



**HAL**  
open science

## **RMQS et contaminants : nouveaux traitements sur les contaminants historiques et nouveaux contaminants mesurés**

Nicolas P. A. Saby, Claudy Jolivet, Antonio Bispo, Claire Froger

► **To cite this version:**

Nicolas P. A. Saby, Claudy Jolivet, Antonio Bispo, Claire Froger. RMQS et contaminants : nouveaux traitements sur les contaminants historiques et nouveaux contaminants mesurés. Rendez-vous RMQS 2022, INRAE InfoSol, May 2022, Orléans, France. hal-04181556

**HAL Id: hal-04181556**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04181556v1>**

Submitted on 16 Aug 2023

**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 4.0 International License



# RMQS et contaminants : nouveaux traitements sur les contaminants historiques et nouveaux contaminants mesurés

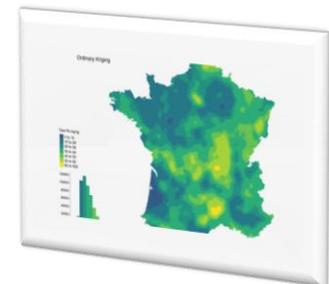


Nicolas Saby<sup>1</sup>, Claudy Jolivet, Antonio Bispo, Claire Froger et al.  
INRAE - Infosol

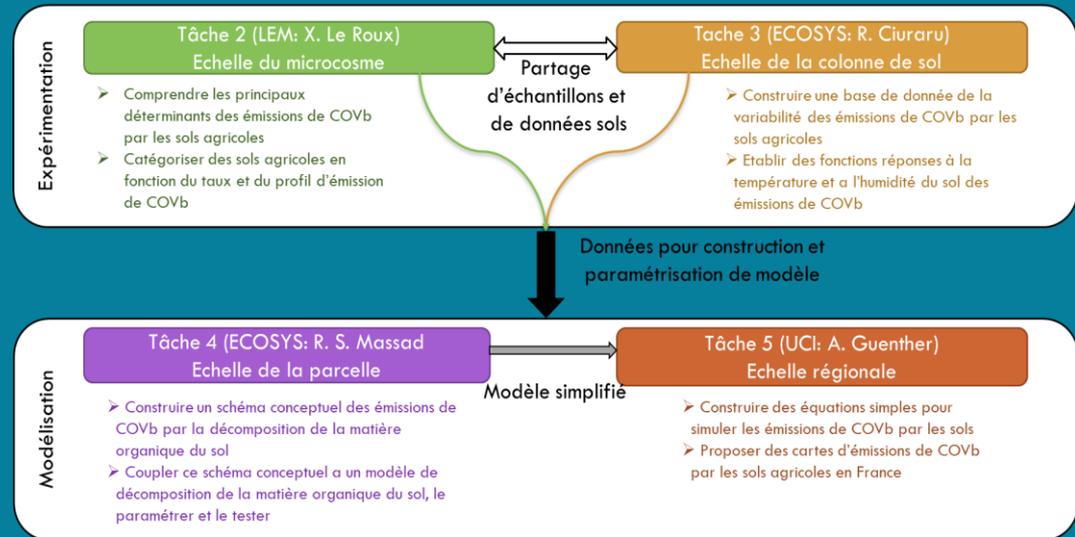
# > Objectifs

## Panorama

- « *Nouveaux* » contaminants étudiés
  - Micro plastiques
  - Les composés organiques volatiles
- Nouveaux développements sur les mesures RMQS contaminants de la première campagne
  - Éléments traces (métalliques)
  - Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (Froger et al, 2020)



Tâche 1: Coordination et Communication (R. S. Massad)



# COVEA

Émissions de composés organiques volatiles par les sols agricoles : mesures et modélisation des sols français

