



La Cistude d'Europe face aux contaminants : présentation des travaux en Camargue et du programme CISTOX

Leslie-Anne Merleau, Olivier Lourdais, Aurélie Goutte, Anthony Olivier et Marion Vittecoq



Journées Techniques Cistude
7 et 8 décembre 2021 - Carnoules

Contexte des travaux

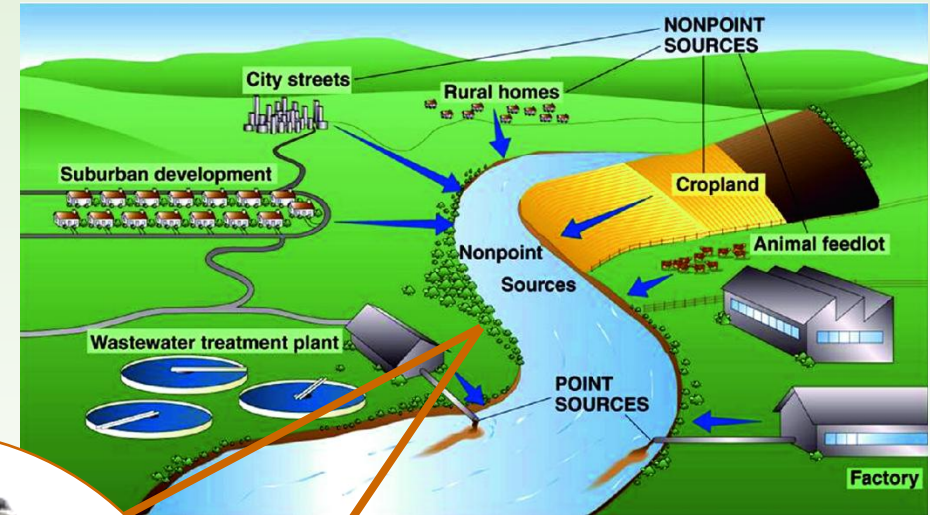
Ecosystèmes aquatiques : deux caractéristiques majeures

- Des milieux particulièrement contaminés

Facteurs de pollution
prépondérants : **pesticides**

- Une biodiversité riche mais en forte érosion

Suspicion d'impacts sur la physiologie,
la reproduction et la survie des
individus exposés



Contexte des travaux

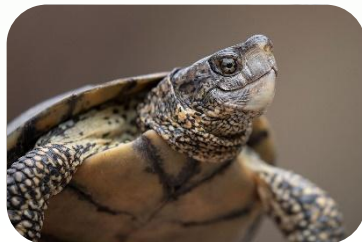
Les vertébrés longévifs, des espèces d'intérêt dans la recherche sur les contaminants

- Etude de l'effet additif des contaminations au cours du temps sur des organismes vivant jusqu'à plusieurs décennies

Pertinence des tortues dulçaquicoles

- Espèces généralement peu mobiles -> reflet de la contamination locale
- Régimes alimentaires variées -> multiples voies d'exposition
- Ectothermes à métabolisme bas -> métabolisation des contaminants possiblement moindre par rapport aux endothermes

Perturbation de l'acétylcholinestérase chez populations californiennes exposées aux polluants (Meyer et al. 2013)



Tortue de l'Ouest (*Actinemys marmorata*)

Augmentation du stress oxydatif par le glyphosate (Héritier et al. 2017)



Tortue de Floride (*Trachemys scripta elegans*)

Contexte des travaux

La France, 6^{ème} pays consommant le plus de pesticides en valeur absolue : 85 072 tonnes en 2019 (FAOSTAT)

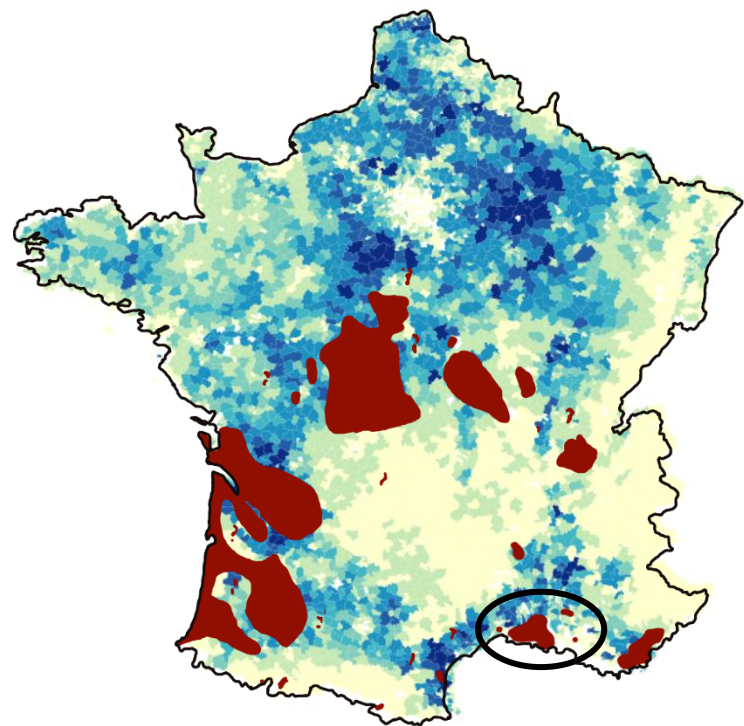
Régions les plus utilisatrices de produits phytosanitaires :

