



**HAL**  
open science

## Exposome et (Eco)Toxicologie

Christian Mougin

► **To cite this version:**

Christian Mougin. Exposome et (Eco)Toxicologie. Journée “ Contamination chronique des agroécosystèmes aux Suds ”, CIRAD, Oct 2023, Montpellier, France. hal-04241074

**HAL Id: hal-04241074**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04241074v1>**

Submitted on 13 Oct 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 - NoDerivatives 4.0 International License

# Exposome et (Eco)Toxicologie

**Christian Mougin**

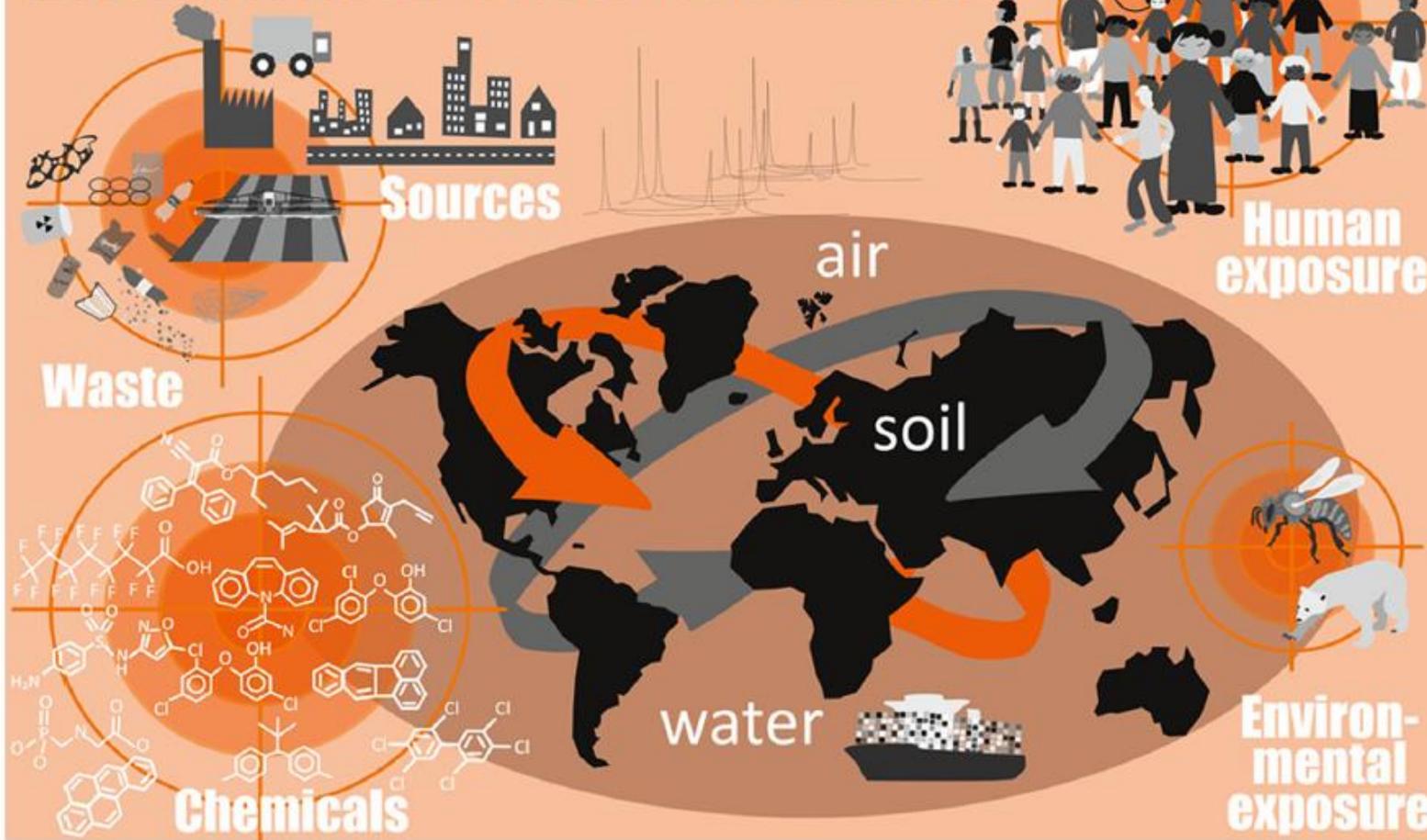
**INRAE, UMR ECOSYS, Palaiseau, France**

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



# One planet - one health

## Global assessment of chemicals and waste



Brack et al. *Environmental Sciences Europe* (2022) 34:21  
<https://doi.org/10.1186/s12302-022-00602-6>