Raia Silvia Massad

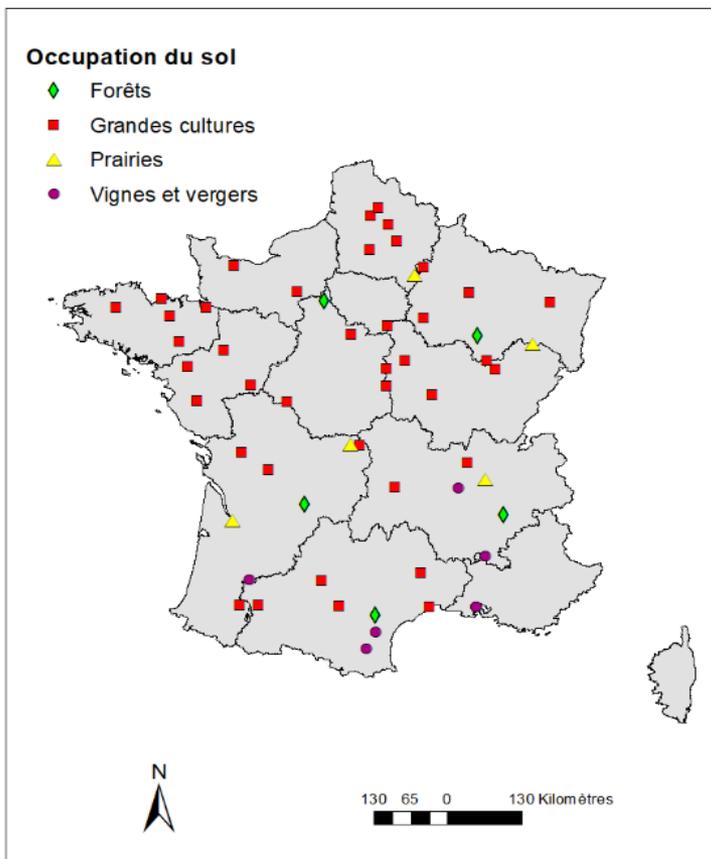


## > Objectifs

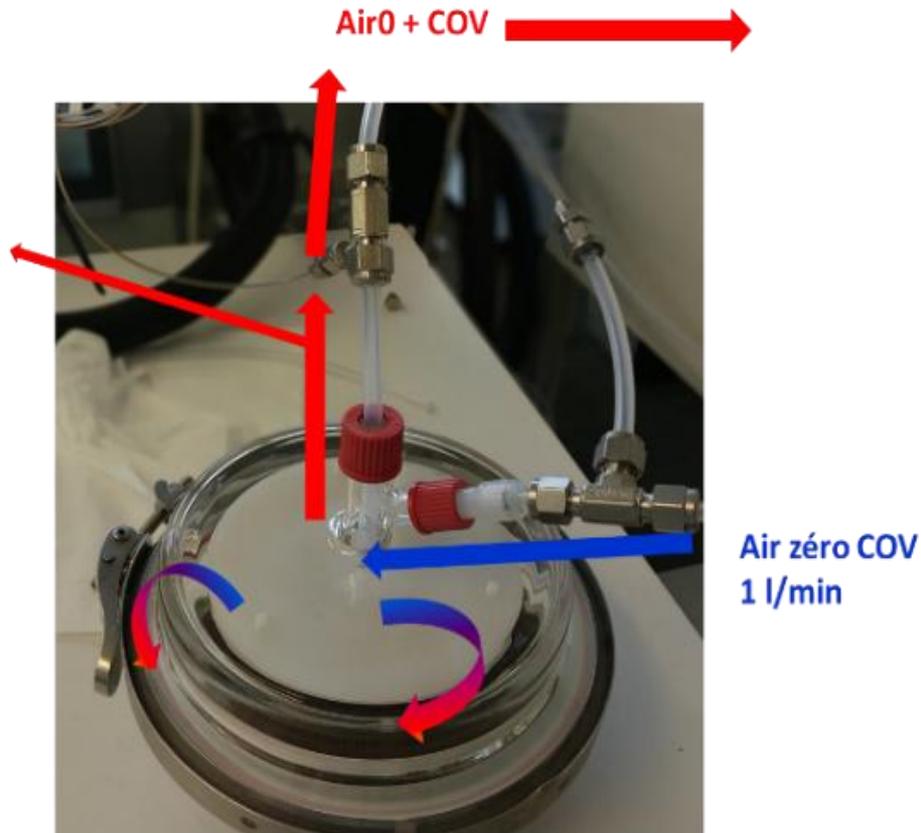
- Mieux comprendre les déterminismes biotiques et abiotiques des émissions de COVb par les sols agricoles: matière organique présente, la composition des communautés microbiennes du sol, et le niveau et la nature (diversité des composés) des émissions de COVb.
- Proposer un modèle des émissions de COVb par les sols agricoles couplé à un modèle de dégradation de la matière organique du sol.
- Proposer un cadastre dynamique des émissions de COVb par les sols français basé sur les facteurs d'émissions déterminé expérimentalement et les résultats de la modélisation.

# ➤ Matériel et méthode

## Echantillonnage basé sur phytosol



**PTRMS  
(COV)**



PTR-QiTOF-MS un spectromètre de masse (MS) à temps de vol (TOF) avec une source d'ionisation par transfert de proton (PTR) et un quad (Qi)



INRAE



# MICROSOF

## Recherche de microplastiques dans 42 sols français

Maïalen PALAZOT, Mikaël KEDZIERSKI, Stéphane BRUZAUD

[maialen.palazot@univ-ubs.fr](mailto:maialen.palazot@univ-ubs.fr)

Réunion d'avancement n°3 – 18/01/2022

# Le projet MICROSOFF

Établir les premières références nationales sur la contamination des sols français par les microplastiques

## Objectifs

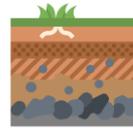
- Mise en place d'un **protocole d'extraction de microplastiques** (MP) piégés dans 42 sols français
- **Quantification** (nombre) et **qualification** (nature chimique, taille, forme) des MP extraits

Localisation des sites d'échantillonnage



# Problématiques

- Mise en place d'un **protocole d'extraction de microplastiques** (MPs) piégés dans 42 sols français



**Matrice complexe**  
**Matière organique**  
(MO) et inorganique



Challenge à la fois  
pour l'**identification**  
**des MPs** et  
l'**élimination de cette**  
**MO**

Relativement peu  
d'études sur le sujet

Pas de méthode standardisée

Méthodes existantes sont-  
elles adaptées à nos  
échantillons ?

**Comment extraire de manière efficace des MPs piégés dans des sols ayant des caractéristiques différentes ? Comment préserver l'intégrité de ces MPs ?**

- **Quantification** (nombre) et **qualification** (nature chimique, taille, forme) des MPs extraits



Identification et caractérisation des  
MPs souvent fastidieuses

**Est-il possible d'automatiser la caractérisation et l'identification des MPs ?**

# Etat des échantillons au 18/01/2022

## Etat des échantillons

- Echantillons analysés
- Echantillons à analyser (Extraction réalisée)
- Extraction en cours
- Extraction refaite
- Extraction à réaliser

