



AgroParisTech

Plastiques et dérivés : quels impacts écotoxicologiques sur les écosystèmes terrestres ?

Christian MOUGIN & Isabelle LAMY

UMR1402 ECOSYS, 78026 Versailles



Plastiques et écosystèmes terrestres (1)

❖ Analyse WoS 1956-2016

plastic*: 401 063

plastic* AND ecotox*: 151

plastic* AND ecotox* AND soil*: 18

plastic* AND ecotox* AND terrestr*: 14

bioplastic*: 1 020

bioplastic* AND ecotox*: 5

bioplastic* AND ecotox* AND soil*: 2

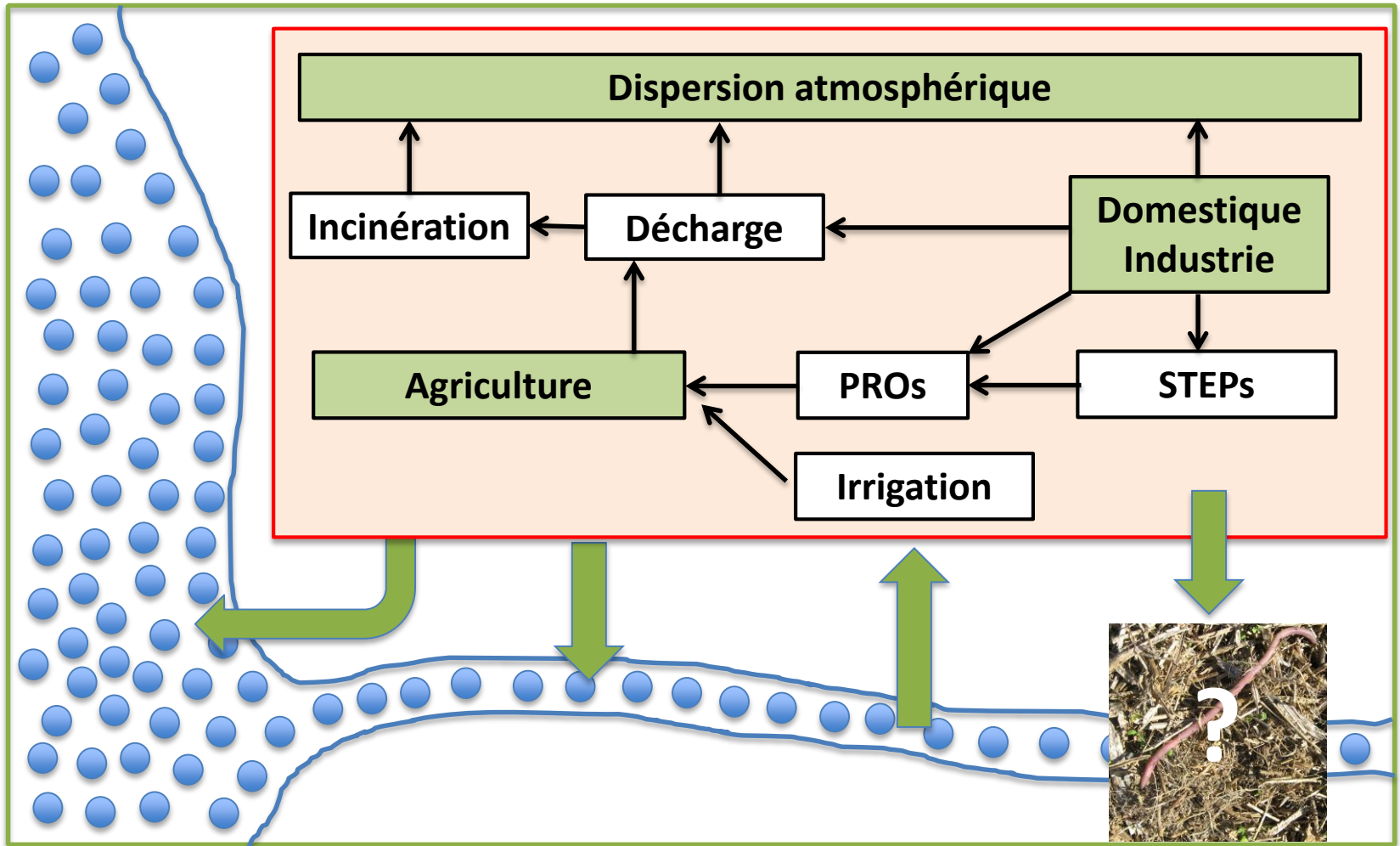
bioplastic* AND ecotox* AND terrestr*: 1