Environmental Sciences Europe

POLICY BRIEF

Open Access

### One planet: one health. A call to support the initiative on a global science–policy body on chemicals and waste

Werner Brack<sup>1,2\*</sup>, Damia Barcelo Culleres<sup>3,4</sup>, Altstair B. A. Boxall<sup>5</sup>, Hélène Budzinski<sup>6</sup>, Sara Castiglioni<sup>7</sup>, Adrian Covac<sup>8</sup>, Valeria D'Alto<sup>9</sup>, Beate I. Escher<sup>1,10</sup>, Peter Fantke<sup>1,10</sup>, Faith Kandle<sup>12</sup>, Despo Fatta-Kassinos<sup>13</sup>, Félix J. Hernández<sup>14</sup>, Klara Hilscherová<sup>15</sup>, Juliane Hollender<sup>16,17</sup>, Henner Hollert<sup>7</sup>, Annika Jahnke<sup>1,18</sup>, Barbara Kasprzyk-Hordern<sup>19</sup>, Stuart J. Khan<sup>20</sup>, Andreas Kortenkamp<sup>21</sup>, Klaus Kümmerer<sup>22</sup>, Brice Lalonde<sup>23</sup>, Marja H. Lamoree<sup>24</sup>, Yves Lev<sup>23</sup>, Pablo Antonio Lara Martín<sup>25</sup>, Cassiana C. Montagner<sup>26</sup>, Christian Mougin<sup>27</sup>, Titus Msagati<sup>28</sup>, Jörg Oehlmann<sup>29</sup>, Leo Posthuma<sup>29,30</sup>, Malcolm Reid<sup>31</sup>, Martin Reinhard<sup>32</sup>, Susan D. Richardson<sup>33</sup>, Paweł Rostkowski<sup>34</sup>, Emma Schymanski<sup>35</sup>, Flurina Schneider<sup>36</sup>, Jaroslav Slobodnik<sup>37</sup>, Yasuyuki Shibata<sup>38</sup>, Shane Allen Snyder<sup>39</sup>, Fernando Fabriz Sodré<sup>40</sup>, Ivana Teodorović<sup>41</sup>, Kevin V. Thomas<sup>42</sup>, Gisela A. Umbuzeiro<sup>43</sup>, Pham Hung Viet<sup>44</sup>, Karina Gin Yew-Hoong<sup>45</sup>, Xiaowei Zhang<sup>46</sup> and Ettore Zuccato<sup>7</sup>

#### Abstract

The chemical pollution crisis severely threatens human and environmental health globally. To tackle this challenge the establishment of an overarching international science–policy body has recently been suggested. We strongly support this initiative based on the awareness that humanity has already likely left the safe operating space within planetary boundaries for novel entities including chemical pollution. Immediate action is essential and needs to be informed by sound scientific knowledge and data compiled and critically evaluated by an overarching science–policy interface body. Major challenges for such a body are (i) to foster global knowledge production on exposure, impacts and governance going beyond data-rich regions (e.g., Europe and North America), (ii) to cover the entirety of hazardous chemicals, mixtures and wastes, (iii) to follow a one-health perspective considering the risks posed by chemicals and waste on ecosystem and human health, and (iv) to strive for solution-oriented assessments based on systems thinking. Based on multiple evidence on urgent action on a global scale, we call scientists and practitioners to mobilize their scientific networks and to intensify science–policy interaction with national governments to support the negotiations on the establishment of an intergovernmental body based on scientific knowledge explaining the anticipated benefits for human and environmental health.

**Keywords:** Chemical pollution, Science–policy body on chemicals, Planetary boundaries, One-health perspective, Systems thinking

#### A call to action

Climate change and biodiversity loss are well known to pose a threat to humankind and the global environment and are rightly in the focus of global policies and the public. However, a third major challenge on a global level of the same significance is the chemical pollution crisis that severely threatens human and environmental health

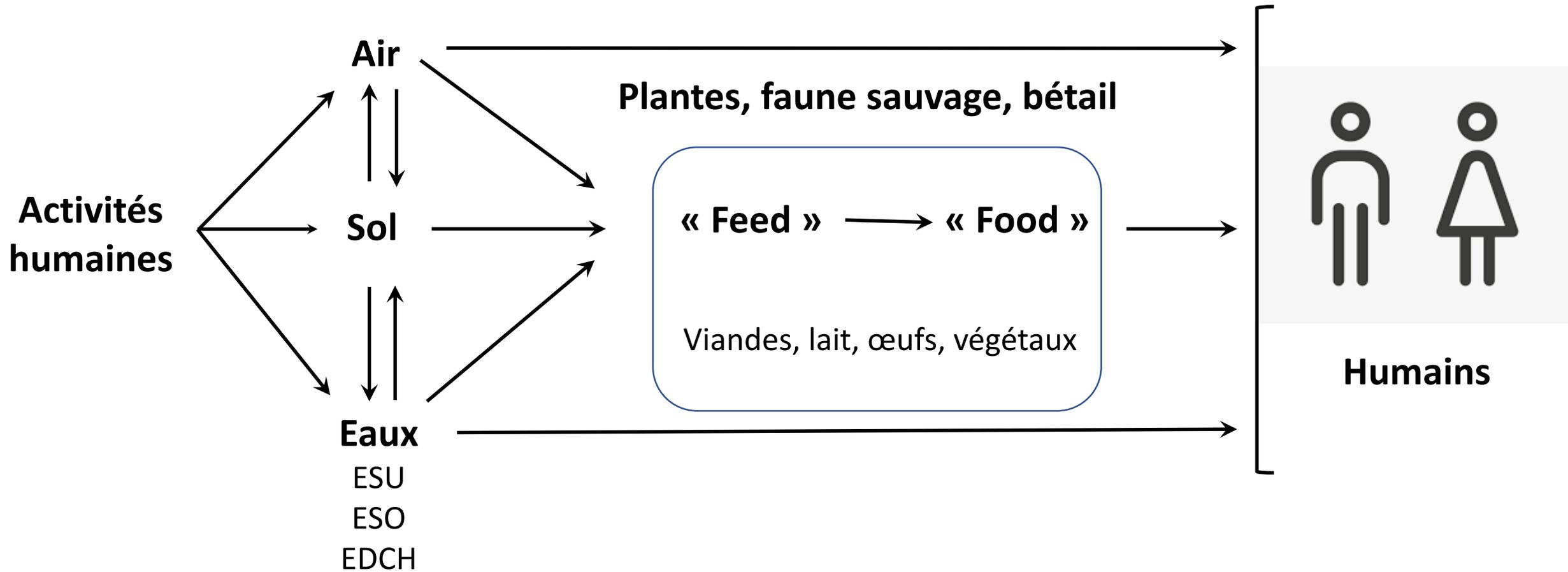
\*Correspondence: [wernerbrack@ufz.de](mailto:wernerbrack@ufz.de)

<sup>1</sup>UFZ Helmholtz Centre for Environmental Research, Permoserstraße 15, 04318 Leipzig, Germany  
 Full list of author information is available at the end of the article

