



# LA VALORISATION AGRICOLE DES PRODUITS ORGANIQUES :

UNE PRATIQUE TRADITIONNELLE  
QUI RÉPOND À DE NOUVEAUX ENJEUX

# Typologie des propriétés physico-chimiques des produits organiques en fonction de l'origine et des procédés

Julie JIMENEZ<sup>1</sup>, Lucille CARADEC<sup>2</sup>, Aurélia MICHAUD<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INRAE, LBE, Narbonne, <sup>2</sup>INRAE, UMR SAS, Rennes

Co-auteurs: Moreira M., Heurtaux M., Tampio E., Laakso J., Van der Smissen H., Levavasseur F., Houot S.

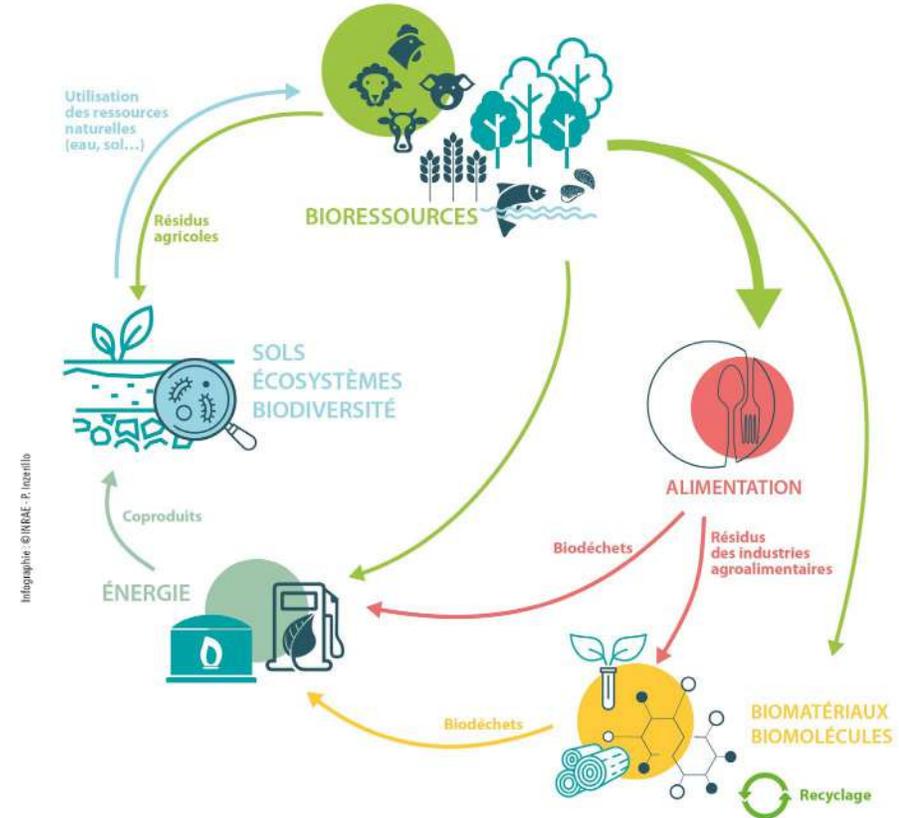


# Recyclage des produits organiques



## Contexte et enjeux

- **Recyclage** des produits résiduaux organiques : **au carrefour d'enjeux globaux** (transition agroécologique, transition énergétique, changement climatique, préservation des ressources)
- Utilisation des produits résiduaux organiques : **intérêt agronomique** démontré dans une optique de **bioéconomie circulaire** et bouclage des cycles géochimiques
- **Grande diversité** de produits organiques provenant de diverses activités (agriculture, ville, industrie) et de diverses voies de valorisation (traitements)
- Objectif de **valorisation optimale** pour répondre à divers services, sous contraintes environnementale et sanitaire:
  - **Meilleure connaissance** des propriétés des produits
  - **Identification des sources de variabilité** afin de mieux anticiper leur qualité et leur utilisation



# Diversité des produits organiques...



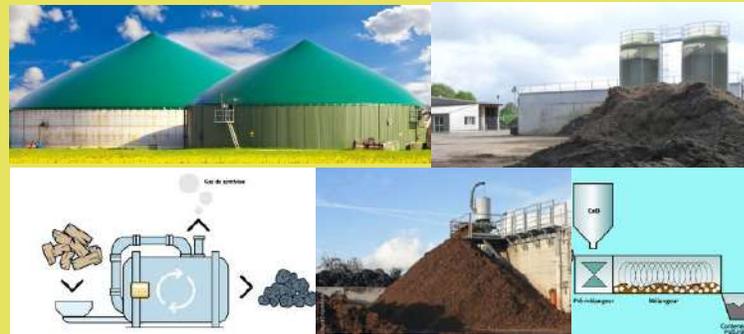
## Sources de variabilité

### Produits organiques Diversité des origines



Effluents d'élevage, résidus de culture, couverts végétaux, **biodéchets**, **boues**, **urine**, **déchets agro-industriels**

### Procédés (seuls ou combinés) Diversité des procédés



Méthanisation, compostage, séparation de phases, séchage, pyrolyse, carbonisation hydrothermale, chaulage...

### Produits organiques transformés Diversités des produits



Digestats, composts, biochars, hydrochars, ...