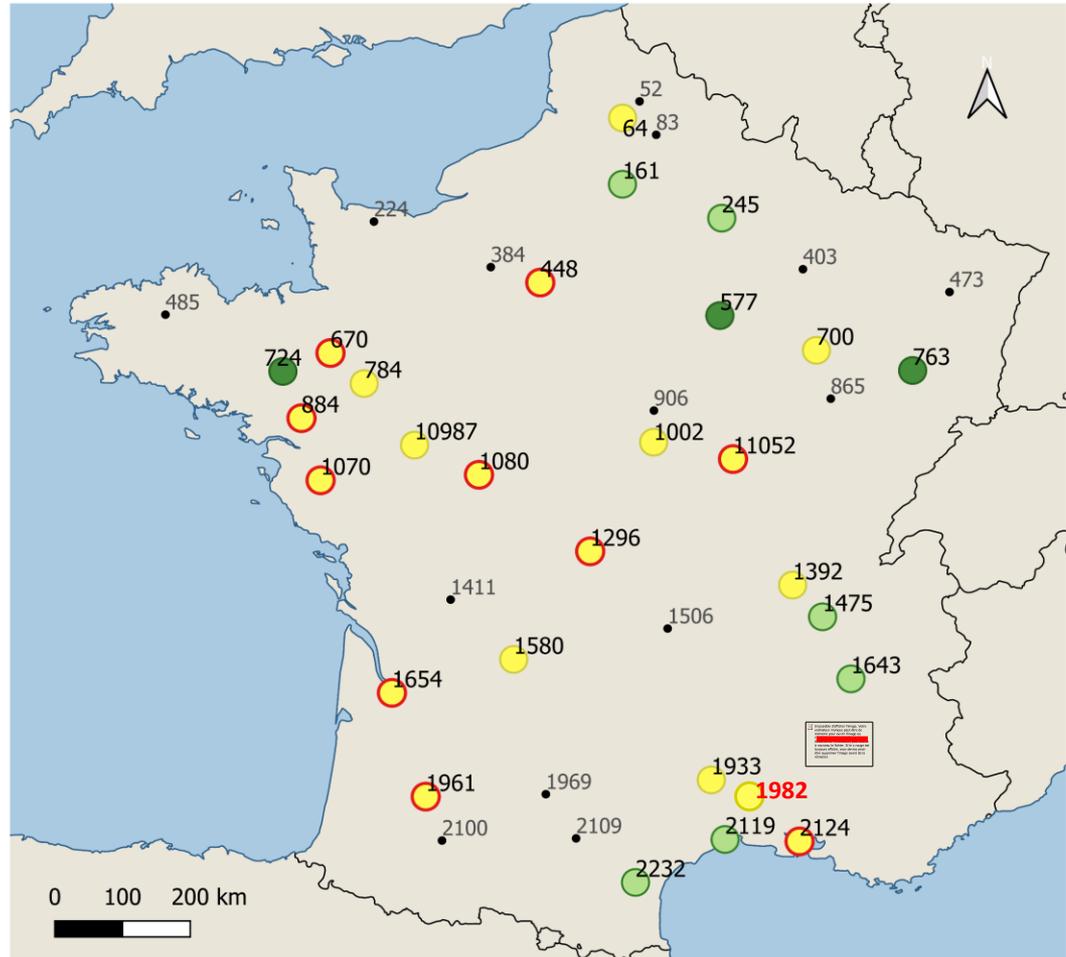
3 échantillons analysés

6 échantillons à analyser

19 échantillons en cours

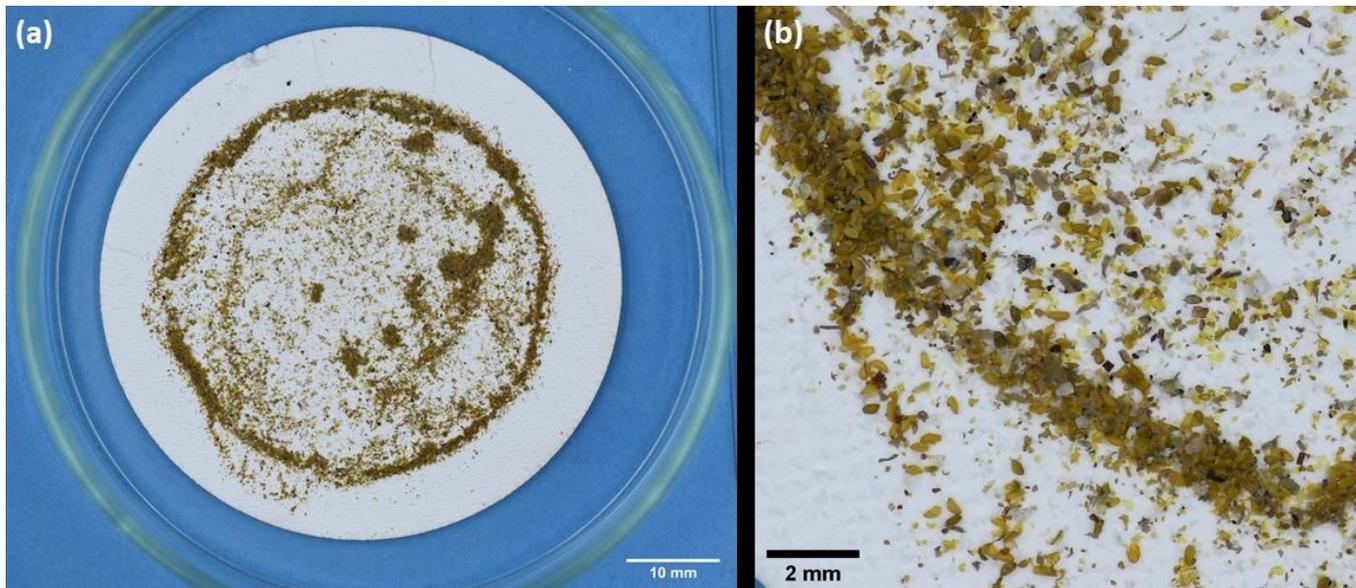
d'extraction

14 échantillons non encore traités



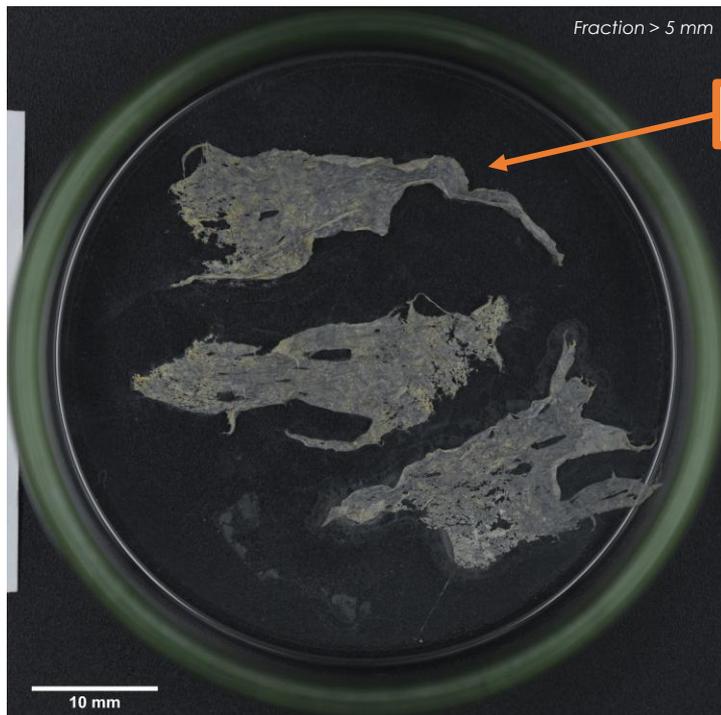
# Premiers résultats

Photographies du filtre contenant la fraction  $[50 ; 315 \mu\text{m}]$  de l'échantillon n°724, réplicat 1/3. (a) Filtre en entier ; (b) Vue agrandie d'une partie du filtre.

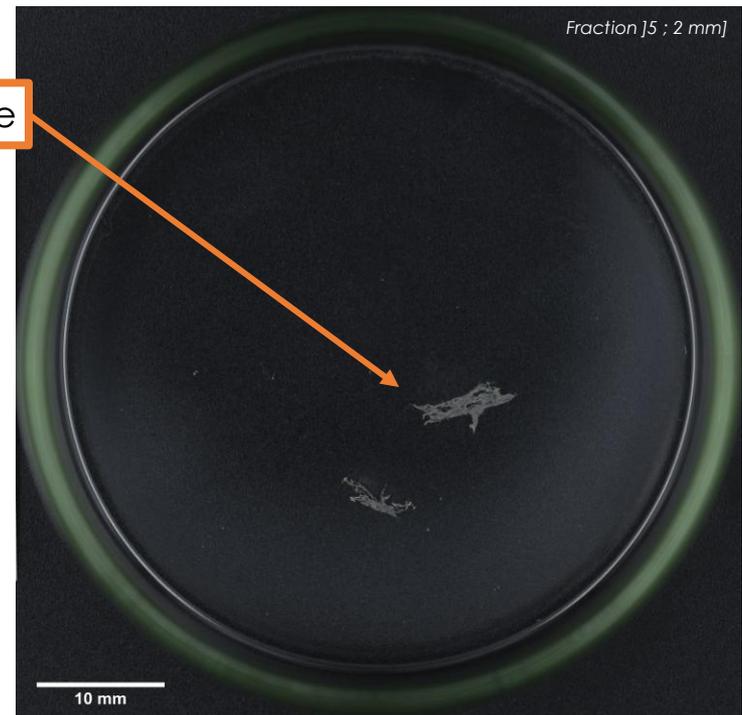


# Premiers résultats

1982 (Vignes et vergers)