❖ Une littérature récente abondante (synthèses...), quelques frémissements concernant les sols

Plastiques et écosystèmes terrestres (2)

- ❖ **A l'origine de la contamination des écosystèmes (continentaux)**
- ❖ **Grande diversité de compositions chimiques (pétrole et bio)**
- ❖ **Faible prise en compte juridique et réglementaire**
 - Echappent à Reach
 - U44-164 : inertes dans les amendements organiques
 - ISO 17556: 2012 : biodégradabilité aérobie
 - EN 13432:2000 : biodégradabilité et compostabilité des produits d'emballage
 - U52-001:2005 : caractérisation des matériaux de paillage pour l'agriculture et l'horticulture
 - NF T 51-800 et le projet CEN TC249 00249875:2016 sur les bioplastiques en agriculture : biodégradation et écotoxicité
 - ...

Le contexte



(Adapté de Dris et al., Environ Chem 2015)

La contamination des sols

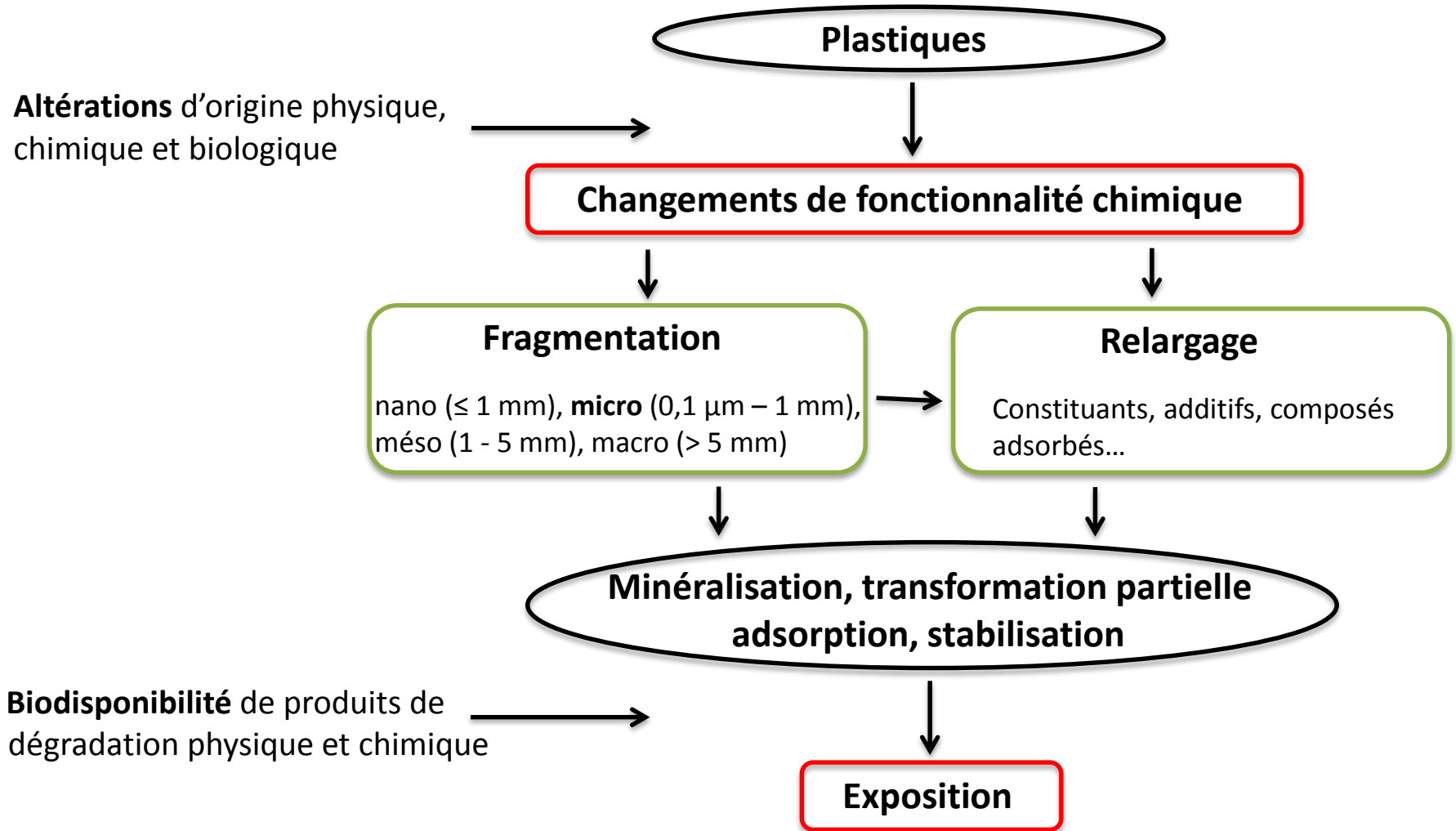
- ❖ Pas de données quantitatives directes > entrées
- ❖ Retombées atmosphériques
 - 100 items/m²/j en milieu urbain > 0,7 item/kg sol/j et 250 items/kg sol/an > 27 µg/kg/an
- ❖ Produits résiduaux organiques
 - Boues : 1000 items/kg MS > 170 items/kg sol/épandage
- ❖ Irrigation
 - Maïs : 2000 m³/ha et 10000 part/m³ > 1 items/kg sol/cycle cultural
- ❖ Paillage (bioplastiques)
 - 200 kg/ha > 130 mg/kg
- ▶ Sédiments : 1-10 items/kg



