



**HAL**  
open science

## Des pratiques agricoles à la santé globale

Carole Bedos, Christian Mougin

► **To cite this version:**

Carole Bedos, Christian Mougin. Des pratiques agricoles à la santé globale. “ Un monde - Une santé ” Approches pluridisciplinaires au sein de l’Université Paris-Saclay, Université Paris-Saclay, Jun 2023, Orsay, France. hal-04131789

**HAL Id: hal-04131789**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04131789v1>**

Submitted on 17 Jun 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 - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



# Des pratiques agricoles à la santé globale

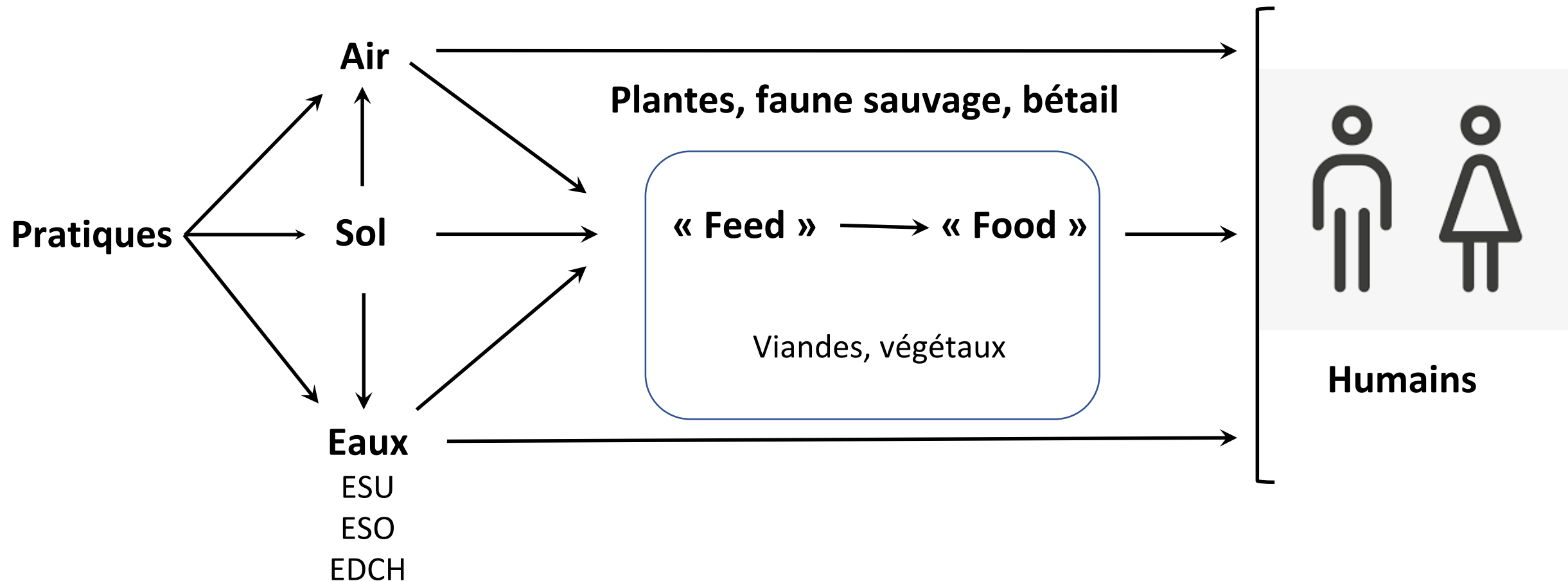
**Carole Bedos, Christian Mougin *et al.***

***Pôles Eco&Phy et Sol&Tox***  
**UMR ECOSYS, Palaiseau, France**

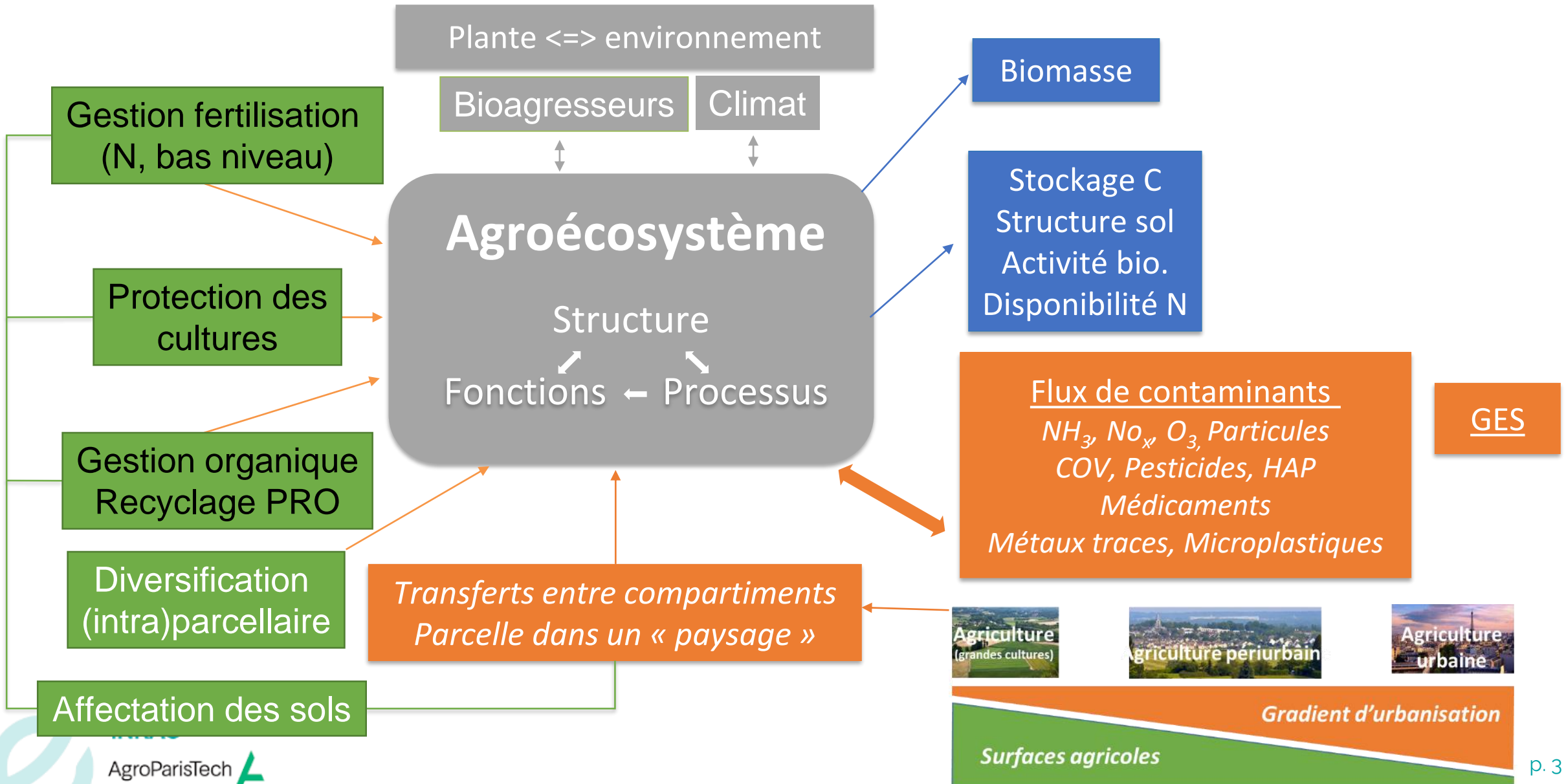
**Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech**  
**FR 3020 FIRE**