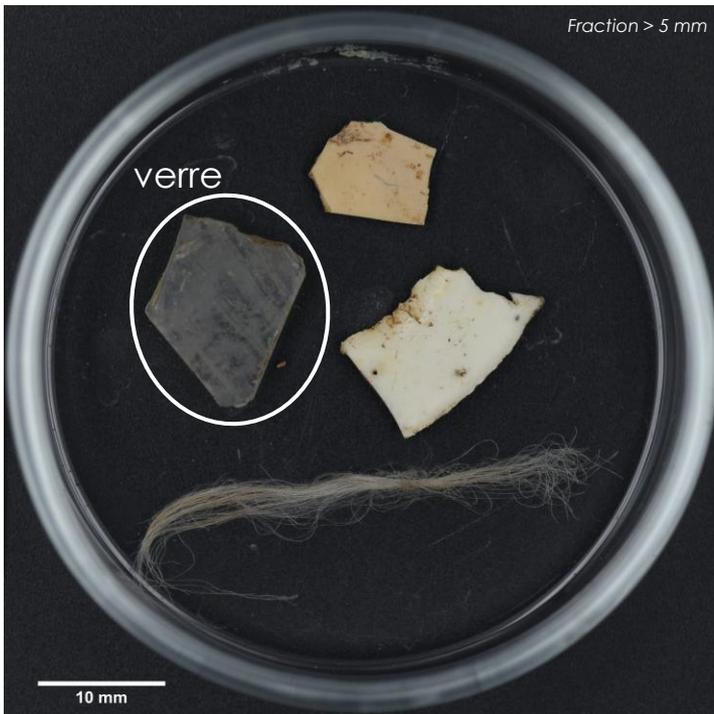


Polyéthylène



# Premiers résultats

2124 (Vignes et vergers) : fraction >5mm





# Eléments traces (métalliques)



# ➤ Statistiques sommaires en ligne

<https://traitementinfosol.pages.mia.inra.fr/statistiquesrmqs/>

- Outil de consultation des statistiques sommaires pour les mesures disponibles sur les échantillons RMQS première campagne :

la catégorie, l'indicateur, la statistique, le groupe d'occupation et enfin la couche de sol mesurée.

Pour les ETMs   Physico-Chimie des sols   Pour les HAP   Pour les PCB

Statistiques par ensemble de sites pour les ETMs  
il est possible de filtrer les lignes

Copy   CSV   Excel   Column visibility   Search:

elt   couche   Stratification   n   mean   sd   median

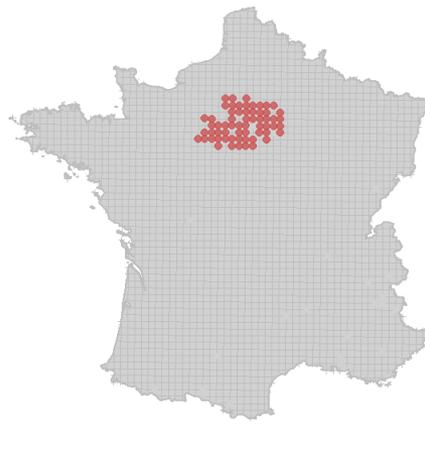
elt	couche	Stratification	n	mean	sd	median
Cadmium extractible	1	0 : Toutes Occupations	2144	0.156	0.2	0.1
Cadmium extractible	1	1 : Successions culturelles	878	0.155	0.165	0.117
Cadmium extractible	1	12 : Roches magmatiques extrusives	56	0.117	0.063	0.102
Cadmium extractible	1	13 : Roches magmatiques ignées	314	0.082	0.042	0.073
Cadmium extractible	1	14 : Roches métamorphiques	438	0.085	0.038	0.079
Cadmium extractible	1	15 : Sédiments non carbonatés	2050	0.156	0.212	0.103

## ➤ ETMs: nouveaux développement

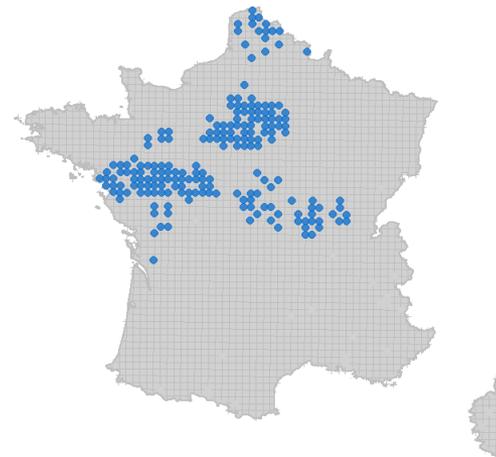
<https://traitementinfosol.pages.mia.inra.fr/rapport-etm2020/>

- Proposition de règles de pédotransfert pour estimer les concentrations HF à partir de données ER
  - HF allie l'acide fluorhydrique à l'acide perchlorique : "teneurs totales."
  - ER est dite "à l'eau régale" (elle associe l'acide nitrique à l'acide chlorhydrique). "teneurs pseudo totales."