**Impact de cette diversité sur la qualité agronomique des produits ?**  
**Quels produits pour quels services ?**  
**Quels effets ?**

# Diversité des produits organiques...



Stratégie : mise en place de typologies

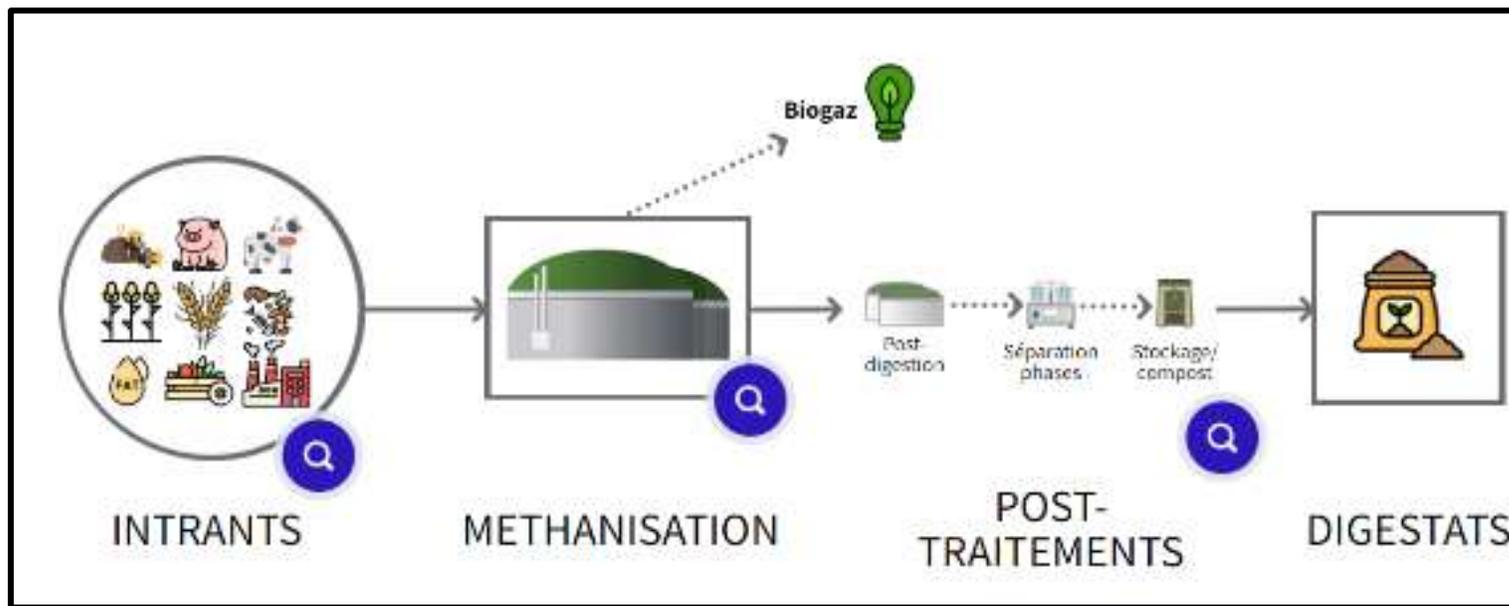


**Positionnement,  
potentiels  
fertilisant/amendant,  
innocuité...**

# Typologie par produit : exemple des digestats



## Sources de variabilité



## Hypothèse : impact sur la qualité agronomique des produits

<https://fertiliser-avec-des-digestats.fr/les-digestats/pas-un-mais-des-digestats/>



## 608 digestats

Dont 481 pour établir la classification

### Caractérisation globale

Matière sèche, Matière organique, C, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, N Total, NH<sub>4</sub>-C/N, NH<sub>4</sub>-N Total



