

# « MAIS EST-CE QU'ON EST SÛR QUE CE N'EST PAS DANGEREUX ? »

## A propos des éléments indésirables dans les engrais issus d'excrétats humains

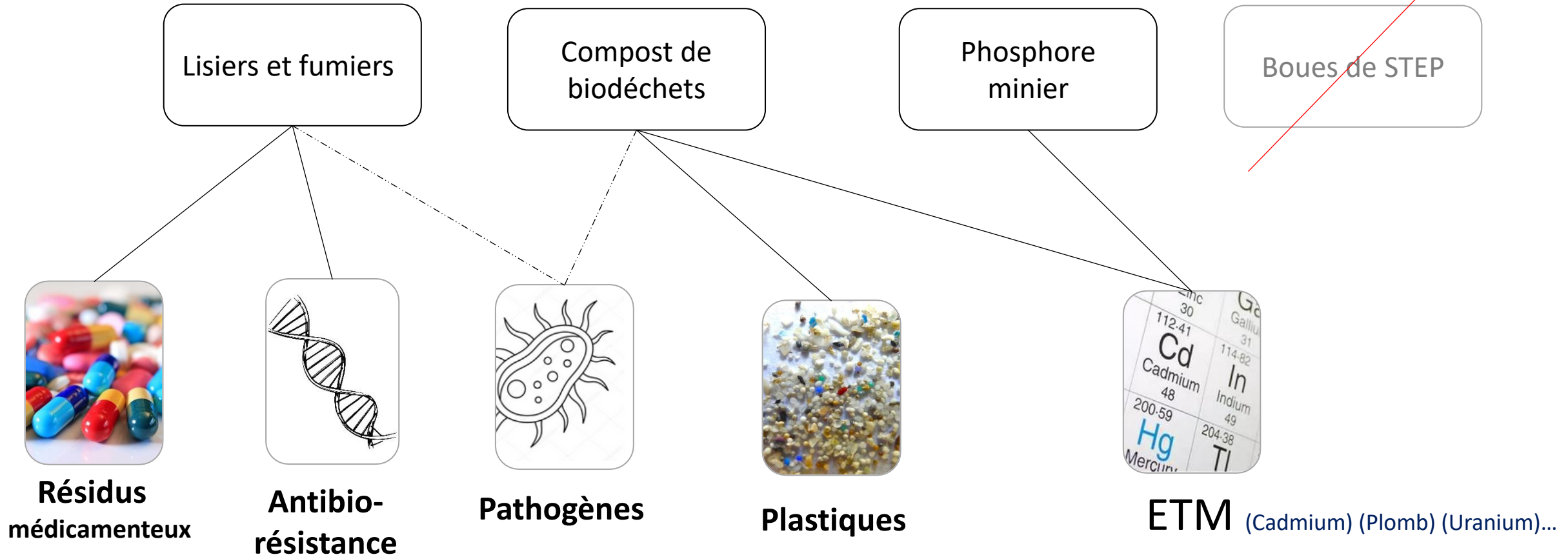
Webinaire FNAB, 7 novembre 2024

Marine Legrand  
Chargée de recherche  
Laboratoire Eau, environnement, Systèmes urbains  
[marine.legrand@enpc.fr](mailto:marine.legrand@enpc.fr)  
<http://auxtoilettes.hypotheses.org>



**OCAPI**  
[www.leesu.fr/ocapi](http://www.leesu.fr/ocapi)

# Panorama des indésirables dans les matières fertilisantes utilisées en bio



# Et dans les fertilisants issus des excréments humains ?

Différentes voies de traitement pour différents types de produits finis



Stockage

Procédés de stabilisation

Procédés de concentration

Procédés d'extraction (N,P)

Compostage

Méthanisation

Urine brute stockée/  
Stabilisée

Engrais concentrés liquides

Engrais concentrés solides

Composts

Lixivats

Digestats



# Et dans les fertilisants issus des excréments humains ?

De quels produits parle-t-on ? Quels éléments peuvent y être présents ?

Urine brute  
stockée/  
stabilisée

Engrais  
concentrés  
liquides

Engrais  
concentrés  
solides

Composts  
de toilettes  
sèches

Composts  
Déchets verts  
+ urine

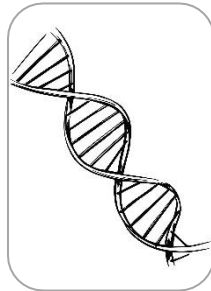


**Produits de conso courante**

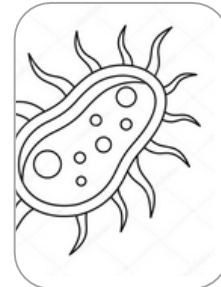
Caféine  
Chlorure de sodium  
Nicotine...