- Nouvelle-Aquitaine
- Hauts-de-France
- Occitanie

Et qui héberge des populations de cistudes d'Europe

- Notamment dans les régions les plus agricoles

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



QUANTITÉS DE PESTICIDES ACHETÉES EN 2017

0 KG

199 027 KG



©Mediapart

Contexte des travaux

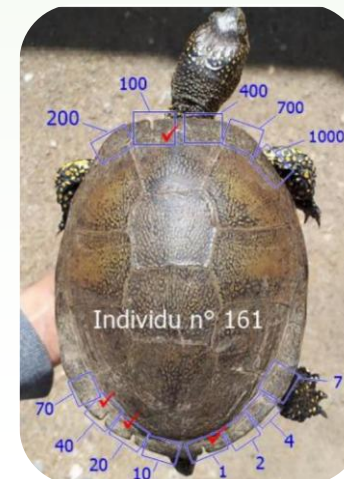
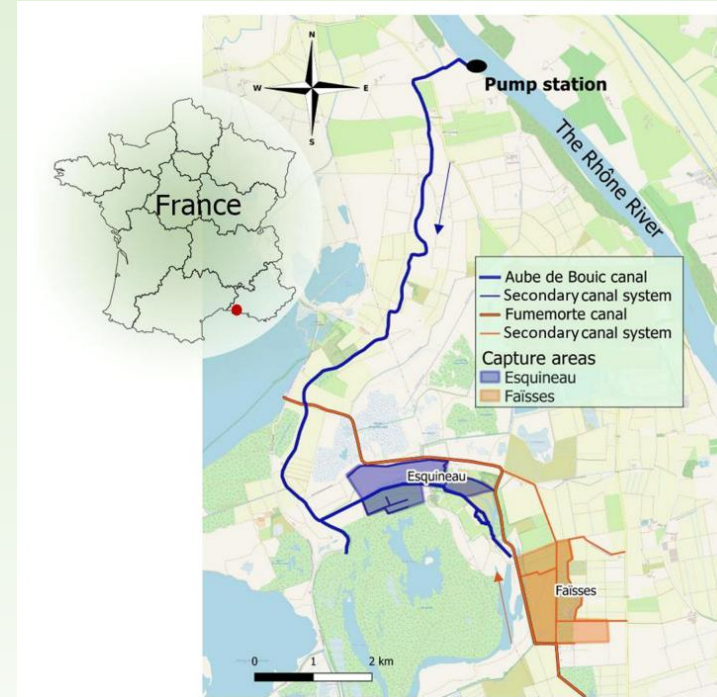
La Camargue, l'eau comme enjeu primordial

- **qualité** de l'eau : salinité, pollution
- **saisonnalité** et la **quantité** des besoins en eau : différent entre activités humaines et utilisation par la biodiversité



Travaux en Camargue

- Marquage des cistudes à la Tour du Valat depuis 1976
- Suivi scientifique par CMR depuis 1997
 - > plus de 1500 individus marqués individuellement
 - > plus de 11 000 recaptures
- Mise en place d'un suivi de la contamination plasmatique depuis 2018
 - > 418 prélèvements de sang effectués entre 2018 et 2020
 - > analyses :
 - contamination aux polluants historiques (organochlorés et PCBs)
 - niveaux plasmatiques de 29 pesticides (en utilisation ou d'interdiction récente)
 - analyse des niveaux hormonaux et contamination métaux lourds (en cours)
 - analyse des niveaux de stress oxydatif (à venir)



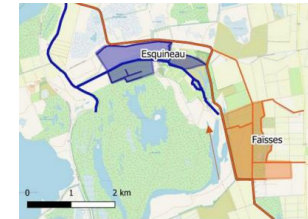
Objectifs des travaux sur les prélèvements 2018-2020 réalisés en Camargue



Documenter les niveaux de pesticides autorisés ou interdits dans le plasma d'une espèce charismatique

Déterminer s'il y a des variations des niveaux de contamination au cours de la saison de capture (Mai à Juillet)