### Caractérisation agronomique

ISMO, cinétiques de minéralisation C et N en incubations contrôlées



### Caractérisation innocuité

Eléments traces métalliques  
Contaminants organiques



### Métadonnées

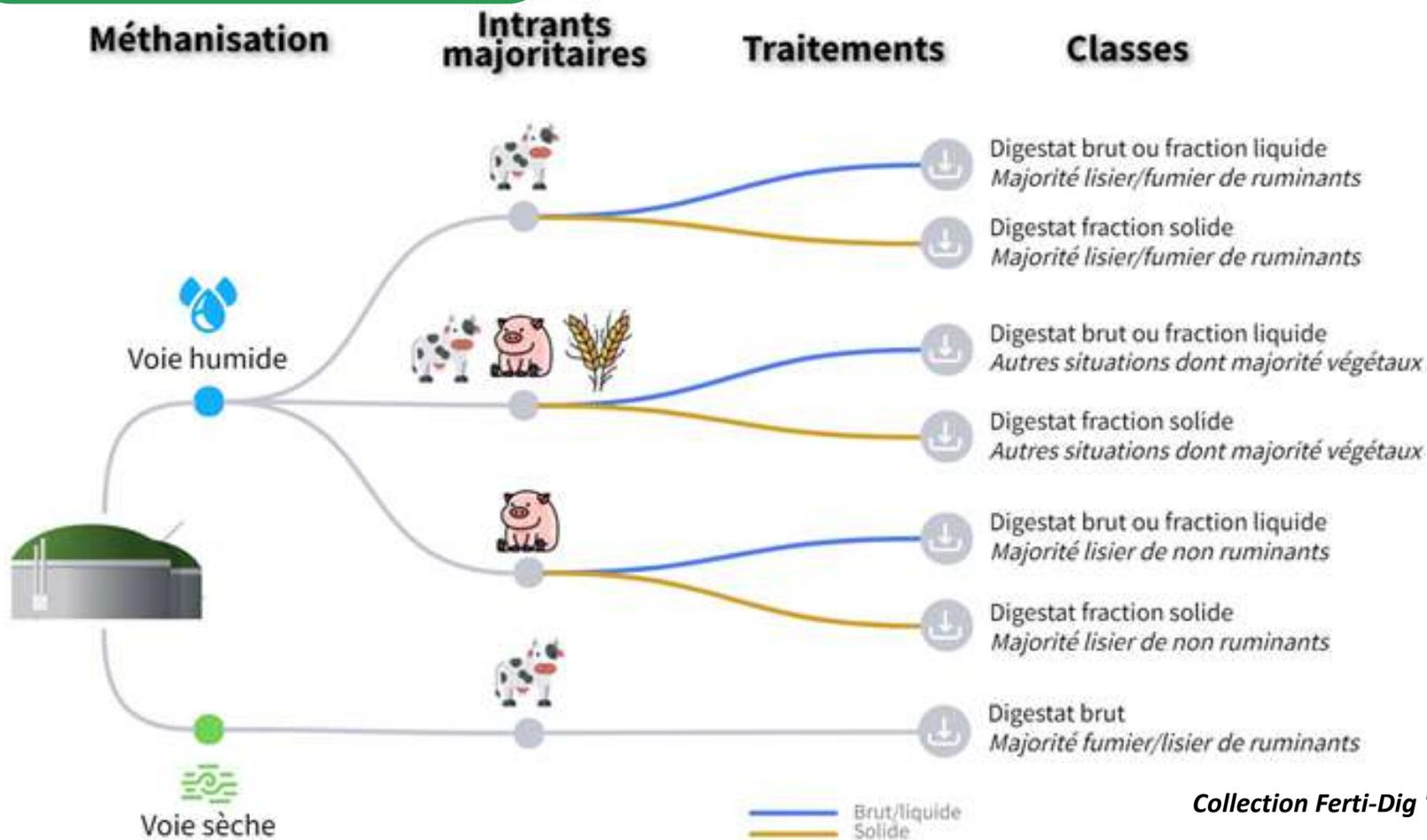
Composition intrants, conditions procédés et post-traitements

Collection Ferti-Dig "use of agricultural digestates": 481 utilisés pour la typologie  
<https://entrepot.recherche.data.gouv.fr/dataverse/ferti-dig>

# Typologie par produit : exemple des digestats



## Typologie des digestats



### **Fumier/lisier bovins**

Co-digestion avec résidus de récoltes et résidus intra-exploitation

### **Intermédiaires**

Lisiers en mélange co-digestion avec CIVEs et intrants CIVEs majoritaires

### **Lisier de porc et non ruminant**

Co-digestion avec biodéchets, graisses, déchets agroindustries, résidus extra-exploitation

### **Fumiers bovins et résidus de récoltes**

Collection Ferti-Dig "use of agricultural digestates": 481 utilisés pour la typologie <https://entrepot.recherche.data.gouv.fr/dataverse/ferti-dig>

# Typologie par produit : exemple des digestats



## Propriétés physico-chimiques

## Indicateurs : paramètres physico-chimiques

MS: matière sèche en % matière brute (%MB)