**Résidus  
médicamenteux**



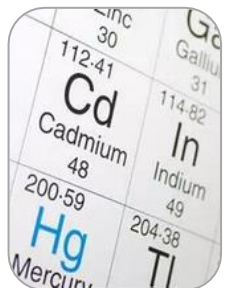
**Antibio-  
résistance**



**Pathogènes**



**Plastiques**



**(ETM)**

# Et dans les fertilisants issus des excréments humains ?

De quels produits parle-t-on ? Quels éléments peuvent y être présents ?

Urine brute  
stockée/  
stabilisée

Engrais  
concentrés  
liquides

Engrais  
concentrés  
solides


Composts  
de toilettes  
sèches

Composts  
Déchets verts  
+ urine



Produits de conso courante

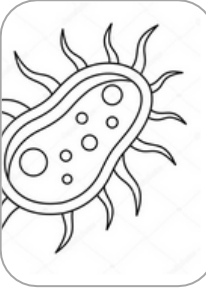
Caféine  
Chlorure de sodium  
Nicotine...



Résidus  
médicamenteux



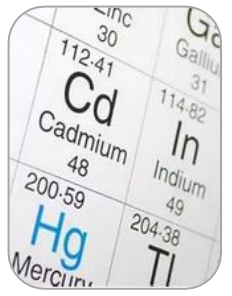
Antibio-  
résistance



Pathogènes



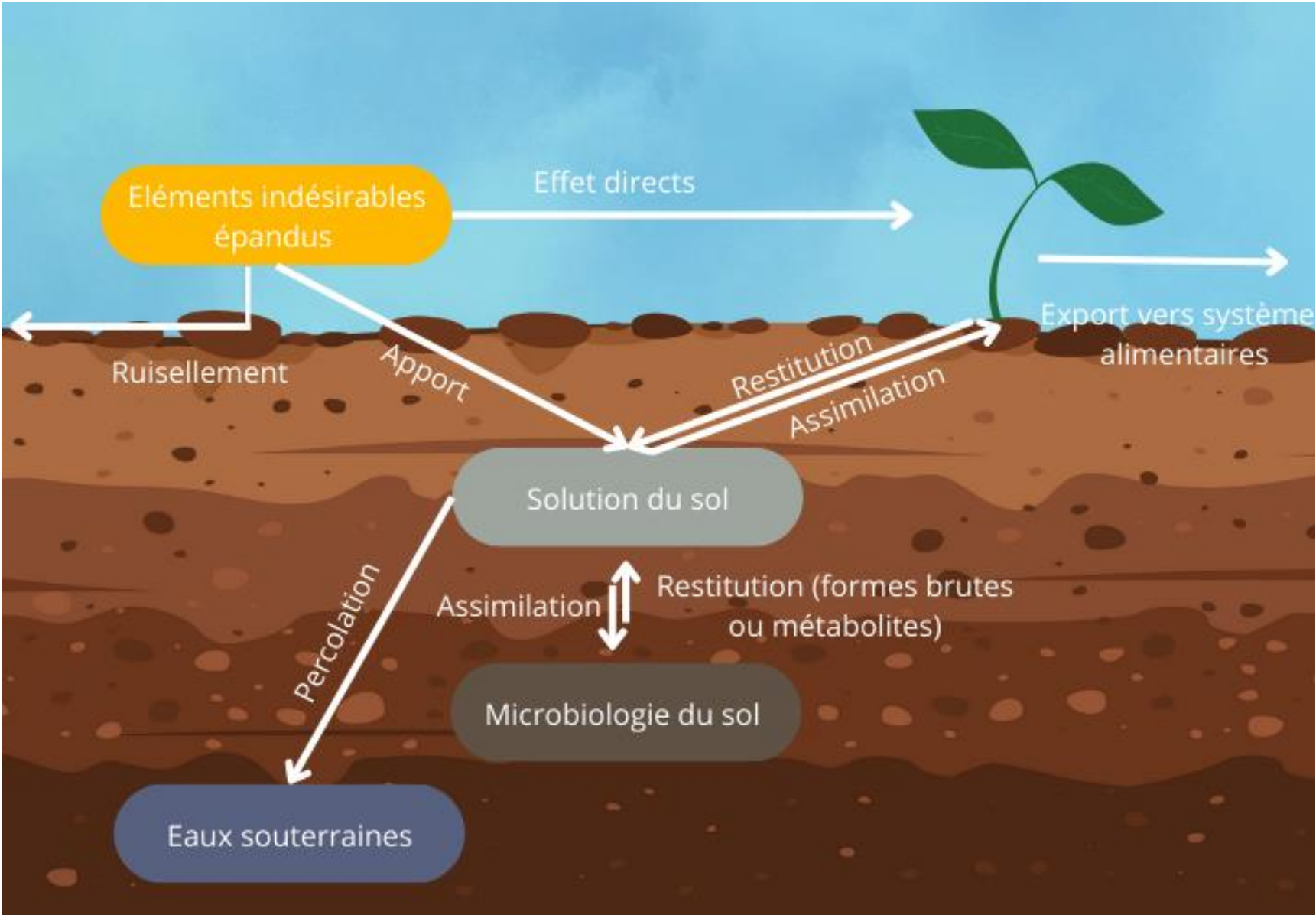
Plastiques



(ETM)

# Devenirs possibles des indésirables après épandage

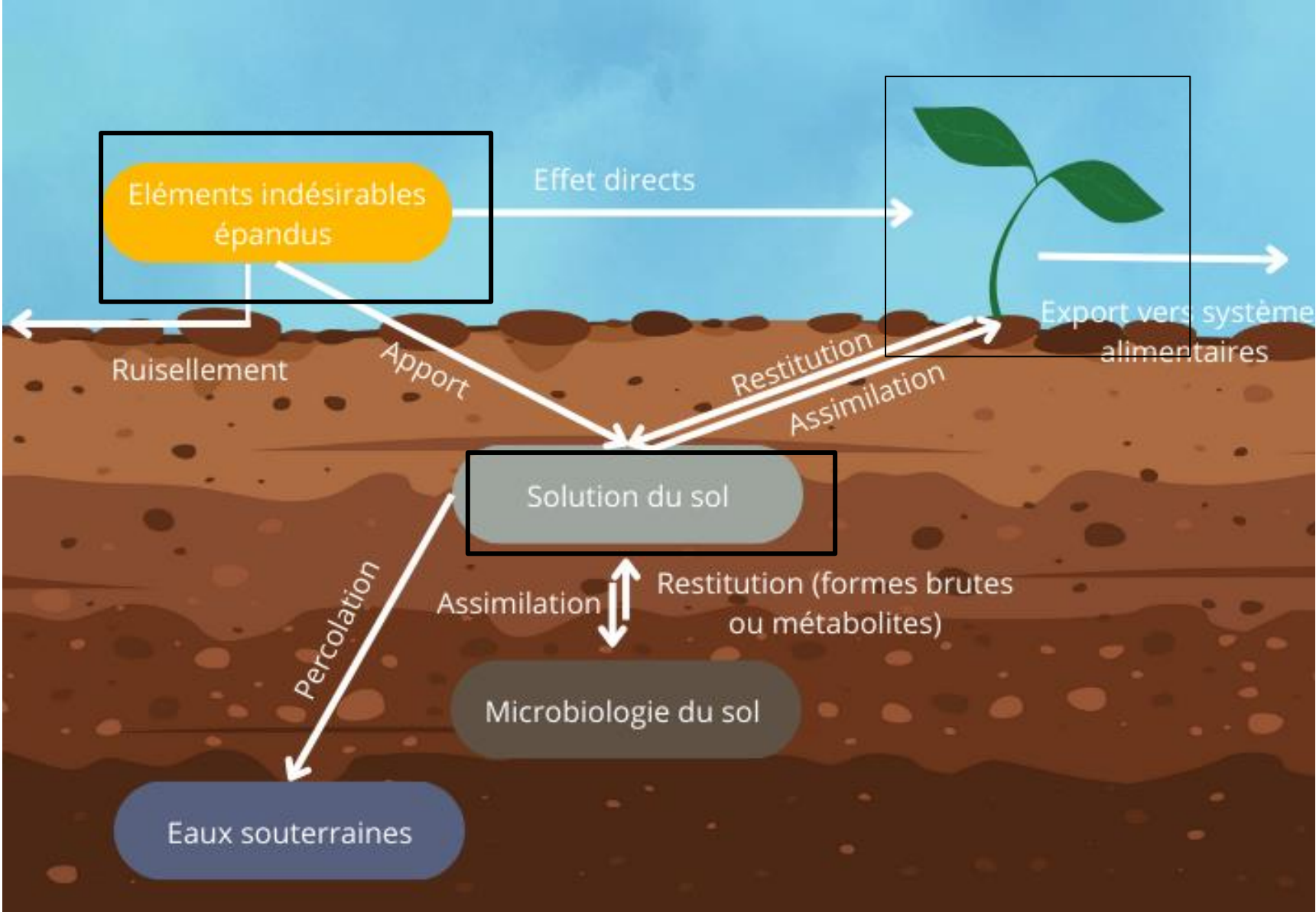
Source : Guelorget R. et Brun F., 2024



Indésirables : schéma des flux potentiels après épandage.

