



HAL
open science

L'agroécologie, un nouveau cadre pour revisiter les concepts de l'écotoxicologie ?

Christian Mougin, Mickael Hedde, Isabelle Lamy, Céline Pelosi, Olivier Crouzet

► To cite this version:

Christian Mougin, Mickael Hedde, Isabelle Lamy, Céline Pelosi, Olivier Crouzet. L'agroécologie, un nouveau cadre pour revisiter les concepts de l'écotoxicologie ?. Forum Labo Agroécologie, Nov 2013, Versailles, France. hal-01606125

HAL Id: hal-01606125

<https://hal.science/hal-01606125>

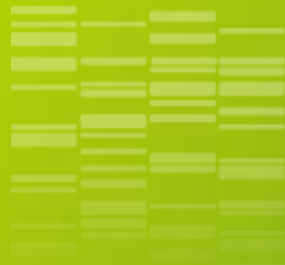
Submitted on 6 Jun 2020

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 - ShareAlike 4.0 International License



L'agroécologie, un nouveau cadre pour revisiter les concepts de l'écotoxicologie ?

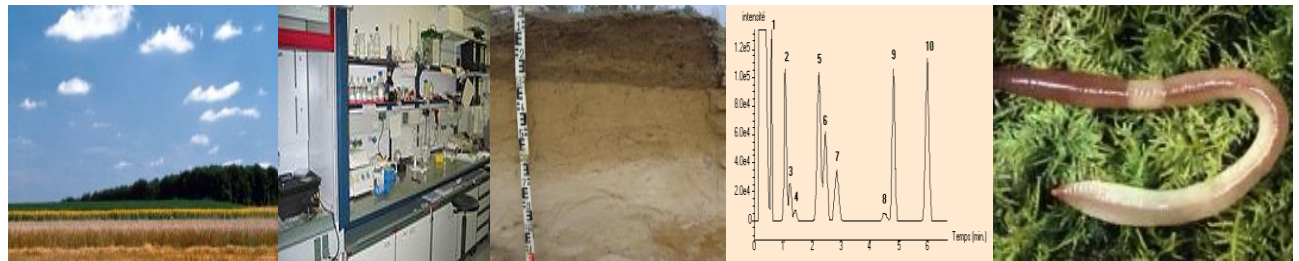


Christian Mougin, Mickael Hedde, Isabelle Lamy, Céline Pelosi , Olivier Crouzet *et coll.*





L'évolution du cadre conceptuel

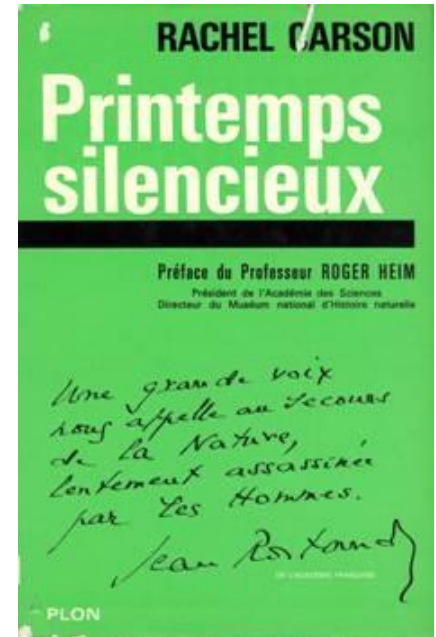


L'écotoxicologie

- ❖ Fin des années 60 : prise de conscience de l'ampleur et de la gravité de la pollution de l'écosphère
- ❖ Intensification des recherches consacrées aux problèmes de pollution des milieux naturels
- ❖ Mise en place d'une subdivision au sein des sciences écologiques , **l'écotoxicologie** (Truhaut, 1969, Stockholm)

▶ L'écotoxicologie est un champ interdisciplinaire à l'interface de l'écologie et de la toxicologie, qui étudie le comportement et les effets directs, indirects et différés de composés chimiques « polluants » sur le vivant, des cellules aux écosystèmes

▶ L'écotoxicologie intègre également le devenir et le transfert des contaminants dans les différents compartiments de l'environnement



Des principes fondateurs

- ❖ Les idées initiales que les effets biologiques étaient universels, et que des tests monospécifiques permettaient d'évaluer les impacts, ont été admises
- ❖ L'écotoxicologie s'est alors imposée dans les règles commerciales, pour les procédures d'évaluation de certains produits chimiques avant leur mise sur le marché (OCDE, Reach...)
- ❖ Elle a conduit à l'émission de lignes directrices pour l'essai des produits chimiques
- ❖ Des valeurs de référence (EC50, NOEL...) sont fournies aux évaluateurs du risque

Mais des approches peu adaptées à l'échelle de la parcelle...

Soil Biology & Biochemistry 49 (2012) 150–156



ELSEVIER

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Soil Biology & Biochemistry

journal homepage: www.elsevier.com/locate/soilbio



Assessing impacts of copper on soil enzyme activities in regard to their natural spatiotemporal variation under long-term different land uses

Jérémy D. Lebrun^{a,b,*}, Isabelle Trinsoutrot-Gattin^a, Marthe Vincelas-Akpa^c, Caroline Bailleul^a, Agathe Brault^b, Christian Mougin^b, Karine Laval^a