Déterminer s'il existe des différences entre sites



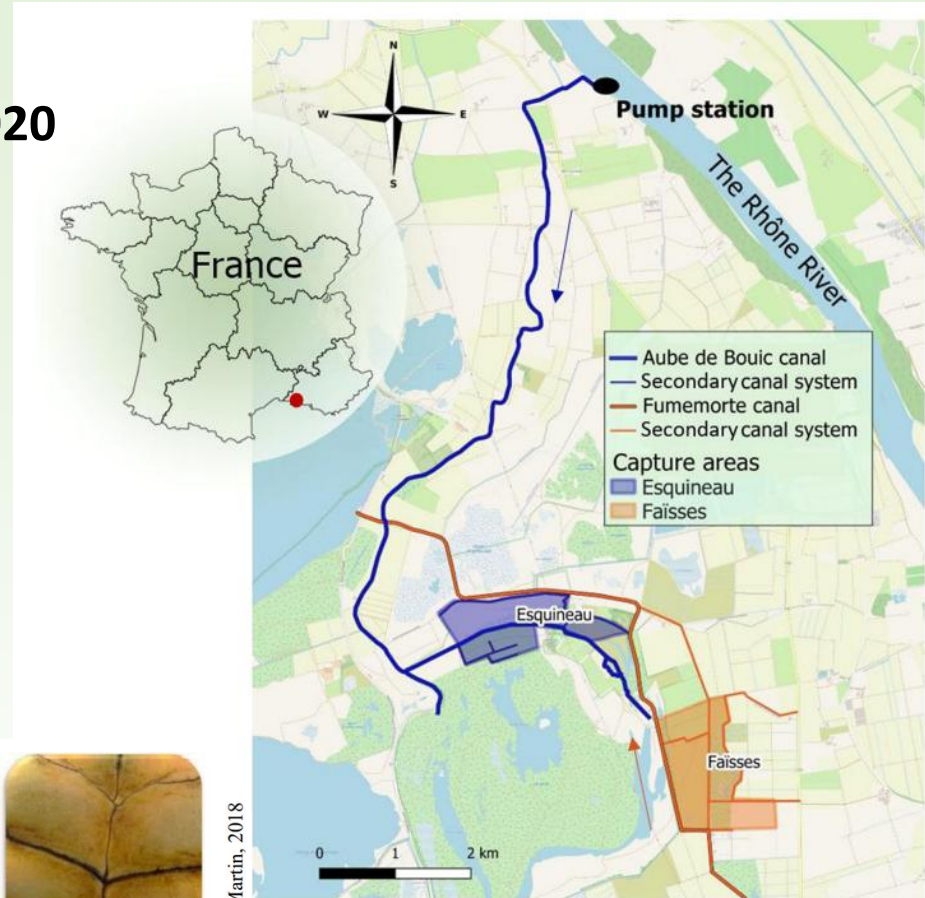
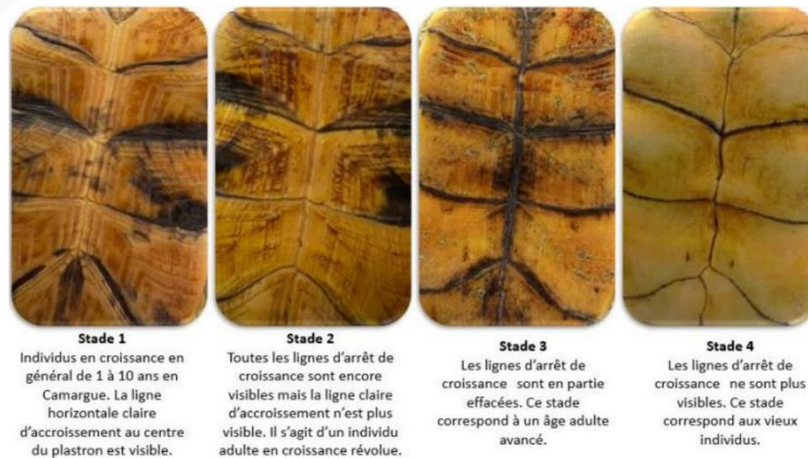
Déterminer si les caractéristiques individuelles des individus peuvent influencer leur niveau de contamination



Projet CISTOX

Premiers travaux du projet CISTOX en Camargue – 2018, 2019 et 2020

- **418** prélèvements sanguins réalisés
=> majoritairement sur deux sites :
 - Esquineau : canaux d'irrigation et marais associés
 - Faïsses : canaux de drainage et marais associés
- Dosage de **21 pesticides et 8 métabolites** dans les échantillons de plasma
- Données pour chaque individu :
 - sexe
 - âge et/ou stade
 - poids
 - longueur et hauteur dossière



Source : Nicolas Martin, 2018

Résultats - Partie I : pesticides retrouvés dans le plasma

Concentrations en composés herbicides (ng/g de plasma) dans les échantillons de plasma des cistudes des deux sites camarguais

	LOQ (ng/g)	Esquineau (n =255)			Faisses (n = 153)		
		Mean (ng/g) ± SD	Max.	n	Mean (ng/g) ± SD	Max.	n
Herbicides							
Atrazine	0.32	0.005±0.0534	0.76	2	0.000	0.00	0
Bentazone* **	0.51	0.597±4.107	58.60	31	20.956±29.574	150.97	118
Chlortoluron*	0.25	0.008±0.082	1.14	3	0	0	0
Diethylatrazine	0.81	0.029±0.290	3.83	3	0	0	0
Desethylterbuthylazine	1.00	0.048±0.358	4.88	7	0.015±0.129	1.15	2
Deisopropylatrazine	0.79	0.014±0.223	3.56	1	0	0	0
Diflufenican	0.18	0.035±0.221	2.57	10	0.002±0.027	0.33	1
Hydroxyatrazine	2.65	0	0	0	0	0	0
Isoproturon	0.26	0.002±0.028	0.45	1	0	0	0
Metazachlore*	0.66	0.012±0.157	2.40	2	0.005±0.060	0.74	1
Metolachlore ESA	0.17	0.019±0.103	0.87	10	0.011±0.050	0.33	7
S metolachlore*	0.035	0.012±0.090	1.25	8	0.003±0.035	0.43	1
Metolachlore OXA	2.81	0	0	0	0	0	0
Nicosulfuron	0.58	0.031±0.189	2.05	8	0.049±0.263	2.5	7
Oxadiazon* * * * *	1.06	0.055±0.347	4.04	8	0.135±0.989	11.31	5
Pendimethaline	0.65	0	0	0	0	0	0
Penoxsulam* * * * *	0.14	0.003±0.041	0.61	3	0	0	0
Propanile	0.51	0.024±0.176	2.19	6	0.023±0.212	2.27	0
Prosulfuron	0.16	0	0	0	0		0
Terbuthylazine*	0.53	0.042±0.327	3.46	5	0	0	0
Simazine	0.22	0.002±0.033	0.52	1	0.002±0.027	0.34	1

En orange :
correspondances avec
molécules retrouvées
dans l'eau du
Fumemorte par la SNPN
2018 : *
2019 : **
2020 : ***

En encadré : molécules
recherchées mais non
retrouvées dans l'eau du
Fumemorte par la SNPN

Résultats - Partie I : pesticides retrouvés dans le plasma

Concentrations en composés herbicides (ng/g de plasma) dans les échantillons de plasma des cistudes de deux sites camarguais Esquineau et Faïsses