[carole.bedos@inrae.fr](mailto:carole.bedos@inrae.fr), [christian.mougin@inrae.fr](mailto:christian.mougin@inrae.fr)

# Le transfert des contaminants



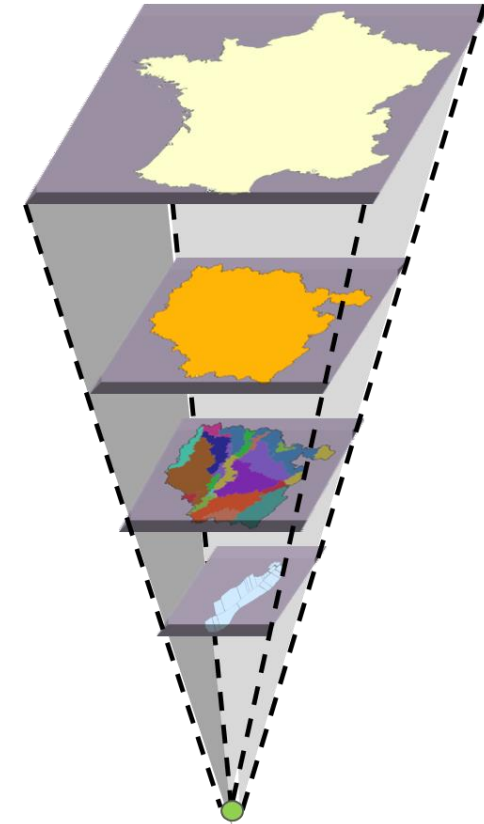
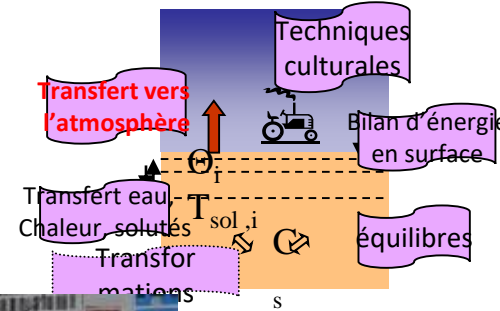
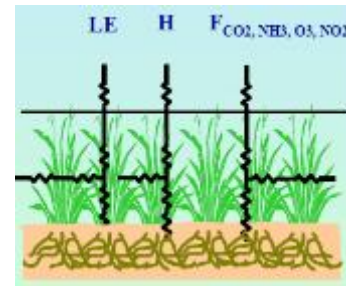
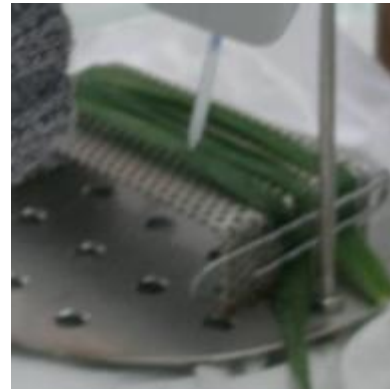
# Pratiques agricoles – thèmes de l'UMR ECOSYS



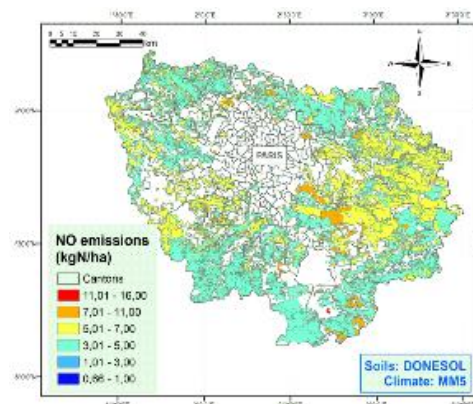
# Approches expérimentales – modélisation – emboîtement d'échelles

- ✓ **Dispositifs expérimentaux**  
(laboratoire, au champ)
- ✓ **Plateformes analytiques**
- ✓ **Modèles**
- ✓ **Plateformes de modélisation**

- **Contamination de l'environnement**  
sol/plante/atmosphère/biote
- **Exposition des écosystèmes/populations**
- **Impact sur les (agro)écosystèmes**  
bioindicateur,  $O_3$



Agrégat/individu



Agroécologie/atténuation + changements globaux/adaptation

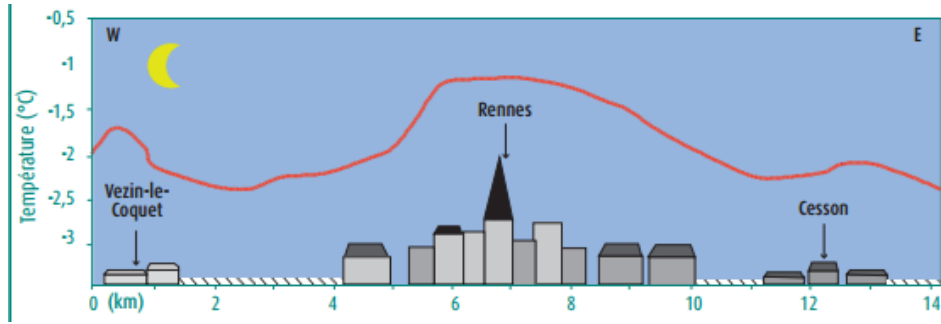
# Des pratiques agricoles à la santé environnementale : quelques résultats marquants