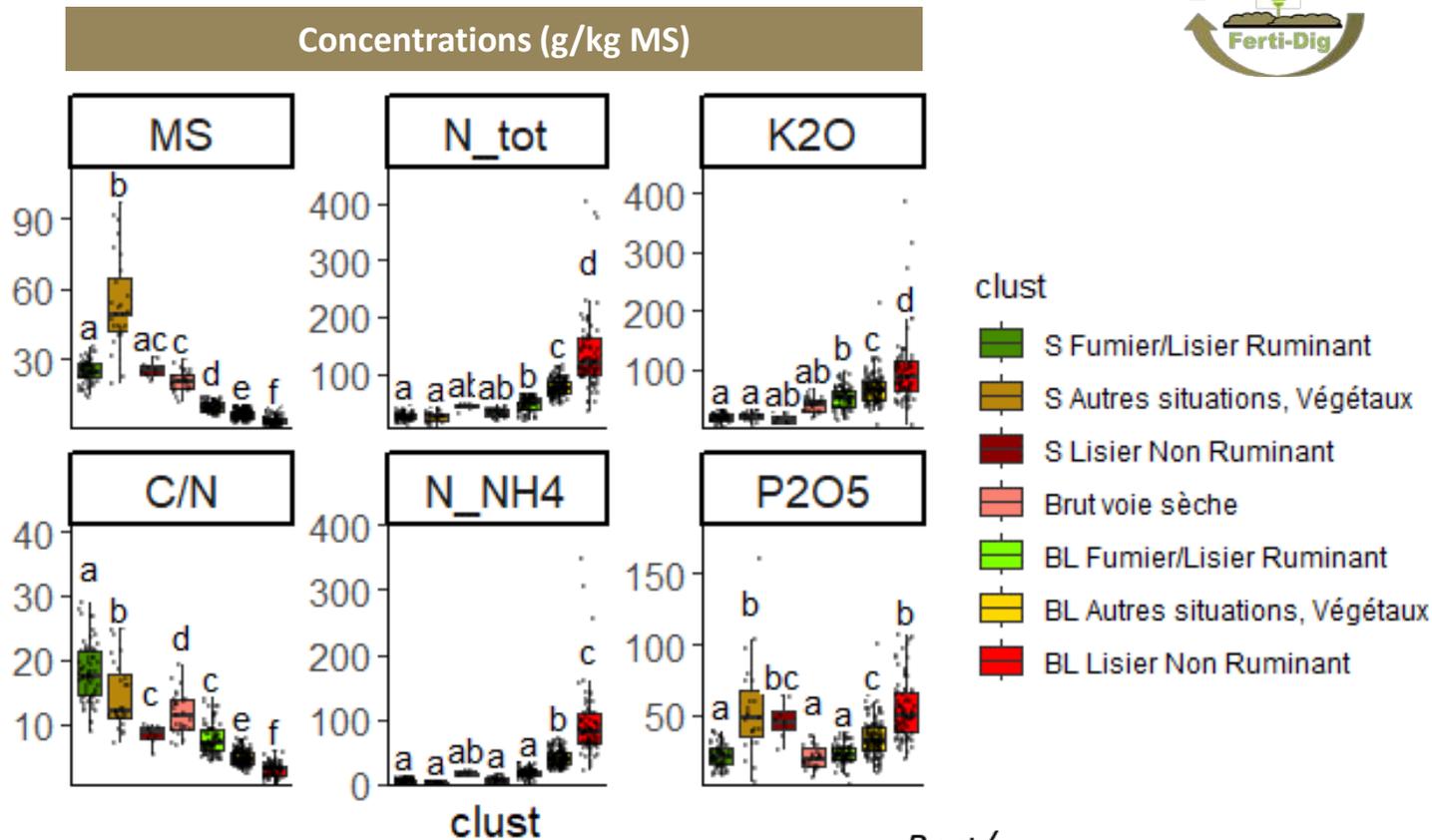
N\_NH4: azote ammoniacal en g/kgMS

Ntot: azote total en g/kgMS

C/N : ratio entre carbone et azote total

K2O: potassium total en g/kgMS

P2O5: phosphore total en g/kgMS



# Typologie par produit : exemple des digestats

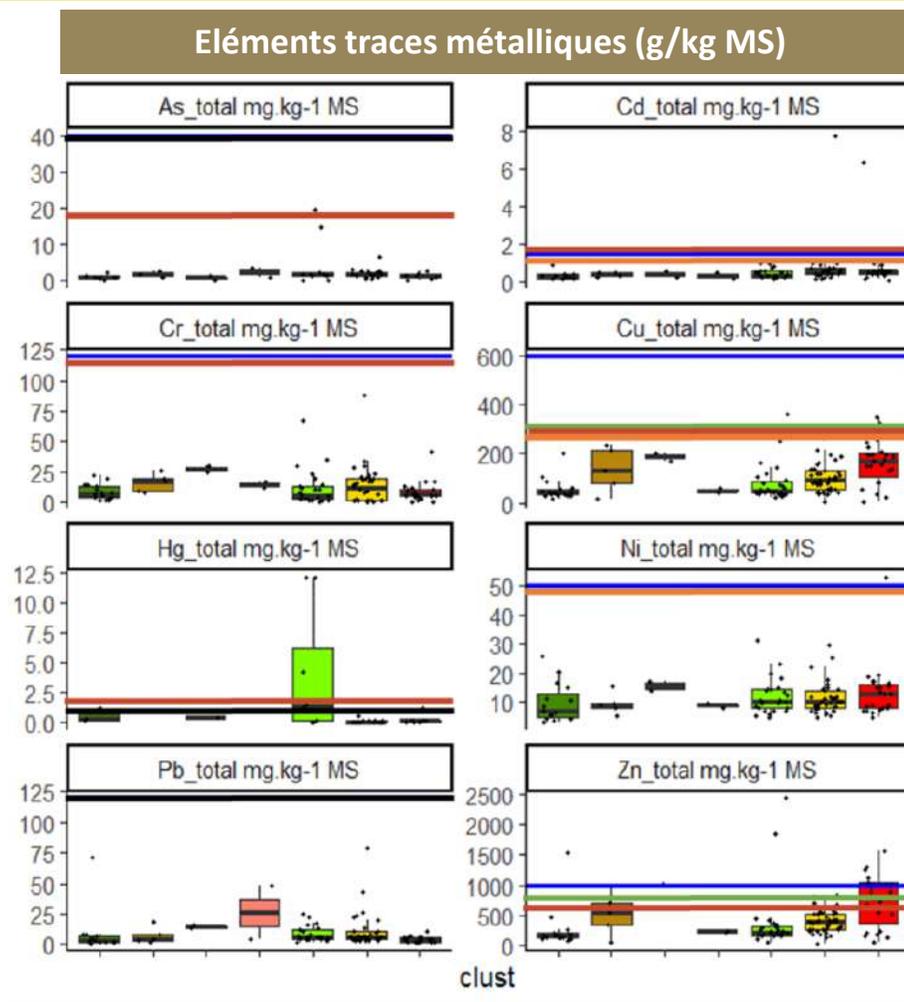


## Contaminants

## Indicateurs d'innocuité :

Eléments traces métalliques  
Contaminants organiques réglementaires (< seuils)