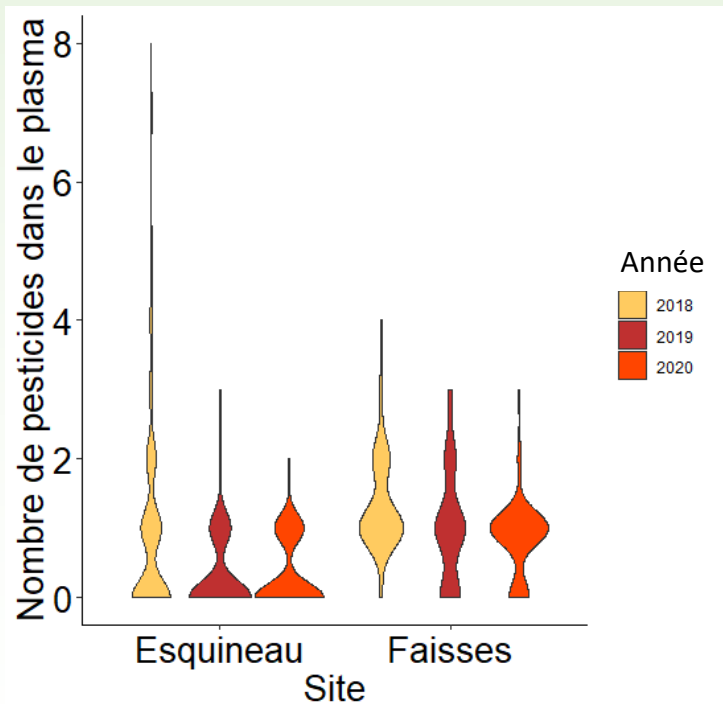
	LOQ (ng/g)	Esquineau (n = 255)			Faisses (n = 153)		
		Mean (ng/g) ± SD	Max.	n	Mean (ng/g) ± SD	Max.	n
Insecticids							
Imidaclopride *	0.51	0.057±0.336	3.83	12	0.071±0.307	1.87	9
Imidaclopride olefin	0.27	0.032±0.177	1.39	10	0.023±0.132	1.04	5
Imidaclopride urea	0.45	0.026±0.233	3.03	4	0	0	0
Tebufenozide* **	0.11	0.02±0.133	1.21	7	0	0	0
Fongicids							
Carbendazim	0.63	0	0	0	0	0	0
Tebuconazole* ** *	0.09	0.092±0.492	4.57	16	0.008±0.068	0.70	3
Algicids							
3,4-dichloroaniline* ** *	0.47	0.046±0.214	1.8	13	0	0	0
Irgarol	0.21	0.006±0.048	0.45	4	0	0	0

En orange : molécules
retrouvées dans l'eau du
Fumemorte par la SNPN

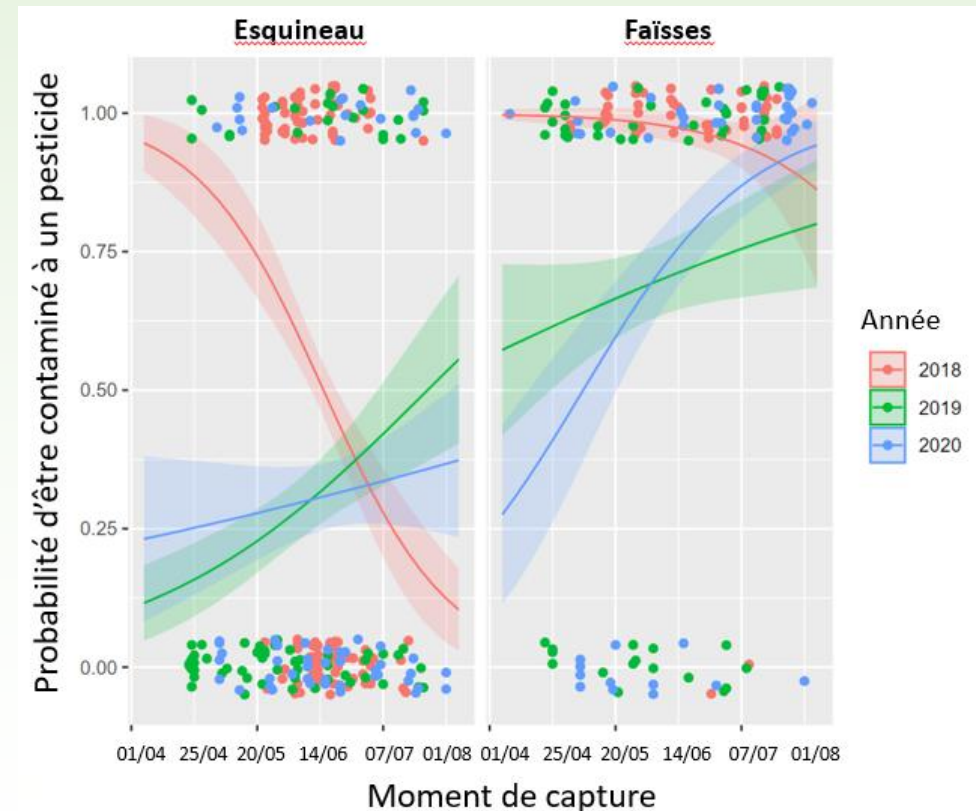
Résultats - Partie I : pesticides retrouvés dans le plasma

Niveaux de contamination plasmatique :

- Pour chaque molécule, peu d'individus contaminés ($\leq 5\%$ des individus capturés) hormis pour la bentazone



Nombre de pesticides retrouvés dans le plasma des cistudes en fonction du site et de l'année de capture