Springer Open

© The Author(s) 2022. **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

# Une chaine pressions / expositions / impacts



# L'exposome, l'empreinte des expositions d'une vie !

Concerne les expositions des individus à des facteurs chimiques, physiques, biologiques, sociologiques, pour comprendre leur influence sur la santé

Notion proposée dans le contexte de santé publique (2005)

Le Conseil National de la Recherche US a introduit en 2012 la notion de surveillance et l'intégration de l'ensemble des expositions

Une priorité affichée, par exemple :

- INRAE 2030 : OS 4 : favoriser une approche globale de la santé, 4.2: pollutions, contaminants et exposome
- Inserm : Plan stratégique 2021-2025 : approches globales santé-environnement



# Infrastructures et programmes

**MetaboHub (Metatoul) : métabolomique et fluxomique, INRAE, CNRS, CEA...**

**France Exposome : Inserm, EHESP, Ineris, INRAE, Oniris, Université Paris Cité, Université de Rennes**

**> EIRENE Environmental Exposure Assessment Research Infrastructure**



**France Cohortes : approches non ciblées, biomarqueurs, épidémiologie**

**Métaprogramme INRAE Syalsa: les questions de santé comme moteur pour transformer les systèmes alimentaires**

**AAP Inserm/INRAE 2023 : exposome et santé**

**PARC : Partnership for the Assessment of Risks from Chemicals, coordonné par l'Anses (2021-2027, 200 partenaires de 28 pays)**

- Concevoir une évaluation des risques des substances chimiques de nouvelle génération afin de mieux protéger la santé et l'environnement



# De l'exposome à l'écoexposome

**Un accent fort actuellement porté sur des problématiques de santé humaine (sang, urine, cheveux...) ou environnement de l'être humain (air, aliments, eau)**

**Mais intérêt de l'application de la notion aux organismes non humains (perturbateurs endocriniens)**

➤ **Éléments utiles pour l'analyse des effets des pollutions sur la biodiversité et les écosystèmes**

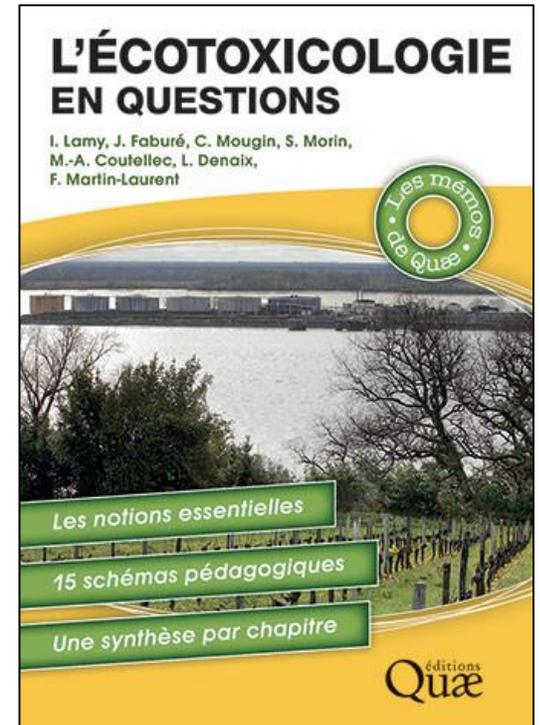
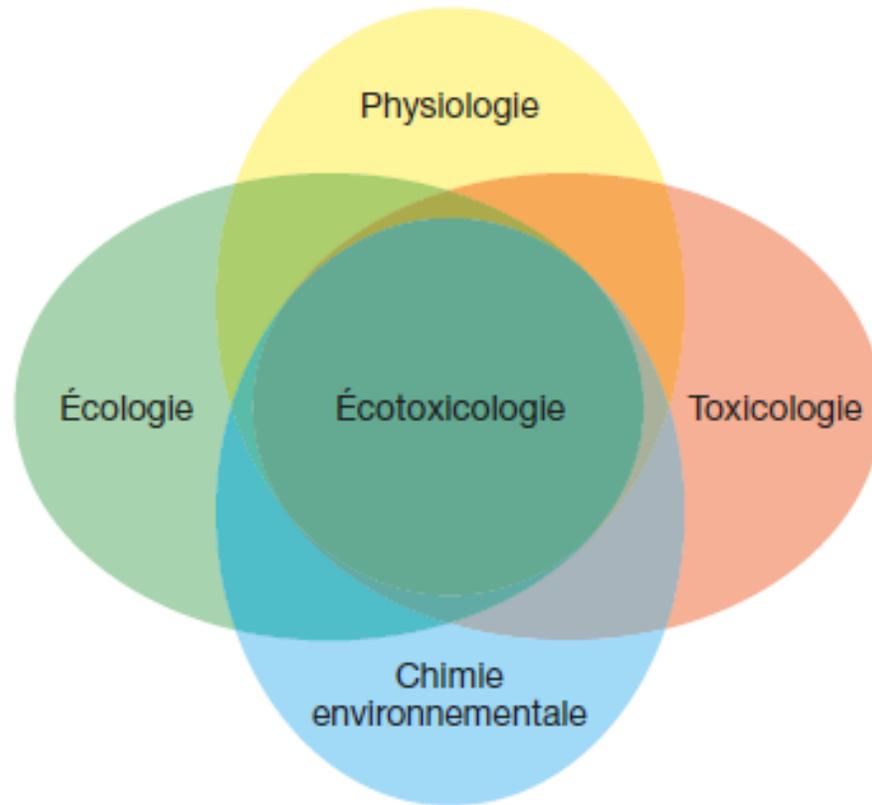
**Quantification de l'exposition aux combinaisons de contaminants présents à l'état de traces dans les matrices**