# Devenirs possibles des indésirables après épandage

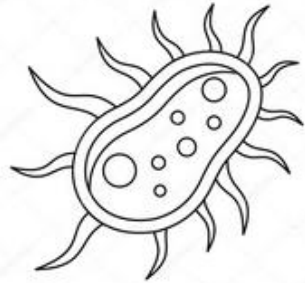
Source : Guelorget R. et Brun F., 2024



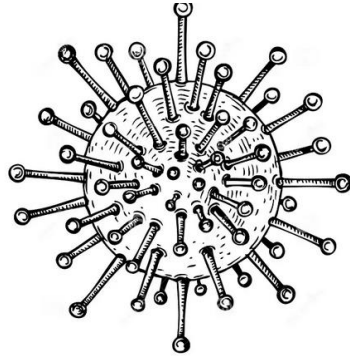
Indésirables : schéma des flux potentiels après épandage.

# La question des pathogènes

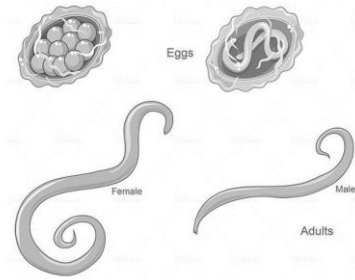
- Dans les composts de toilettes sèches
  - fèces = voie de transmission principale (?! transmission d'humain à humain)



Bactéries



Virus



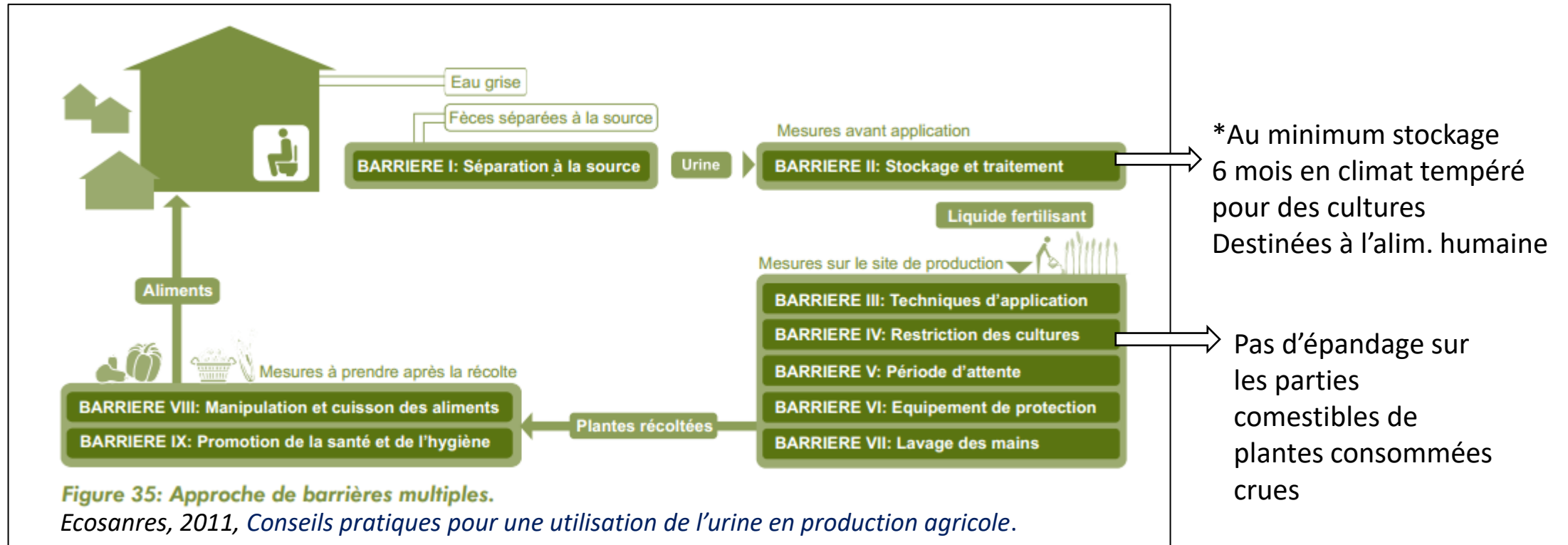
Parasites (ascaris, ténia, etc.)