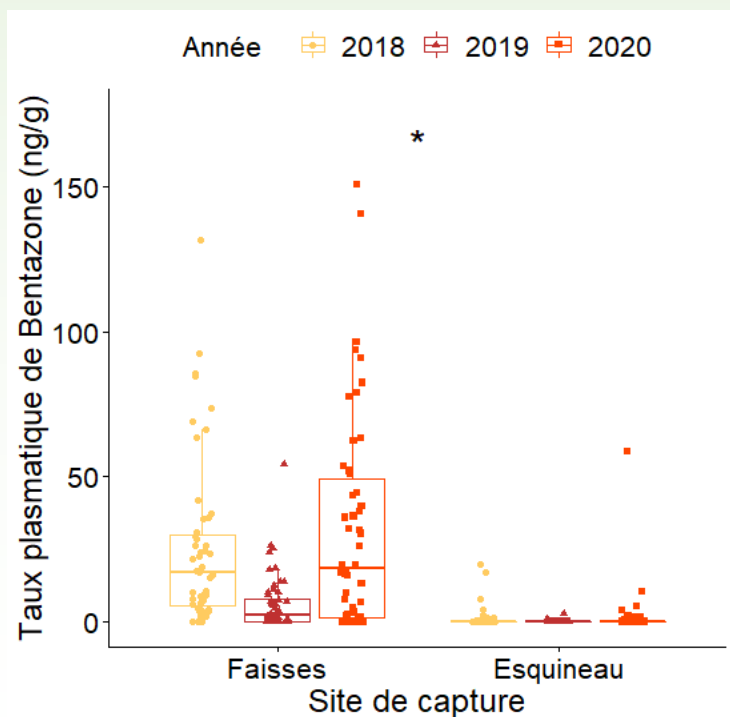
Probabilité de contamination au fur et à mesure de la saison de capture, en fonction de l'année et du site de capture

Résultats - Partie II : focus sur la bentazone

La **bentazone** est le PP le plus retrouvé dans les échantillons de plasma :

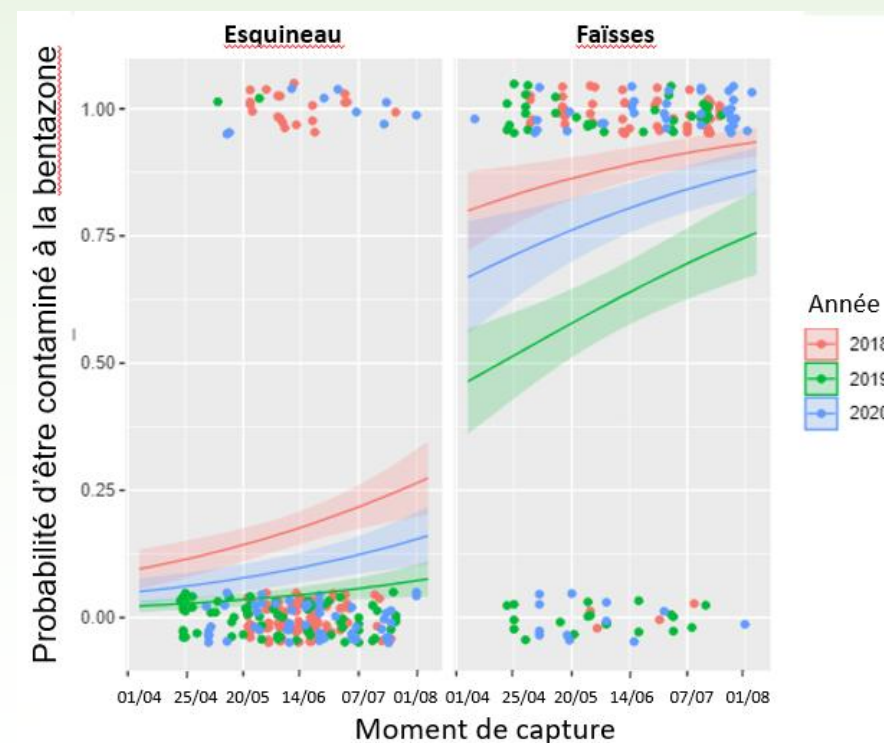
- herbicide de la famille des diazines
- 209 tonnes utilisées en France en 2017
- taux retrouvés dans l'eau parmi les plus élevés de tous les PP recherchés mais inférieurs aux NQE
- un individu en zone agricole avec un taux très élevé (oui c'est vrai)

Les taux varient-ils entre les sites et les années ?



Taux plasmatique de bentazone chez les cistudes échantillonnées en fonction du site et de l'année de capture

La probabilité de contamination varie-t-elle au cours de la saison ?