(© G. Paillard, INRA)



Quel devenir des plastiques dans les sols?



(Adapté de Lambert et al., Rev Environ Contam Toxicol 2014)

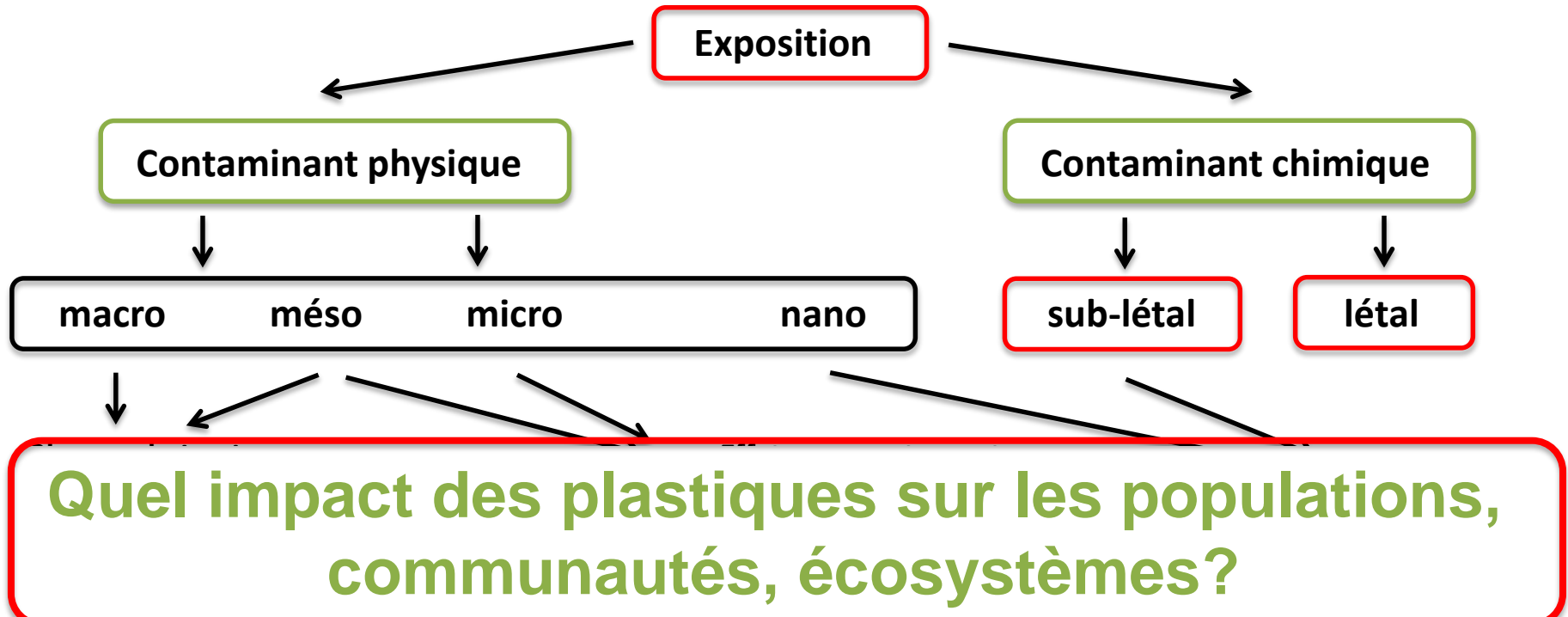
Premiers constats

- ❖ **Une diversité inconnue (cinétiques, formes...)**
- ❖ **Un apport par certaines formes de PRO (boues, composts?)**
- ❖ **Une persistance établie : des fibres détectées dans les sols 15 ans après l'application de boues**
- ❖ **Une accumulation probable : le rôle fouisseur des vers de terre limite les réactions de photo-dégradation (vs t°)**
- ❖ **Les sols : des puits de plastiques, mais aussi des sources!**
- ❖ **L'exposition des organismes (sols et faune sauvage) est encore peu étudiée, de même que les transferts dans les réseaux trophiques**

Des effets biologiques potentiellement nombreux

- ❖ **Contaminants chimiques et physiques**
- ❖ **Constituants (monomères) : PE, PS, PVC**
- ❖ **Catalyseurs : métaux**
- ❖ **Additifs : phthalates, retardateurs de flamme, bisphénols A et F...**
- ❖ **Charges : talc, dioxyde de Ti**
- ❖ **Polluants du milieu adsorbés : cocktails**
 - Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb**
 - POPs, PFOSs, PCBs, HAPs...**
- ❖ **Vecteurs d'espèces invasives (eaux) : sols?**