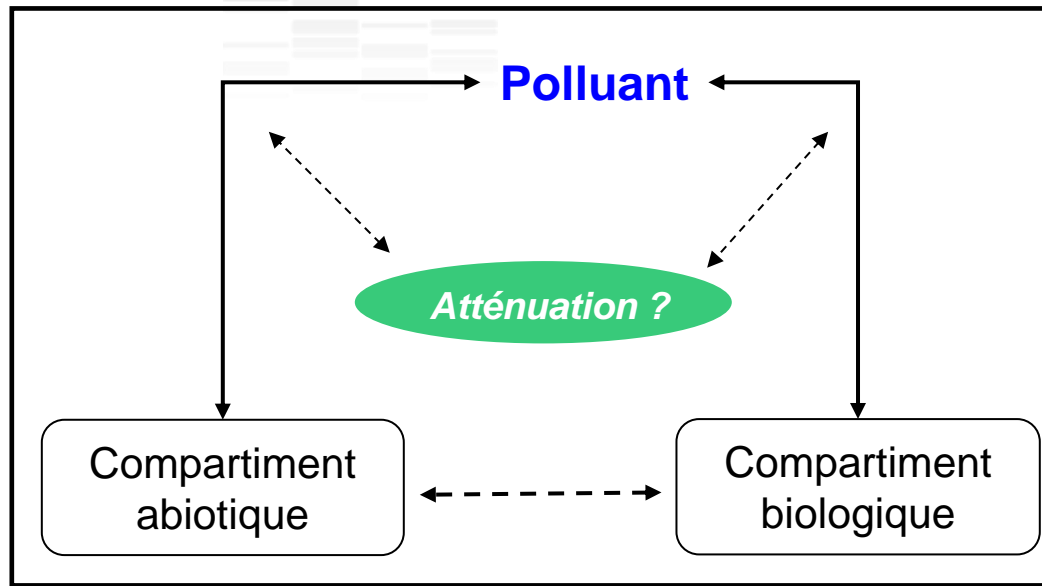
^aESITPA, Laboratoire BioSol, 3 rue du Tronquet, 76134 Mont-Saint-Aignan cedex, France

^bINRA, UR 251 Physico-chimie et Ecotoxicologie des Sols d'Agrosystèmes Contaminés, RD-10, 78026 Versailles cedex, France

^cUniversité de Rouen, UFR des Sciences et Techniques, Laboratoire Ecodiv, Place Emile Blondel, 76821 Mont-Saint-Aignan cedex, France

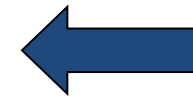
- Des questionnements sont actuellement posés sur la pertinence et l'interprétation des réponses de nombreux biomarqueurs et bioindicateurs, lors de leur utilisation à la parcelle

Un besoin d'interdisciplinarité : PESSAC



Relier « devenir » et « impact » et faire le lien avec le fonctionnement du sol

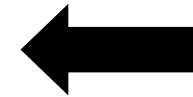
(Δ) pratiques culturelles



(Δ) Fonctions environnementales

- détoxification des (micro)-polluants
- maintien de la biodiversité
- dynamique de la matière organique

Modélisation



Le programme RESACOR

- Reconversion agricole de sols contaminés

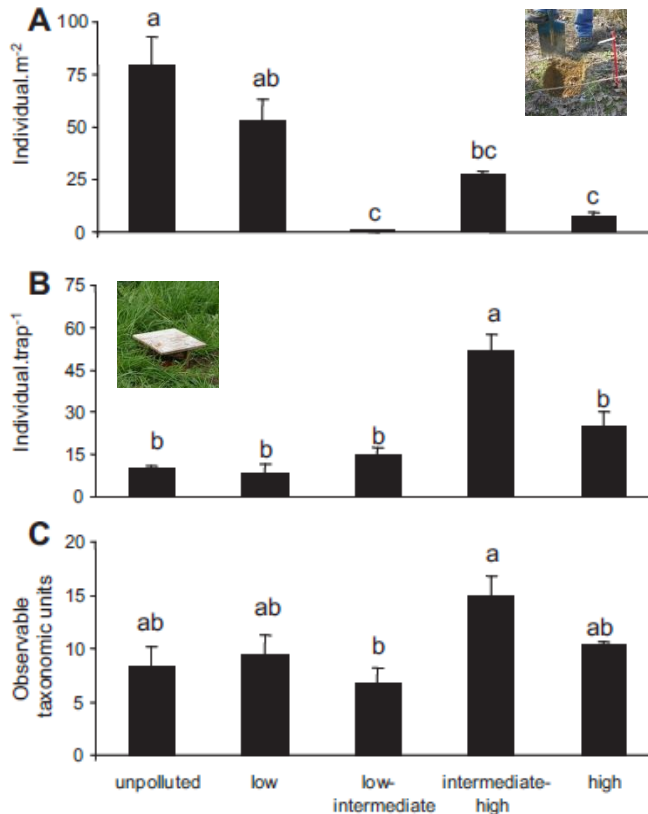
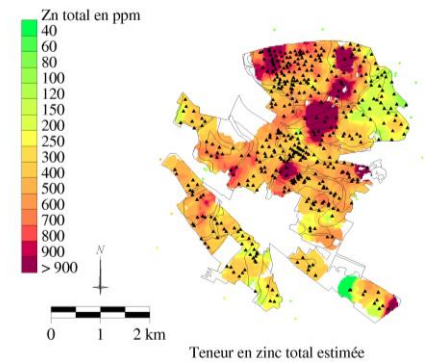


Fig 1. Relationships (mean \pm SEM; $n = 4$) between indices of macro-invertebrate community structure and soil contamination level in agricultural plots of the Pierre-laye wastewater irrigation area (France). A, density of soil and litter dwelling invertebrates; B, abundance-activity of invertebrates at soil surface; C overall diversity of invertebrates. Different letters indicated statistical differences ($p < 0.05$).