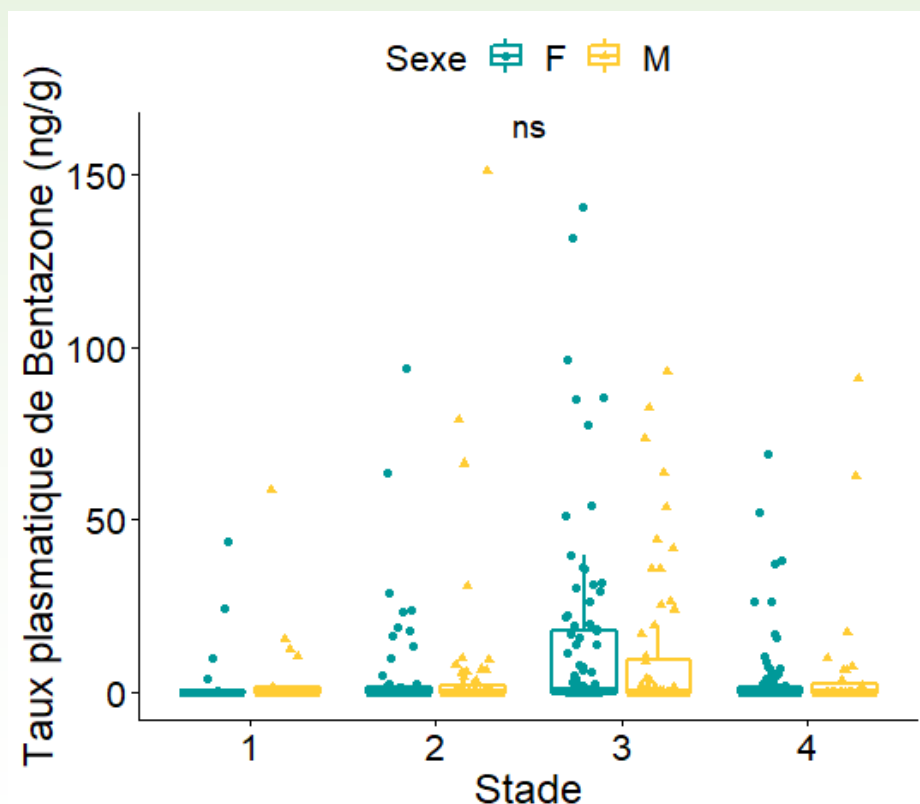


Probabilité de contamination à la bentazone au fur et à mesure de la saison de capture, en fonction de l'année et du site

Résultats - Partie II : focus sur la bentazone

La bentazone est le produit phytosanitaire le plus retrouvé dans les échantillons de plasma :

- le taux varie-t-il en fonction du sexe des individus ?
- en fonction du stade de vieillissement ?



- ➡ Pas de différences statistiquement significatives :
- ni entre mâles et femelles
 - ni entre stade de vieillissement

Taux plasmatique de bentazone chez les cistudes échantillonnées en fonction du sexe et du stade de vieillissement

Résultats – Résumé des variables corrélées à la probabilité de contamination

Effets de différents facteurs individuels et spatio-temporels sur la probabilité de contamination :

- à au moins un pesticide (Pesticides totaux)
- à la bentazone

	Pesticides totaux		Bentazone	
	χ^2	<i>p-value</i>	χ^2	<i>p-value</i>
Sexe	0.009	0.924	0.311	0.743
Site	65.170	<0.01	179.780	<0.01
Date	4.889	0.027	6.490	0.011
Stade	0.421	0.516	0.055	0.814
Poids	0.867	0.35	4.025	0.045



Différences en fonction du site et de la date de capture pour la probabilité d'être contaminé par un des pesticides recherchés ou par la bentazone :

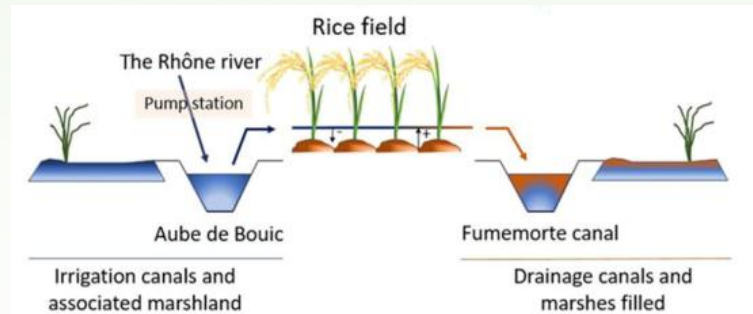
- contaminations plus fréquentes à Faïsses
- contaminations augmentent au cours de la saison de capture

Discussion

Diversité des molécules présentes dans le plasma des cistudes :

- 24 molécules retrouvées sur les 29 recherchées
- molécules **retrouvées dans l'eau** mais **pas chez les cistudes capturées à Faïsses** : chlortoluron, penoxsulam, terbuthylazine, tebufenozide, 3,4-dichloroaniline
- molécules **retrouvées dans le plasma** des cistudes mais **pas dans les analyses de l'eau** : atrazine, diflufenican, nicosulfuron, propanil, siamazine

➤ Hydrologie du site



(Burkart et al. 2021)

➤ Voies de contamination multiples : i.e. chaîne alimentaire, sédiments...

↳ Particulièrement pour molécules interdites (i.e. atrazine)

Discussion

Première étude descriptive sur une population de cistudes vivant en zone exposée à de nombreux pesticides

Pourquoi des travaux supplémentaires sont nécessaires pour évaluer les conséquences des contaminations ?

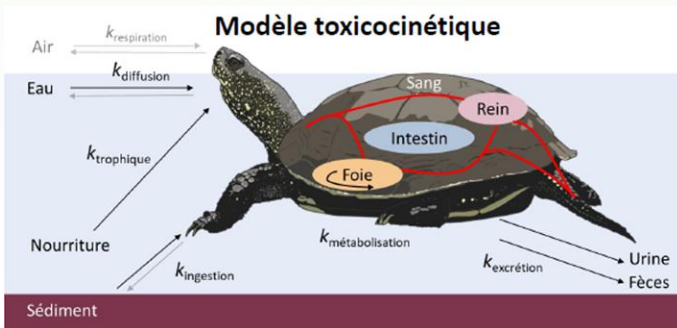
- Relation dose-effet **n'est pas toujours linéaire**
- La présence des contaminants **ne suffit pas** pour prédire leur impact sur les individus et les populations
- La non-détection de certains contaminants **ne signifie pas une absence** de contamination ni une absence d'effet
- Analyses de données en cours sur les performances de retournements et la corticostérone
- Analyses prévues pour l'année 2022 :
 - mesure de la balance oxydative
 - corrélation avec coloration et morphologie