- Effet hygiénisant du compostage (montée en température + stockage + activité biologique)  
[A l'échelle domestique, temps recommandé = **18 à 24 mois** (OMS, 2012)]
- Logique multi-barrière

# La question des pathogènes

## - Dans les urino-fertilisants

- Urines faiblement contaminées ( /!\ cas particulier des lixiviats de TS)
- Le simple stockage\* suffit à détruire la plupart des pathogènes (cf. recommandations OMS, 2012)  
(effet hygiénisant de l'augmentation pH et de la présence de NH4)
- Logique multi-barrière



# La question des résidus médicamenteux

Quel devenir des micropolluants dans l'urine humaine et dans les sols ?

Et moi ?



Les recherches menées sur le sujet :

**AGROCAPI (2018-2021)**

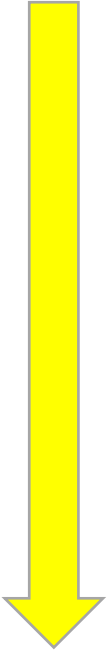
**URINAGRI (2021-2023)**

&

**MEDURINAGRI (2023-2025)**

**KOLOS (2024 - cas d'étude local)**

- Etablissement d'une liste de molécules cibles (~60 molécules)
- Évaluation des concentrations de résidus médicamenteux (+ leurs « métabolites ») dans les urines
- Evaluation de l'efficacité des traitements (stockage, filtration sur charbons actifs...)
- Suivi de l'accumulation et de la dissipation dans les sols



## Composés



Graine

- ✓ Liste de **59 molécules** à usage humain (22), vétérinaire (15) ou les deux (22), réparties en **11 groupes**
  - ✓ 28 **antibiotiques** de 5 familles (fluoroquinolones, tétracyclines, sulfonamides, macrolides-lincosamides,  $\beta$  lactamine)
  - ✓ 9 **anti-inflammatoires** / antalgiques (Paracétamol, acide A. salicylique)
  - ✓ 5 **neuroleptiques**
  - ✓ Antiparasitaires, diurétique, corticoïde,  $\beta$  bloquants, hypolipidémiants, hormones
  - ✓ Bactéricides et désinfectant
  - ✓ Caféine