- **Axe 1 : Lien pratiques – contamination du milieu source d'exposition**
  - Microclimat et végétation : régulation chaleur, qualité de l'air et bioagresseurs
  - Fertilisation: émission d' $\text{NH}_3$ , formation de particules secondaires et impact de santé
  - (Agroécosystèmes résilients aux stressés biotiques & abiotiques, écophysiologie des peuplements)
  - Pesticides : exposition population et écotoxicologie du paysage
  - Médicaments : transfert sol-plante et éco-conception
  - (Métaux, microplastiques)
- Cartographie et choix des molécules modèles : Typol
- **Axe 2 : Exposition – Impacts des populations et des écosystèmes cultivés aux polluants**
  - Microorganismes, invertébrés (annélides, insectes), plantes, fonctions écologiques, population humaine
  - (Maladies fongiques / toxines)
  - ( $\text{O}_3$  et rendement)



# Axe 1 : Microclimats et végétation

## Ilots de chaleur urbains



La végétation : un puits de chaleur

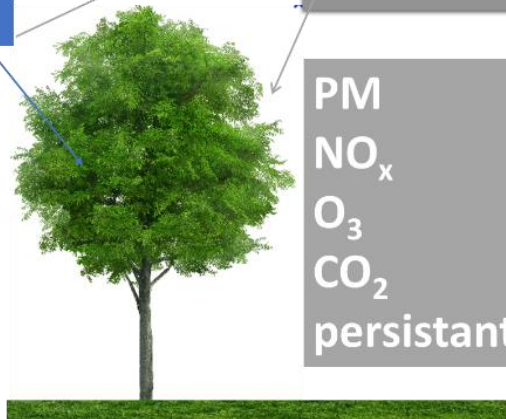
et de polluants

Régulation des températures par évapotranspiration et couverture végétale (albédo)

$H_2O$   
 $T_a$

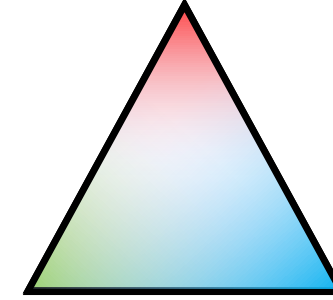
Dépôts de polluants gazeux et particules

PM  
 $NO_x$   
 $O_3$   
 $CO_2$  persistants



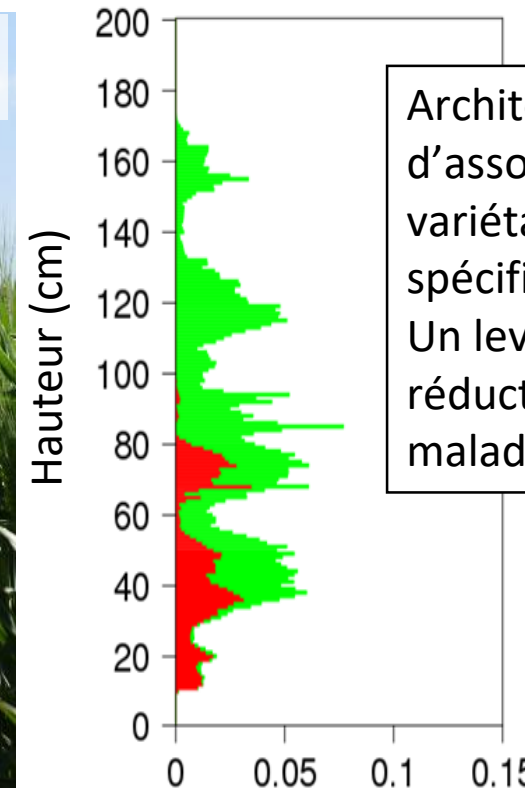
## Régulations des bioagresseurs

Maladies fongiques



Hôtes

Environnement



Architecture d'associations variétales ou spécifiques : Un levier de réduction des maladies fongiques

Vidal et al 2017

# Axe 1 : Fertilisation/qualité de l'air/impact de santé : Cadastre d'émission NH<sub>3</sub>

## Agriculture : 93% des émissions anthropiques

Fertilisations azotées

Émissions d'ammoniac

Formation de particules fines

Effets santé / économie



Pratiques

Engrais

Météo

Sol

Surfaces des cultures

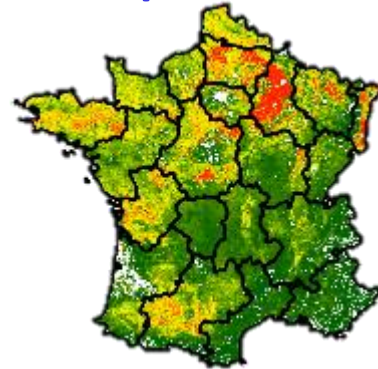


**Modèle Volt'Air**

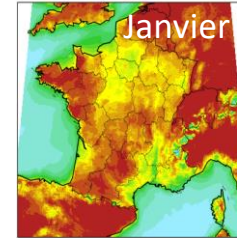
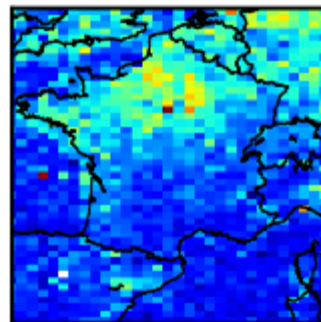
Validation  
Élaboration  
Expérimentations  
champ / labo



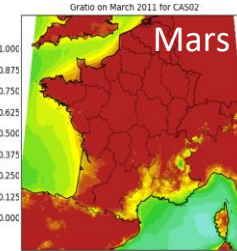
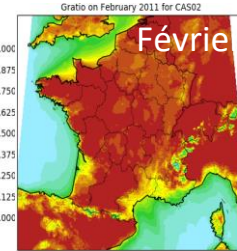
Inventaire  
dynamique  
spatialisé



Validation [NH<sub>3</sub>]  
images satellitaires



Formation de  
particules fines



Modèle  
Alpha-Risk-Poll

S. Génarmont, JM Gilliot et al.

Projets POLQA, AMPAIR (Primequal)