**Qualification des dangers pour les fonctions écologiques, les services écosystémiques et la biodiversité**

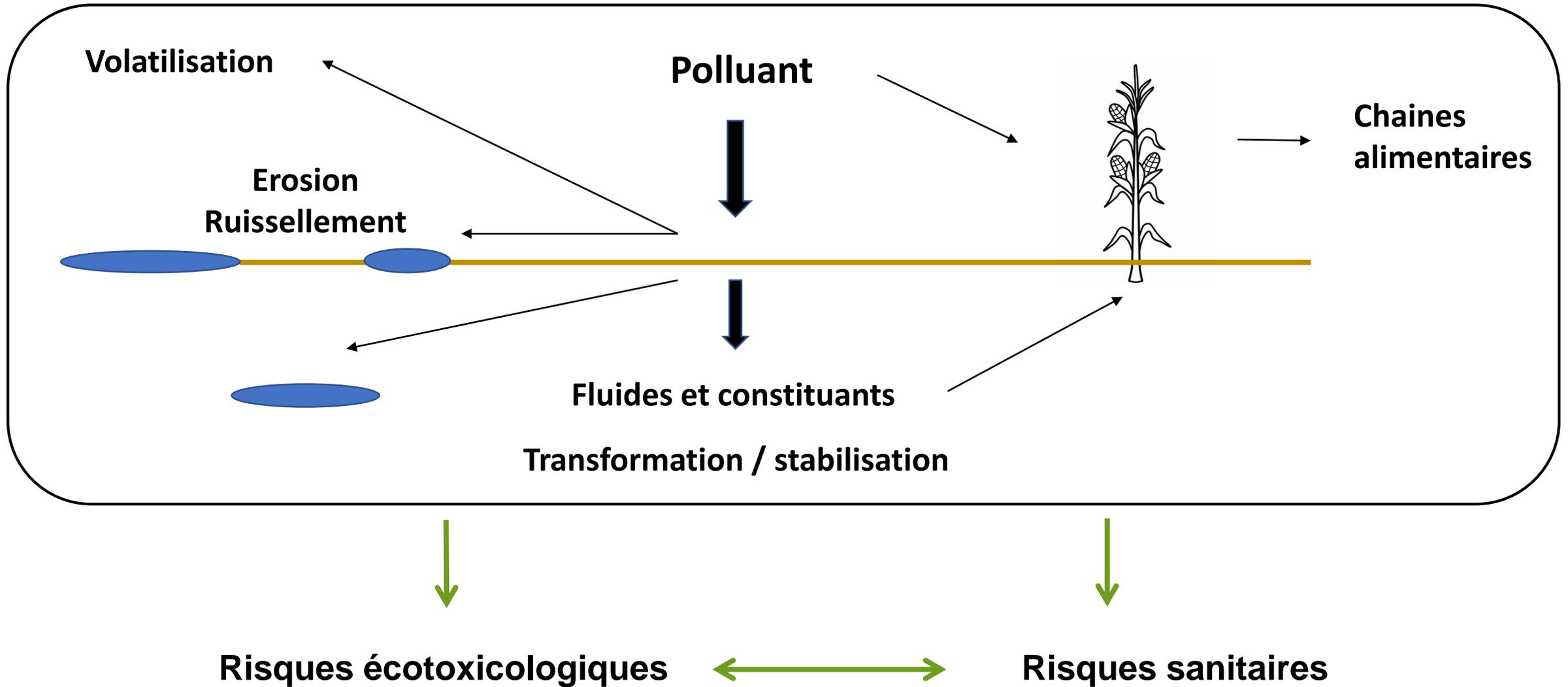
➤ **Vers l'écotoxicologie !**

# L'écotoxicologie, science intégrative, à l'interface de plusieurs disciplines fondamentales

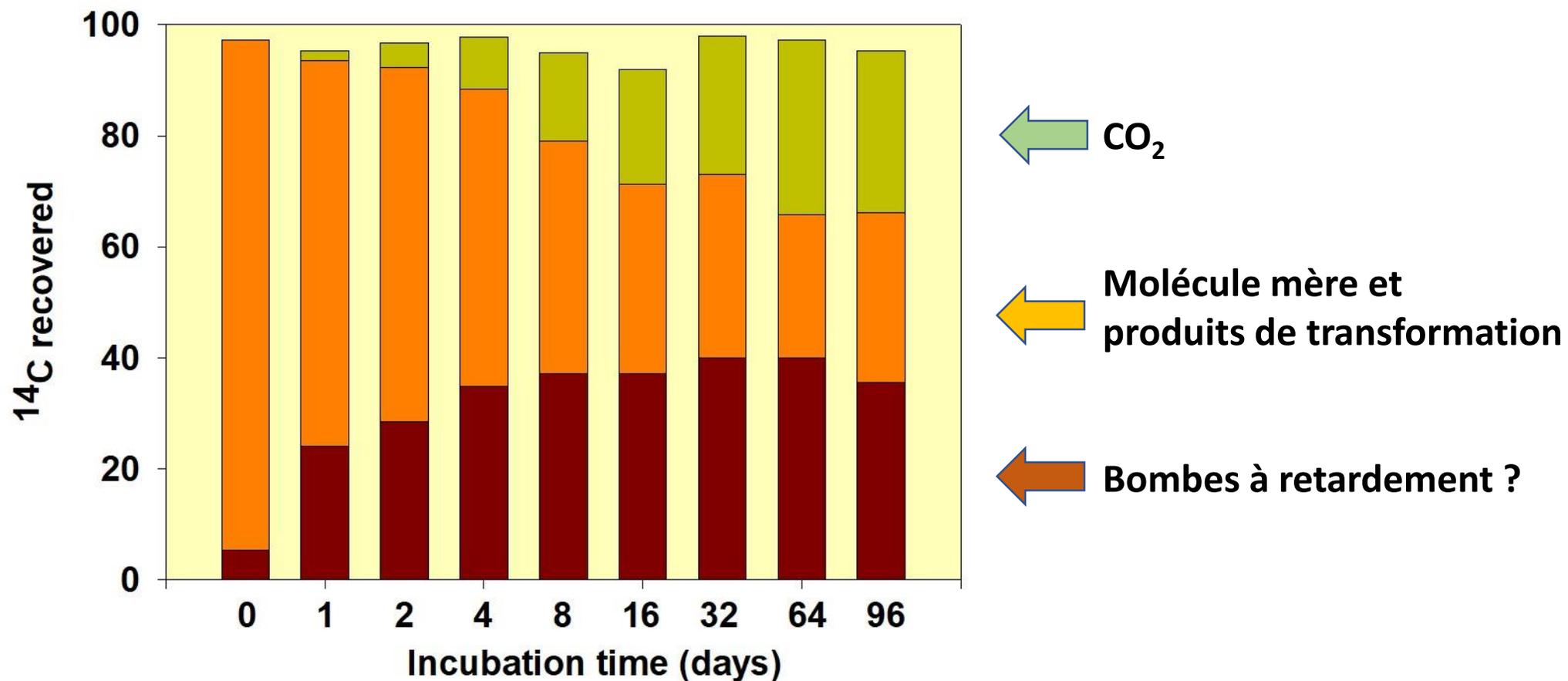
Science devant faire l'intégration de la toxicologie et de l'écologie, dont les objectifs sont de **comprendre et prédire les effets de contaminants sur les communautés naturelles**, pour des **régimes d'exposition réalistes d'un point de vue environnemental** (Chapman, 2002)