# La question des résidus médicamenteux

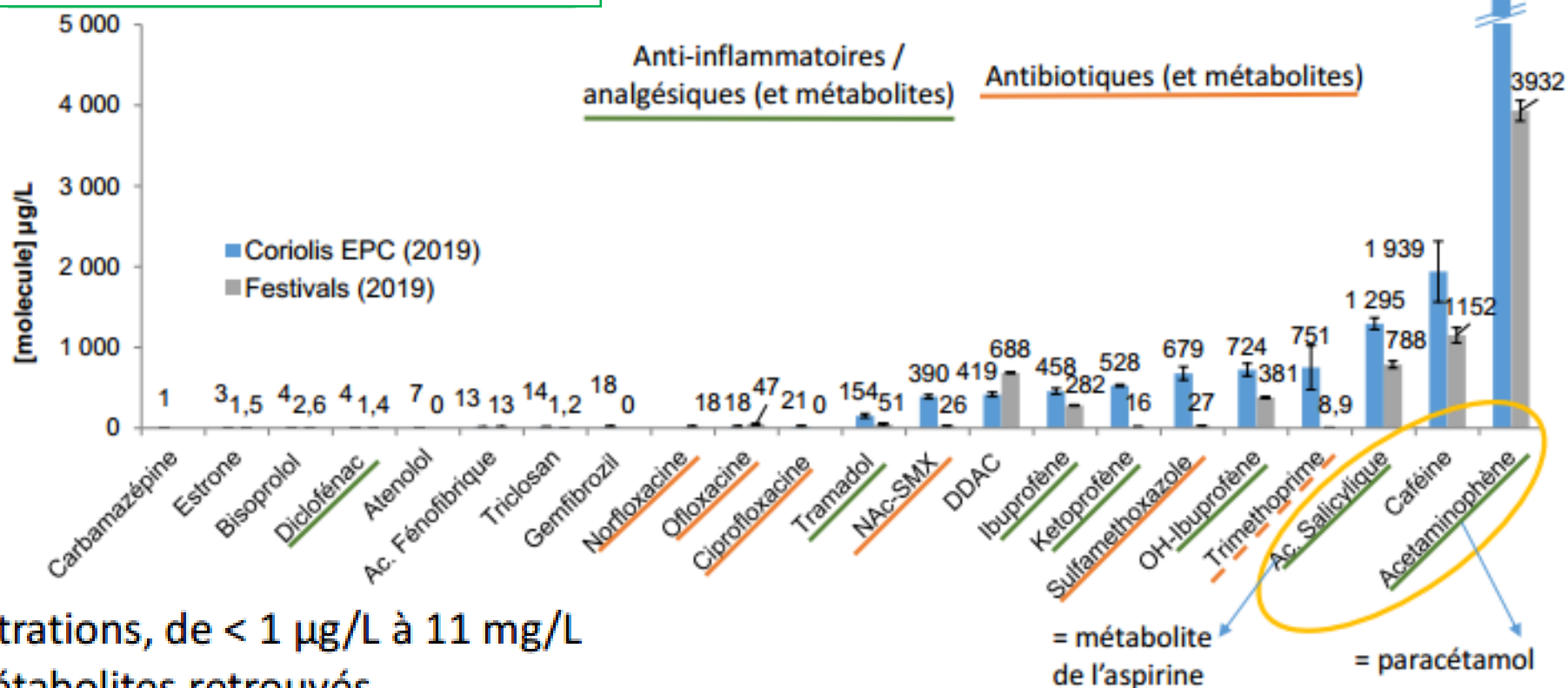
## Points délicats liés à l'analyse

- ✓ **Absence de données** pour certains composés notamment pour matrices solides
  - ← méthodes pas assez performantes pour les détecter (ex hormones, anti-parasitaires)
- ✓ Dans matrices solides (boue, lisier, sol) :  
formation de résidus non extractibles
  - on ne mesure que ce qu'on arrive à extraire des échantillons

# La question des résidus médicamenteux

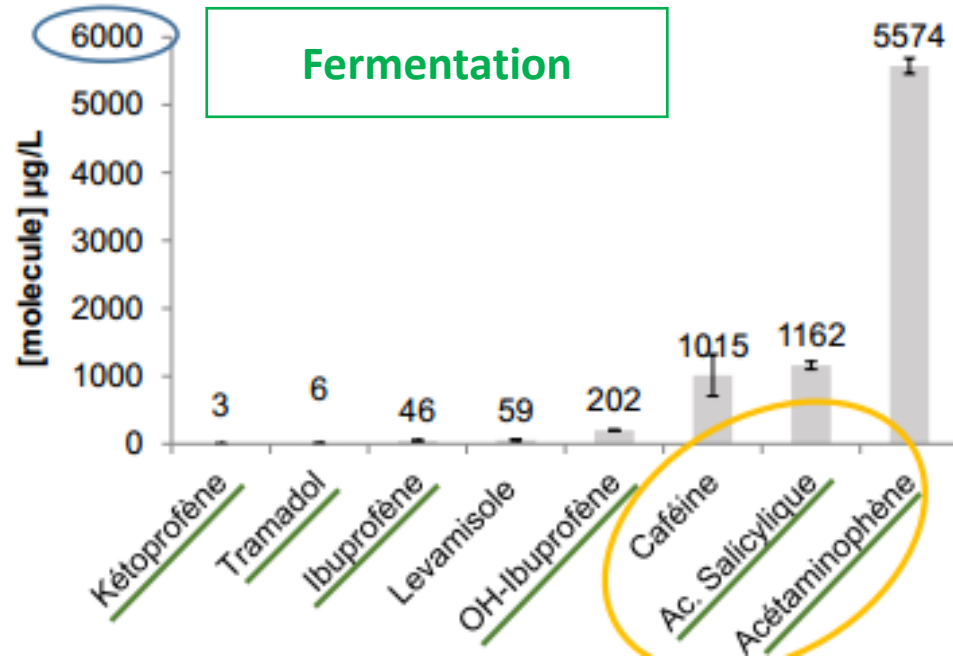
- ✓ Quelles molécules sont présentes dans les urino-fertilisants ?  
À quelles concentrations ?
- ✓ Les traitements des urines permettent-ils d'abaisser les teneurs ?