1 – **Action d'urgence pour éviter les pics printaniers** : suspension des fertilisations => efficace pour [PM] mais perte de rendement

2 – **Action sur le long terme pour limiter la pollution de fond** : ex. substitution par engrais moins émissif, coût de mise en œuvre mais bénéfice net ~ 165- 520 M€

Mais aussi un impact sur les écosystèmes après dépôts



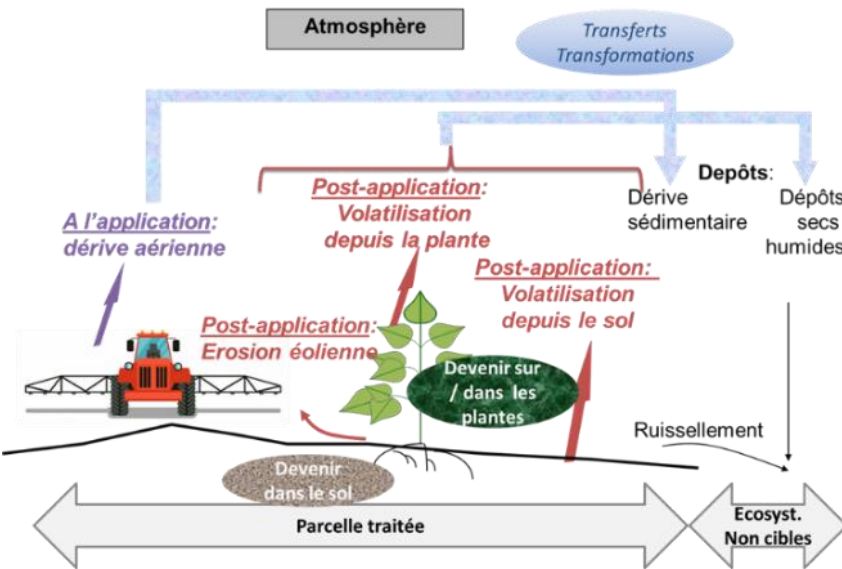
# Axe 1 : Pesticides et exposition des populations humaines

Pratiques phytosanitaires

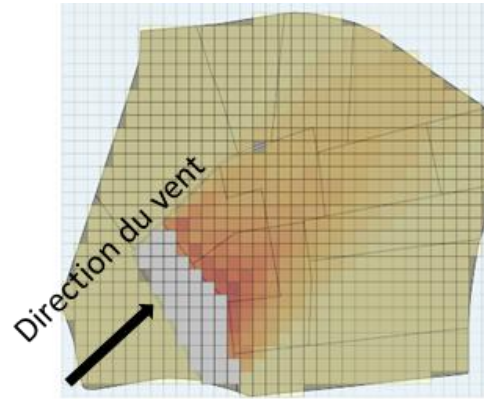
Emission de PPP

Contamination de l'atmosphère

Exposition des populations (riverains ou générale)



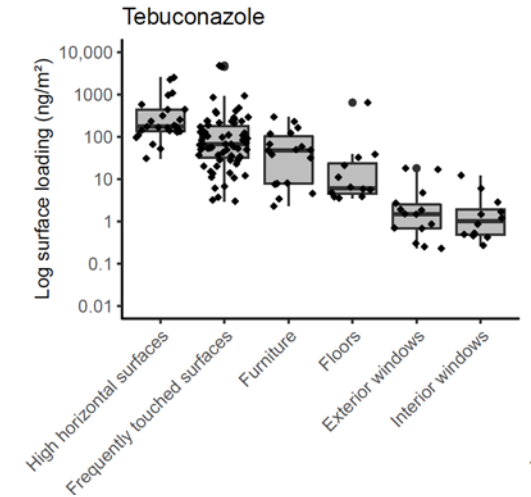
Concentration (dérive de pulvérisation)



OpenFLUID  
Software Environment  
for Spatial Modelling in Landscapes

Projet MIPP/RIPP-viti (MUSE, Ecophyto)

Voltz et al. (2017); Djouhri et al. (2023)

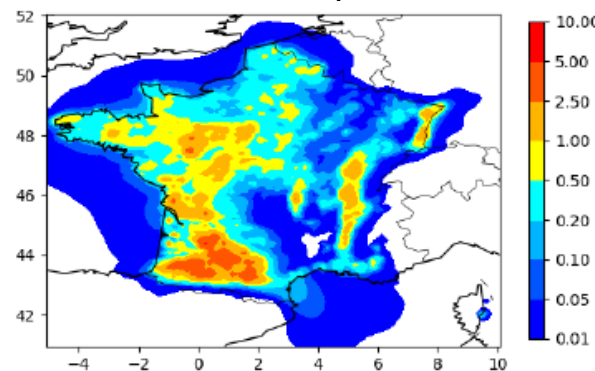


(Tesseyre et al., 2021)

Projet PestPrev (Ecophyto)

Collaboration INSERM (Bordeaux)

Concentration (volatilisation)



chimere

Projet COPP'R (Primequal/Ecophyto)



Simulating the impact of volatilization on atmospheric concentrations of pesticides with the 3D chemistry-transport model CHIMERE: Method development and application to S-metolachlor and folpet

Florian Couvidat<sup>1</sup>, Carole Bedos<sup>1</sup>, Nathalie Gagnaire<sup>1</sup>, Mathilde Carra<sup>1</sup>, Bernadette Rucille<sup>1</sup>, Philippe Martin<sup>1</sup>, Thomas Poméon<sup>1</sup>, Lionel Alletto<sup>1</sup>, Alexandre Armengaud<sup>1</sup>, Etienne Quivet<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INRAE, Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, Parc Technologique L'Atelier, 17 Avenue de Bordeaux, 63056 Clermont-Ferrand, France

<sup>2</sup> Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, Parc Technologique L'Atelier, 17 Avenue de Bordeaux, 63056 Clermont-Ferrand, France

