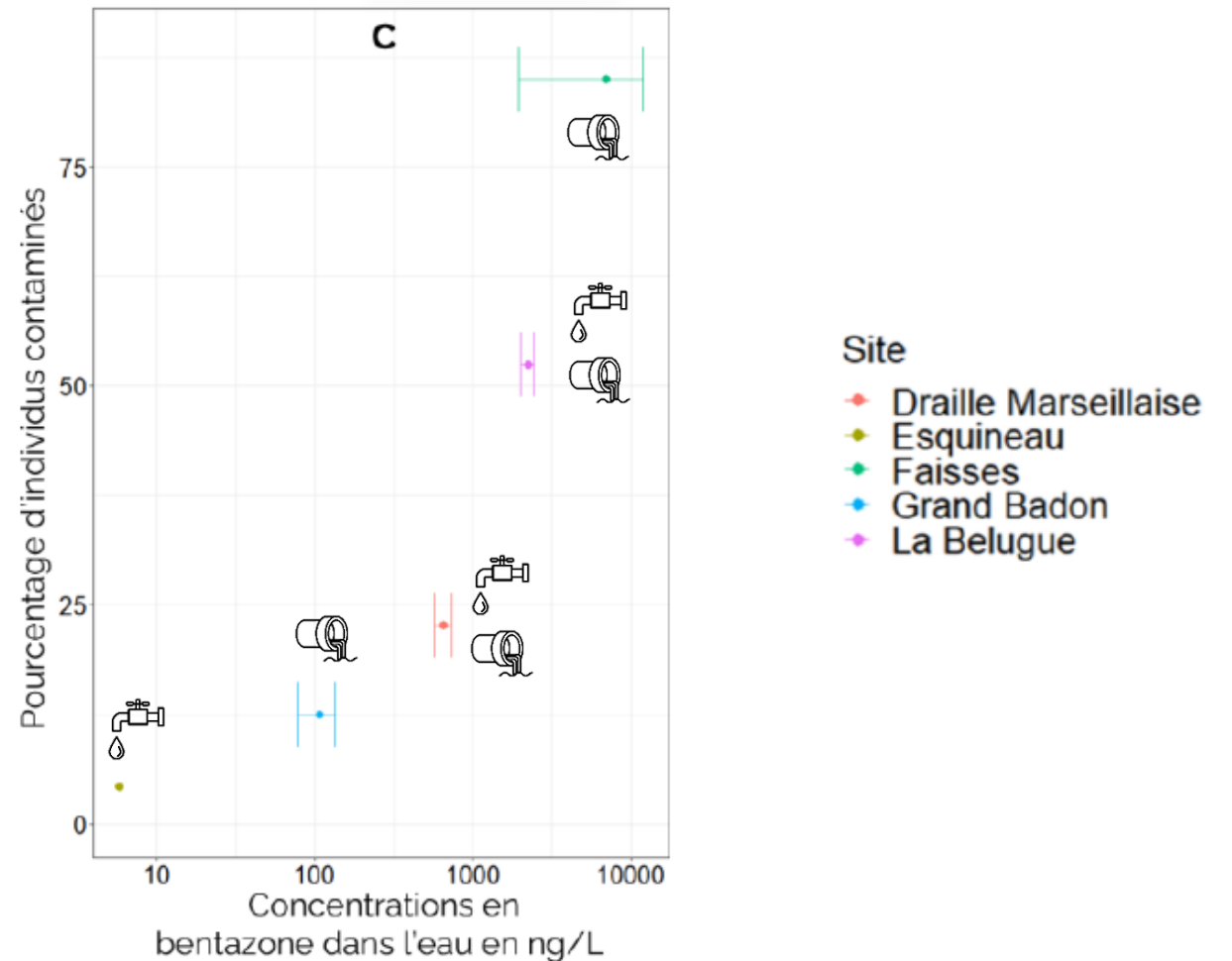
RESULTATS & DISCUSSION

Le cas de la Camargue

La concentration de bentazone dans l'eau explique-t-elle les niveaux plasmatiques ?