Couche 1 ; 0-30 cm



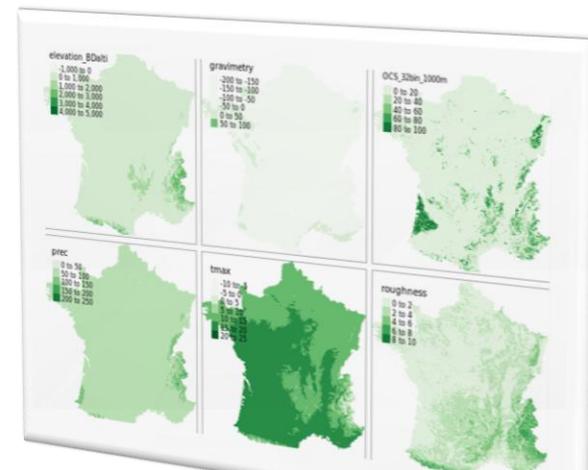
Couche 2 ; 30-50 cm



## ➤ Cartographie numérique

<https://traitementinfosol.pages.mia.inra.fr/rapport-etm2020/>

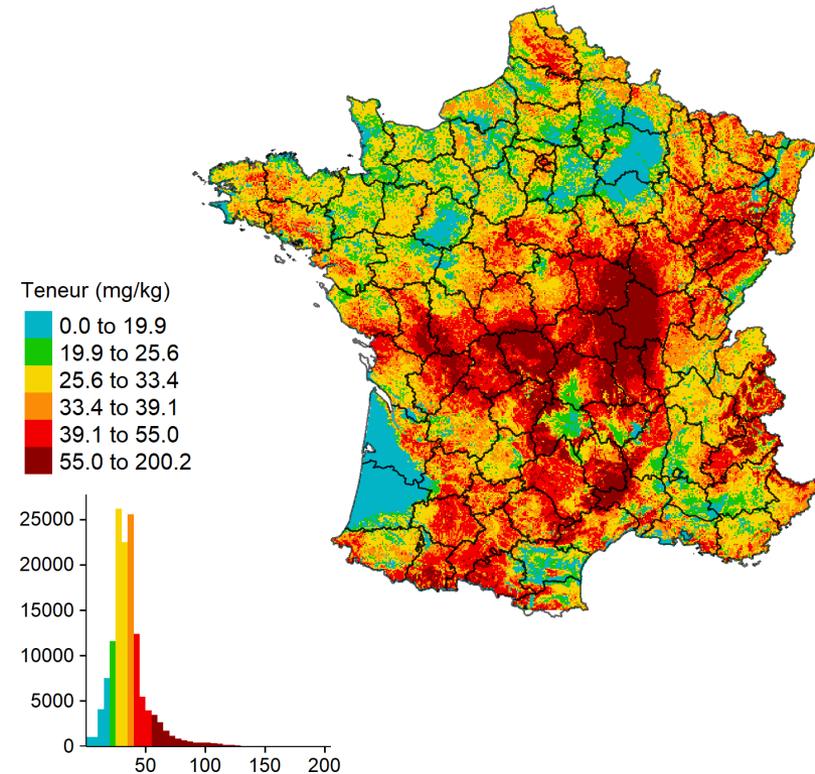
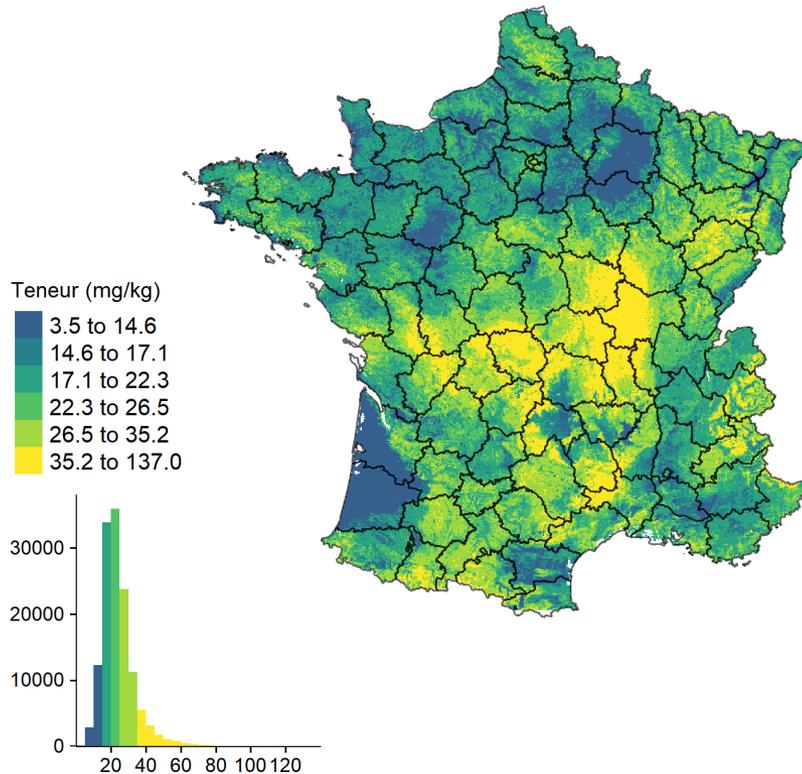
- Plusieurs initiatives pour produire des cartographies des ETMs basées sur des approches de *cartographie numérique* (Marchant et al 2011, 2010, 2017 ; Saby et al, 2004, 2009, 2011 ; Lacarce et al, 2011)
- Objectifs des nouveaux développements:
  - Harmonisation des algorithmes utilisés
  - Mobilisation de covariables à jour (télédétection => Pôle Théia)
  - Cartes d'incertitudes
  - Cartes du fond pédogéochimique anthropisé



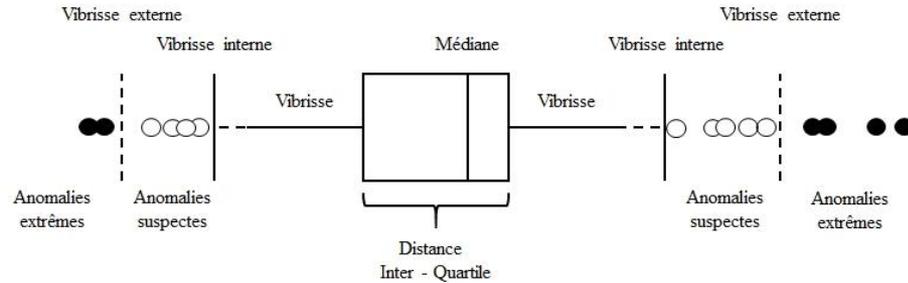
# ➤ Approche par géostatistique non linéaire