- ▶ **Quelles quantités, quelle exposition, quels impacts?**

Quel impact des plastiques sur les organismes?



Quel impact des plastiques sur les populations, communautés, écosystèmes?

- Diminution de la prise d'aliment
- Perte de vigueur
- Blocage intestinal
- Blocage de la sécrétion d'enzymes gastriques
- Diminution de l'appétit
- Perturbation du métabolisme lipidique
- Diminution des taux d'hormones stéroïdiennes
- Perturbation de la respiration
- Perturbation du rythme cardiaque
- Œdème péricardien
- Malformations
- Neurotoxicité

↓
Sous-alimentation

Effets sur la reproduction et le développement

- Retard d'ovulation
- Retard de croissance
- Retard de maturité

L'évaluation « réglementaire »

- ❖ **Concerne essentiellement les bioplastiques**
- ❖ **Toxicité aigüe**
 - ISO DIS 11268-1:2011 : *Eisenia fetida/andrei*
- ❖ **Toxicité chronique**
 - ISO 11269-2:2012 (ou OCDE 208) : plantules
 - ISO 16387:2014 (ou OCDE 220) : *Enchytraeus sp.*
 - ISO 11268-2:2012 : *Eisenia fetida*
 - ISO 15685:2012 : nitrification
- ▶ **Difficultés d'interprétation (vieillesse, dose, substrat)**
- ▶ **Peu d'effets significatifs, sauf sur les micro-organismes (respiration, nitrification)**



(© G. Paillard, INRA)

L'évaluation expérimentale sur *Lumbricus terrestris* (1)