Certains éléments traces à surveiller selon leur présence dans les intrants :  
Cu, Zn par exemple dans les digestats à lisier de porc majoritaire



Seuils réglementaires selon:

CDC Dig

RUE

Socle Commun A1

NFU 44 051

CDC Dig = RUE = Socle commun

# Typologie par produit : exemple des digestats



## Typologie des digestats

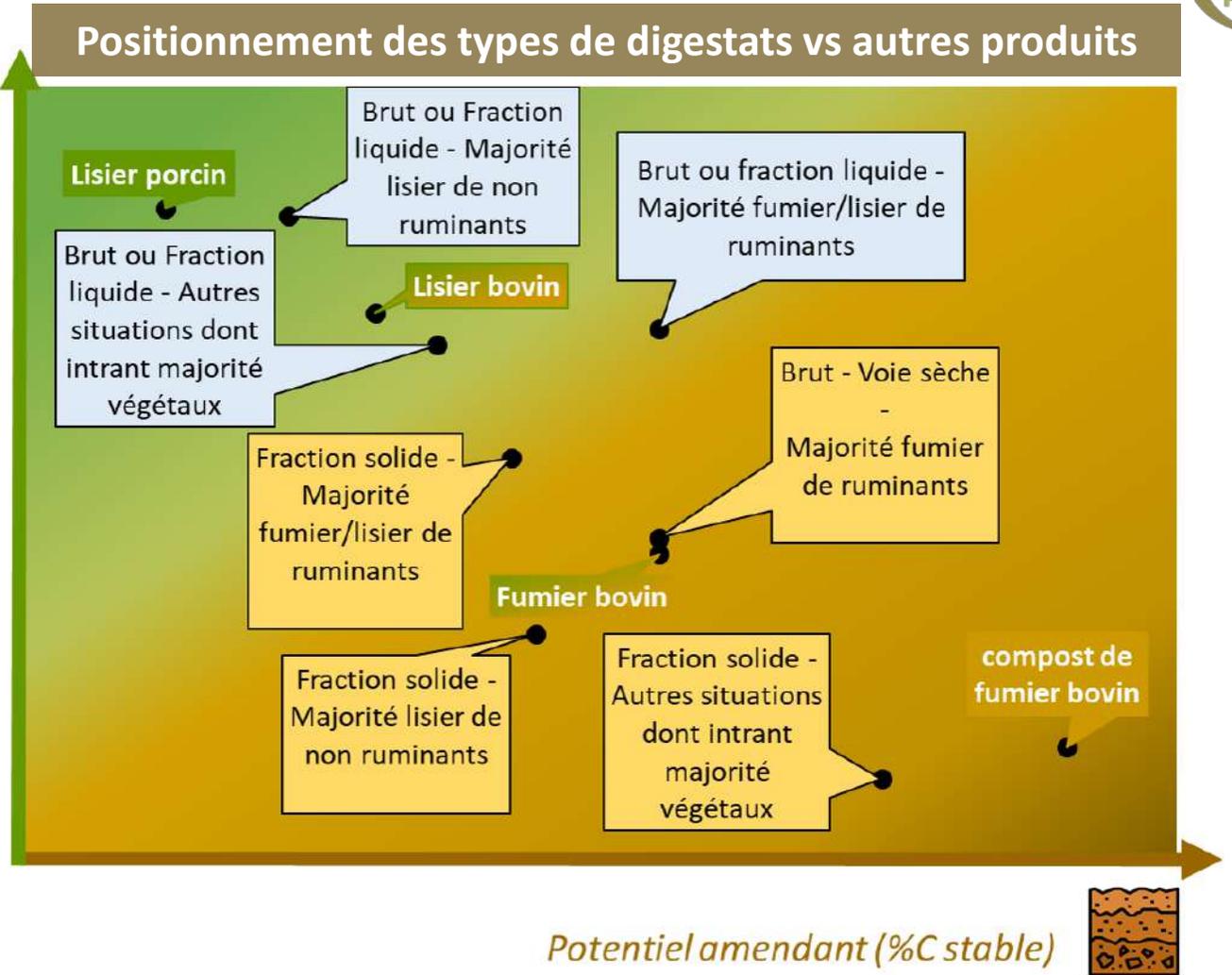
### Indicateurs : potentiel fertilisant/amendant

**C<sub>stable</sub>** : carbone non minéralisé en 91 jours (%C total)

**N disponible** : azote ammoniacal + N minéralisé en 91 jours (% N total)



Potentiel fertilisant (%N disponible)



# Typologie par produit : exemple des digestats



## Développement d'outils

**Ferti-Dig:** guide d'utilisation des digestats, propriétés agronomiques par typologie, effets des digestats



**Concept-Dig:** prédiction des caractéristiques physico-chimiques des digestats et de leur typologie

Digestats : outil de calcul de la composition

Entrez les intrants ou analyses de digestat :

