

# Migration des microplastiques et nanoplastiques dans la chaîne alimentaire : le cas des animaux d'élevage

Anne Ferlay, UMR Herbivores, INRAE Theix

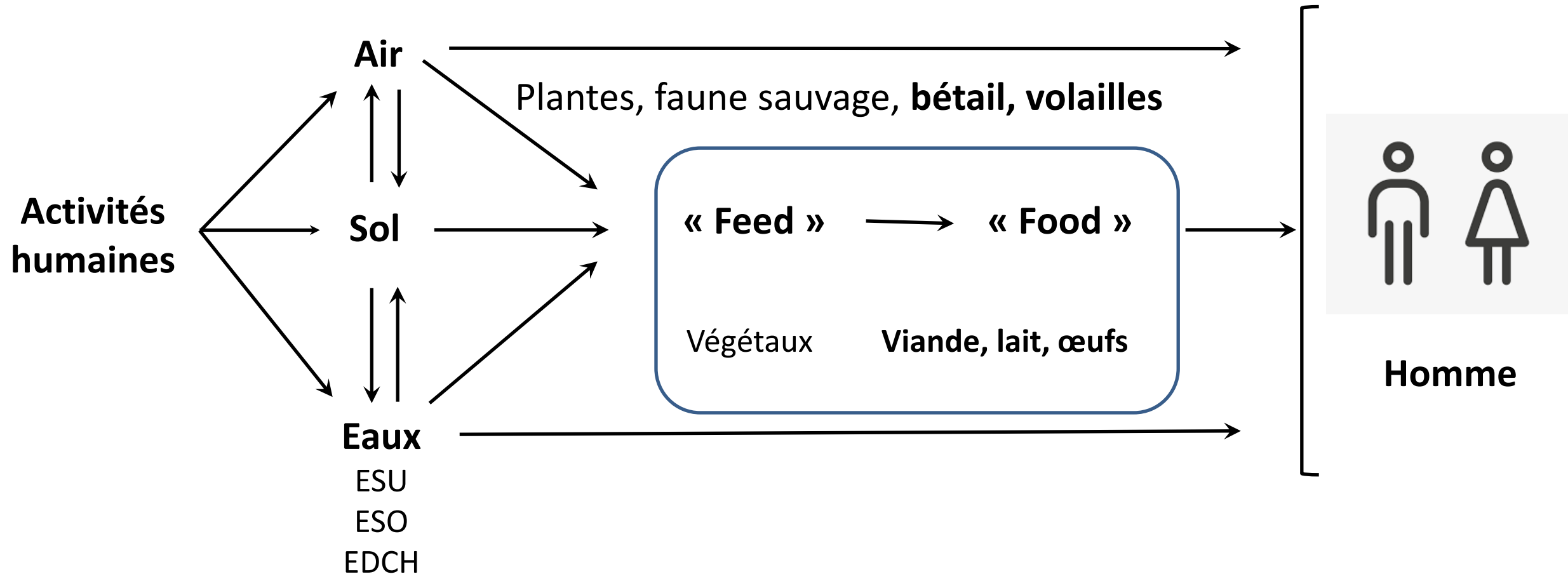
Christian Mougin, UMR EcoSys, INRAE Palaiseau

# La source des informations

- EScO INRAE/CNRS : Plastics used in agriculture and for food: uses, properties and impacts
- Chapitre : What impacts of plastics used in agriculture and food, plastic waste, particulate plastics and plastic-related compounds on continental agro-environmental health at different scales?
- Partie : Livestock animals and poultry
- $\approx$  50 articles analysés
- Compléments récents : Abad-Lopez *et al.* (2026), J Food Compos Anal...