Plus grande probabilité de détecter de la **bentazone dans le plasma** quand les concentrations sont importantes dans l'eau

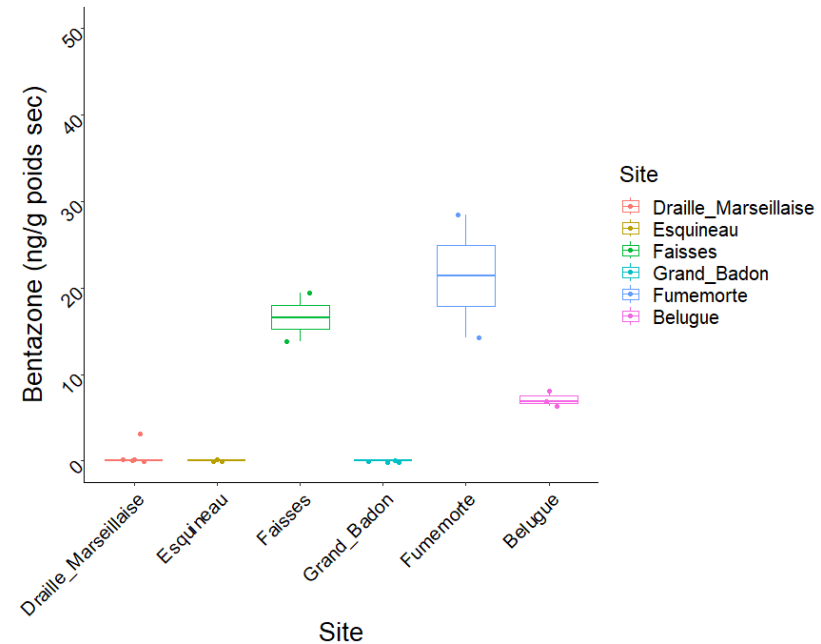
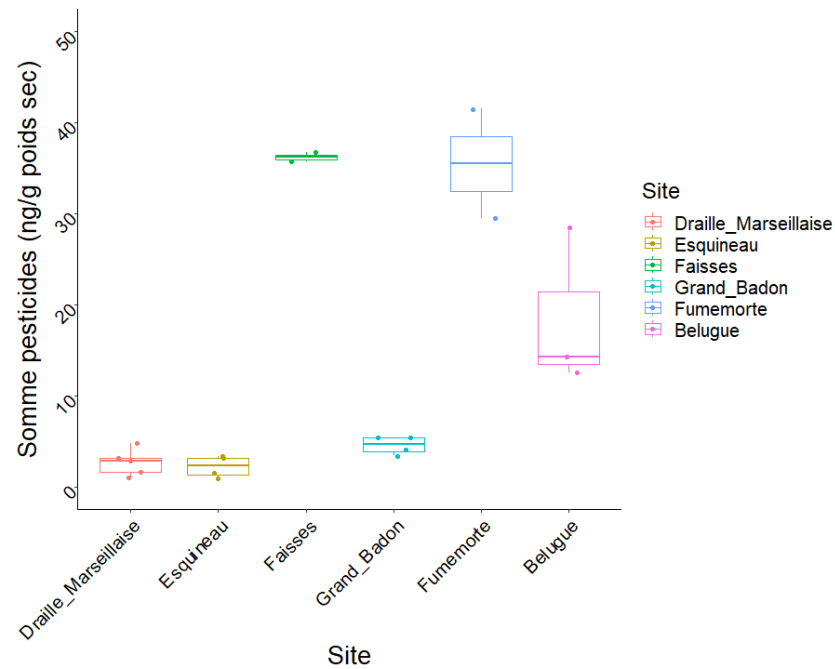


RESULTATS & DISCUSSION

Détection de **13 pesticides** dans les échantillons de **sédiments**

➡ Taux les plus élevés : bentazone et oxadiazon

➡ Plus grande fréquence : carbendazim



☐ Pesticides recherchés hydrosolubles

➡ peu d'absorption sur les particules sédimentaires

RESULTATS & DISCUSSION

- Détection très faible dans les proies



Détection anecdotique de 3 composés :
ametoctradine, chlortoluron et S-métolachlore



Pas de détection de la bentazone !