pourcentage

Valider Réinitialisation

Le total des ratios des digestats que vous avez sélectionné est de : 100

Le total des ratios des digestats doit être égale à 100%

Lier ruminant : 0% 100%

Lier non ruminant : 0% 100%

Fumier : 0% 100%

DVes : 0% 100%

Enolages : 0% 100%

Résidus de distillerie : 0% 100%

Grasses : 0% 100%

Matière végétale : 0% 100%

Composition du digestat brut

Licier Non Ruminant

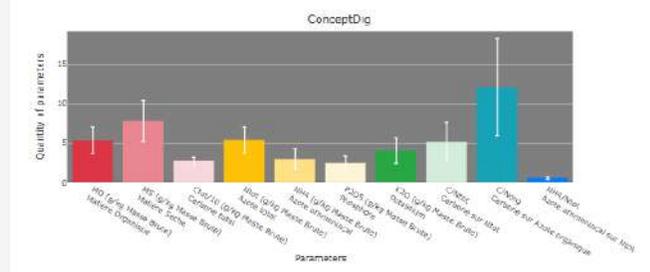
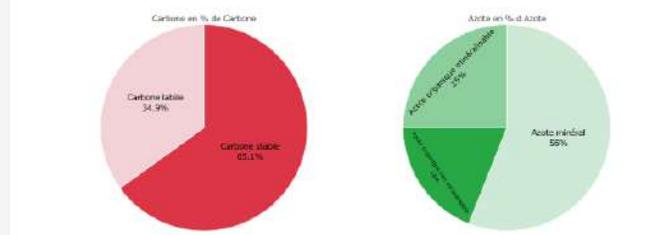
Potentiel fertilisant élevé et potentiel attendant moyen

Potentiel amendant (Potentiel nutritif en kg) : 178.47 kg de C

Potentiel fertilisant (Potentiel nutritif en kg) : 43.79 kg de N

+/- 40.00 kg de C

+/- 33.21 kg de N



**DIGESTAT BRUT OU FRACTION LIQUIDE**  
majorité fumier/licier de ruminants

**Intrants majoritaires**

- Fumier de ruminants
- Licier de ruminants
- Matière végétale agricole: résidus de culture, déchets végétaux, matière végétale agricole et engrais

Diagram: intrants → méthaniseur → brut/liquide

**COMPOSITION PHYSICO-CHEMIQUE**

N10	N15	C	C/N10	C/N15
8-12	5-7	29-41	6-9	9-15

**Capacité à entretenir les stocks de carbone du sol**

Stabilité et potentiel humifique élevés par rapport aux autres digestats

Carbone restitué au sol: 29 kg C/ha de digestat épandu

**Valeur fertilisante azotée**

Potentiel fertilisant azote modéré à élevé par rapport aux autres digestats

Azote disponible: 3 kg N/ha de digestat épandu

**RECOMMANDATIONS À L'ÉPANDAGE**

**CONTAMINANTS ORGANIQUES**

**ÉLÉMENTS TRACES MÉTALLIQUES**

**À surveiller**

N10: 40-60 kg, N15: 30-40 kg, C: 100-150 kg, C/N10: 10-15, C/N15: 10-15

Site-web <https://fertiliser-avec-des-digestats.fr/>

Outil web: <https://shiny.biosp.inrae.fr/app/concept-dig>

# Vers une typologie des produits organiques



## Typologie des produits organiques

- Application de la stratégie de classification développée sur les digestats à la large diversité de produits organiques
- Typologie de la valeur agronomique et du profil contaminant des produits européens : **Projet EOM4SOIL**

## 118 types de produits organiques (dont digestats)

### Caractérisation globale

Matière sèche, Matière organique, C, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, N Total, NH<sub>4</sub>-C/N, NH<sub>4</sub>-N Total