## Plomb Total

## IC 90% Teneur Plomb HF

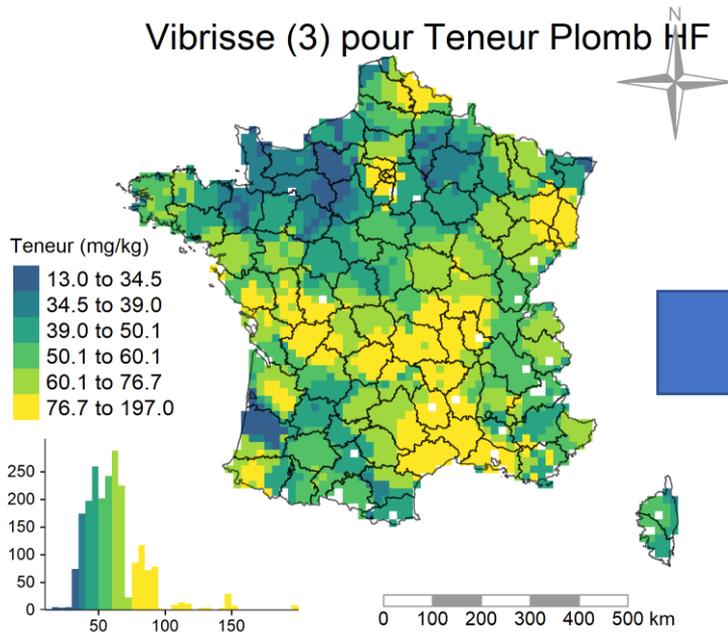


# ➤ Proposition de cartes du fond pédogéochimique anthropisé

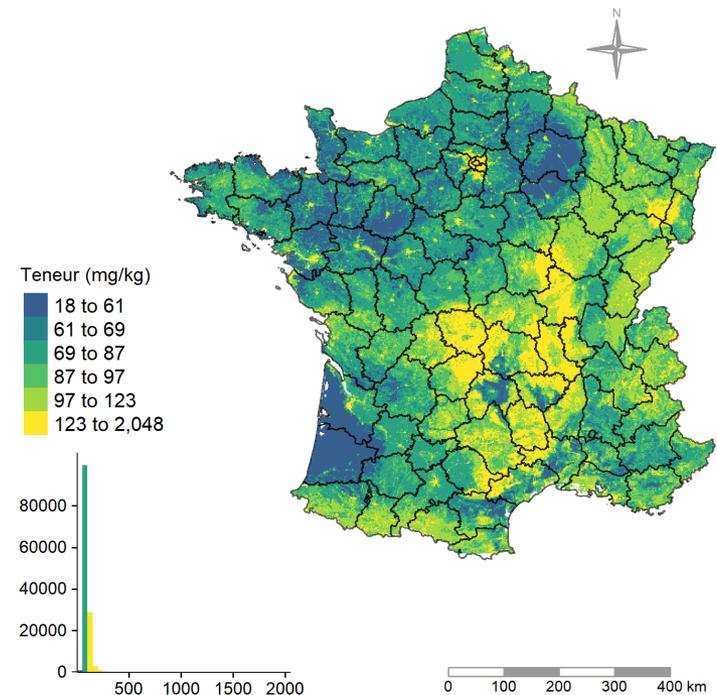
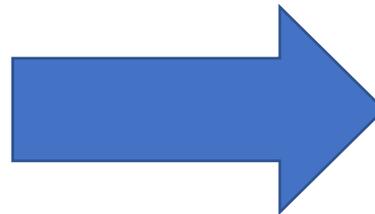


leur Plomb HF

Vibrisse (3) pour Teneur Plomb HF



Fenêtres glissantes, Villaneau, 2008



Simulations géostatistiques

# ➤ Des résultats en ligne

- À paraître sur data.inrae.fr
- Un livre numérique: <https://traitementinfosol.pages.mia.inra.fr/rapport-etm2020/>

## RMQS et Contaminants

  
**Table of contents**  
Preface  
**1 Présentation des données**  
Statistiques globales et modélisations  
2 Statistiques Globales  
3 Relation HF ER  
4 Prédiction des ETM en solution  
Approches spatiales  
5 Cartographies des teneurs en ETMs  
6 Cartographie des Stocks  
7 Cartographie du fond pédogéochimique anthropisé  
References  
[View book source](#)

## Chapitre 1 Présentation des données

### 1.1 Le RMQS

Le Réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS) est un programme national d'évaluation et de suivi à long terme de la qualité des sols français. Ce réseau repose sur le suivi de 2240 sites représentatifs des sols français et de leurs occupations, répartis sur l'ensemble du territoire français (métropole et outre-mer) selon une grille systématique de 16 km de côté. Les sites recouvrent diverses occupations (grandes cultures, prairies permanentes, forêts, vignes et vergers, milieux peu anthropisés, parcs urbains). Des propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols sont mesurées sur chaque site, par campagne. Ces analyses sont associées à la recherche des facteurs explicatifs de la variabilité spatiale et temporelle des propriétés des sols (variables biophysiques, sources de contamination, historique de l'occupation et des pratiques de gestion de chaque site).

La première campagne de prélèvement en métropole s'est déroulée de 2000 à 2009. Cette campagne, axée sur la contamination des sols, a permis de cartographier les principaux paramètres pédologiques (28 variables) ainsi que les teneurs en 12 éléments traces métalliques (ETM) en extraction totale ou partielle et 70 polluants organiques persistants. L'ensemble des prélèvements, mesures et observations réalisés sur chaque site durant cette campagne est détaillé dans le Manuel de la première campagne du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols. La deuxième campagne a démarré en 2016 et devrait s'étendre sur 12 ans.

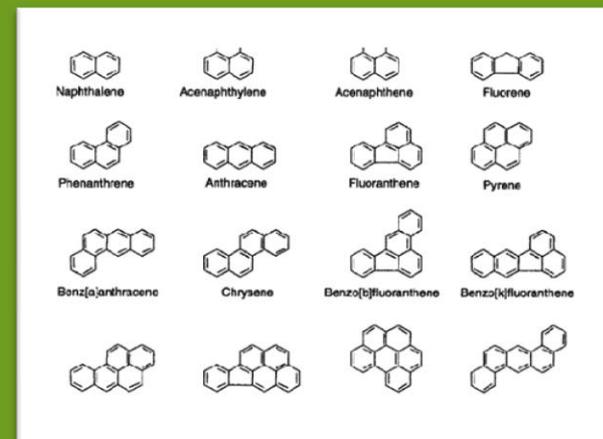
**On this page**  
1 Présentation des données  
1.1 Le RMQS  
1.2 Les teneurs en ETMs  
1.3 Calcul des stocks  
1.4 Les données Eau régale  
[View source](#)  
[Edit this page](#)



# Origine et distribution des HAPs

## Froger et al 2021:

<https://soil.copernicus.org/>

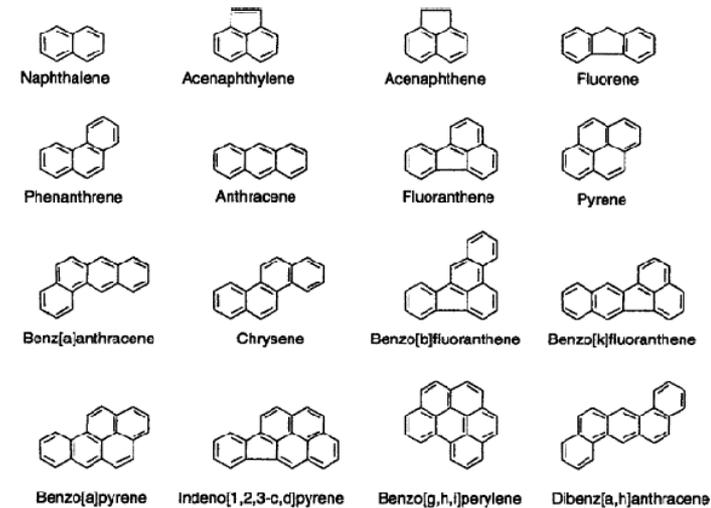


## > Contexte

# Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

- 16 composés suivis et classés comme prioritaires dans les années 1970 : Critères : toxicité, mutagénicité, présence et persistance dans l'environnement...
- Origine :
  - Naturelles : éruptions volcaniques, feux de forêt, formation géologique de produits fossiles (pétrole, charbon)
  - Anthropiques : industrie, résidentiel (chauffage), trafic routier... **prépondérant**
- Objectif : Origine et distribution des HAPs en France à partir des échantillons du RMQS 1