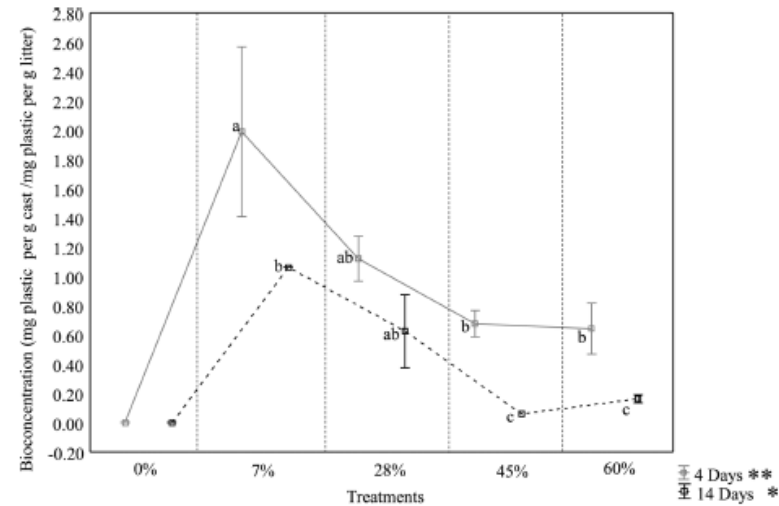
- ❖ Mésocosmes contenant de 0 à 1,2 % (p/p) de poudre de PE (< 400 µm) dans la litière déposée en surface
- ❖ Exposition de 14 et 60 jours
- ❖ A 60 jours :
 - mortalité ↗ à $\geq 0,4$ %
 - croissance ↘ à $\geq 0,4$ %
 - ingestion ↗ à $\geq 0,4$ %
 - nombre de galeries ↘ à = 0,4 %
 - pas d'effet sur la reproduction (production et biomasse des cocons)
 - pas d'effet sur le positionnement vertical des vers
- ▶ Effets possibles sur la décomposition de la matière organique et les cycles biogéochimiques



(Lwanga et al., Environ Sci Technol 2016)

L'évaluation expérimentale sur *Lumbricus terrestris* (2)

- ❖ Ingestion de litière contenant de 0 à 15 % (p/p) de poudre de PE en boîte de Petri > turricules
- ❖ Exposition de 4 jours
- ❖ A 4 jours :
 - pas de mortalité
 - croissance ↘ à 1 et 15 %
 - bioconcentration en plastiques dans turricules et TD 0,45 % (p/p)
 - excrétion taille-dépendante