❖ Forte diminution de la densité des animaux dans les sols

❖ Peu d'effet sur l'activité de la macrofaune de surface

❖ Peu d'effet sur la diversité taxonomique

► Contamination « historique », systèmes probablement stables sous ce régime de contrainte

Le programme RESACOR

Gradient de contamination

In situ

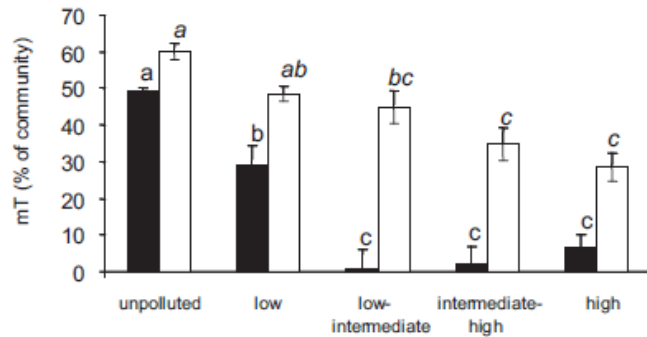
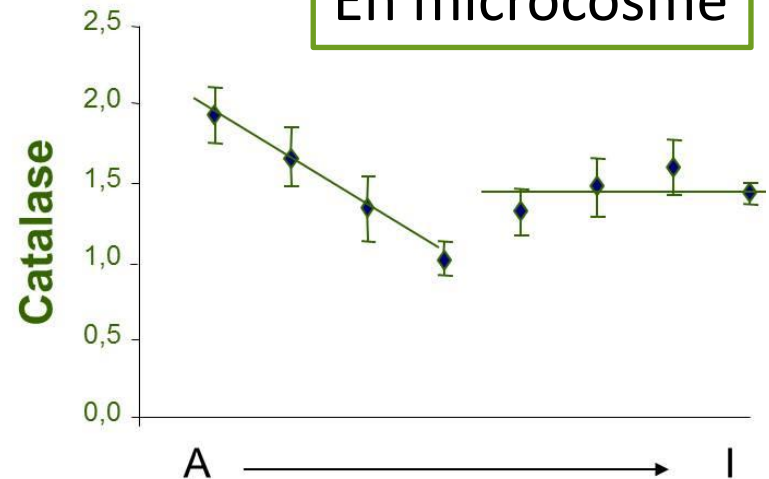


Fig. 2. Relationships (mean \pm SEM; $n = 4$) between mean proportion of soft-body (open bars) and geophage (black bars) individuals in macro-invertebrate community (mT) and soil contamination level in agricultural plots of the Pierrelaye wastewater irrigation area (France). For each data series, different letters indicated statistical differences ($p < 0.05$).

- ❖ Faible diminution du nombre d'individus à corps mou
- ❖ Forte diminution du nombre d'individus géophages
- ▶ L'exposition par ingestion est supérieure à l'exposition par contact

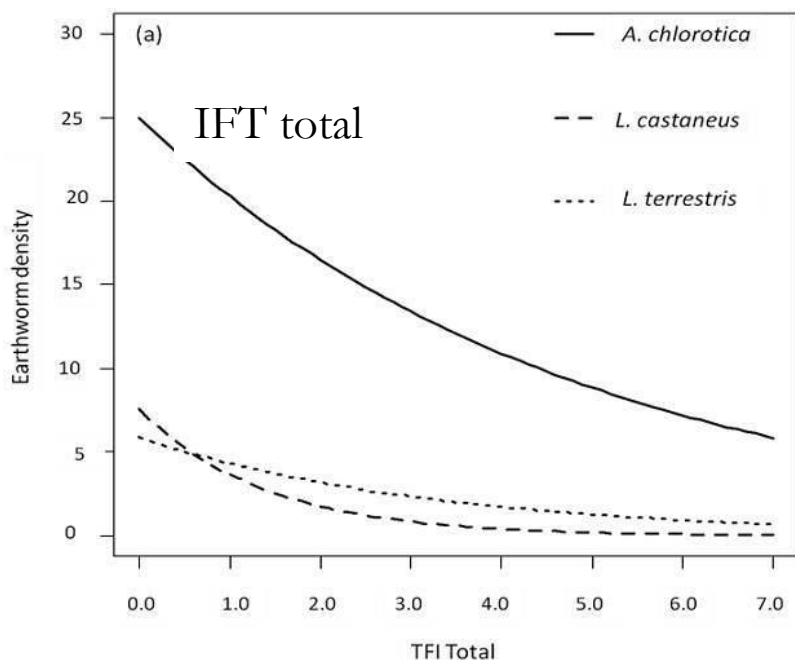
En microcosme



- ❖ Diminution de l'activité catalase chez le ver de terre
- ❖ Augmentation du stress oxydant
- ▶ Des effets également visibles Au niveau métabolique

Diminuer les traitements pesticides pour augmenter les populations de vers de terre dans les champs cultivés

- **Etablir une relation statistique** entre un **indicateur de pression** (Indice de Fréquence de Traitement phytosanitaire - IFT) et un **indicateur d'impact** (densité de 3 espèces de vers de terre vivant en contact avec la surface du sol)



TFI	Earthworm species	Effet IFT
Herbicide	<i>L. castaneus</i>	-1.17 (0.19)
	<i>L. terrestris</i>	-0.64 (0.11)
	<i>A. chlorotica</i>	-0.38 (0.04)
Insecticide	<i>L. castaneus</i>	-2.14 (0.44)
	<i>L. terrestris</i>	-0.84 (0.22)
	<i>A. chlorotica</i>	-0.56 (0.09)
Fongicide	<i>L. castaneus</i>	-1.82 (0.37)
	<i>L. terrestris</i>	-0.36 (0.16)
	<i>A. chlorotica</i>	-0.33 (0.07)



- Différences entre espèces et entre traitements



Des voies d'évolution

Améliorer l'étude des expositions

(biodisponibilité, interactions, SIG...)

Développer une évaluation des dangers écologiquement pertinente

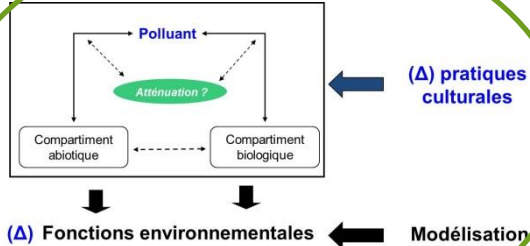
(procédures d'essai et modèles plus réalistes ; échelles spatio-temporelles, paysages...)

Améliorer les bases scientifiques de l'évaluation des risques

(situation de stress multiple...)