## HAP de 2 à 6 cycles



## ➤ Etudes de HAP : distribution spatiale et origine

Les teneurs en HAP

Teneur en HAP : on l'exprime en  $\Sigma$ HAPs → ici  $\Sigma$ 15HAPs

PAH molecule	N > LOQ (%)	Min	Max	Mean
$\Sigma$ 15PAHs	70	< LOQ <sup>a</sup>	31193	161.0

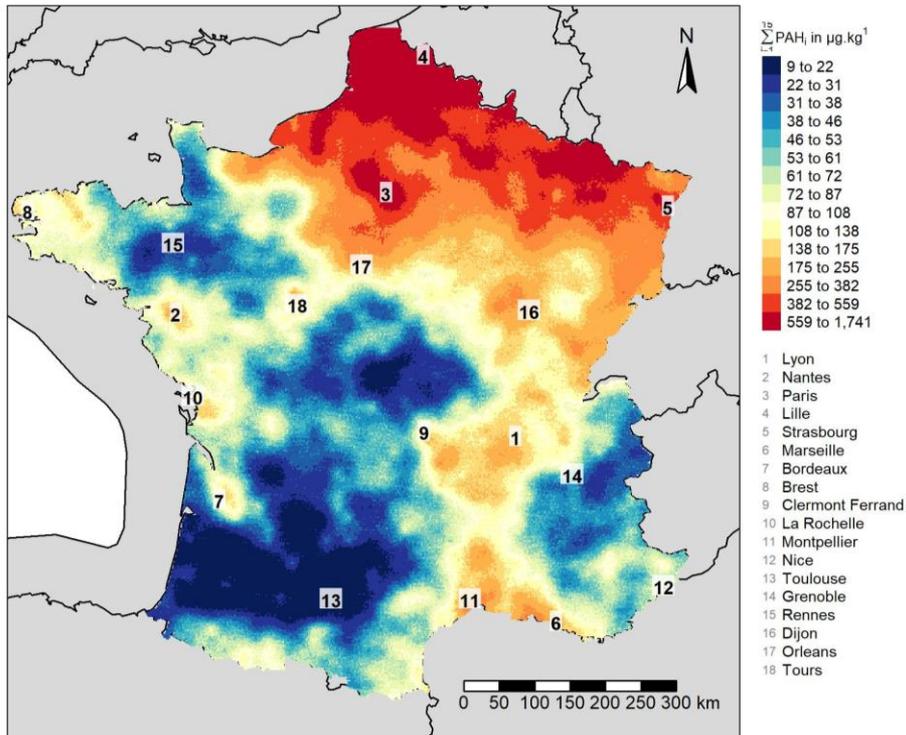
Les plus présents : phénanthène (55%), fluoranthène (56%), benzo(b)fluoranthène (48%) et pyrène (46%)

Soil classification	PAH ranges ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	Proportion of French soils (in %)
Non-contaminated	< 200	83
Weakly contaminated	200–600	12
Contaminated	600–1000	2.1
Heavily contaminated	> 1000	2.9

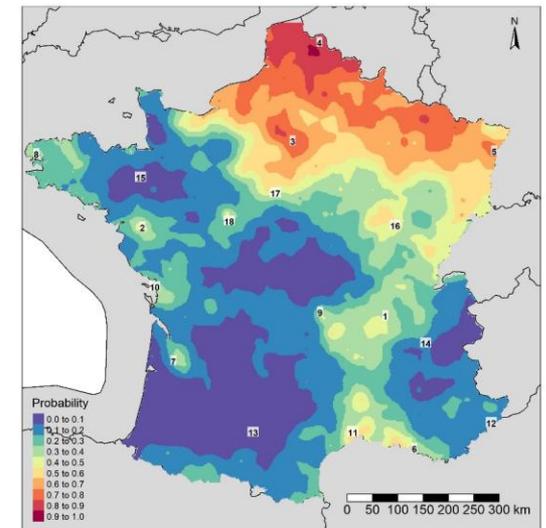
# ➤ Etudes de HAP : distribution spatiale, origine et évaluation des risques

Les teneurs en HAP et leur spatialisation, collaboration Ecole des Mines Fontainebleau

- Nord-Est se distingue clairement, avec le couloir Rhodanien
- Autour des villes également : Marseille, Montpellier, Paris, Tours, Nantes, La Rochelle, Bordeaux



Probabilité de dépasser 100 µg.kg<sup>-1</sup>  
→ Région parisienne + nord

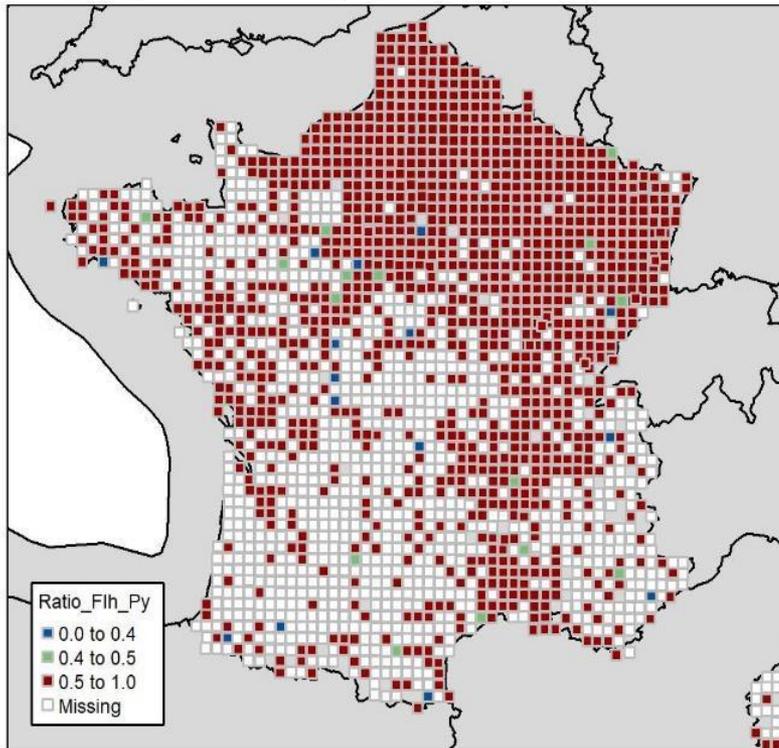


Limite dans la littérature : 100 µg/kg<sup>-1</sup>

# ➤ Etudes de HAP : distribution spatiale, origine et évaluation des risques

## Origine des HAP : les informations des ratios moléculaires

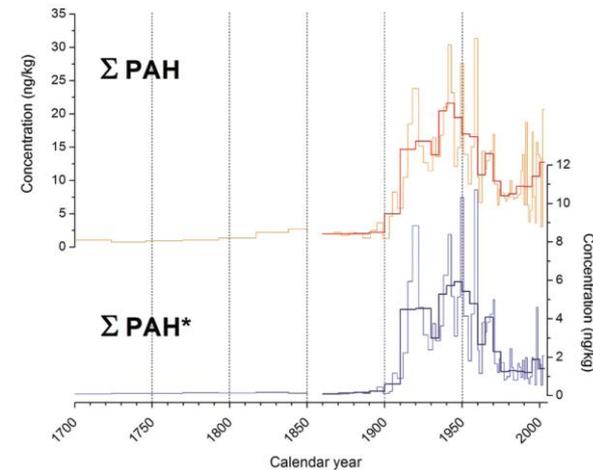
Flh/(Flh + Pyr)