Projet CISTOX

- Etudier l'exposition aux produits phytosanitaires et ses effets sur la Cistude d'Europe en France
- Objectifs :

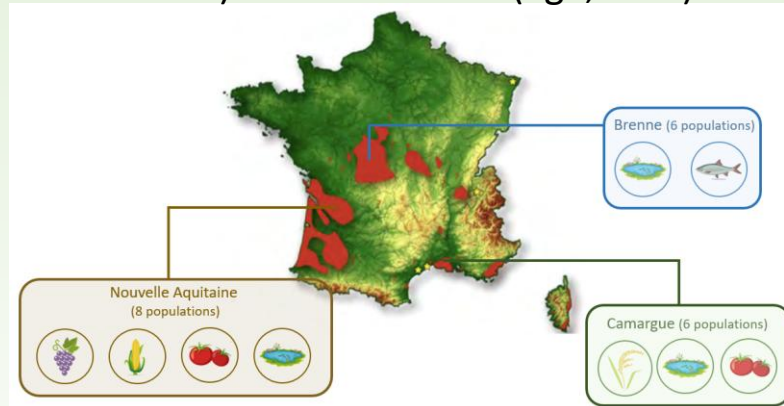
①

Etudier les **voies d'exposition** (eau, sédiments, transfert trophique) à plusieurs PP et leurs métabolites



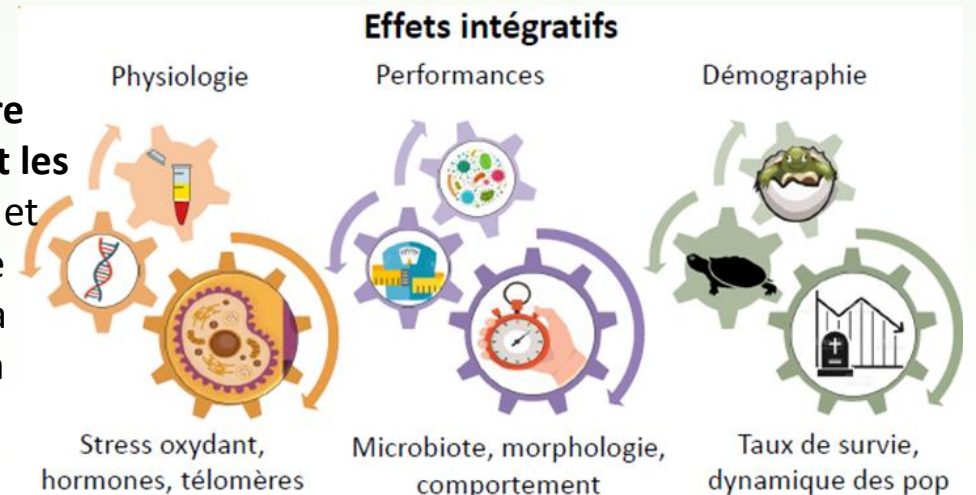
②

Comprendre **les variations spatiales** (plusieurs sites à l'échelle nationale) et individuelles (âge, sexe) des teneurs plasmatiques en PP