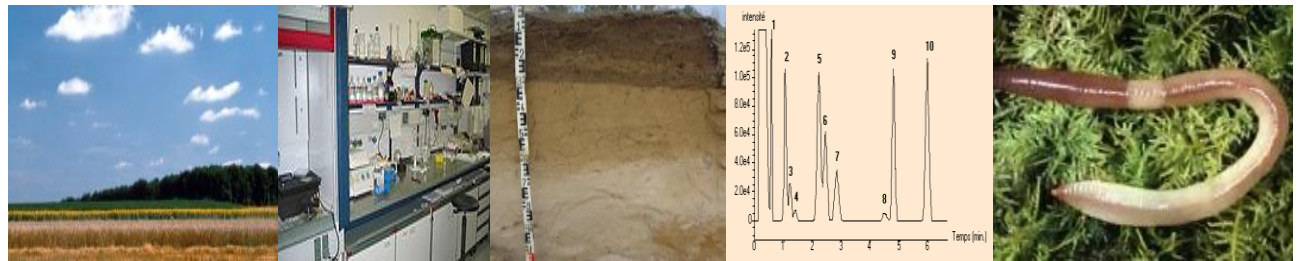
Prendre en compte des services écosystémiques : les indicateurs mesurés montrent-ils une amélioration des services rendus?

En terme de socio-écosystèmes : quelle volonté/acceptation par les parties prenantes?