### Caractérisation agronomique

ISMO, cinétiques de minéralisation C et N en incubations contrôlées

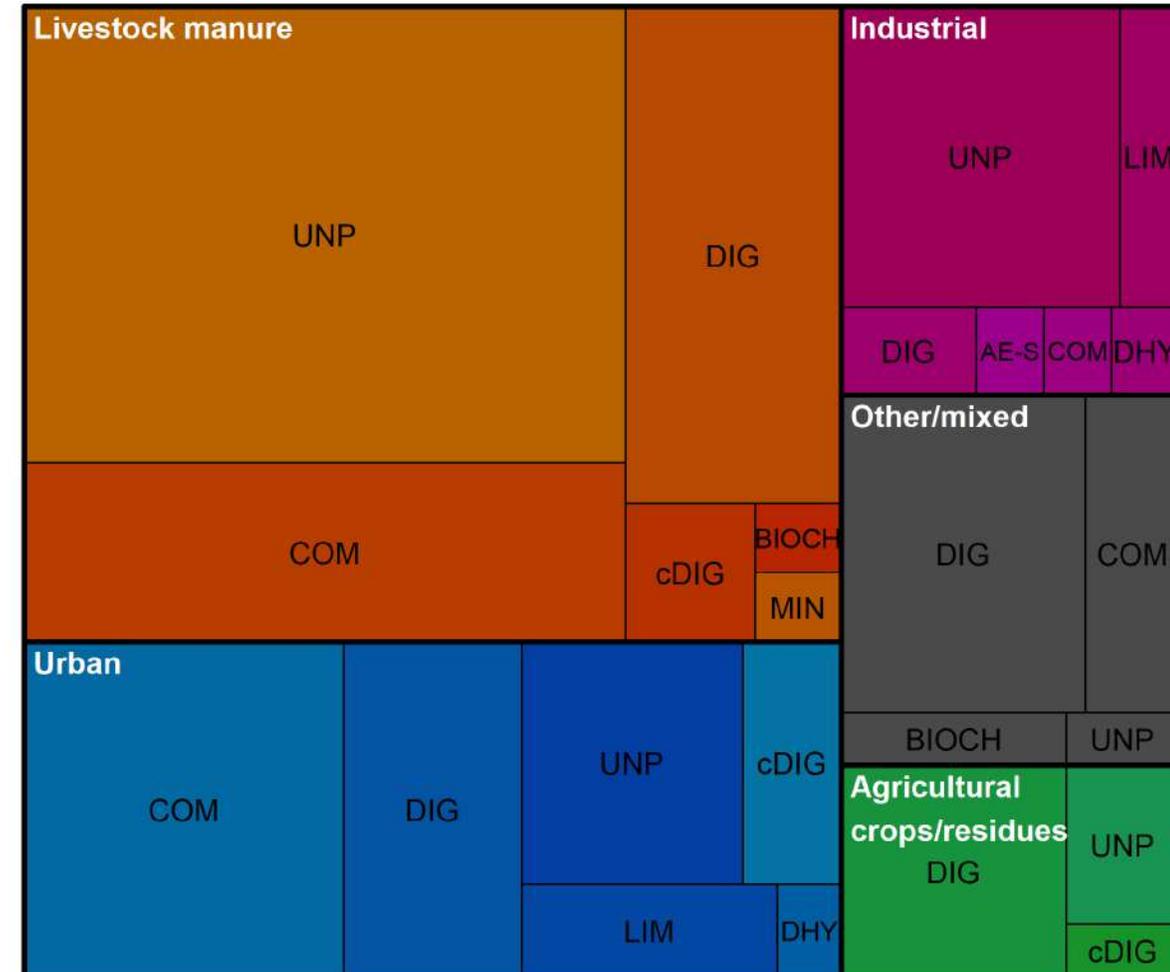


### Caractérisation innocuité

Éléments traces métalliques  
Contaminants organiques



Classification origine, nature intrants, procédés  
(en cours de publication)



# Vers une typologie des produits organiques



## Développement d'outils

### Outil de visualisation des caractéristiques physico-chimiques d'une large gamme de produits organiques Européens

- **Vision globale** des produits organiques et insertion dans les pratiques agronomiques
- **Positionner les nouveaux produits** parmi les produits organiques connus

Choose the EOM to visualise

Select EOM Origin :  
Livestock manure

Select EOM Process :  
compost

Select Major raw material :  
-

Choose the variables to visualise

Available variables for the selected EOM:

- Select all
- Biochemical fractionation
- Biological pathogens
- Calcium, magnesium, sodium, sulphur
- Carbon, organic matter
- Dry matter
- Granulometry
- Nitrogen
- Organic contaminants
- pH, calcareous
- Phosphorus, potassium
- Trace metals and other elements
- Yield components

Choose the type of visualisation

- data table with mean values
- boxplot

Category	Variable	Mean	Standard deviation	Unit	Humidity	Data source
Carbon, organic matter	C/N	11.66	2.71	g.g-1	Without	France ; Lithuania
Carbon, organic matter	C_org	272.76	42.34	g.kg-1	Dry matter	France ; Lithuania
Carbon, organic matter	C_total	298.31	69.73	g.kg-1	Dry matter	France
Carbon, organic matter	Organic matter	583.18	87.22	g.kg-1	Dry matter	Belgium - Wallonie ; Finland ; France ; Lithuania ; Netherlands
Dry matter	Dry mass	40.33	17.41	% FM	Fresh matter	Belgium - Flandre ; Belgium - Wallonie ; Finland ; France ; Lithuania ; Netherlands
Nitrogen	NH4/N	0.11	0.11	g.g-1	Without	France

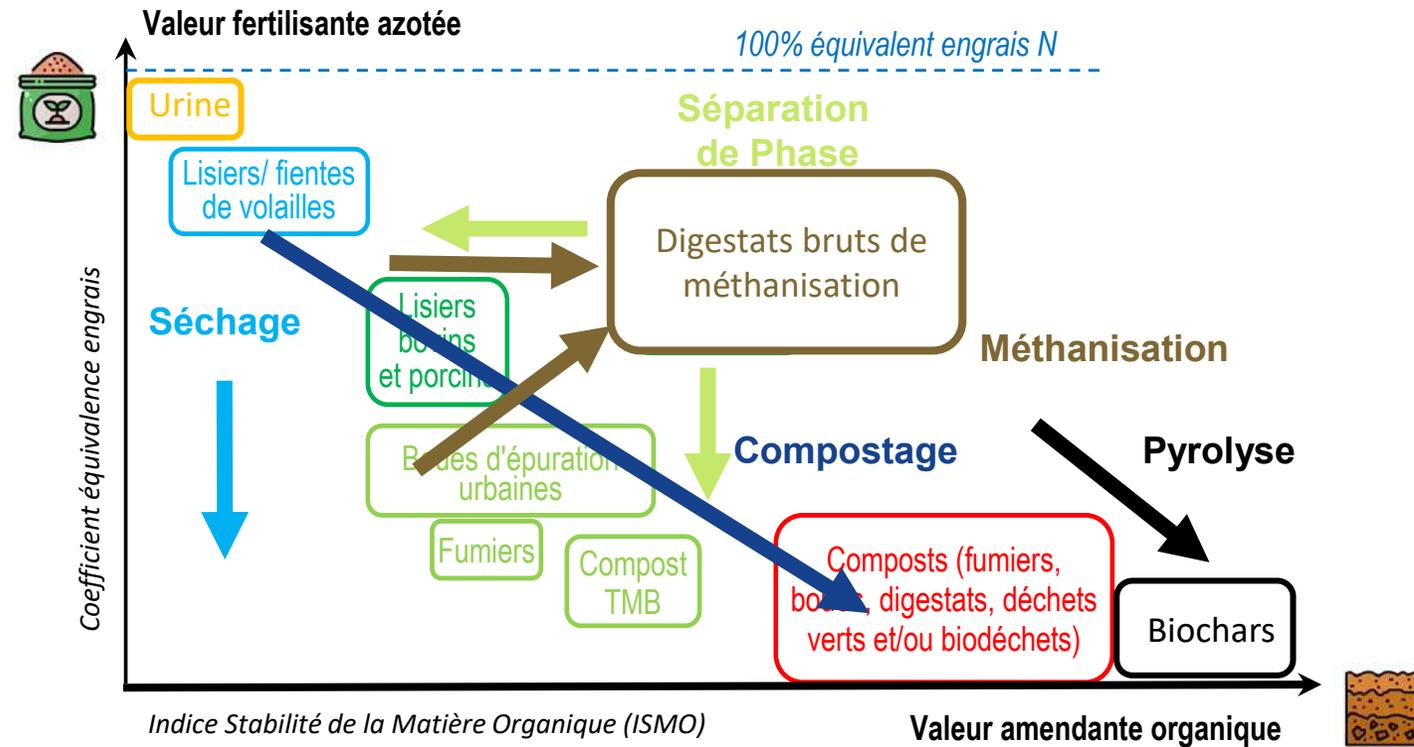
**SHINY APP:** Caradec, L., Tampio, E., Laakso, J., & Michaud, A. (2024). EOM4SOIL - Exogenous organic matter physicochemical characteristics visualisation tool - RShiny script (Version 1). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13805742>

