



**HAL**  
open science

## Pollutions généralisées

Christian Mougin, Damien Baudiffier, Delphine Delaunay

► **To cite this version:**

Christian Mougin, Damien Baudiffier, Delphine Delaunay. Pollutions généralisées. Convention des Entreprises pour le Climat, Sep 2021, Cachan, France. hal-03341557

**HAL Id: hal-03341557**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03341557v1>**

Submitted on 7 Mar 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.

# Pollutions généralisées

**Christian Mougin<sup>1</sup>, Damien Baudiffier<sup>2</sup>, Delphine Delaunay<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>INRAE, UMR ECOSYS, Versailles**

**<sup>2</sup>Fondation Rovaltain, Valence**

[christian.mougin@inrae.fr](mailto:christian.mougin@inrae.fr), [d.baudiffier@fcsrovaltain.org](mailto:d.baudiffier@fcsrovaltain.org), [d.delaunay@fcsrovaltain.org](mailto:d.delaunay@fcsrovaltain.org)

## ➤ Les points abordés

- ❖ **Introduction : polluants et pollutions**
- ❖ **Comprendre les dynamiques et les effets**
- ❖ **Comprendre la systémie complexe**
- ❖ **Les aspects socioéconomiques**
- ❖ **Conséquences pour les entreprises**
- ❖ **Conclusions**

# Polluants et pollutions

## ❖ Différents types de pollutions

- Physiques (lumineuses, sonores), biologiques, chimiques, mixtes...

## ❖ Des polluants chimiques de nature et propriétés variées

- > 255 millions de substances enregistrées (CAS), organiques, métaux, métalloïdes...
- Une multitude de produits de transformation

## ❖ Des polluants « émergents »

- Microplastiques, perturbateurs endocriniens, retardateurs de flamme, produits de soins et pharmaceutiques, nanomatériaux... (occurrence, modes d'actions et effets néfastes méconnus)



©KREBS



© B. TASSIN

## ❖ Des pollutions ponctuelles ou diffuses

- Ponctuelles : rejets localisés, ± abondants, faciles à identifier, d'origine régulière ou accidentelle, contention à la source, dépollution
- Diffuses : dépôts directs ou atmosphériques, grandes surfaces, faibles quantités de polluants, ± faciles à identifier, difficiles à maîtriser

## ❖ De multiples sources d'entrée dans l'environnement

- Naturelles mais aussi : extraction (mines), fabrication, transformation (aliments), recyclage (déchets), utilisation industrielle, agricole, domestique, accidents, mésusages (biocides)



©INRAE - J. Weber



©KREBS

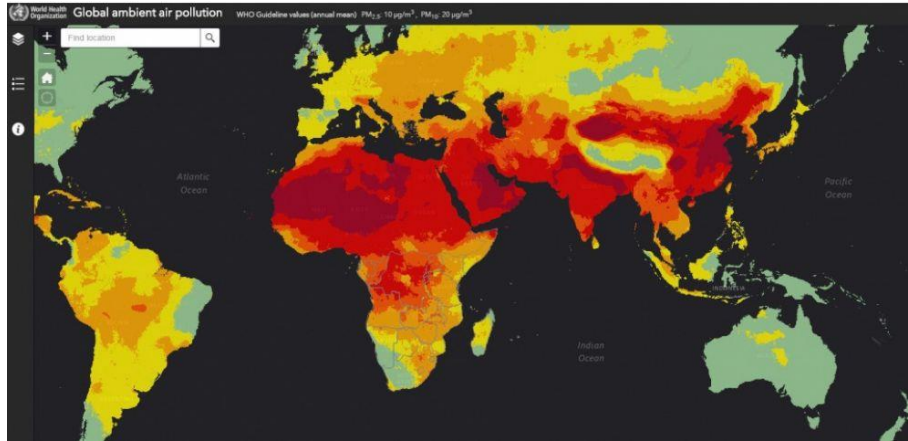


©SEMEO

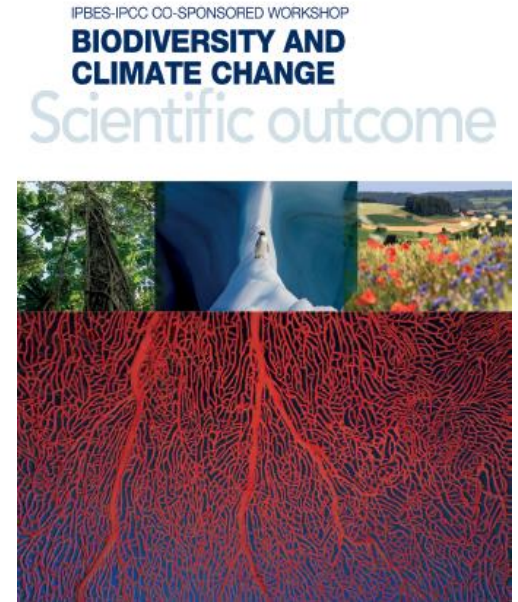
## Des constats globaux

### ❖ Tous les compartiments de la Biosphère, naturels et anthropisés, sont concernés

- Air, eaux, sols, pôles, montagnes, océans...
- Biote, sources alimentaires...