- Hypothèses : Métabolisation rapide, pas de taux « circulant » détectables et pas de bioconcentration

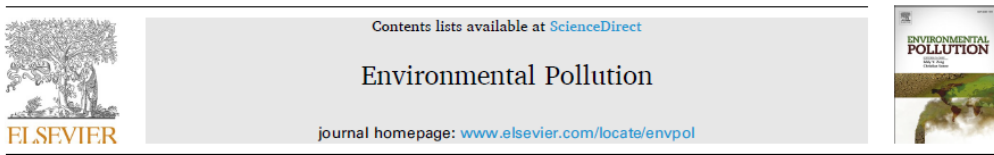


Rodrigues et al, 2018 : rapide métabolisation de la
bentazone chez *S. plana* (bivalves)

RESULTATS & DISCUSSION

Effets des caractéristiques individuelles

- Pas de différence mâles/femelles
- Pas de différence entre stades de développement



Pesticide concentrations in a threatened freshwater turtle (*Emys orbicularis*):
Seasonal and annual variation in the Camargue wetland, France[☆]

Leslie-Anne Merleau^{a,b,c,*}, Olivier Lourdais^{b,d}, Anthony Olivier^c, Marion Vittecoq^{c,e},
Gabriel Blouin-Demers^f, Fabrice Alliot^a, Louisiane Burkart^{a,c}, Yvann Foucault^{a,c},
Carole Leray^c, Emmanuelle Migne^g, Aurélie Goutte^a

^a École Pratique des Hautes Études, PSL Research University, UMR 7619, Sorbonne University, Paris, France
^b Centre D'études Biologiques de Chizé, CNRS, UMR 7372, Villiers en Bois, France
^c La Tour Du Valat, Research Institute for the Conservation of Mediterranean Wetlands, Arles, France
^d School of Life Sciences, Arizona State University, Tempe, AZ, USA
^e MIGEVBC Laboratoire Maladies Infectieuses & Vecteurs: écologie, Génétique évolution et Contrôle, UMR (CNRS/IRD 224/UM), Montpellier, France
^f Département de Biologie, Université D'Ottawa, Ottawa, Ontario, K1N 6N5, Canada
^g Réserve Naturelle Nationale de Camargue, Société Nationale de Protection de La Nature, Arles, France

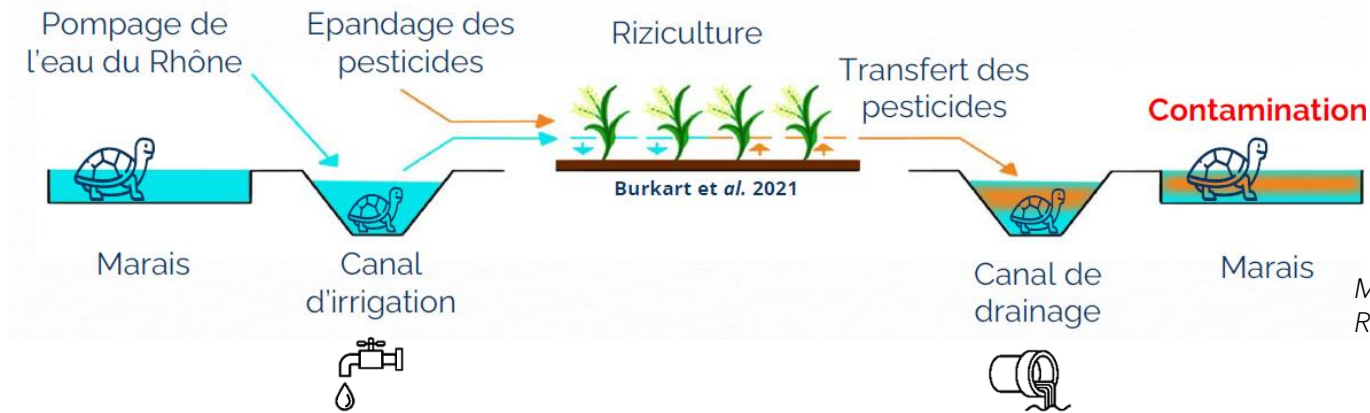
Pas d'effet de l'âge dans l'étude de 2018-2020