- Signature pyrogénique : combustion charbon, bois... homogène pour trois ratios
- Large pattern suggère de la déposition atmosphérique

Dans la littérature :

➔ Pic d'émission dans les années 1960



Gabrieli et al, 2010

Estimation des émissions en 1970 :

- 1300 tonnes de BaP
- Allemagne (22%), France (8%) et UK (11%)



INRAE

Retour d'expérience

03/11/2020 / Réunion Traitement / Claire Froger

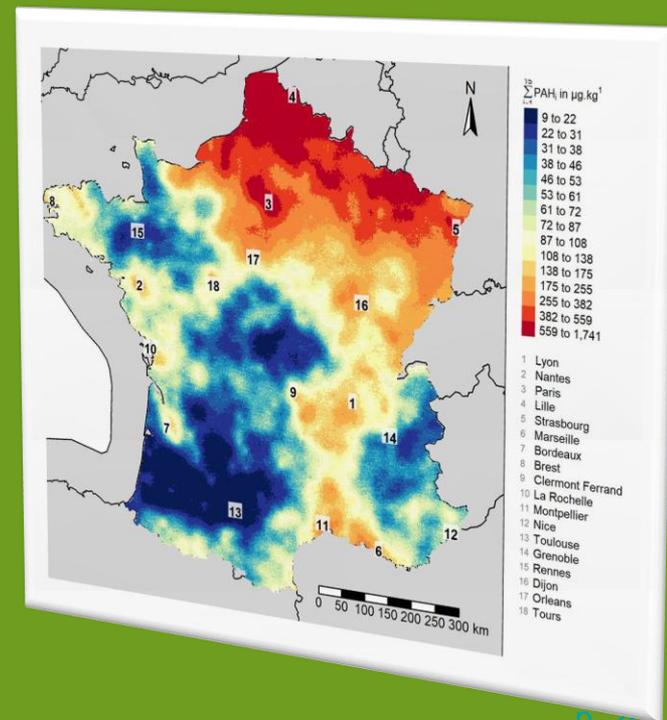
# > Conclusions

Une mine d'information à explorer

- Efforts de traitements statistiques sur les données RMQS de la campagne 1 sont toujours en cours
  - ETM stage d'Alexis Durocher M2 Bordeaux Science Agro
    - Test de nouveaux algorithmes
    - Consolidation de l'étape de validation
    - Interprétations des liens avec les covariables
  - Analyse spatiale des données Dioxines et PCB
- Mesurer les contaminants sur les échantillons de la deuxième campagne ?



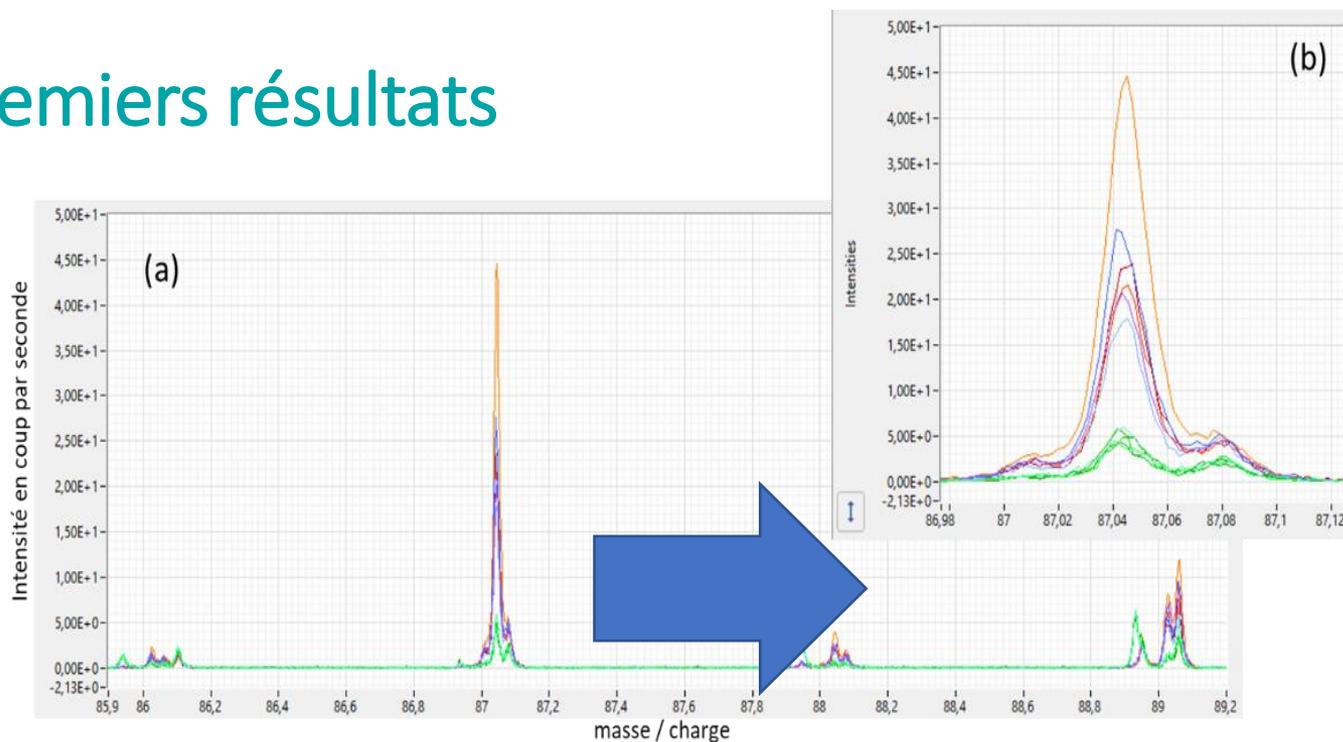
# MERCI !



INRAE

Journées RMQS 2022

# ➤ Premiers résultats



Factor map