# Une approche globale



# Les polluants s'accumulent dans le sol



- Un comportement général
- Des répartitions différentes selon les sols / polluants
- Des conséquences sur le long terme

# Une notion clé, la biodisponibilité > expositions

Teneurs totales ≠ teneurs biodisponibles et potentiellement bioactives

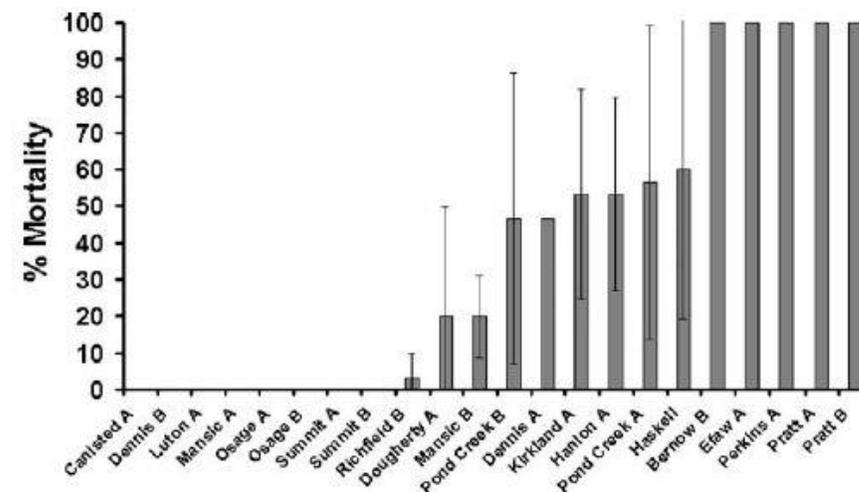
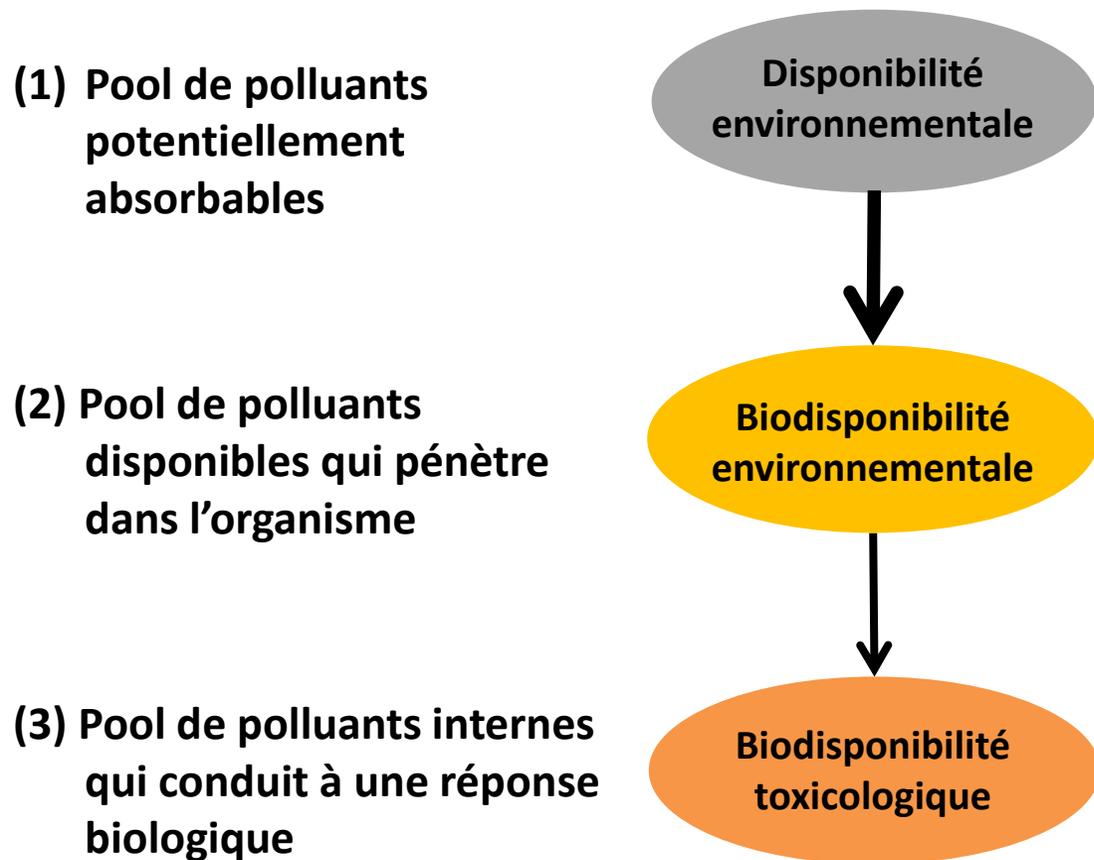
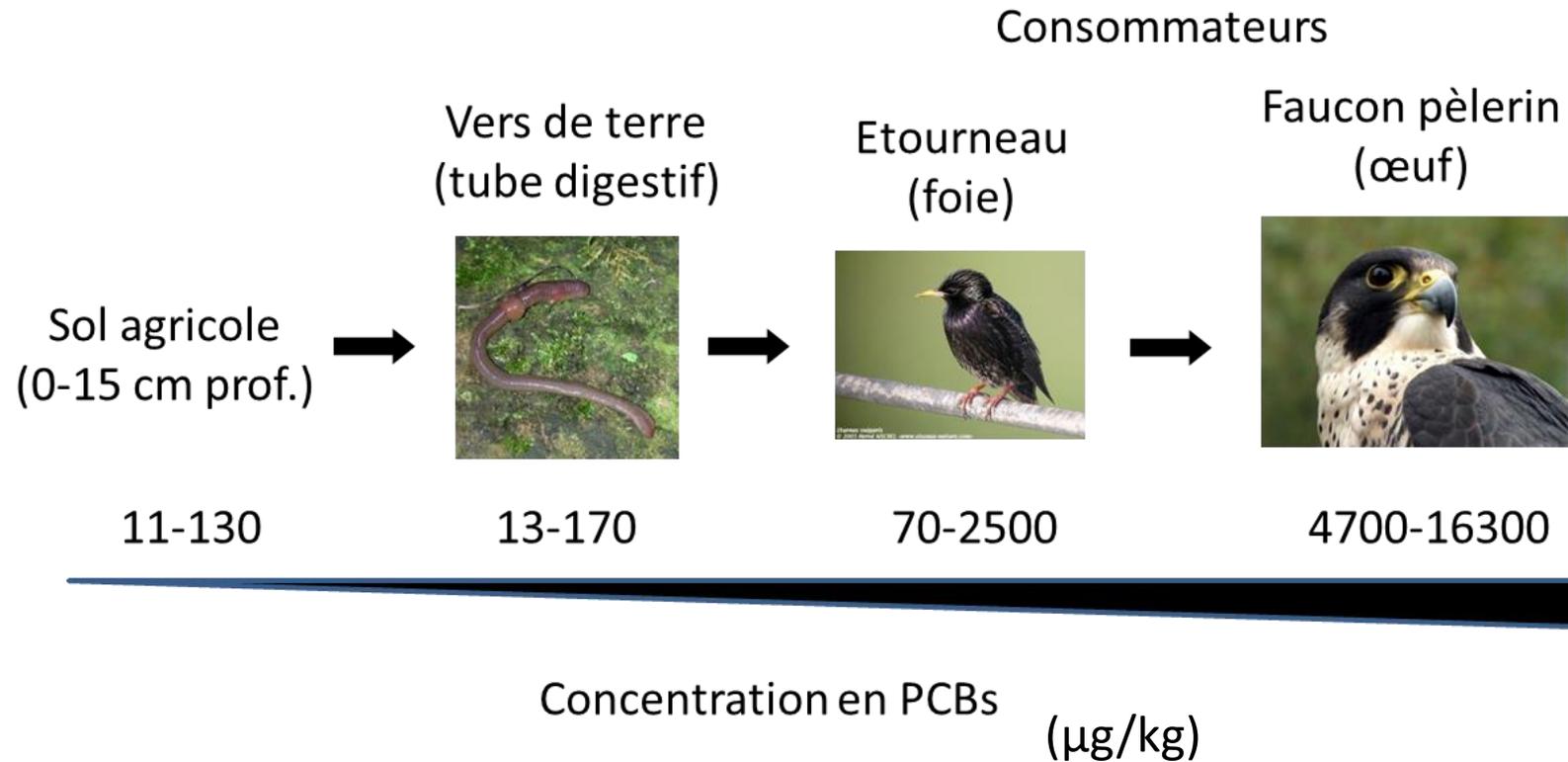