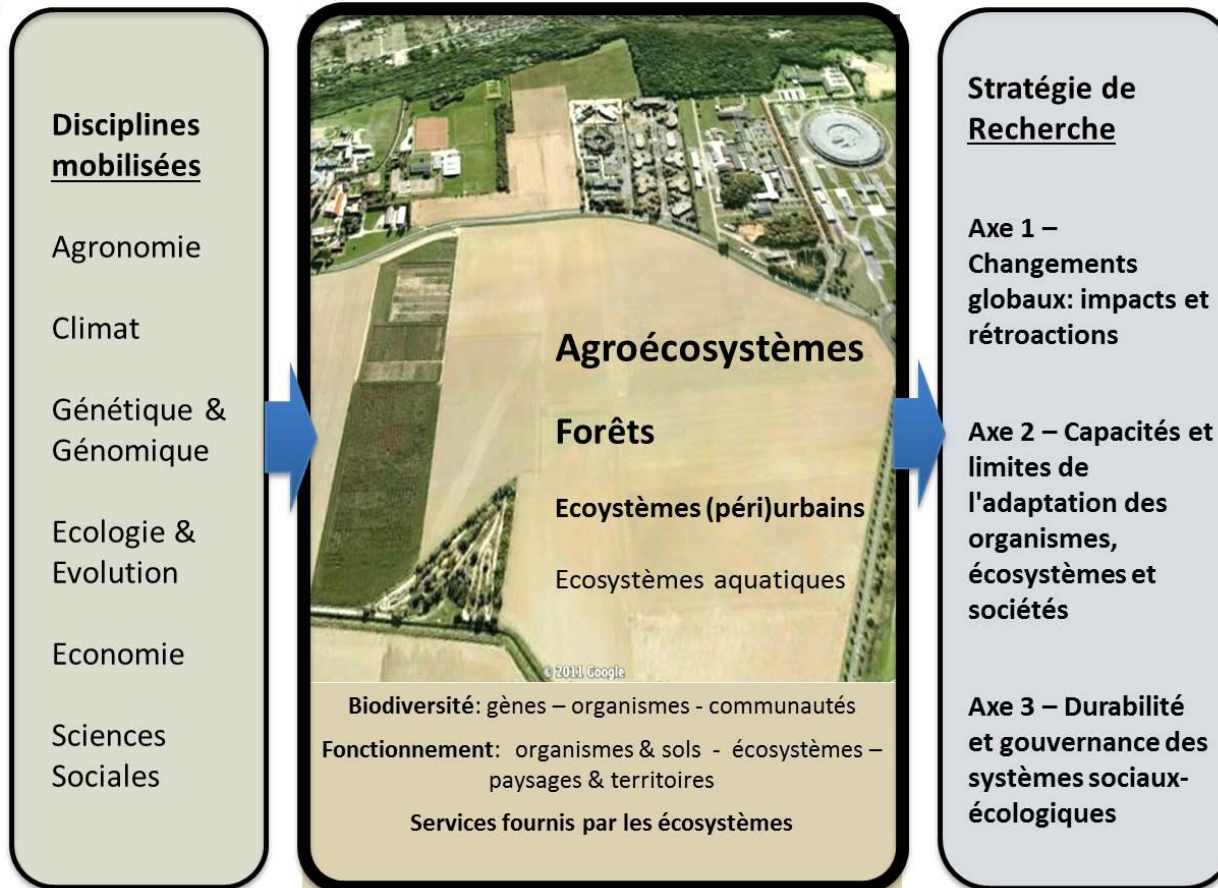




L'évolution des structures et des outils



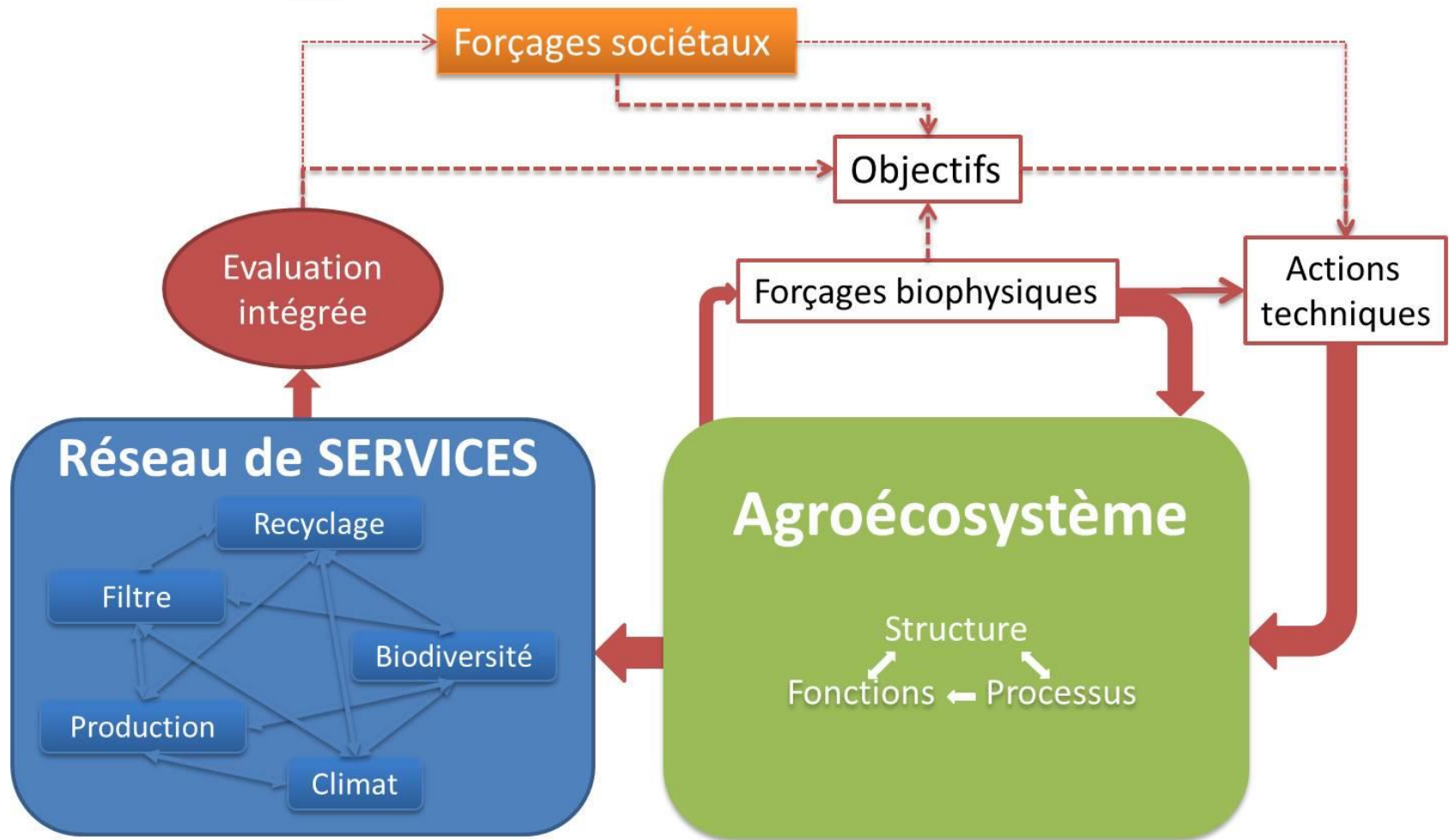
En IdF : Le Labex BASC : Biodiversité, Agroécosystèmes, Société, Climat



13 unités de recherche, 3 réseaux dont Ecotox

Les services fournis par les agroécosystèmes au cœur du projet de l'UMR ECOSYS

Ecologie fonctionnelle et écotoxicologie des agroécosystèmes



Outils / De nouveaux indicateurs : les microorganismes photosynthétiques du sol

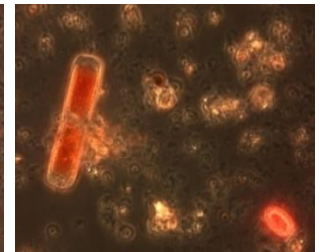
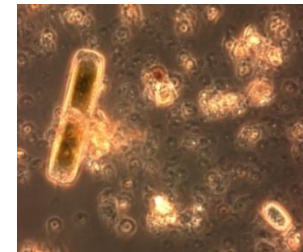
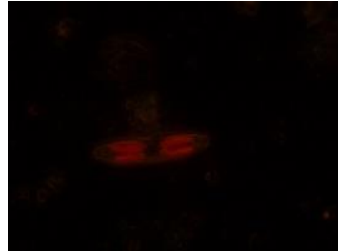
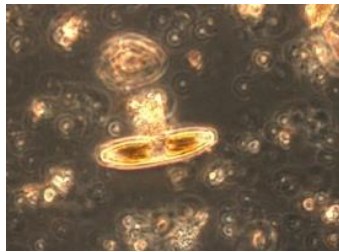


❖ Pourquoi ces modèles ?

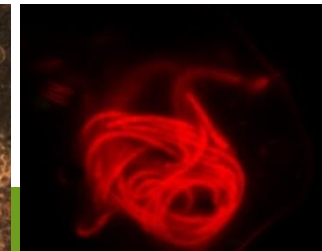
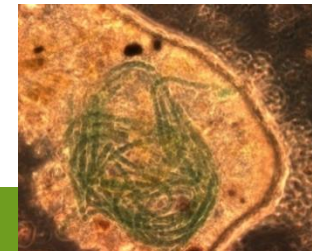
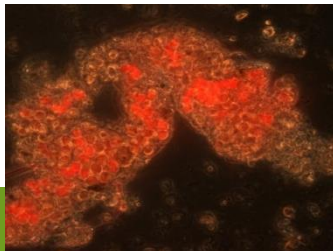
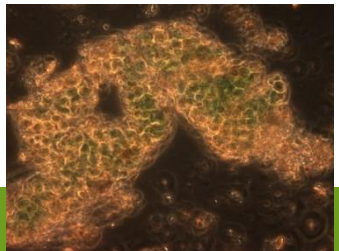
- Des réactions métaboliques proches de celles des plantes
- Dans les sols, les 1^{ers} biofilms exposés aux pesticides
- Des connaissances acquises pour le compartiment aquatique sur les effets directs et indirects des pesticides

❖ Les microorganismes photosynthétiques du sol, une biodiversité méconnue

↪ Diatomées, chlorophyceae, xanthophyceae, eustigmatophyceae : **microalgues eucaryotiques**