Pollution  
atmosphérique par  
les particules fines  
© OMS

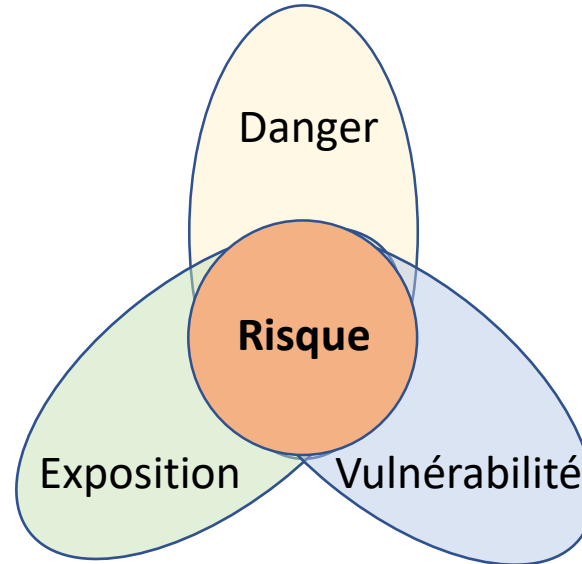


### ❖ La réalité : vivre dans un monde toxique !

- Un effet direct sur le réchauffement climatique et le déclin de la biodiversité, ainsi que sur la santé de l'Homme (+ zoonoses, pandémies...) et sa qualité de vie > One Health !

## La notion de risque

❖ **Le risque ≠ danger = propriété d'un agent responsable d'un dommage**



❖ **Risque = danger x exposition x vulnérabilité = probabilité d'occurrence d'un danger > incertitude...**



## Les méthodologies d'évaluation des risques

### ❖ Méthode 1 : a priori : (phyto)-pharmaceutiques... > Autorisation de Mise sur le Marché

- Une évaluation du risque sanitaire (*opérateur et consommateur*)
- Une évaluation du risque environnemental
  - ➡ déterminer le niveau de contamination prévisible des milieux (*calcul de PEC\* par modélisation*)
  - ➡ déterminer une concentration sans effet (*calcul de PNEC\* : valeurs de toxicité + facteur de sécurité*)
  - ➡ quantifier le risque par comparaison de la PEC et de la PNEC  
 $PEC/PNEC > 1$  : risque inacceptable

\* *Concentration environnementale prévisible / Concentration prévisible sans effet sur le milieu*



## Les méthodologies d'évaluation des risques

### ❖ Méthode 1 : a priori : (phyto)-pharmaceutiques... > Autorisation de Mise sur le Marché

- Une évaluation du risque sanitaire (*opérateur et consommateur*)
  - Une évaluation du risque environnemental
    - ➔ déterminer le niveau de contamination prévisible des milieux (*calcul de PEC\* par modélisation*)
    - ➔ déterminer une concentration sans effet (*calcul de PNEC\* : valeurs de toxicité + facteur de sécurité*)
    - ➔ quantifier le risque par comparaison de la PEC et de la PNEC
- PEC/PNEC > 1 : risque inacceptable

\* Concentration environnementale prévisible / Concentration prévisible sans effet sur le milieu

### ❖ Méthode 2 : a posteriori : (phyto)-pharmacovigilance

- Enregistrer et évaluer les effets sanitaires négatifs de l'utilisation des pesticides ou médicaments : organiser les systèmes de surveillance, initier des études, recueillir des signalements