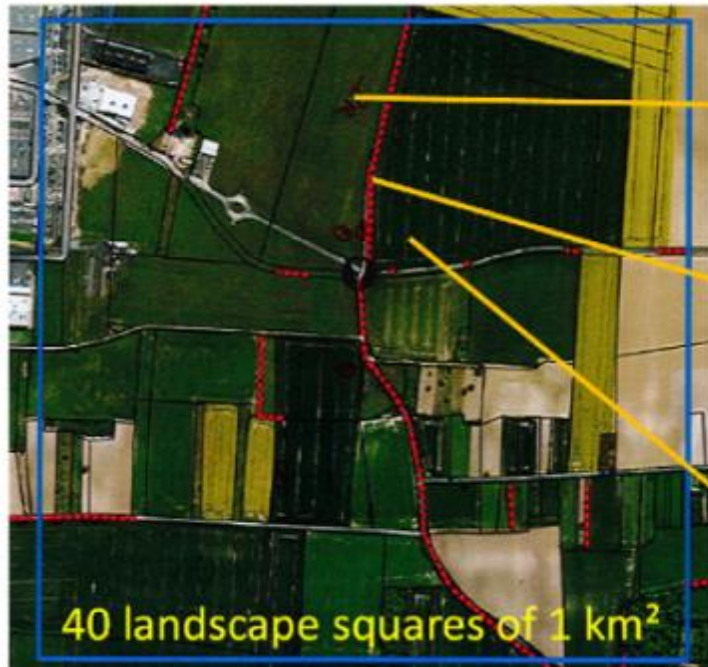
AgroParisTech

# Axe 1 : Ecotoxicologie du paysage

## Pesticides dans les sols et invertébrés

Recherche de pesticides et métabolites dans un paysage agricole (traité ou non)  
+ bioaccumulation dans des invertébrés terrestres et impacts sur leur population

*Projets Rescape (Ecophyto) Ping (MP Smach)*



Chemosphere 301 (2022) 134672



Glyphosate  
AMPA  
Glufosinate

found in

74%  
38%  
12%  
of earthworms



88%  
58%  
35%  
of soil samples



Agriculture, Ecosystems and Environment 305 (2021) 107167

Contents lists available at ScienceDirect

Chemosphere

Journal homepage: [www.elsevier.com/locate/chemosphere](http://www.elsevier.com/locate/chemosphere)

Glyphosate, AMPA and glufosinate in soils and earthworms in a French arable landscape

C. Pelosi<sup>a,\*</sup>, C. Bertrand<sup>b</sup>, V. Bretagnolle<sup>c,d</sup>, M. Coeurdassier<sup>e</sup>, O. Delhomme<sup>f,g</sup>, M. Deschamps<sup>h</sup>, S. Gaba<sup>i,j</sup>, M. Millet<sup>k</sup>, S. Néliou<sup>l</sup>, C. Fritsch<sup>e</sup>

Contents lists available at ScienceDirect

Agriculture, Ecosystems and Environment

Journal homepage: [www.elsevier.com/locate/agenv](http://www.elsevier.com/locate/agenv)

Residues of currently used pesticides in soils and earthworms: A silent threat?

C. Pelosi<sup>a,\*</sup>, C. Bertrand<sup>b</sup>, G. Daniele<sup>c</sup>, M. Coeurdassier<sup>d</sup>, P. Benoit<sup>e</sup>, S. Néliou<sup>f</sup>, F. Lafay<sup>g</sup>, V. Bretagnolle<sup>h,i</sup>, S. Gaba<sup>j,k</sup>, E. Vulliet<sup>l</sup>, C. Fritsch<sup>d</sup>

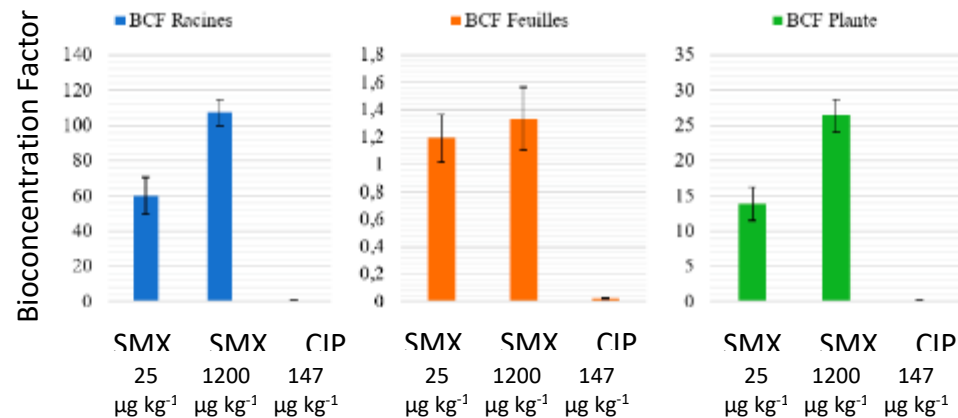
# Axe 1 : Evaluation du risque transfert sol – plante Exposition via la chaine alimentaire

Test normalisé RhizoTest (norme ISO 16198) adapté au cas des antibiotiques dans les sols  
(contexte recyclage PRO, REUSE)

- Evaluation du facteur de bioconcentration (BCF)
- Phytodisponibilité : effet type de sol x amendement x type de molécules



<sup>14</sup>C Sulfomethoxazole – SMX (Sulfonamide)  
<sup>14</sup>C Ciprofloxacin – CIP (Fluoroquinolone)



- *Pari scientifique INRAE AgroEcoSystem – C-S. Haudin et al. 2019-2020 UMR ECOSYS*
- *Projet de thèse CIFRE CIRAD-INRAE 2023-2026*
- *ADEME ACV EcoTomix 2021-2024 – Collab CIRAD*

*Haudin et al. 2021*

# Axe 1 : Approche de l'intérêt de médicaments éco-conçus

Chemosphere 306 (2022) 135616



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Chemosphere

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/chemosphere](http://www.elsevier.com/locate/chemosphere)