## Urines après stockage - France



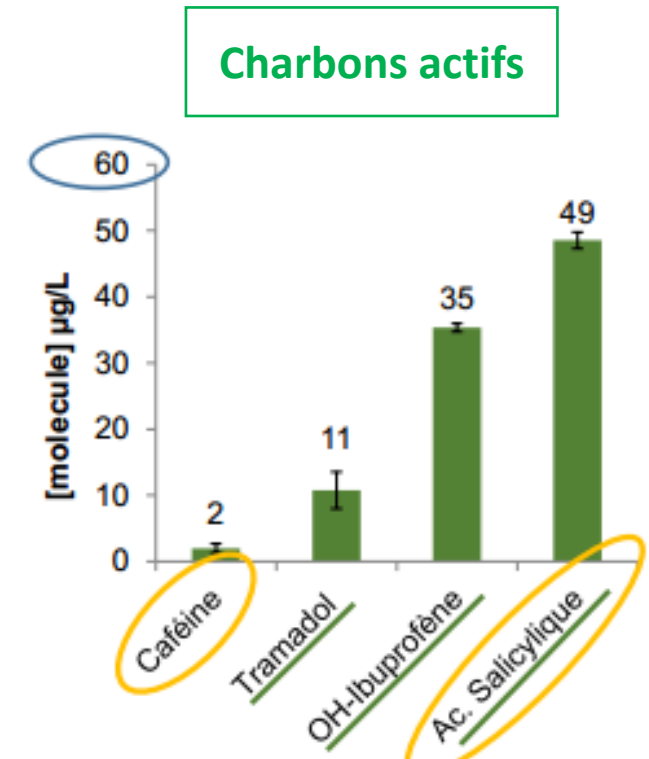
- ✓ Large gamme de concentrations, de < 1 µg/L à 11 mg/L
- ✓ Jusqu'à 21 molécules/métabolites retrouvés

# La question des résidus médicamenteux



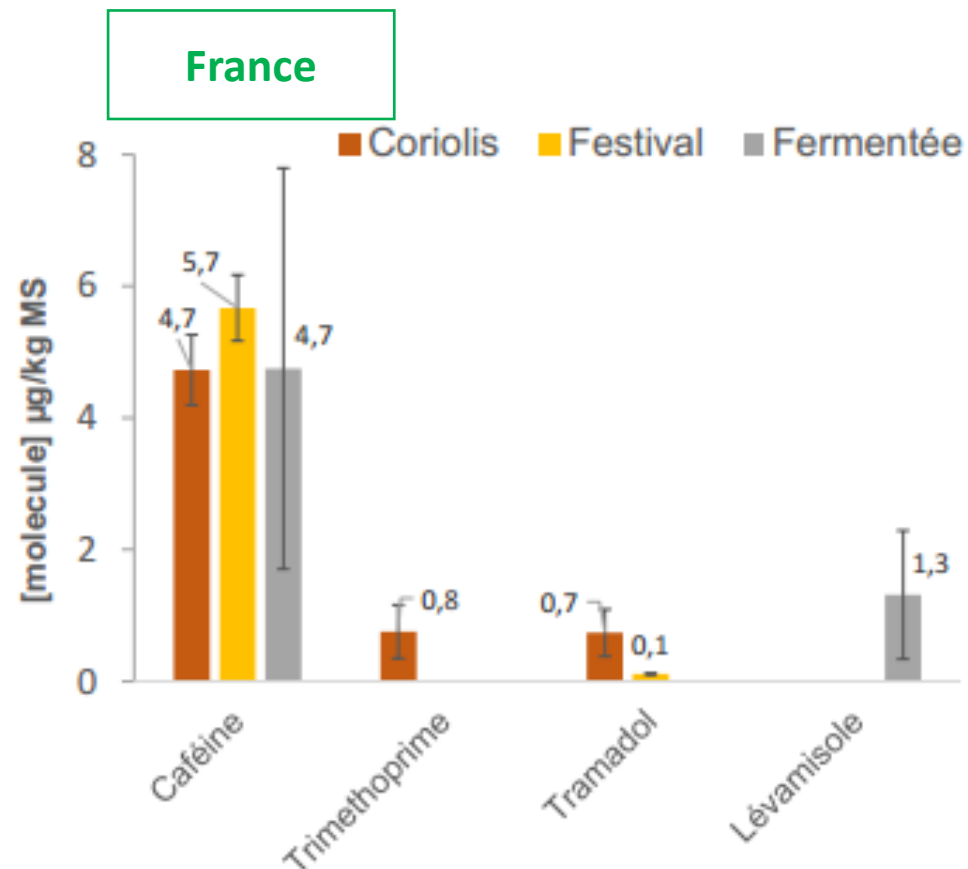
- ✓ Le stockage de l'urine ne permet pas d'éliminer les médicaments
- ✓ D'autres traitements permettent de diminuer le nombre de molécules et parfois les concentrations (ex. charbon actif)

- ✓ Quelles molécules sont présentes dans les urino-fertilisants ?  
À quelles concentrations ?
- ✓ Les traitements des urines permettent-ils d'abaisser les teneurs ?