### ❖ Des réglementations nationales et européennes (REACH, Phyto...)

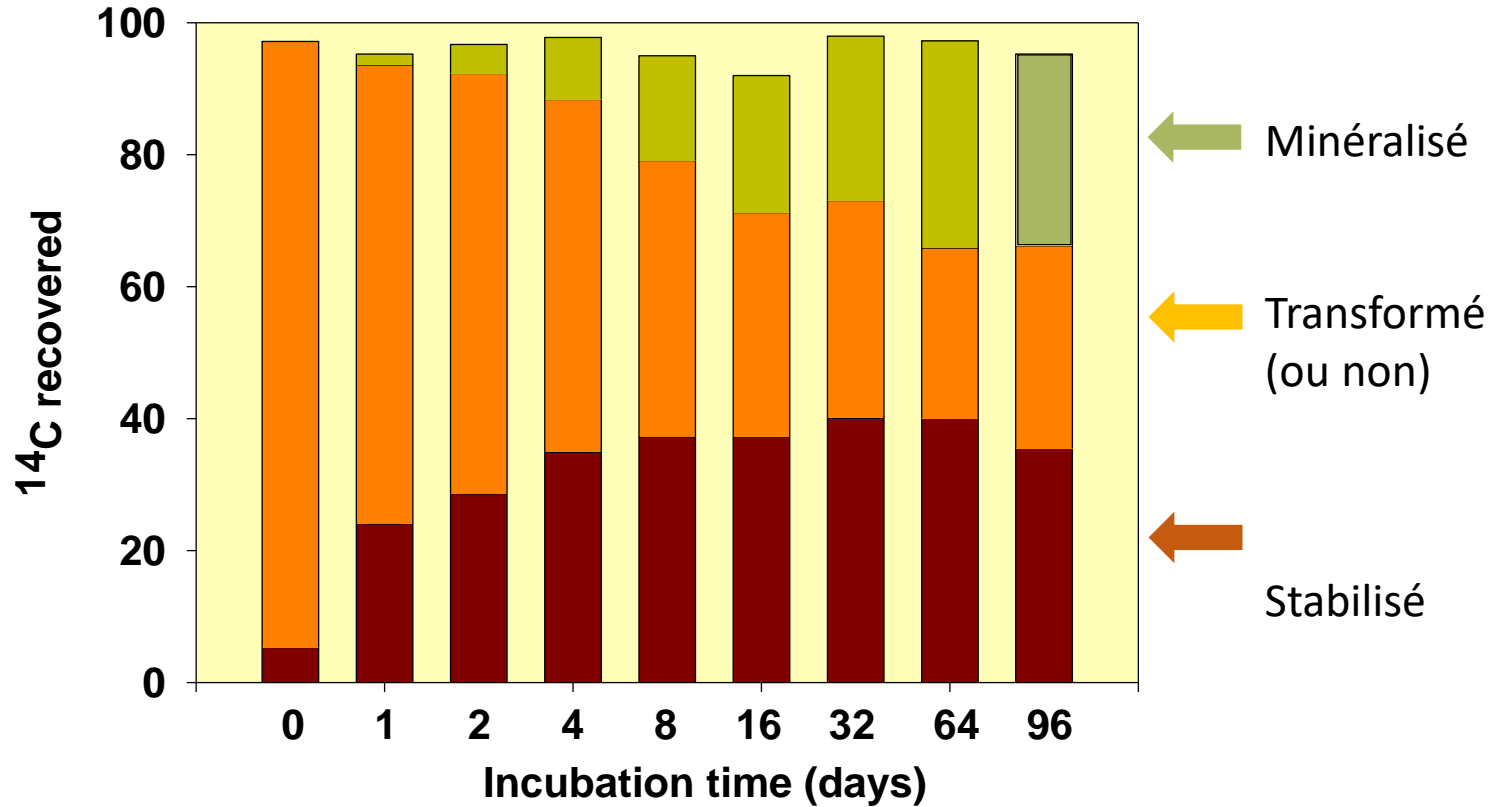


INRAE