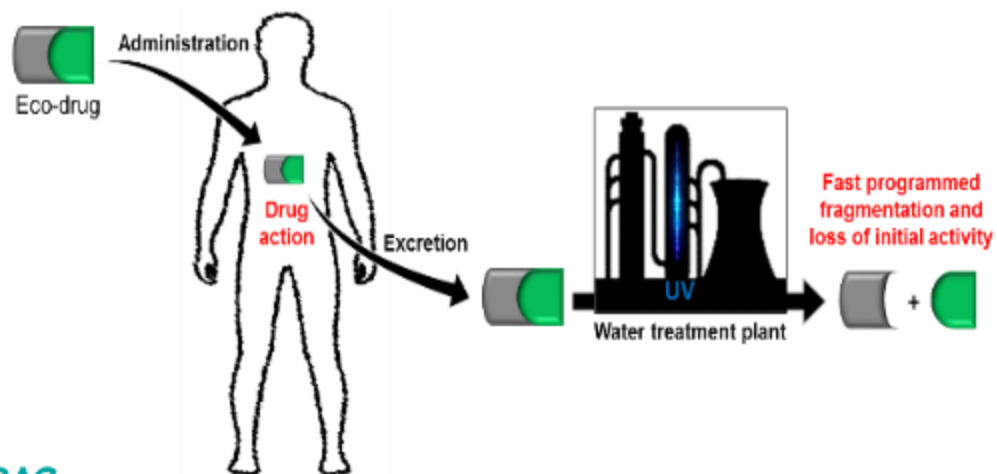
Re-designing environmentally persistent pharmaceutical pollutant through programmed inactivation: The case of methotrexate

Anaïs Espinosa<sup>a</sup>, Estelle Rascol<sup>b</sup>, Marta Abellán Flos<sup>b</sup>, Charles Skarbek<sup>b</sup>, Pascale Lieben<sup>c</sup>, Eva Bannerman<sup>b</sup>, Alba Diez Martinez<sup>b</sup>, Stéphanie Pethe<sup>b</sup>, Pierre Benoit<sup>a</sup>, Sylvie Néliou<sup>a,\*,\*\*</sup>, Raphaël Labruère<sup>b,\*,\*</sup>

<sup>a</sup> Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR ECOSYS, 78850, Thiverval-Grignon, France

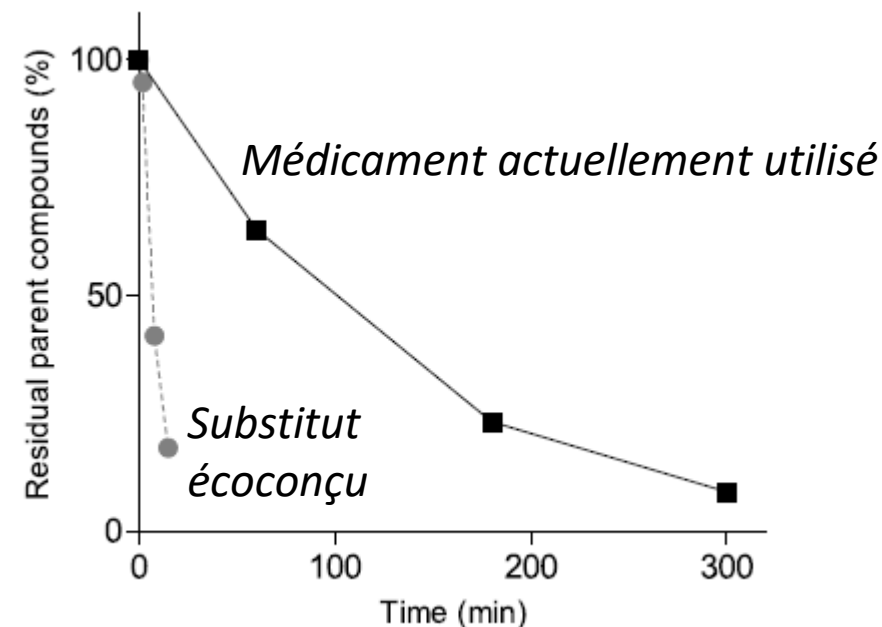
<sup>b</sup> Université Paris-Saclay, CNRS, Institut de chimie moléculaire et des matériaux d'Orsay, 91405, Orsay, France

<sup>c</sup> Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR SayFood, 78850, Thiverval-Grignon, France



Collaboration ICMMO - Ecosys

Projet EDIFIS (ANR), INRAE



Cinétiques de photodégradation (254 nm, utilisée en potabilisation) de solutions aqueuses

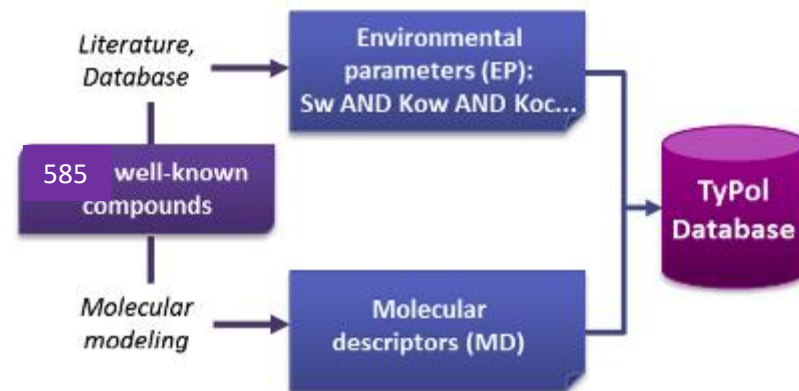


# TyPol : cartographeur et choisir des molécules « modèles » pour des études en écodynamique et en écotoxicologie



TyPol – A new methodology for organic compounds clustering based on their molecular characteristics and environmental behavior  
 Rémi Servien<sup>a,b,\*</sup>, Laure Mamy<sup>c</sup>, Ziang Li<sup>d</sup>, Virginie Rossard<sup>b</sup>, Eric Latrille<sup>b</sup>, Fabienne Bessac<sup>c,f,g</sup>, Dominique Patureau<sup>b</sup>, Pierre Benoit<sup>d</sup>

Servien et al., 2014



## Potentiel d'émission dans l'air (pesticides)



Assessment of pesticides volatilization potential based on their molecular properties using the TyPol tool

Laure Mamy<sup>a,\*</sup>, Kevin Bonnot<sup>a</sup>, Pierre Benoit<sup>a</sup>, Christian Bockstaller<sup>b</sup>, Eric Latrille<sup>c</sup>, Virginie Rossard<sup>c</sup>, Rémi Servien<sup>c</sup>, Dominique Patureau<sup>c</sup>, Laëtitia Prevost<sup>d</sup>, Frédéric Pierlot<sup>b,d</sup>, Carole Bedos<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR 8050G, 78850 Thiverval-Grignon, France  
<sup>b</sup> Université de Lorraine, INRAE, IAR, 68000 Colmar, France  
<sup>c</sup> INRAE, Univ. Montpellier, IAR, 102 Avenue des Stangs, 34293 Montpellier, France  
<sup>d</sup> Chambre régionale d'agriculture Grand Est, 54500 Lunéville, France