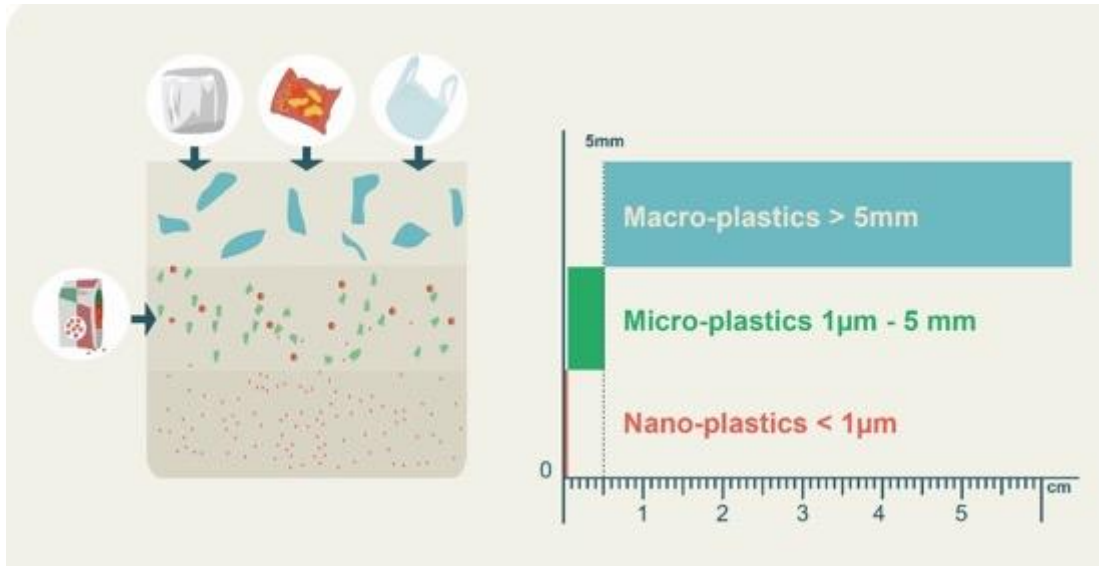
# La place centrale des animaux d'élevage



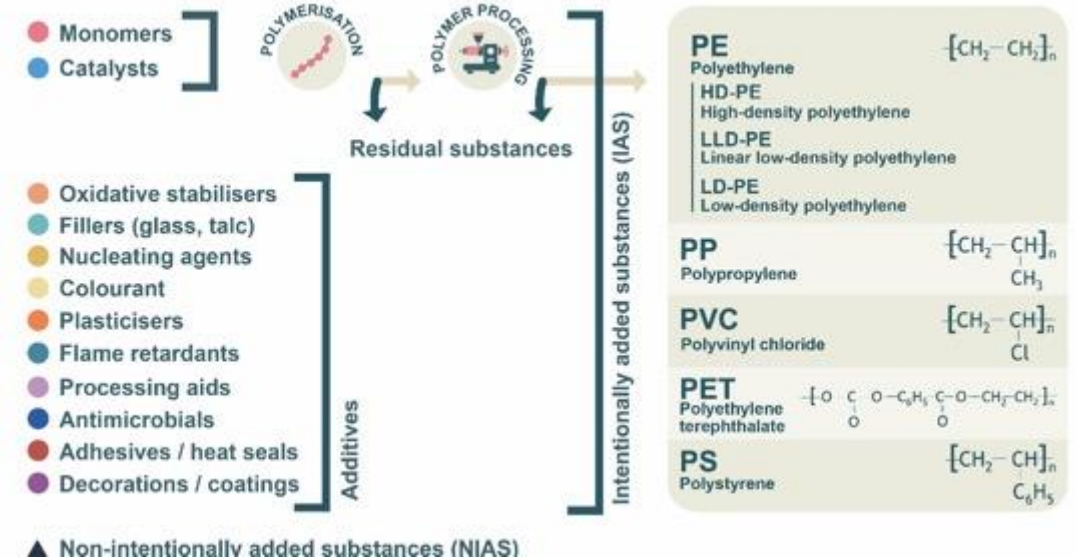
- **Animaux d'élevage : principales sources de protéines animales dans le monde, variables selon les habitudes alimentaires**