## La question des résidus médicamenteux

- ✓ Quels sont les risques d'accumulation dans les sols après des apports répétés ?
- ✓ Quels sont les risques de transfert vers les eaux et les plantes ?



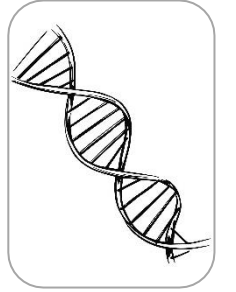
- 1 mois après 1 épandage, 2 à 3 composés retrouvés à très faibles concentrations
- Difficile de conclure sur la persistance des molécules  
→ nécessité d'essais longue durée

### Danemark

Après une vingtaine d'épandages d'urines (essai longue durée) :  
2 molécules quantifiées à très faibles concentrations  
→ risque d'accumulation faible dans les sols

# La question de l'antibio-résistance

Travaux de Sylvie Nazareth et al.



- **Il y a des gènes d'antibio-résistance dans les urino-fertilisants**
- **Certains traitements permettent de les faire disparaître partiellement ou entièrement :**
  - Fermentation
  - Charbon actifs
  - Adsorption sur chaux/cendre

# Éléments de conclusion

## - **Approfondir les connaissances :**

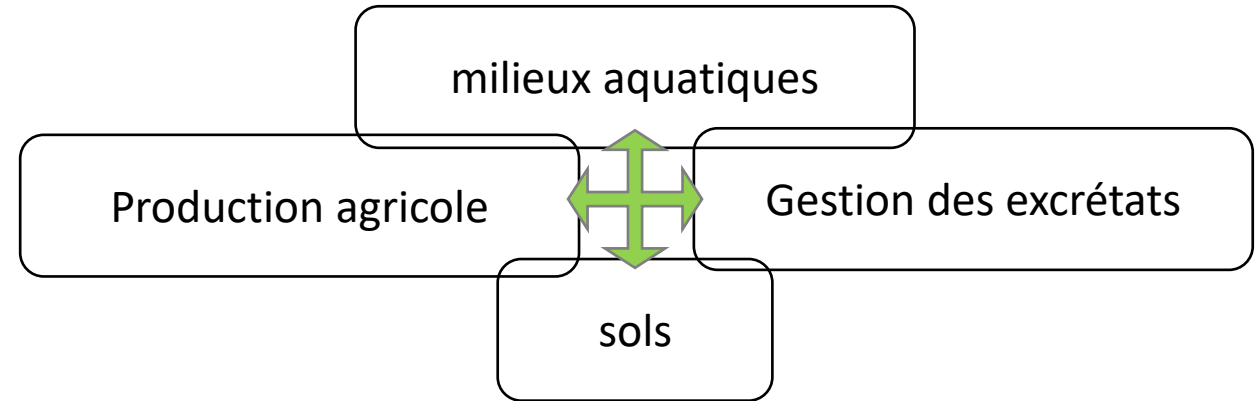
- trouver un moyen de détecter les hormones / ou de confirmer leur absence
- confirmer les données sur les effets des traitements
- étudier aussi les composts
- poursuivre les travaux sur le devenir dans les sols, le transfert vers les aquifères

## - **Se mettre en perspective par rapport aux autres fertilisants**

- **Les fertilisants déjà utilisés en bio contiennent des indésirables dans des % relativement peu connues des utilisateurs**
- **Peser les avantages et inconvénients des fertilisants issus des excréments**
  - Source renouvelable de N et P
  - Disponibilité, + d'autonomie territoriale
  - Préservation des milieux aquatiques
  - Sobriété
  - Filières à construire
  - Dilution (urine stockée)

# Éléments de conclusion

- **Tenir compte de l'ensemble du système**



- **Un débat à mener collectivement** en tenant compte des connaissances disponibles

# MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Marine Legrand  
Chargée de recherche  
Laboratoire Eau, environnement, Systèmes urbains

[marine.legrand@enpc.fr](mailto:marine.legrand@enpc.fr)

<http://auxtoilettes.hypotheses.org>



**OCAPI**

[www.leesu.fr/ocapi](http://www.leesu.fr/ocapi)