## Le long terme

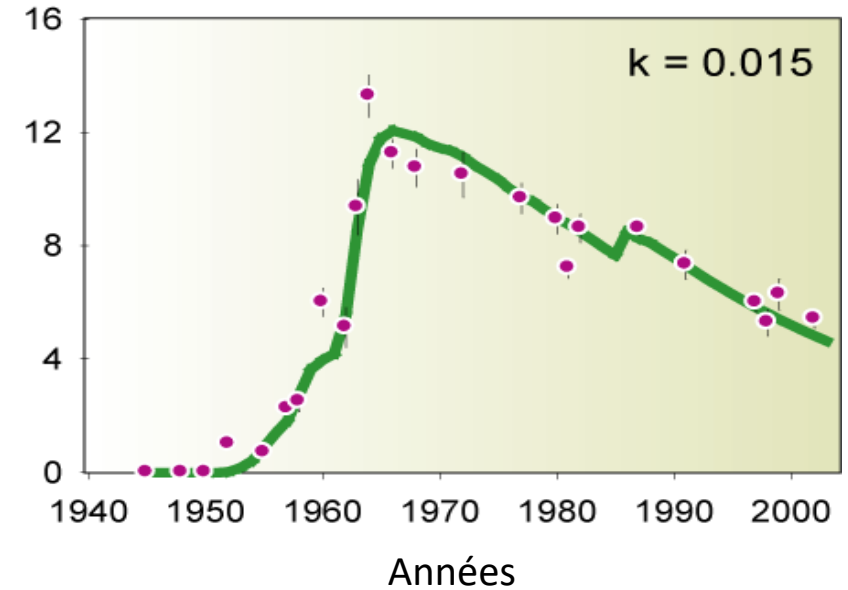
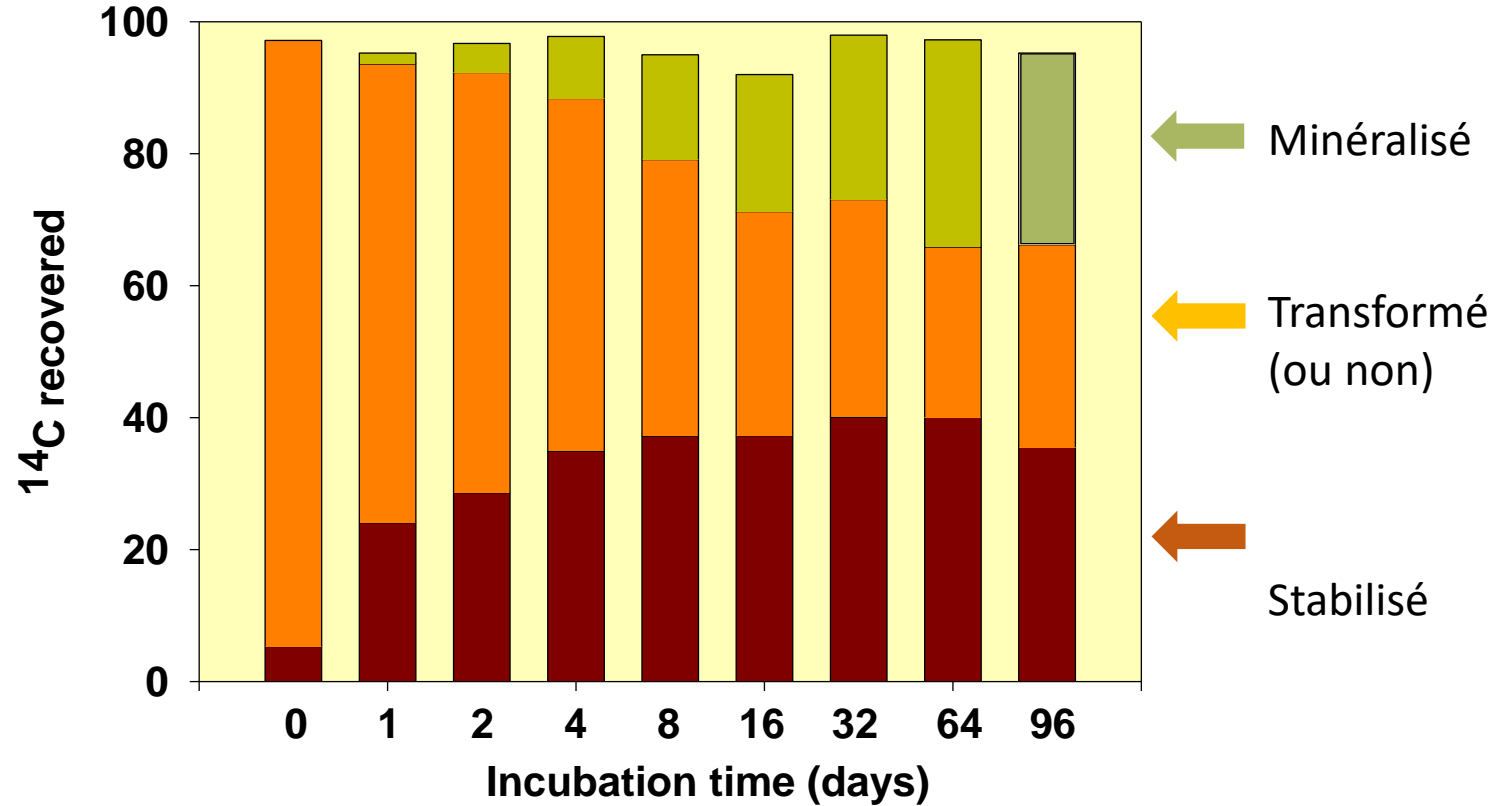
### ❖ Des bombes à retardement