Fig. 1. Range of earthworm responses to soils varying in physical/chemical characteristics and spiked with 2000 mg Pb/kg (unpublished data).

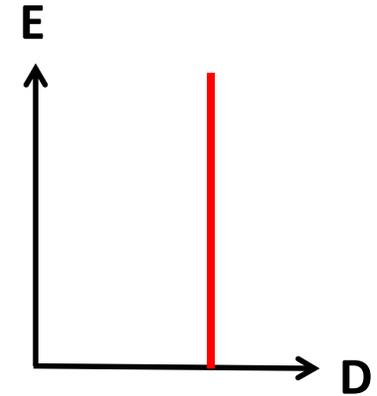
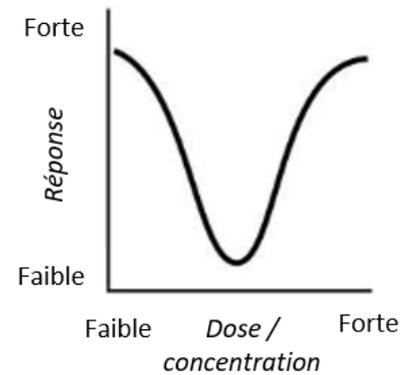
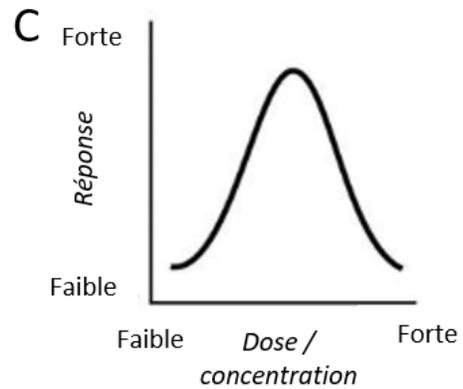
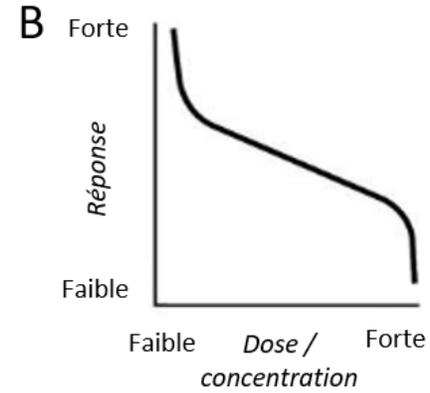
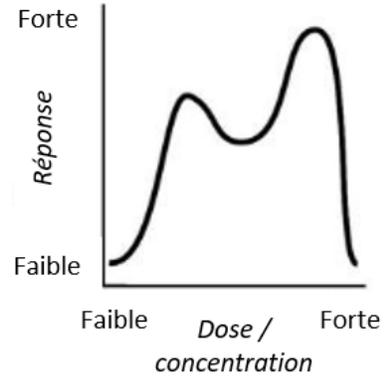
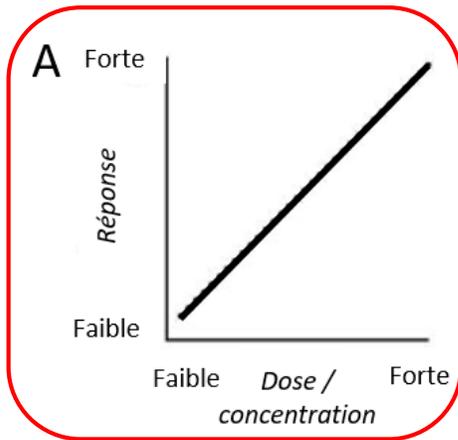
**40% sans effet, 40 % mortalité variable de 5 à 60%, 20 % des sols -> mortalité**

# Les polluants se concentrent dans les réseaux trophiques



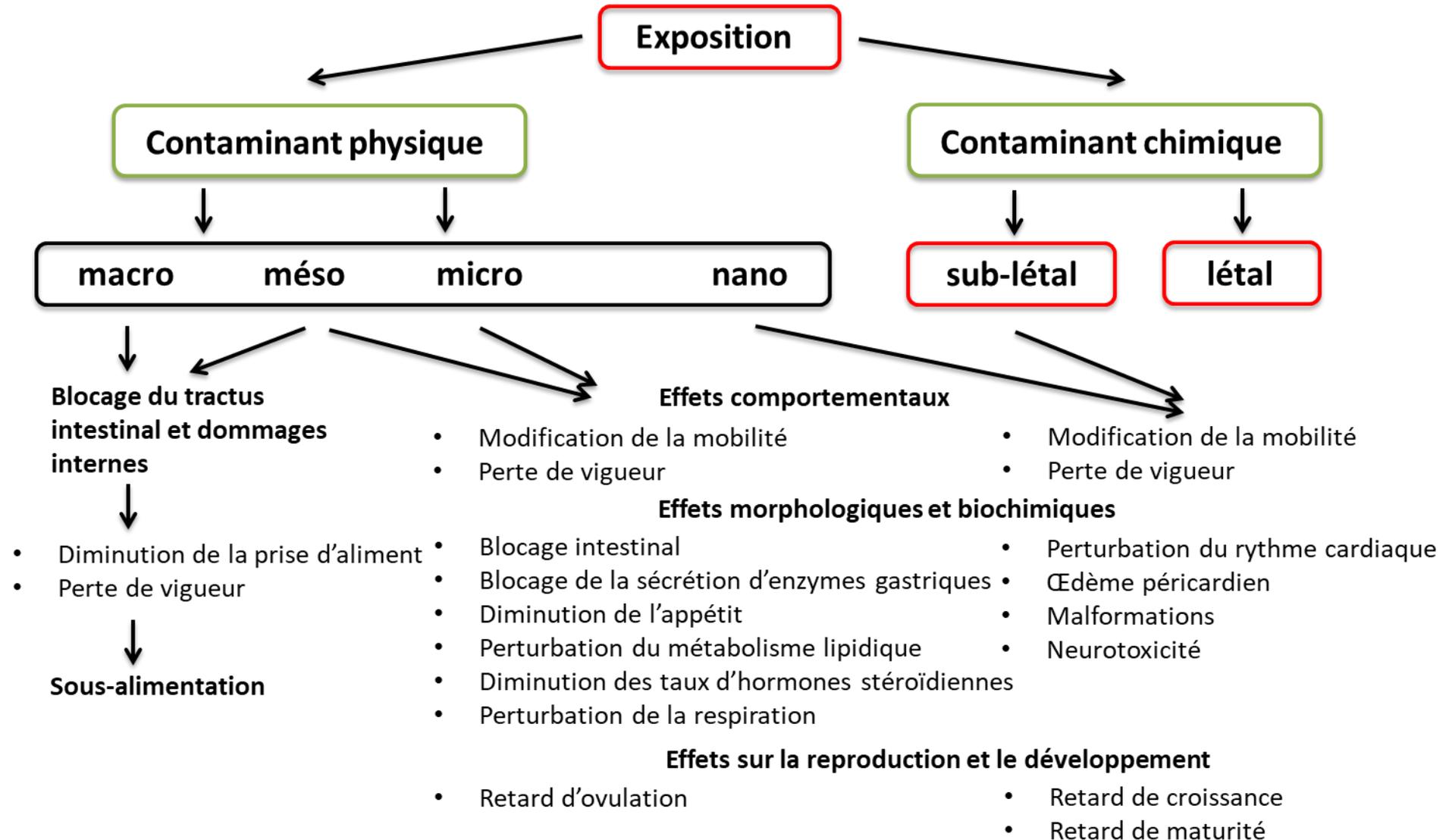
**L'Homme est au sommet de chaînes alimentaires !**