↪ Cyanobactéries



Outils / ANAEE-S :

Analyse et expérimentation sur les écosystèmes – Services

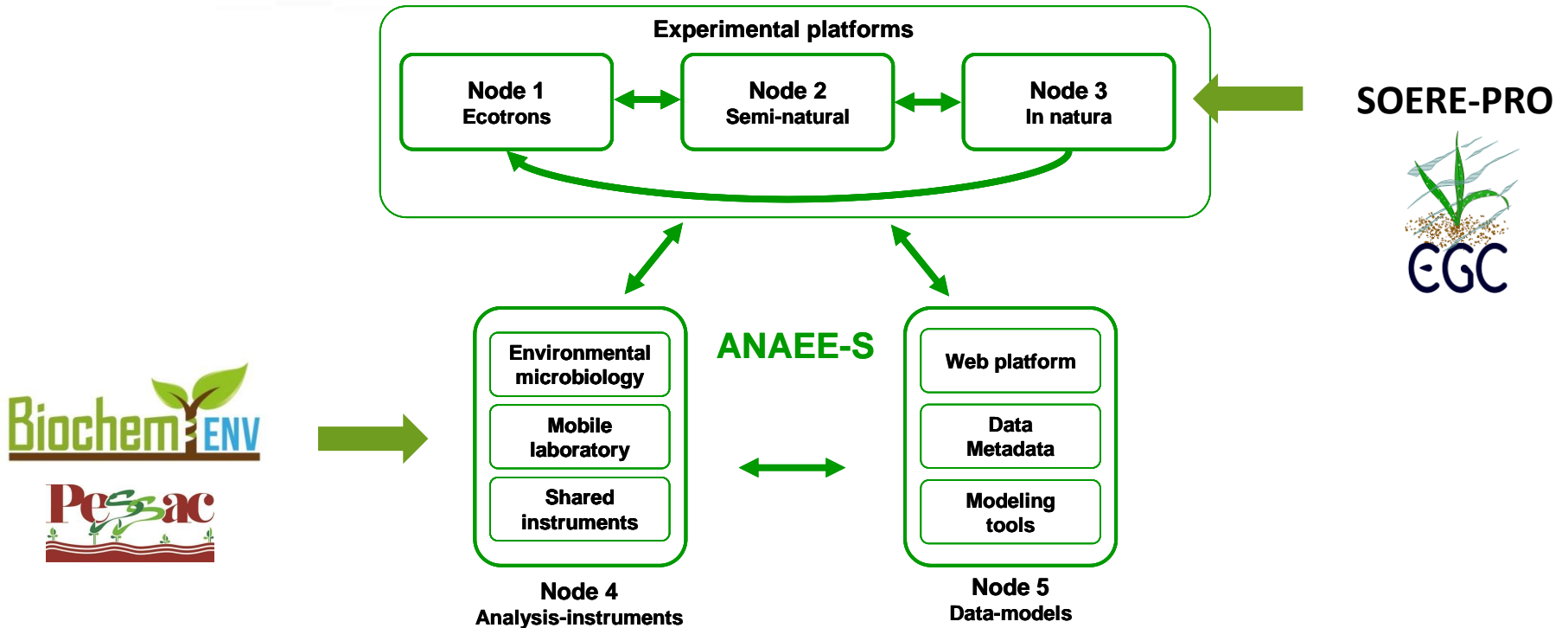
- ❖ Une très grande infrastructure de recherche des sciences du vivant
- ❖ Soutenue par le programme INBS 2011
- ❖ Co-dirigée par le CNRS et l'INRA
- ❖ Objectifs du projet :
 - **Rassembler** dans un **réseau** les **dispositifs expérimentaux, analytiques et de modélisation majeurs** dédiés à la compréhension des processus biologiques des écosystèmes continentaux (aquatiques et terrestres)
 - **Offrir une gamme de services ouverts** à la communauté scientifique nationale et internationale, ainsi qu'à la R&D



<http://www.anaee-s.fr>



Organisation de l'infrastructure ANAEE-S



18 partenaires (services)

La plateforme Biochem-Env

<http://www.biochemenv.fr>

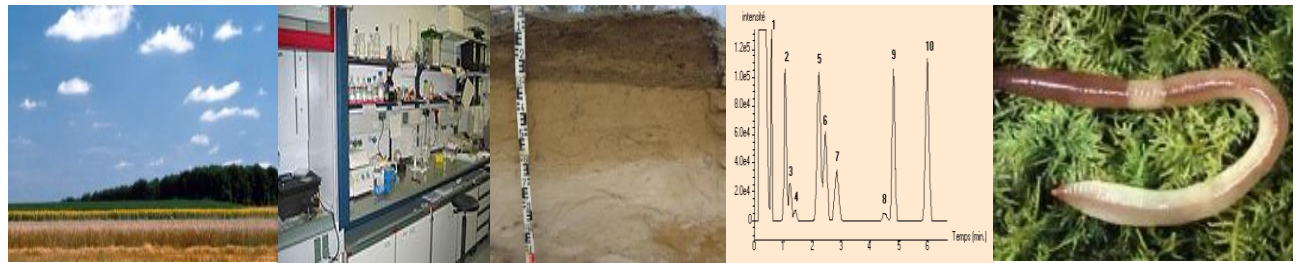
Fournir des compétences, des installations et des services de caractérisation biochimique des milieux naturels terrestres et aquatiques, ainsi que de la macrofaune associée

Objectifs :

- **Offrir des installations** pour l'acquisition et la caractérisation des propriétés biochimiques des compartiments de l'environnement (activités enzymatiques, PLFAs, biomarqueurs...)
- **Développer des référentiels** et des outils d'interprétation des données multiples acquises sur les différents sites (réseaux de surveillance nationaux, sites expérimentaux de longue durée...)
- **Rendre ses ressources disponibles** pour la communauté scientifique et les décideurs



En conclusion





Ecotox/AE : un mariage de raison!