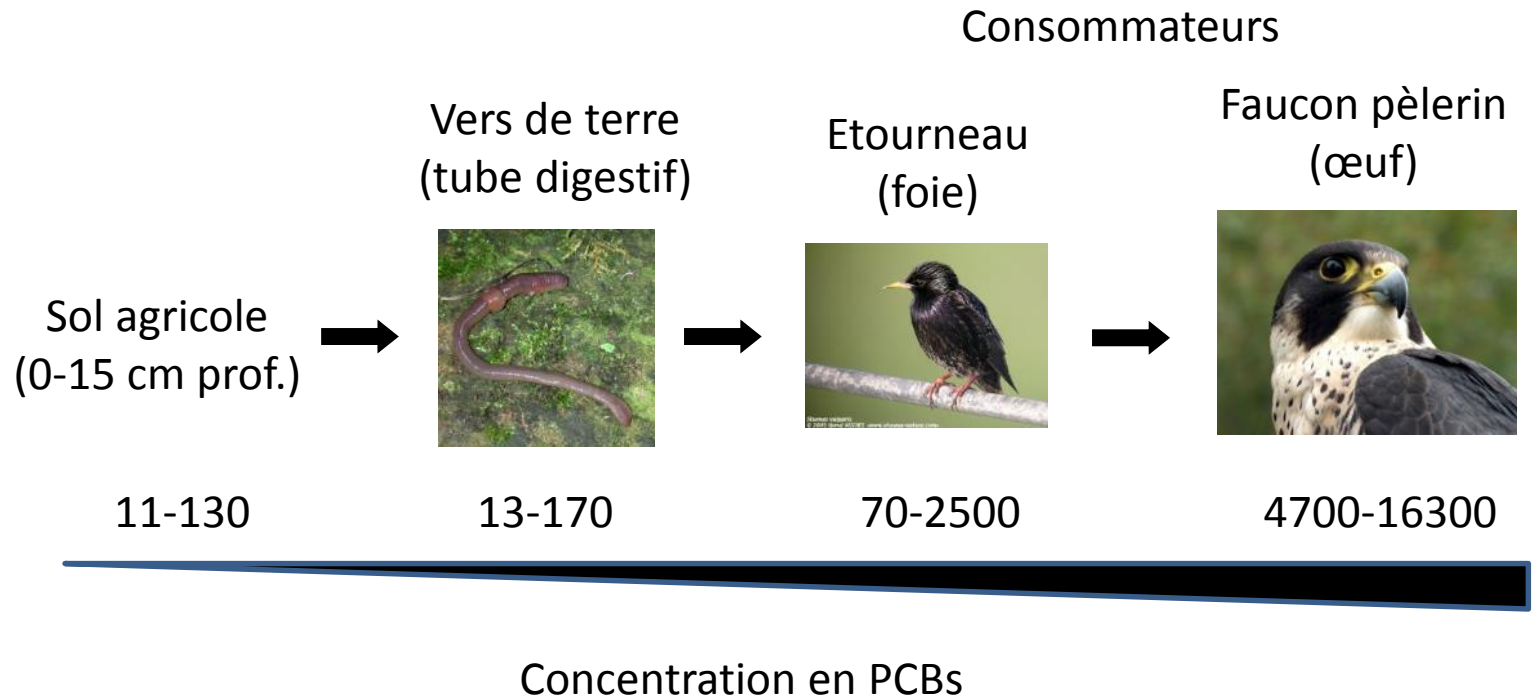


- ▶ Incorporation au sol et transfert possible dans les réseaux trophiques

(Lwanga et al., Environ Sci Technol 2016)

Le transfert dans les réseaux trophiques

❖ L'exemple des PCBs (Tarradellas) ppb



❖ Mais aussi : hérissons, sangliers...

Et la faune sauvage?

SCIENCE AND SOCIETY

Wildlife cancer: a conservation perspective

Denise McAloose and Alisa L. Newton

Abstract | Until recently, cancer in wildlife was not considered to be a conservation concern. However, with the identification of Tasmanian devil facial tumour disease, sea turtle fibropapillomatosis and sea lion genital carcinoma, it has become apparent that neoplasia can be highly prevalent and have considerable effects on some species. It is also clear that anthropogenic activities contribute to the development of neoplasia in wildlife species, such as beluga whales and bottom-dwelling fish, making them sensitive sentinels of disturbed environments.

Nature Reviews Cancer 9, 517–526 (2009)

CORRESPONDENCE

Increase of wildlife cancer: an echo of plastic pollution?

Thomas Erren, Dominique Zeuß, Frank Steffany and Benno Meyer-Rochow

Nature Reviews Cancer 9, 842 (2009)

En conclusion

- ❖ **Une urgence : s'intéresser aux écosystèmes terrestres!**
 - ❖ **Des challenges pour la recherche**
 - Quantifier les flux de plastiques et produits apparentés/associés
 - Quantifier l'exposition des populations au cours du temps (exposome)
 - Connaitre l'impact des composés chimiques en mélange et leurs effets cumulatifs
 - Connaitre les sites d'interaction intra-organismes et leurs interactions
 - Connaitre les effets trans-générationnels consécutifs à l'exposition
 - ❖ **Des besoins en outils**
 - Améliorer les méthodes d'analyse en matrices complexes
 - Développer des biomarqueurs d'exposition
 - Développer des méthodes statistiques pour aborder les expositions multiples
- ▶ **S'inspirer des travaux sur les nanomatériaux (propriétés/devenir, exposition, interactions avec les récepteurs...)?**



Merci pour votre attention !!

Sans oublier :

- ARET et Marie-Chantal Canivenc-Lavier**
- Rachid Dris et Johnny Gasperi, LEESU**
- Pascale Chenon, RITTMO**