# Un double transfert

## Fragments et particules (MNPs)



## Co-contaminants chimiques



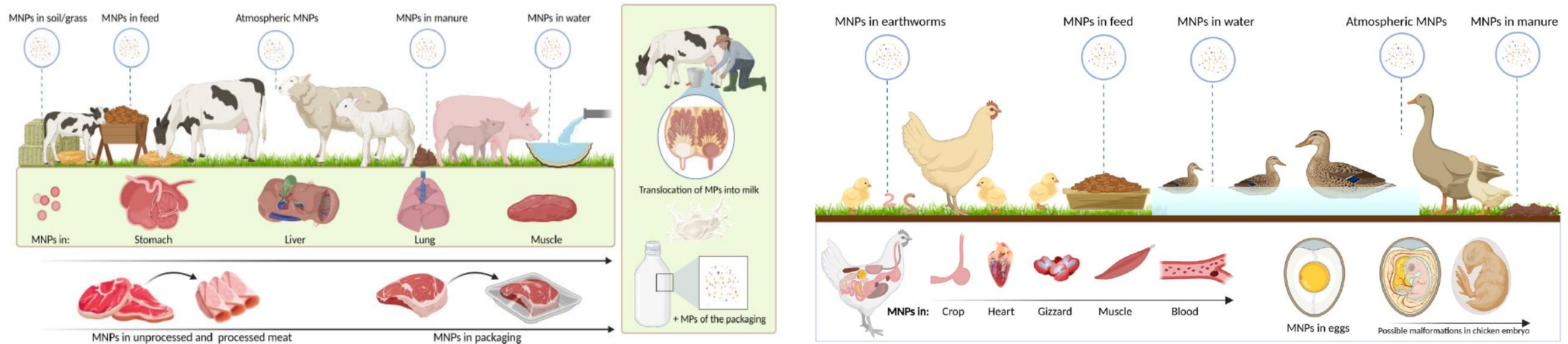
- Nature de la matrice polymérique + additifs + composés adsorbés
- Un enjeu de sécurité alimentaire

# Ce qui est démontré (1)

## Fragments et particules

- Les animaux d'élevage à la base de notre alimentation sont exposés aux plastiques : bovins, caprins, moutons, chèvres, ovins, (porcins), poules, canards, (~~lapins~~)
  - Présence dans les feces, l'urine, le lisier, le sang, le sperme
- L'alimentation et l'eau sont les sources majeures de contamination, mais aussi la respiration
  - Importance du mode d'élevage : paturage (extensive/intensif), bergerie, aquatiques...
- Des particules (fragments, fibres, films, mousses) sont détectées dans différents produits animaux : muscles, organes (foie, poumon, tractus gastro-intestinal...)
- Les microplastiques sont majoritaires, très peu de données concernant les nanoplastiques
- Les polymères fréquemment détectés sont : PA, PE et LDPE, PP, PS, PET, PVC (+ d'autres selon les animaux)

# Contamination et transfert



| Espèce                |                    | MPs/kg                        | MPs ingérés                                                                          |
|-----------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Vache (Italie)</b> | viande à hamburger | PC 30300<br>PE 1580<br>PP 750 | 3787 part./ hamburger<br>197<br>93<br>Enfants 0,64 part./kg pc/ jour<br>Adultes 0,48 |
| Mouton (Iran)         | muscle             | PA, PS 130                    | Enfants 0,36 part./kg pc/ jour<br>Adultes 0,27                                       |
| Poulet                | gésier             | 13-34                         | ?                                                                                    |
| Canard                | intestin           | 27-49                         | /                                                                                    |

Abad-Lopez *et al.* (2026), J Food Compos Anal...

## Ce qui est démontré (2)

### Co-contaminants chimiques

- Certains additifs sont détectés : bisphénols A et S, DEHP, retardateurs de flame
- Des effets contrastés de co-expositions (PS + antibiotiques) sont rapportés

### L'exposition des animaux d'élevage aux plastiques induit des effets délétères :

- Stress oxydant
- Apoptose
- Perturbation endocrinienne
- Modification de la composition sanguine
- Fonction de reproduction
- Intégrité du système digestif
- Neurodégénérescence...