- ❖ L'interface entre sciences agronomiques, écologie, biodiversité, toxicologie et SHS se construit sur le centre
- ❖ Des bases solides sont déjà posées et des projets d'envergure sont à faire vivre
- ❖ De nouvelles opportunités se présentent :
 - Plan d'action conjoint entre l'INRA et Wageningen
 - Métaprogrammes



Merci pour votre attention

SOMMAIRE



Irrigation

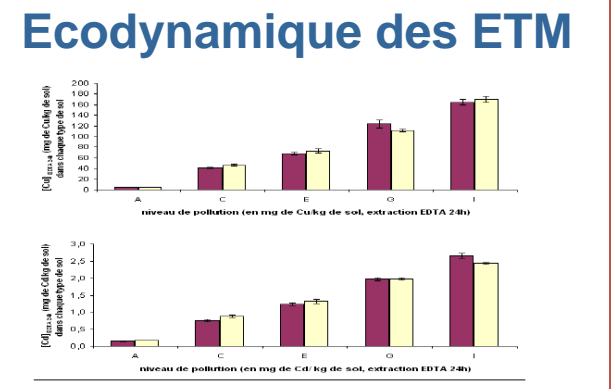
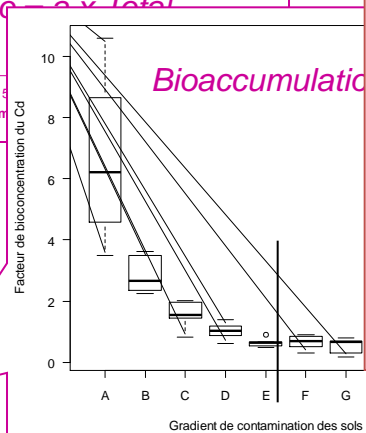
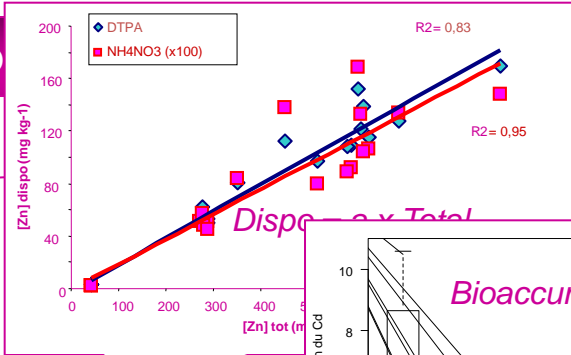
pendant 100 a

Contaminations métalliques fortes

Teneurs totales

Localisation
Spéciation

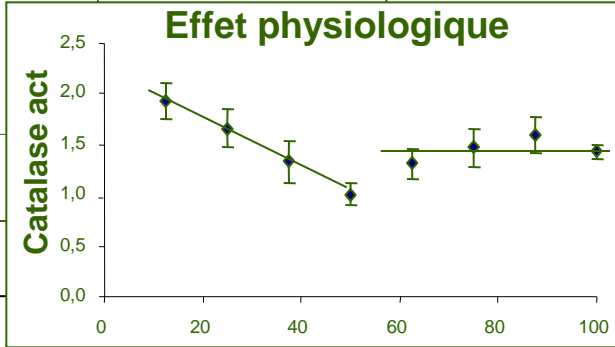
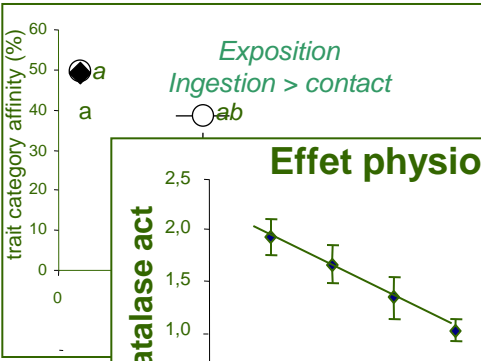
Dispo. envir.



Biodispo. envir.

Exposition

Exposition
Ingestion > contact



Biodispo. toxic

Sensibilité

Individu

Sol

Processus écologiques

Pop/comm/écosys

Hedde et al (en prep)
Hedde et al (soumis)

BASC : 13 unités de recherche, des partenaires privés

Projets

- Dans quelle mesure une meilleure connaissance des interactions Biosphère-Atmosphère peut-elle aider à mieux gérer l'occupation des sols?
- Comprendre et améliorer la capacité d'adaptation des agro-écosystèmes par la connaissance de la génétique et de l'évolution
- Gestion et augmentation de la biodiversité pour des socio-écosystèmes durables
- Vers un développement durable des agro-écosystèmes péri-urbains
- Modélisation multi-échelle dans les socio-écosystèmes : des concepts au développement d'outils couplés

Réseaux

- Solfit : Sol : Fonctions, Impacts et Territoires
- Interactions Biotiques : rôle et impact sur la biodiversité et l'agriculture
- Ecotoxicologie

Noeud 1 : plateformes expérimentales *in vitro*

Node 1: Experimental in vitro platforms – TGIR Ecotrons CNRS

Coordination: Jacques Roy & Jean-François Le Galliard (CNRS)

Ecotron de Montpellier (UPS 3248)
Director: J. Roy (DR CNRS)
Access director: O. Ravel (IR CNRS)

1. Terrestrial macrocosms

2. Terrestrial mesocosms

3. Terrestrial microcosms

Ecotron IleDeFrance (UMS 3194)
Director: J.-F. Le Galliard (CR CNRS)
Access director: B. Verdier (IR CNRS)

4. Ecolab

5. Aquatic microcosms

Manipulations des écosystèmes en milieu contrôlé



- **Accès à des macrocosmes terrestres**
ECOLAB (13m³, 5m²), Montpellier (35m³, 5m²)
(dont nouveaux dispositifs dédiés aux zones humides)
- **Accès à des mésocosmes terrestres (1m³)**
(ECOLAB et Montpellier)
- **Accès à des microcosmes terrestres et aquatiques**