- Quelles conséquences sur le long terme ?

# Le long terme

## ❖ Des bombes à retardement

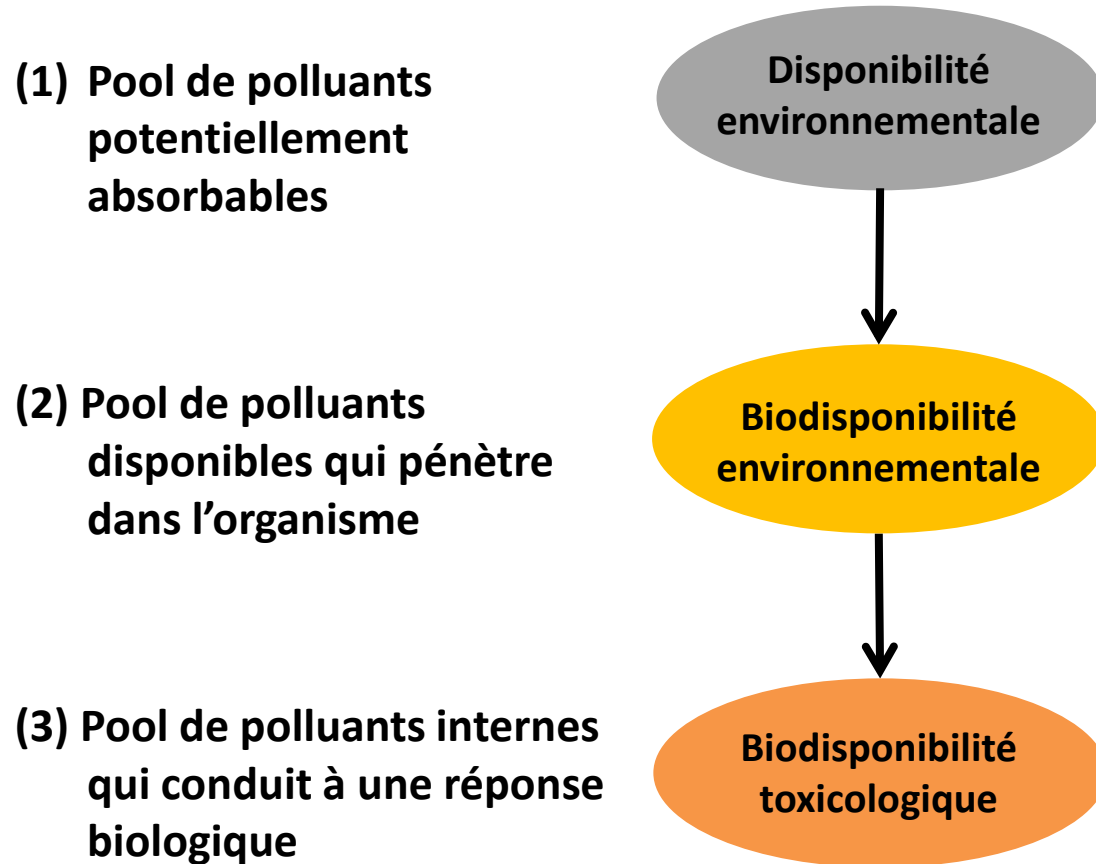


Monna et al., 2008, JER

- Quelles conséquences sur le long terme ?