Pas de bioaccumulation pour la bentazone

RESULTATS & DISCUSSION

Bilan de l'exposition pour les 15 populations

- Agriculture-type de la Camargue (irrigation/drainage) → principal facteur d'exposition pour les cistudes permettant la quantification



- Faible contamination plasmatique

→ Sauf pour la bentazone → Fréquence de contamination corrélée aux taux dans l'eau

- Sédiments et écrevisses de Louisiane ne semblent pas être une voie d'exposition pour les pesticides étudiés

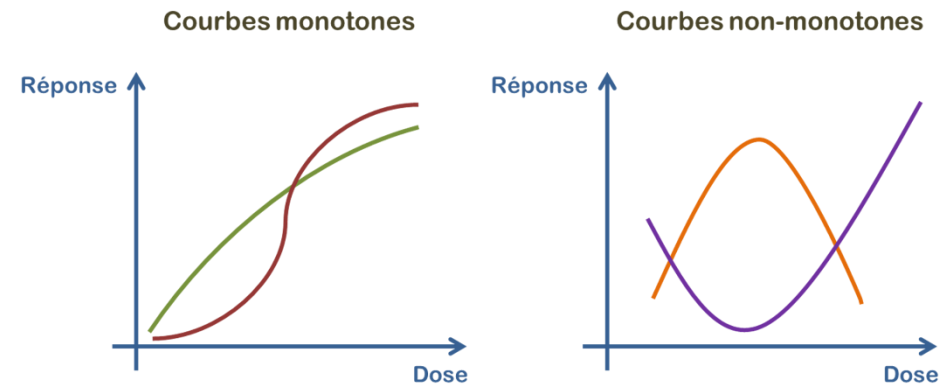
RESULTATS & DISCUSSION

Bilan de l'exposition pour les 15 populations

Non détection/quantification des pesticides dans le plasma ~~≠~~ Absence d'exposition
Absence d'effet