# La dose ne fait pas forcément le poison !



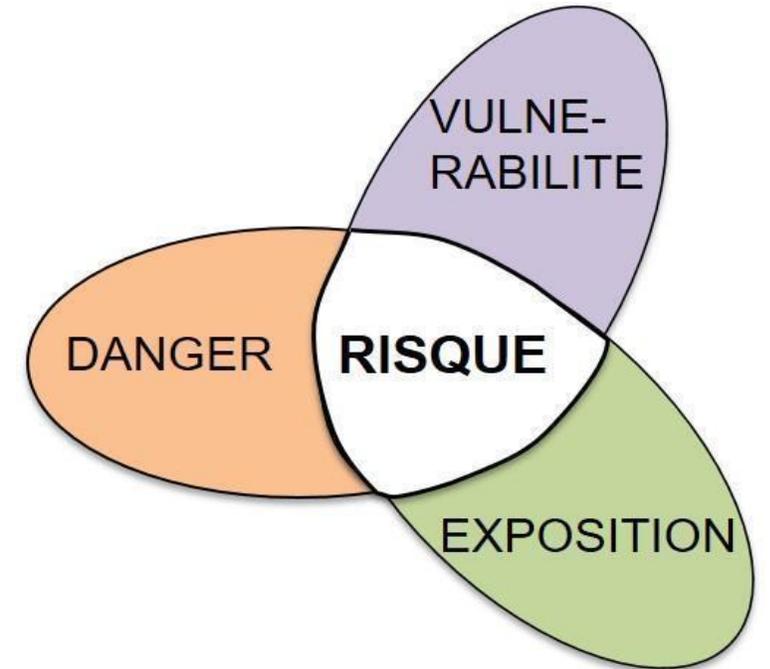
**Ex : les perturbateurs endocriniens**

# Les effets biologiques sont multiples



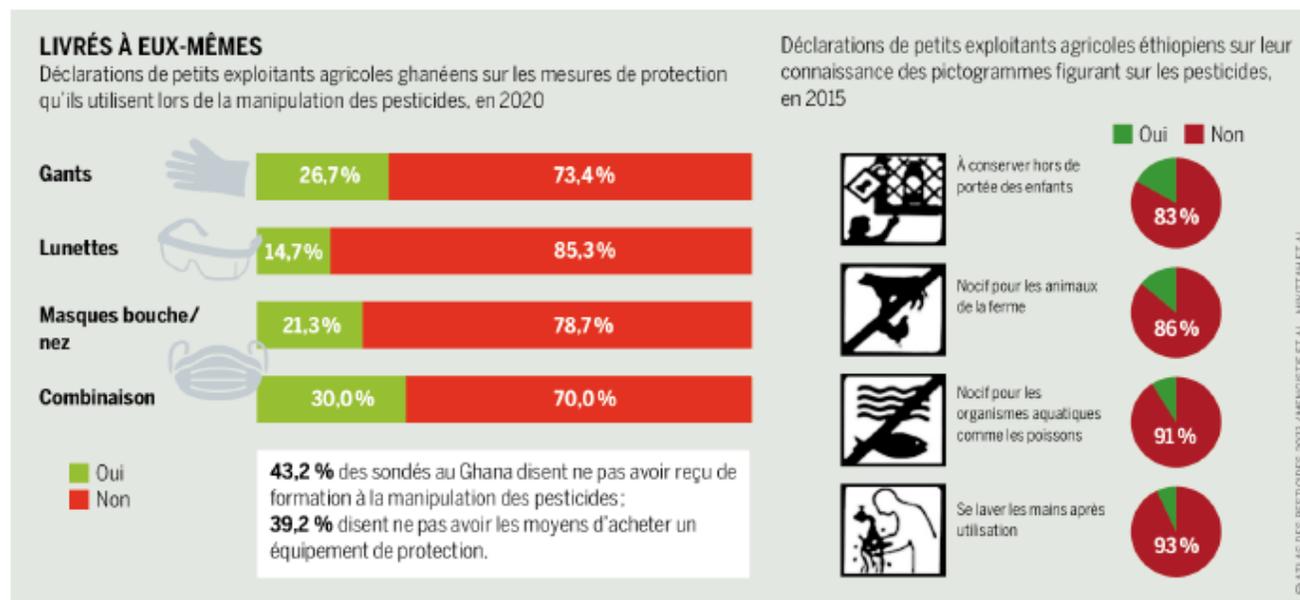
# Danger et risque

- **Danger** : cause/menace possible de dommage à l'environnement, à une personne... : agent biologique, chimique, physique...
- **Exposition** : distribution de probabilité qui croise quantité et temps de contact avec un danger
- **Risque** : **danger x exposition** = probabilité d'occurrence d'un danger : incertitude... x **vulnérabilité**
- **Vulnérabilité** : facteurs de sensibilité intrinsèques des cibles dépendant de paramètres extrinsèques spécifiques du contexte



# Pesticides et pays du Sud

- Une utilisation des pesticides  $\pm$  importante selon les continents et les cultures
- Des contextes pédoclimatiques spécifiques
- Des hotspots de pollution : CLD, TCDD, OGMs/résistances
- Des mésusages liés à une méconnaissance des usages et des conseils non appropriés
- Des impacts environnementaux (milieux, biodiversité) et sanitaires avérés... ou à venir



Atlas des pesticides, 2023

# Conclusions

- **Se positionner à l'échelle de la santé globale**
- **Lier l'étude de l'exposome à l'(éco)toxicologie : développer l'interdisciplinarité**
- **Développer des infrastructures dans le domaine de l'analyse chimique environnementale**
- **Associer des approches de d'(éco)toxicologie prédictive (AOPs...) : passer de la corrélation à la causalité**
- **Porter un effort sur les pays du Sud**

**Merci pour votre attention !**