Mamy et al., 2021

## Devenir environnemental produits de transformation

tébuconazole - Storck et al., 2016

chlordécone - Benoit et al., 2017

médicaments et produits de soin - Thèse K. Bonnot, 2021

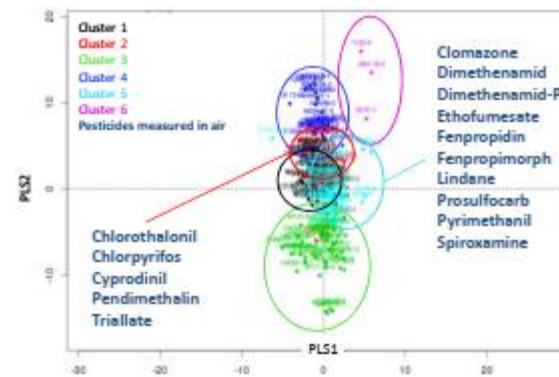
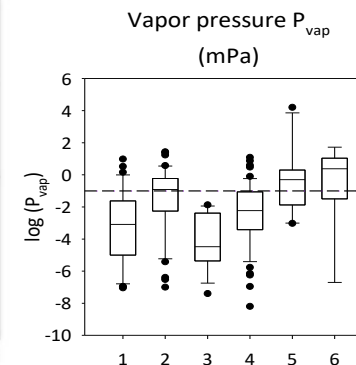


Figure 2 – Clustering with TyPol of the 178 pesticides in six clusters on the two main components of the PLS regression (PLS1 and PLS2)



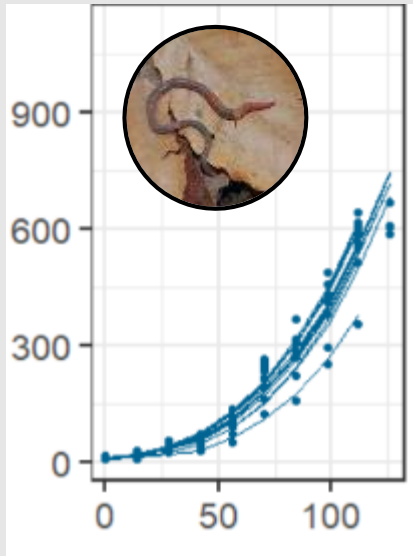


# Axe 2 : Comportements des invertébrés et risques

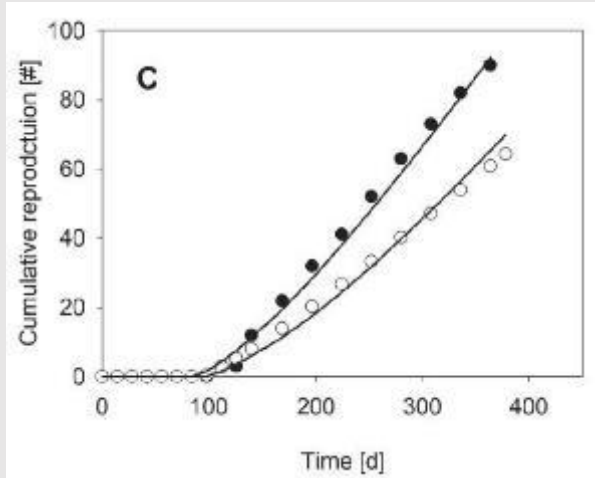
Projets EPIC, MIXTOX

## Bioessais

Croissance



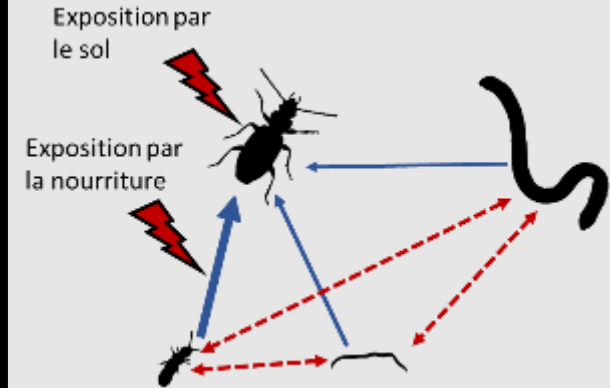
Reproduction



Comportements

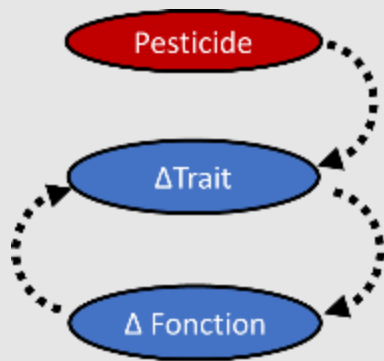
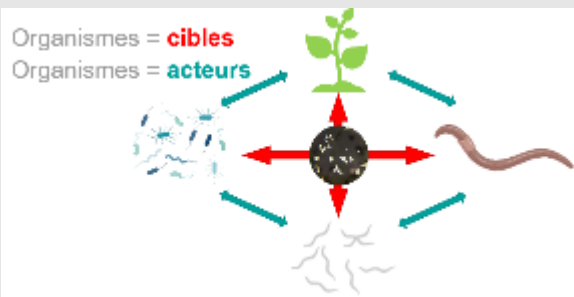


## Interactions/Réseaux



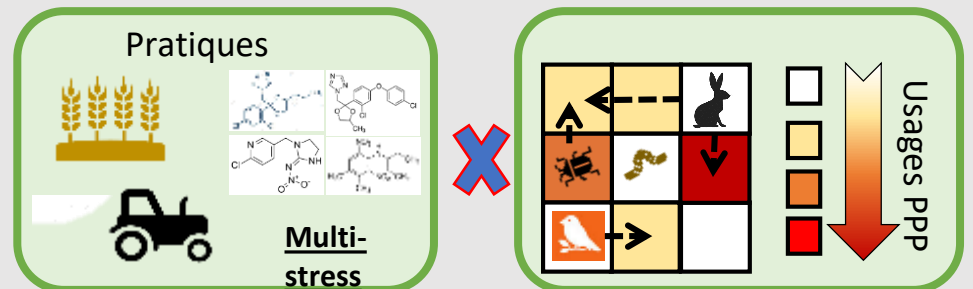
Projet ANR E-DIP

## Effets et fonctions



Projet PARC

## Contexte paysager & risque d'exposition



## Axe 2 : Impact sur les fonctions écosystémiques

### Bioindicateurs fonctionnels : sols, invertébrés, plantes

Activités enzymatiques

Réserves énergétiques

Microrespiration



Régulation des échanges gazeux

Dissipation des contaminants

Régulation des nutriments

Cycles biogéochimiques



# Outils collectifs et dispositifs mobilisés

## Les réseaux d'animation scientifique

- Réseau d'écotoxicologie terrestre et aquatique
- Réseau d'écotoxicologie microbienne