# La notion de biodisponibilité

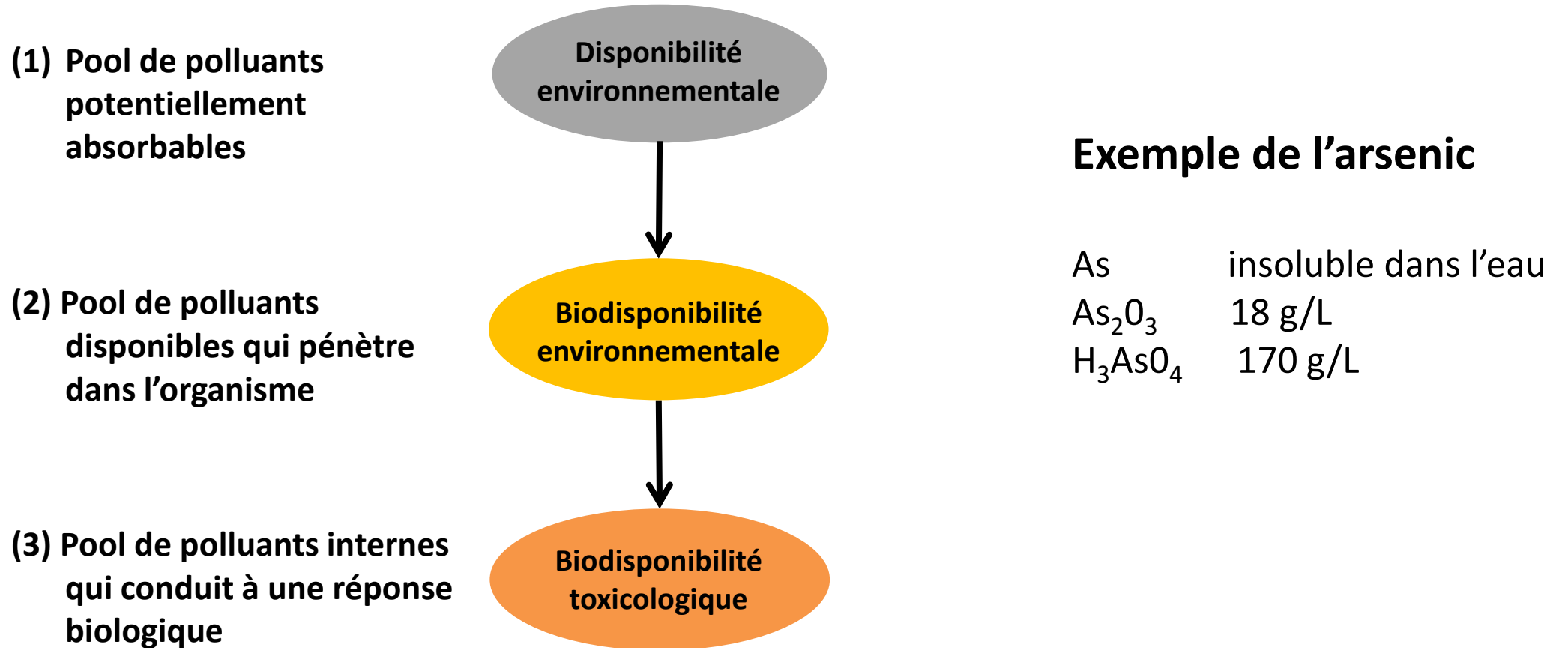
## ❖ Teneurs totales ≠ teneurs biodisponibles



INRAE • De nombreuses méthodes d'évaluation : lesquelles choisir/normaliser ?

# La notion de biodisponibilité

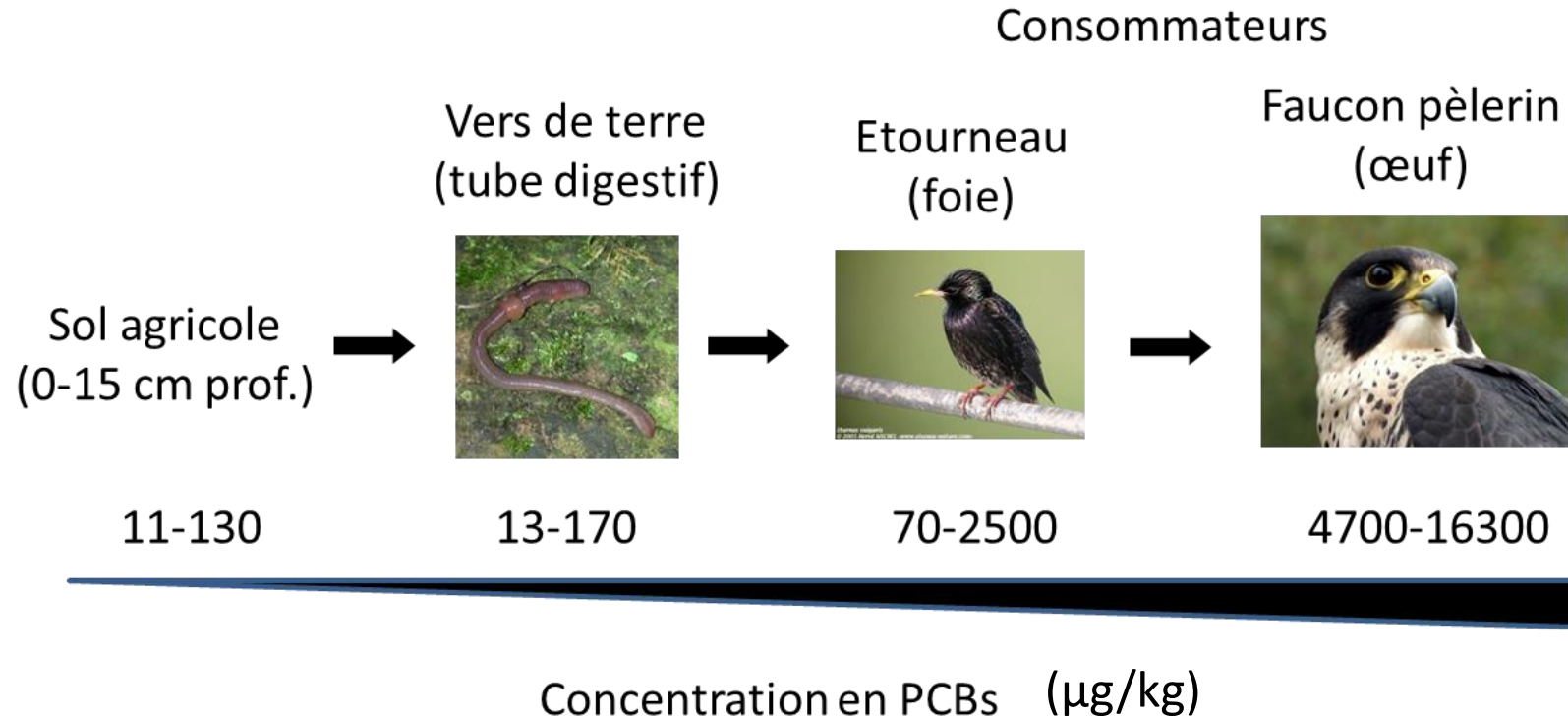
## ❖ Teneurs totales ≠ teneurs biodisponibles