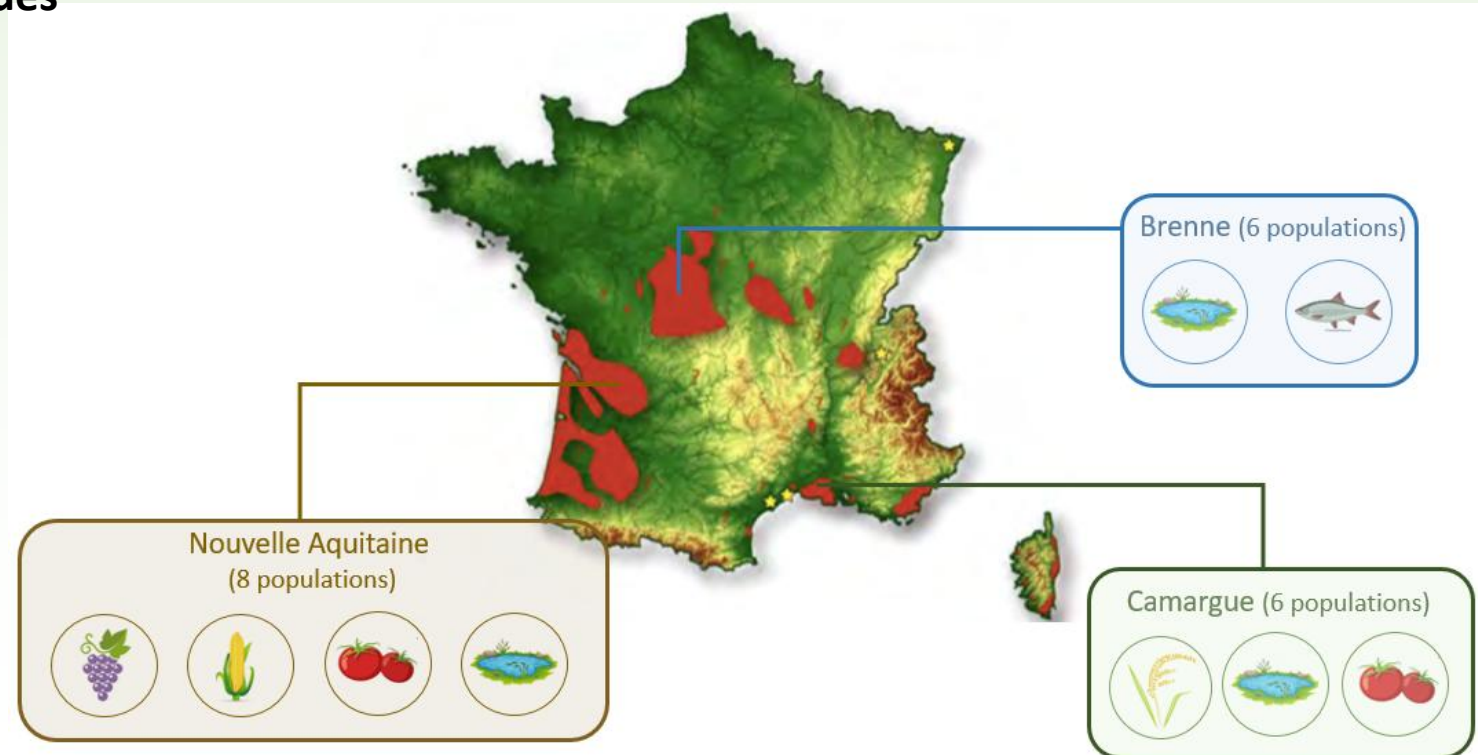
③

Etablir **un lien entre l'exposition aux PP et les effets** moléculaires et physiologiques, le comportement, la morphologie et la démographie



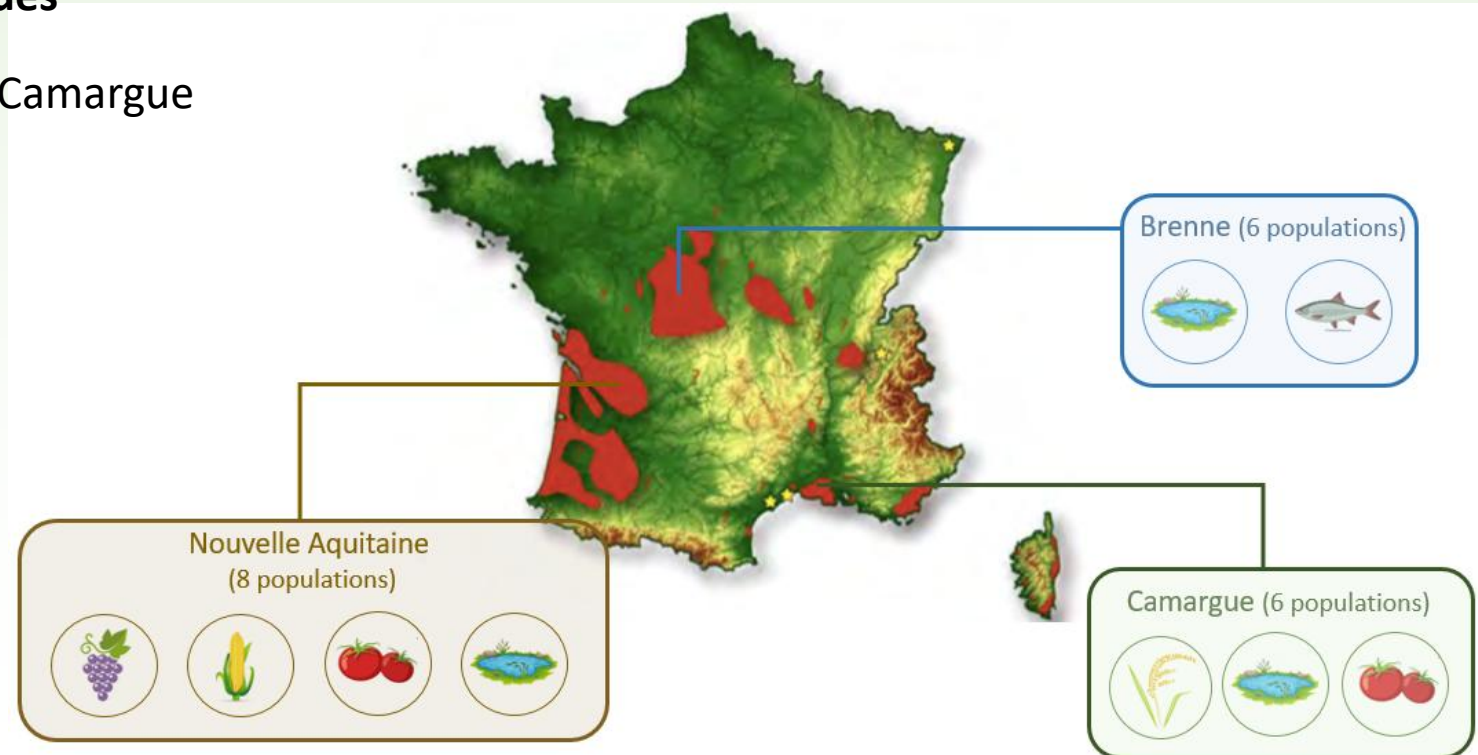
Discussion

- 1) Elargissement à la France
 - 3 régions considérées :
Nouvelle Aquitaine / Centre / PACA
Différents contextes agricoles / habitats
 - Au sein de chaque région :
Echantillonnage de populations « exposées » ou non.
Quantifier les **réponses physiologiques**



Discussion

- 1) Elargissement à la France
 - 3 régions considérées :
Nouvelle Aquitaine / Centre / PACA
 - Différents contextes agricoles / habitats
 - Au sein de chaque région :
Echantillonnage de populations « exposées » ou non.
 - Quantifier les **réponses physiologiques**
- 2) Poursuite et développement des travaux en Camargue
 - Différents contextes agricoles / habitats



Merci pour votre attention