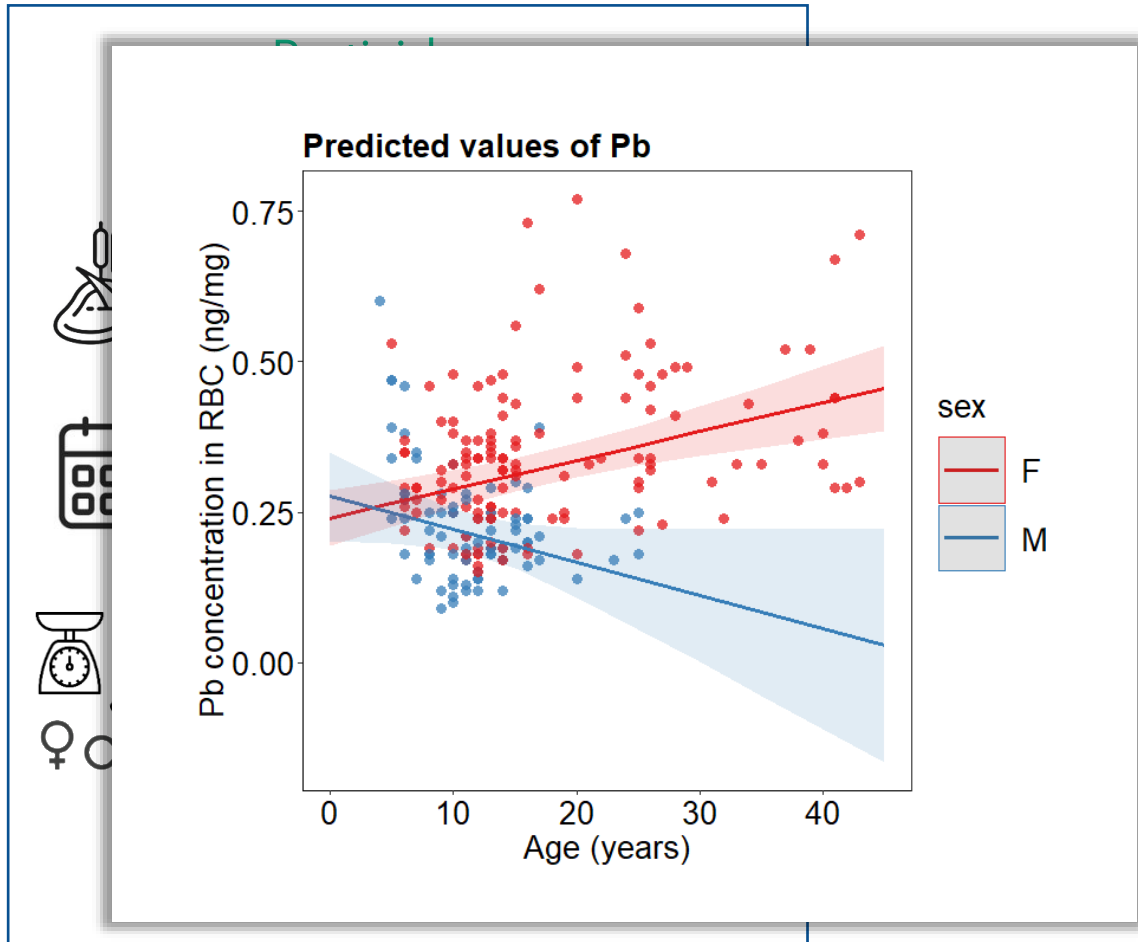
➔ Limite analytique de détection/quantification

Relation dose-effet n'est pas toujours linéaire



RESULTATS & DISCUSSION

Toxicocinétique & toxicodynamie sont dépendantes du contaminant :
exemple des différences entre pesticides et métaux lourds au sein d'un même échantillonnage



Métaux Lourds



Effet spatial composé-dépendant



Faible effet temporel à large échelle (année)



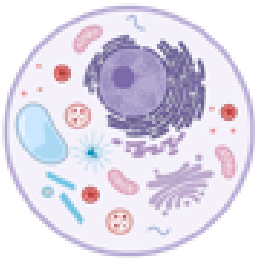
Effet important de l'âge et du sexe sur le niveau de contamination

PERSPECTIVES

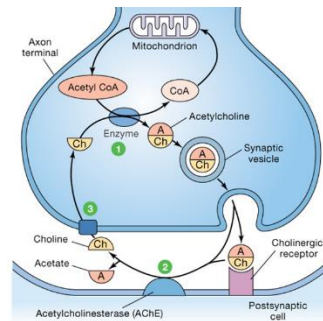
Et maintenant ?

Mesures de marqueurs d'effets biologiques/physiologiques

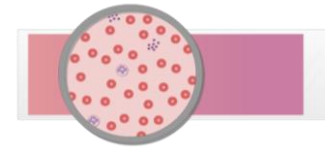
Stress oxydatif



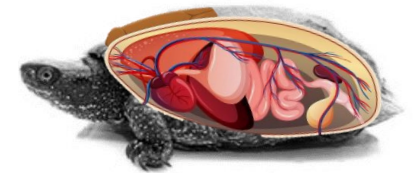
Acetylcholinestérase



Formule sanguine



Biochimie sanguine



REMERCIEMENTS



ÉCOLE PRATIQUE
des HAUTES ÉTUDES





Merci pour votre attention !

leslie-anne.merleau@ephe.psl.eu