INRAE • De nombreuses méthodes d'évaluation : lesquelles choisir/normaliser ?

## Exemple de bioaccumulation le long de la chaîne alimentaire

### ❖ La bioconcentration des PolyChloroBiphényles (PCBs)



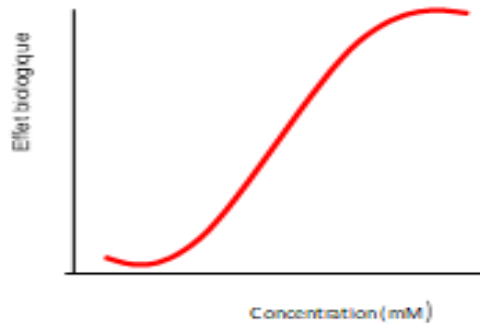
- L'Homme est au sommet des chaînes alimentaires (DJT homme : 20 ng/kg/jour) !

## Des relations doses/effets non linéaires

### ❖ Toxicodynamique : la dose ne fait pas forcément le poison !

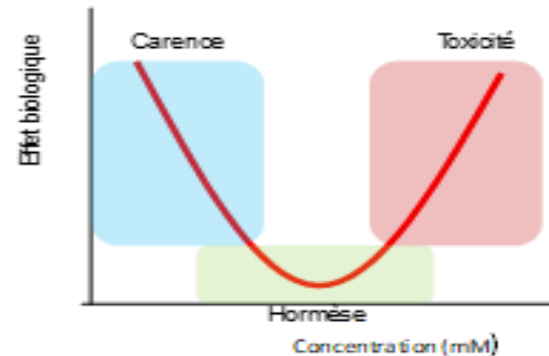
Substance A

Courbe monotone en sigmoïde



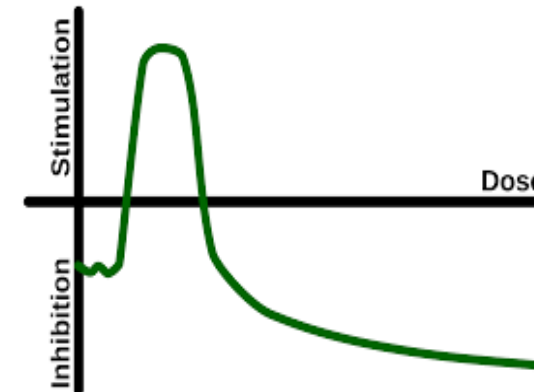
Substance B

Courbe non monotone en U

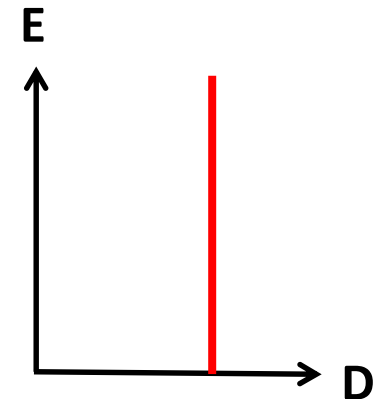


hormèse

Substance C



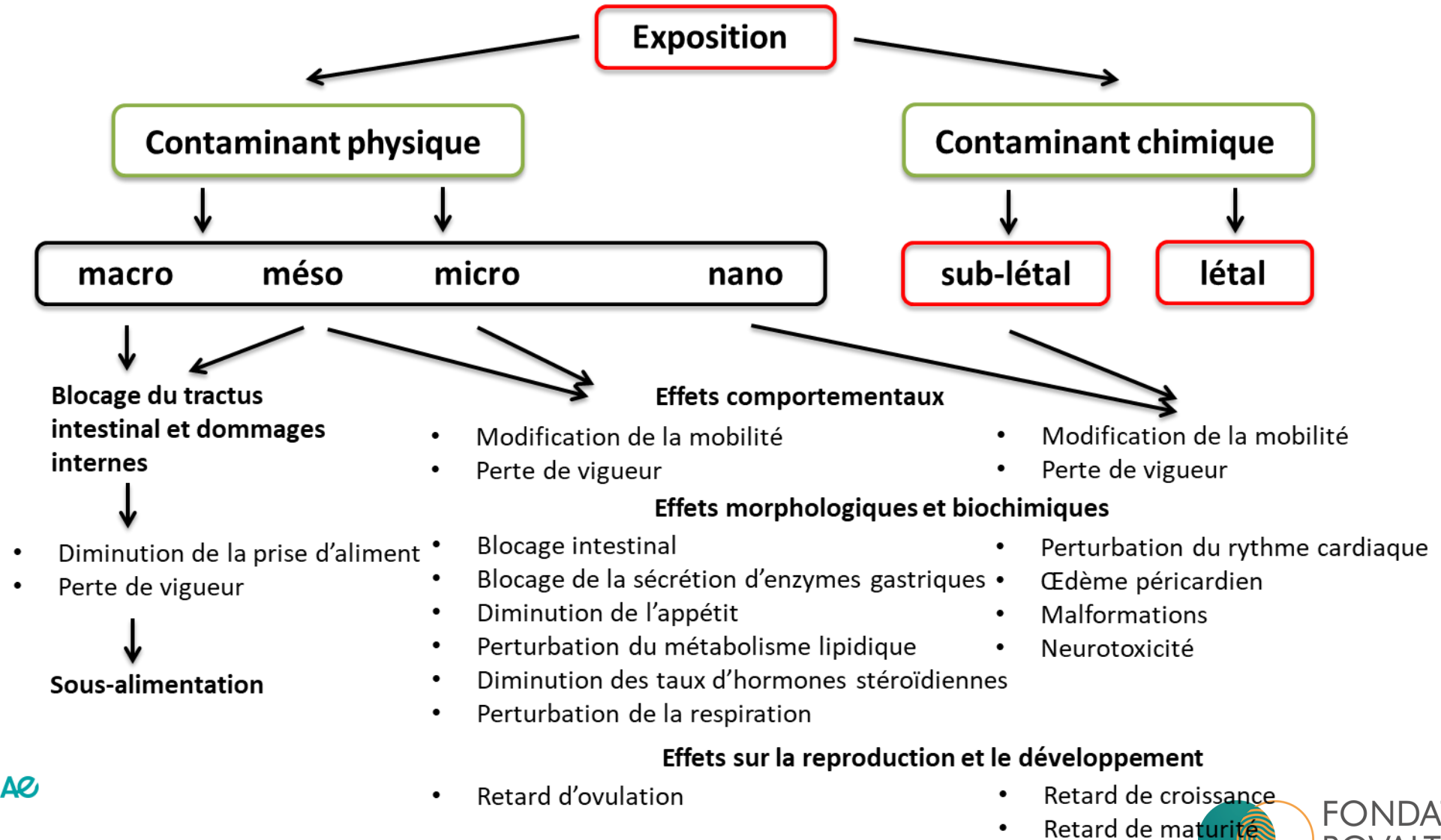
Substance cancérogène



- Des exceptions : perturbateurs endocriniens, nanomatériaux...
- Mais aussi les effets cocktail



# Des effets biologiques varié, directs et indirects



# Les enjeux actuels

## ❖ Techniques

- Utiliser le moins possible de produits polluants et investir dans la compréhension de leurs modes d'actions et leurs effets néfastes sur la santé et les écosystèmes
- Etre proactif dans les substitutions et le remplacement de substances
- Intégrer la complexité des réponses et la nécessité d'études de terrain et de solutions personnalisées en plus des grands principes de contamination et d'effets sur la santé

## Les enjeux actuels

### ❖ Techniques

- Utiliser le moins possible de produits polluants et investir dans la compréhension de leurs modes d'actions et leurs effets néfastes sur la santé et les écosystèmes
- Etre proactif dans les substitutions et le remplacement de substances
- Intégrer la complexité des réponses et la nécessité d'études de terrain et de solutions personnalisées en plus des grands principes de contamination et d'effets sur la santé

### ❖ Cognitifs

- Aider au développement de méthodologies innovantes (ex : AOPs, modélisation prédictive...) applicables aux études de santé humaines et environnementales
- Progresser sur la connaissance des multiexpositions, effets des faibles doses et transgénérationnels

## Les enjeux actuels

### ❖ Techniques

- Utiliser le moins possible de produits polluants et investir dans la compréhension de leurs modes d'actions et leurs effets néfastes sur la santé et les écosystèmes
- Etre proactif dans les substitutions et le remplacement de substances
- Intégrer la complexité des réponses et la nécessité d'études de terrain et de solutions personnalisées en plus des grands principes de contamination et d'effets sur la santé