Noeud 2 : Dispositifs expérimentaux semi-naturels

Node 2: Semi-natural experimental platforms

Coordination: Jean Clobert (CNRS) and Thierry Caquet (INRA)

SEEM (UPS 3248)
Director: J. Clobert
Access director: O. Guillaume

CEREEP (UMS 3194)
Director: J.-F. Le Galliard
Access director: B. Decencière

U3E (UE 1036)
Director: T. Caquet
Access director: D. Azam

1. Métatron

2. Aquatic mesocosms

3. Aquatic macrocosms

*Manipulation en milieu semi contrôlé :
manipulation sur les communautés et test d'approches théoriques*



Mésocosmes et macrocosmes aquatiques :

- Planaqua → structure et fonction des populations
- Rennes → écotoxicologie

METATRON : système terrestre de chambres interconnectées

Ces dispositifs sont accompagnés de laboratoires adaptés pour la préparation et le suivi des expérimentations.

Noeud 3 : dispositifs expérimentaux *in-natura*

Node 3: Experimentation in natura
Coordination: André Chanzy (INRA) & Serge Aubert (CNRS)

*Site d'observation et
d'expérimentation à long terme*

Grasslands and croplands

SOERE ACBB
Lautaret
Coord.: A. Chabbi

Croplands and
Agro-ecosystems

SOERE PRO
Coord.: S. Houot

Forests

SOERE F-ORE-T
Nouragues CNRS
Coord.: L. Saint-André

Lakes

SOERE GLACPE
Coord.: B. Montuelle

Four sites

Access: 4 staff

Three sites

Access: 3 staff

Fourteen sites

Access: 14 staff

One site

Access: 1 staff



- **Accès à des parcelles expérimentales** et aux infrastructures associées
- **Accès aux dispositifs long terme** : profiter de la différenciation des milieux et des données acquises
- **Accès aux échantillons** collectés au cours du temps
- **Fourniture de données** de référence

(21 sites couvrant une gamme d'écosystèmes : naturel à fortement anthropisé, tempéré et tropicaux)

Noeud 4 : instruments partagés et plateformes analytiques

Node 4: Analysis and instruments

Coordination: Lionel Ranjard & Laurent Lapchin (INRA)

Shared instruments

Coord.: B. Zeller (BEF, INRA)

Environmental microbiology platforms

Coord.: L. Ranjard (MSE, INRA)

Mobile Laboratory

Coord: B Zeller(INRA)

Instruments

Coord: K. Klump (INRA)

Genetic-genomics "Genosol"

Coord: L. Ranjard (INRA)

Biochemistry "BioChem-Env"

Coord: C. Mougin (INRA)

Partage d'instruments innovants et développement de plateaux analytiques

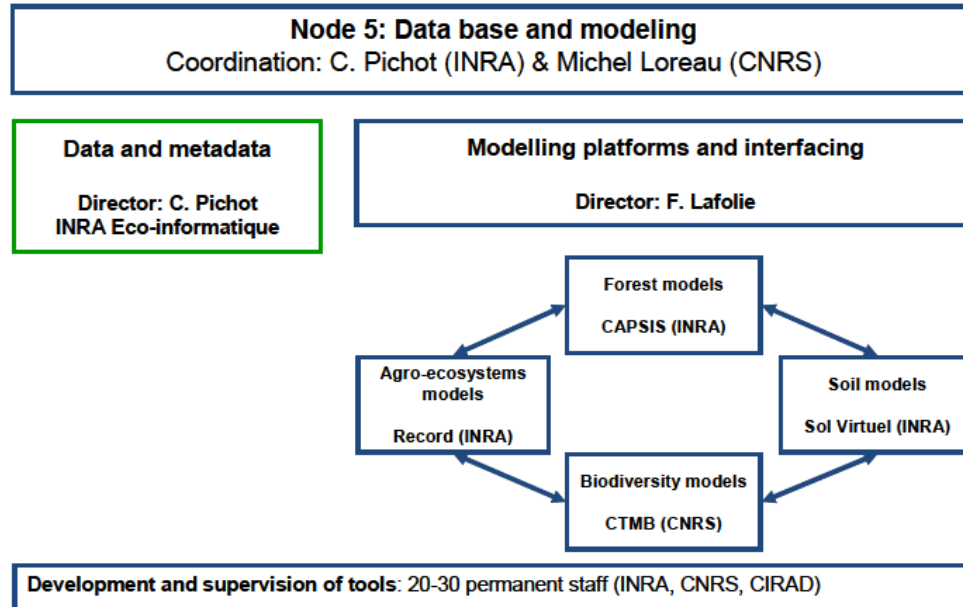
Laboratoire mobile 1) pour caractériser les sites (sol, végétation, eau) à des instants clés, 2) permettre des expériences ciblées dans le temps, 3) développer et partager des méthodologie innovantes :

- Signature COV des communautés microbiennes en utilisant PTR-MS (Proton Transfer Reaction-Mass spectroscopy (PTR-MS))
- Mesure en continu des isotope stable du CO2 ($\delta^{13}\text{C}$) The Cavity Ring-Down Spectroscopy (CRDS)

Plateaux analytiques dédiés aux matrices environnementales (Sol, sédiments, macrofaune...).

- GENOSOL : caractérisation de la biodiversité génétique microbienne des sols
- BIOCHEM-ENV : signature biochimique (activités enzymatiques, PLFAs, biomarqueurs...)

Noeud 5 : bases de données et modélisation



*Faciliter la réalisation de BDD
Faciliter l'accès aux données
Développer des plateformes
de modélisation*

- Centraliser et harmoniser l'accès aux données
- Assister la conception des BDD des expérimentations
- Lier les bases de données avec les plate-forme de modélisation
- Faciliter l'accès aux plateformes de modélisation et faciliter leur interopérabilité.



SOMMAIRE