# D'autres produits animaux

- Lait

| Microplastics                  | AUT<br>1 | BEL<br>2 | DEU<br>3 | FRA<br>4 | 5  | 6 | 7  | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 | IRL<br>13 | ITA<br>14 | NLD<br>15 | POL<br>16 | Frequency |
|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|----|---|----|---|----|----|----|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1. ABS                         |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 1         |
| 2. EPDM                        |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 1         |
| 3. Ethylene vinyl acetate      |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 6         |
| 4. Nylon                       |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 7         |
| 5. Nylon:Resin                 |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 1         |
| 6. Polyacrylate                |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 2         |
| 7. Poly(chloro styrene)        |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 1         |
| 8. Polyester                   |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 4         |
| 9. Polyethylene                |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 13        |
| 10. Polyethylene chlorinated   |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 2         |
| 11. PE:PA                      |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 1         |
| 12. PE:CPE                     |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 1         |
| 13. Polyethylene terephthalate |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 10        |
| 14. Polyisoprene               |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 6         |
| 15. Polyoxyethylene            |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 1         |
| 16. Polypropylene              |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 14        |
| 17. PP: PBT                    |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 1         |
| 18. Polystyrene                |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 12        |
| 19. PS:Polyacrylate            |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 1         |
| 20. PS:CPE                     |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 1         |
| 21. PS:PU                      |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 1         |
| 22. Polytetrafluoroethylene    |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 1         |
| 23. Polyurethane               |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 7         |
| 24. Polyvinyl chloride         |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 3         |
| 25. Polyvinylidene fluoride    |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 4         |
| 26. Resin                      |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 4         |
| 27. Silicone                   |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 5         |
| 28. SBS                        |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 4         |
| 29. SEBS                       |          |          |          |          |    |   |    |   |    |    |    |    |           |           |           |           | 1         |
| Frequency                      | 2        | 2        | 9        | 11       | 13 | 9 | 11 | 4 | 11 | 9  | 4  | 7  | 4         | 9         | 9         | 2         |           |

MPs/kg

PE 466

PET 368

PP 5764

PS 1081

< 100 µm

D'après Visentin *et al.* (2024), J Dairy Sci

## ➤ Et les produits dérivés (fromages...) ?

- Oeuf : PE : blanc 3,4 et jaune 8,9 MP/oeuf > ingestion journalière > 5 MP

# Ce qui n'est pas (ou très mal) connu

- Les quantités réelles (mg/kg) de plastiques dans les produits animaux (exprimées en nombre de particules/g ou kg ou L)
- La toxicocinétique...
  - Bioaccumulation/bioconcentration/bioamplification
  - Distribution
  - Métabolisme
  - Excrétion
- ... et le transfert vers l'Homme
- La contamination par les nanoplastiques
- La présence et l'impact des additifs (perturbation endocrinienne...)
- La présence et l'impact des composés adsorbés
- L'impact des co-expositions (additifs alimentaires, vitamines...)
- La contamination de la faune sauvage (gibier)



# Ce qui reste à faire

**Conduire des recherches intégrées portant sur les systèmes alimentaires terrestres**

- **Développer des protocoles analytiques standardisés pour obtenir des résultats précis et comparables : Py-GC-MS**
- **Développer les études toxicocinétiques pour déterminer les produits comestibles à risque**
- **Etudier des scénarios de co-exposition avec d'autres contaminants de l'environnement (métaux, pesticides,...) > effets synergiques ou antagonistes**
- **Développer des protocoles standardisés pour évaluer les transferts vers le lait et les œufs**
- **Evaluer la part de la contamination par inhalation**
- **Développer des outils de détection in vivo non invasifs**
- **Développer des modèles prédictifs d'exposition, bioaccumulation et risques : établir des trajectoires de bioaccumulation au sein des systèmes de production**
- **Développer des stratégies d'atténuation des risques (technologies alimentaire, remédiation de l'environnement, emballages...)**

**Peu de données sur la situation européenne, très peu concernant la France !**

# En conclusion

**Les plastiques dégradent :**

- **L'état sanitaire des animaux**
- **La qualité des produits animaux consommés (contamination et dysfonctionnements métaboliques)**

**Les process de transformation (filtration) et de conditionnement (emballages) sont des facteurs de contamination additionnels**

- **Quels risques pour les consommateurs ?**
- **Y a-t-il des populations à risque (enfants...)?**

**Merci pour votre attention !**