## Les dispositifs d'observation, d'expérimentaux et d'analyse

- SOERE PRO et Qualiagro
- Infrastructures de Recherche (AnaEE-F, ICOS)
- Plateformes analytiques (LC-MS-MS, GC-MS, PTR-MS, biochimie...)
- Ligne de service EnVisaGES d'INRAE Transfert
- Corbeville



## Les centres de ressources biologiques et génétiques (AgroBRC-RARe)

## Les Fondations de coopération scientifique

- Fondation evertéa (ex Rovaltain)



## L'expertise

- Évaluation des risques (ANSES)
- Normalisation de méthodes (ISO, AFNOR)

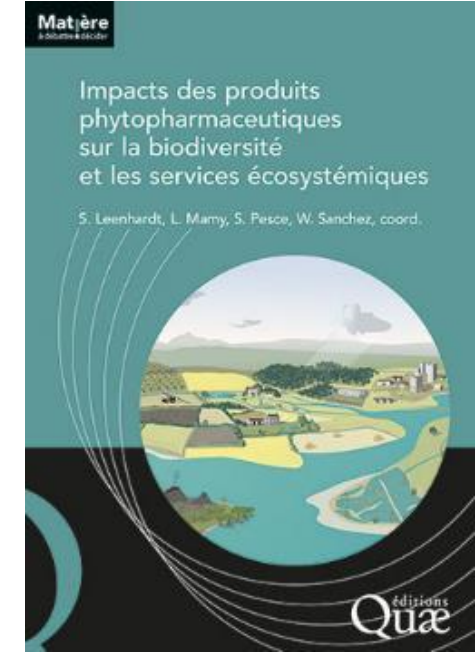
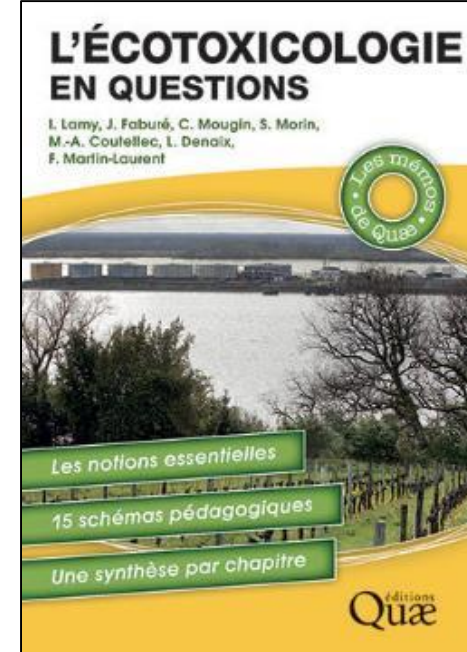
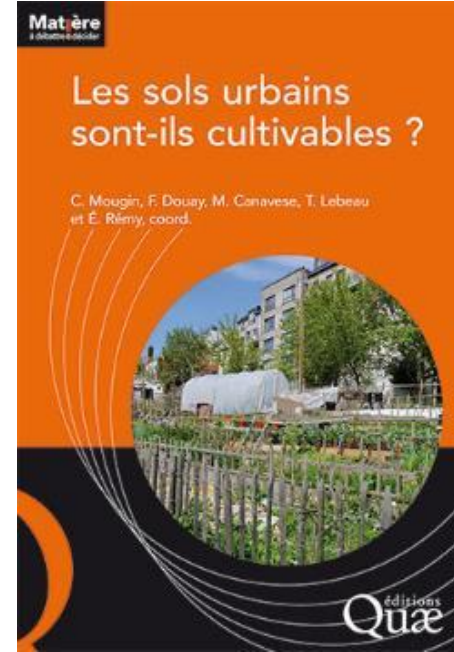
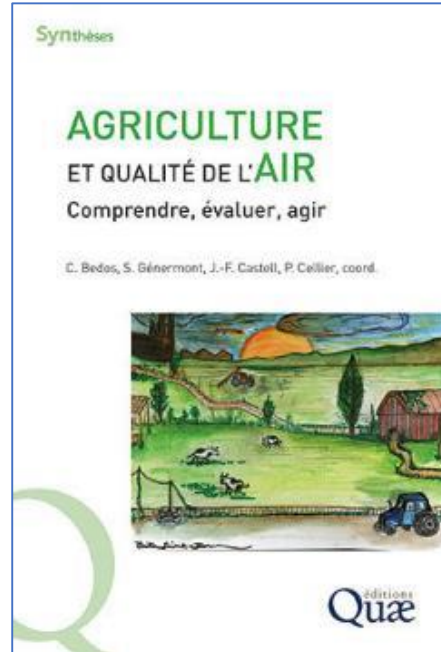


# Conclusions / Perspectives

- **Les pratiques agricoles, une des pressions influant sur la santé globale**
- **Université Paris-Saclay = des opportunités pour de nouvelles collaborations**
  - Disciplinaires: épidémiologie humaine / imprégnation biologique / expologues /toxicologues / SES
  - Approches : intégratif, couplage (TKTD, ....)
  - Contextes spécifiques: rural, péri-urbain, .....
- **Au niveau francilien : axe d'animation de la FR FIRE**
  - Sols (péri)urbains dans la perspective de la Santé Globale
- **Au niveau national/international**
  - Systèmes alimentaires : Métaprogramme INRAE SYALSA
  - Biodiversité : Métaprogramme INRAE BIOSEFAIR
  - Vulnérabilité et pressions environnementales multiples : considérer les services écosystémiques
  - Problématiques émergentes: résistances aux fongicides, microplastiques ...
  - ...



# Pour en savoir plus



# Merci pour votre attention !