### ❖ Cognitifs

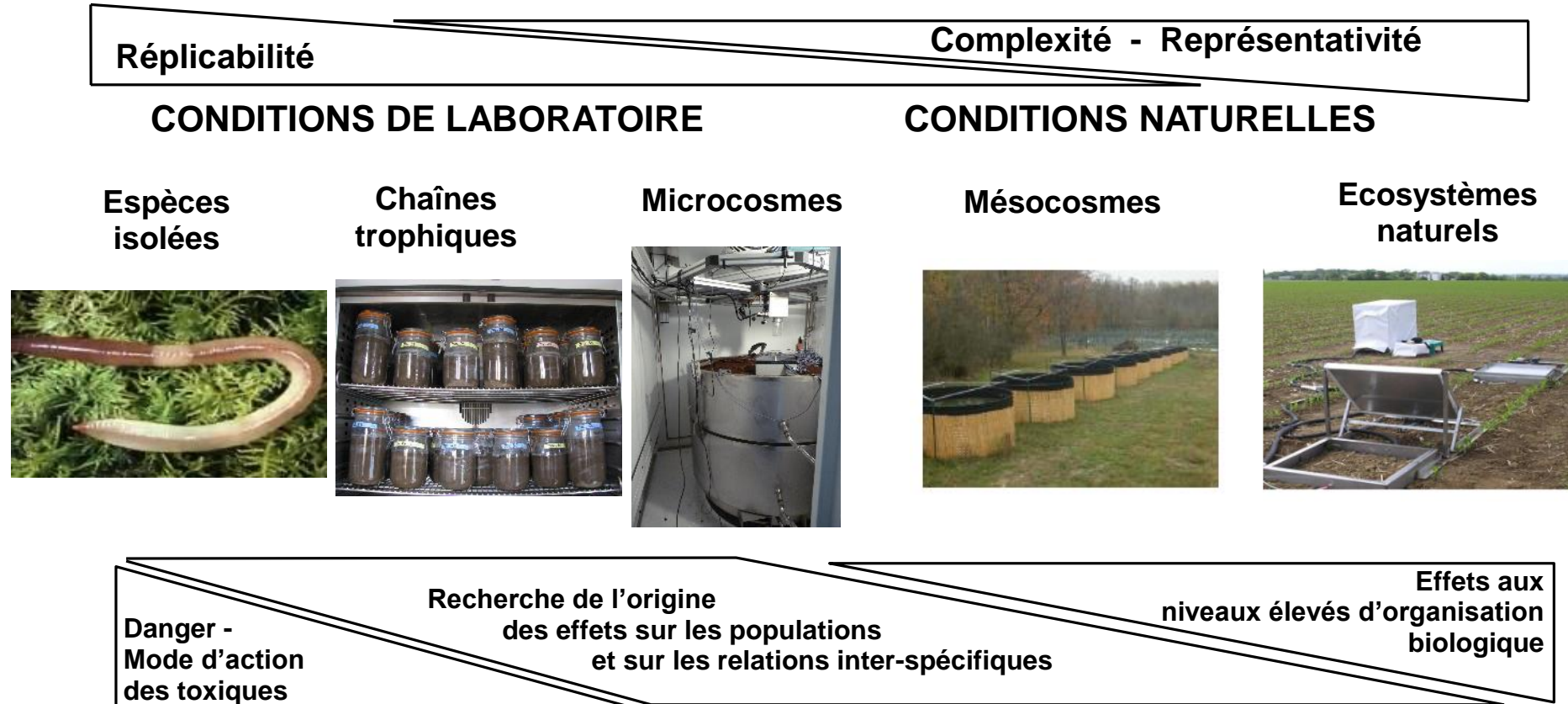
- Aider au développement de méthodologies innovantes (ex : AOPs, modélisation prédictive...) applicables aux études de santé humaines et environnementales
- Progresser sur la connaissance des multiexpositions (vie réelle), effets des faibles doses et transgénérationnels...

### ❖ Relationnels

- Travailler de concert avec les chercheurs pour la mise en place de processus vertueux et de bio remédiation à grande échelle

# Les échelles d'étude

## ❖ Identification des mécanismes ≠ signification écologique



## Les limites de la connaissance

### ❖ Les fenêtres d'exposition aux toxiques

- Sexe, age...

### ❖ Les facteurs confondants

- Mode de vie

### ❖ Les effets épigénétiques et transgénérationnels

### ❖ La temporalité (effet bords/rebonds...) : substitution, pesticides...

## Règlementation et perception sociétale

- ❖ **Une réglementation lourde, mais perfectible**
  - Substance unique vs mélange, pertinence des modèles
- ❖ **Une perception sociétale qui évolue**
  - Rejet de modèles industriels (Monsanto...)
- ❖ **Une incompréhension des avis des agences d'évaluation**
  - Renforcer la science réglementaire : cas du glyphosate
- ❖ **Un renforcement nécessaire des outils d'évaluation a posteriori**
- ❖ **Une sensibilisation des décideurs et politiques à mettre en place**





## Une prise de conscience des entreprises ?

- ❖ Perte de ressources (quantité et qualité), de main d'oeuvre
- ❖ Fermeture si default d'agilité (sanction / fermeture si non respect de la réglementation ?)
- ❖ Nécessité de réinvestissement conséquent sur le temps long si inaction
- ❖ Inversion des systèmes de valeurs (Terre avant argent)
- ❖ Et bien plus encore...



## Quels leviers d'action, quelles solutions pour limiter les pollutions ?

- ❖ **Soutenir** la recherche publique sur les processus de fabrication, et sur les processus de conservation/restauration des milieux
- ❖ **Limiter** les volumes de production/consommation – sobriété/décroissance ? Trouver de nouvelles stratégies d'expansion et des indicateurs de performances autre que l'accroissement financier et physique
- ❖ **Sélectionner** ses partenaires/sous-traitants/distributeurs en fonction de leurs chartes environnementales
- ❖ **Développer** au sein de la communauté des entrepreneurs et des entreprises le consensus général de la 'responsabilité environnementale face aux polluants' afin d'imposer une modification globale des comportements
- ❖ ....

# Conclusions

- ❖ **Les pollutions : des menaces planétaires qui s'amplifient**
- ❖ **En interaction avec les grands enjeux actuels : dérèglement climatique, perte de biodiversité, santé globale...**
- ❖ **Des besoins de connaissances : exposition aux stressseurs multiples, vulnérabilité, résilience (pandémies...)**
- ❖ **Des besoins d'évolution des pratiques industrielles, agricoles et domestiques**
- ❖ **Des besoins de partenariats publics/privés sur des questions concrètes**
- ❖ **Des besoins de communication et de formation**

Merci pour votre attention, et place à la discussion !!!!