# Typologies des produits organiques



## Grande diversité de produits organiques

- Gamme de produits organiques a évolué : effluents d'élevage, composts -> origines et procédés variés
- Nécessité de comprendre cette diversité pour optimiser leur usage en fertilisation
- Typologie permet de mieux expliquer la variabilité des produits
- Contrôler/Optimiser les procédés de valorisation
- Prédire les propriétés agronomiques de chaque type
- Positionner les produits organiques selon divers axes (ex: potentiel fertilisant vs amendant)



Adapté de EsCo MAFOR, (Houot et al., 2014)

# Typologies des produits organiques

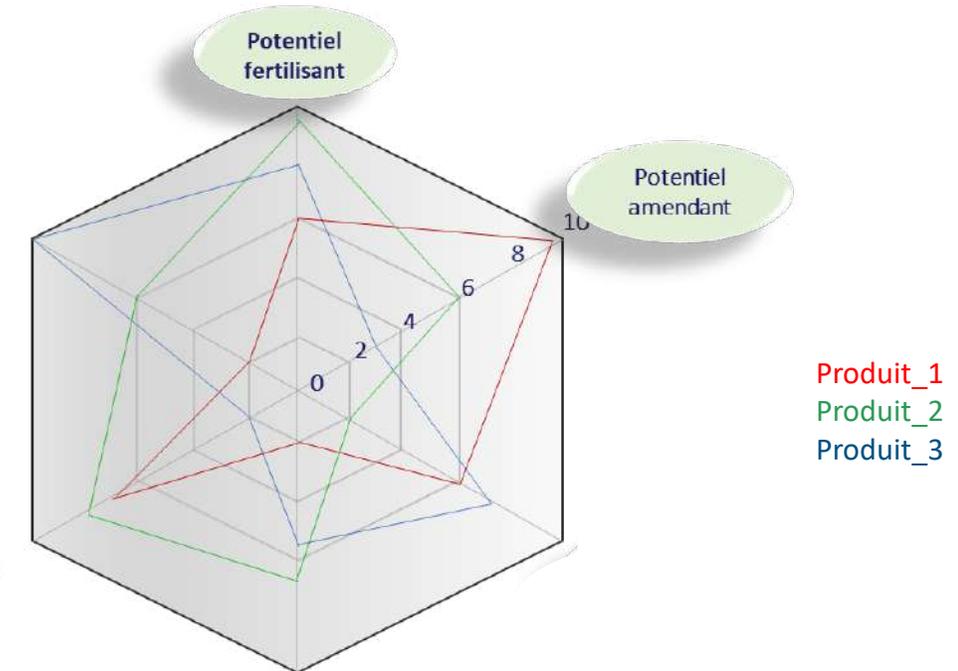


## Grande diversité de produits organiques

- Gamme de produits organiques a évolué : effluents d'élevage, composts -> origines et procédés variés
- Nécessité de comprendre cette diversité pour optimiser leur usage en fertilisation
- Typologie permet de mieux expliquer la variabilité des produits
- Contrôler/Optimiser les procédés de valorisation
- Prédire les propriétés agronomiques de chaque type
- Positionner les produits organiques selon divers axes

## Vers une évaluation multicritères

- Positionner les produits selon leurs propriétés versus services et besoins agroécologiques



## Besoins protocoles et données



**Merci !**

**LA VALORISATION AGRICOLE  
DES PRODUITS ORGANIQUES :**

**UNE PRATIQUE TRADITIONNELLE  
QUI RÉPOND À DE NOUVEAUX ENJEUX**