



Ferti-Dig (2021-2024)

Guide des bonnes pratiques d'utilisation des digestats de méthanisation

pour maximiser leurs intérêts agronomiques et limiter les impacts sur les fertilités chimique, physique et biologiques des sols



Julie Jimenez - INRAE LBE



Mariana Moreira - Chambre d'agriculture de Bretagne



Ferti-Dig (2021-2024)

Guide des bonnes pratiques d'utilisation des digestats de méthanisation

pour maximiser leurs intérêts agronomiques et limiter les impacts sur les fertilités chimique, physique et biologiques des sols



Sous-traitance



Contexte et enjeux



Digestats d'origine différentes -> qualités physico-chimique et agronomique contrastées

Type de digestat	MS %	MO %	C/N	N g/kg MS	N-NH ₄ g/kg MS	P ₂ O ₅ g/kg MS	K ₂ O g/kg MS
 + 	6	69	9	51	20	10	117
 + 	2	58	3	145	83	24	272

Contexte et enjeux

Variabilité des digestats : pas UN mais DES digestats



Variabilité des Intrants

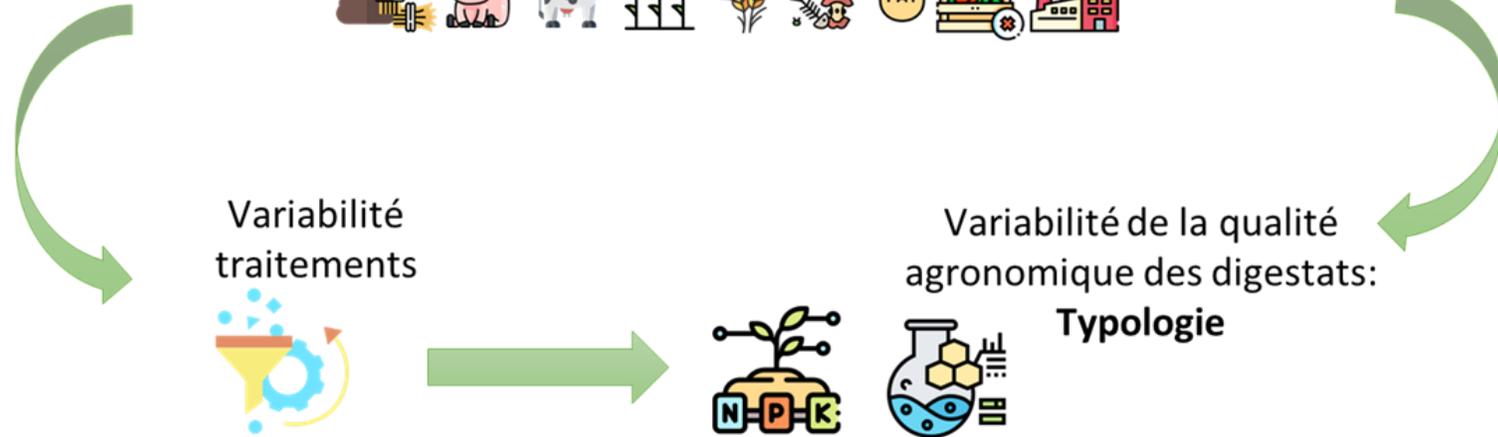


Variabilité
traitements



Variabilité de la qualité
agronomique des digestats:

Typologie



Contexte et enjeux

Variabilité des digestats : pas UN mais DES digestats



Variabilité des Intrants



Variabilité
traitements



Variabilité de la qualité
agronomique des digestats:

Typologie



Variabilité des impacts sur les agrosystèmes

Hypothèse: Typologie des impacts?



*Concept-Dig (ADEME, 2019)
Guilayn et al. (2019; 2020)*

Contexte et enjeux

Variabilité des digestats : pas UN mais DES digestats



Variabilité des Intrants



Variabilité
traitements



Variabilité de la qualité
agronomique des digestats:
Typologie



Variabilité des impacts sur les agrosystèmes

Hypothèse: Typologie des impacts?



Diversité pratiques culturales et types de sols

Besoin de rationaliser
les données et les impacts
par typologie de digestat

Besoin d'accompagner les
agriculteurs et les conseillers
dans l'utilisation des
références sur les digestats
→ fertilisation optimale
des cultures dans le respect de
l'environnement
→ pérennisation de la filière

Besoins de rationaliser les données et impacts par typologie de digestats



Variabilité des Intrants



Variabilité
traitements



Variabilité de la qualité
agronomique des digestats:
Typologie



Concept-Dig (ADEME, 2019)
Guilayn et al. (2019; 2020)



Variabilité des impacts sur les agroécosystèmes
Hypothèse: Typologie des impacts?

Diversité pratiques culturales et types de sols

Variables caractéristiques agronomiques:

C et N minéralisable au sol
Contaminants



Variables « Effets » :

Fertilité chimique N (Keq N, volatilisation NH₃)
Fertilité bio (vers de terre, μbio_MéthaBioSol)
Fertilité physique: stabilité structurale

Guide des bonnes pratiques d'utilisation par type de digestats
site web (2024)



Produit attendu



- **Guide « *Comment fertiliser avec des digestats d'origine agricole* »**

- ♣ Site internet en accès libre



- **Originalité**

- L'intégration des **caractérisations agronomiques** des digestats et proposition des **conseils d'apport**
- Sa **facilité d'utilisation** par
 - les acteurs de la filière, les agriculteurs et leurs conseillers
 - les enseignants de l'enseignement technique agricole
- Son intégration dans les programmes d'**enseignement technique agricole**
- Sa **diffusion large** via le RMT BOUCLAGE, les travaux du COMIFER, le site Valor PRO, les Chambres d'Agriculture partenaires et le réseau des chambres (CDA France), le réseau des ITA (Acta), les lycées agricoles partenaires, la Bergerie nationale et l'AAMF

Besoins de rationaliser les données et impacts par typologie de digestats



Variabilité des Intrants



Variabilité
traitements



Variabilité de la qualité
agronomique des digestats:

Typologie



Concept-Dig (ADEME, 2019)
Guilayn et al. (2019; 2020)



Variabilité des impacts sur les agroécosystèmes
Hypothèse: Typologie des impacts?

Diversité pratiques culturales et types de sols

Variables caractéristiques agronomiques:

C et N minéralisable au sol
Contaminants



Variables « Effets » :

Fertilité chimique N (Keq N, volatilisation NH₃)
Fertilité bio (vers de terre, μbio_ MéthaBioSol)
Fertilité physique: stabilité structurale

Guide des bonnes pratiques d'utilisation par type de digestats
site web (2024)





Classification des digestats de méthanisation

Base de données

« caractérisation digestats de méthanisation »

Echantillonnage :

2006 – 2022

52 départements

165 unités de méthanisation

Sources :

INRAE, CRA-B, ADEME Concept-Dig / AAMF, Lycée Obernai

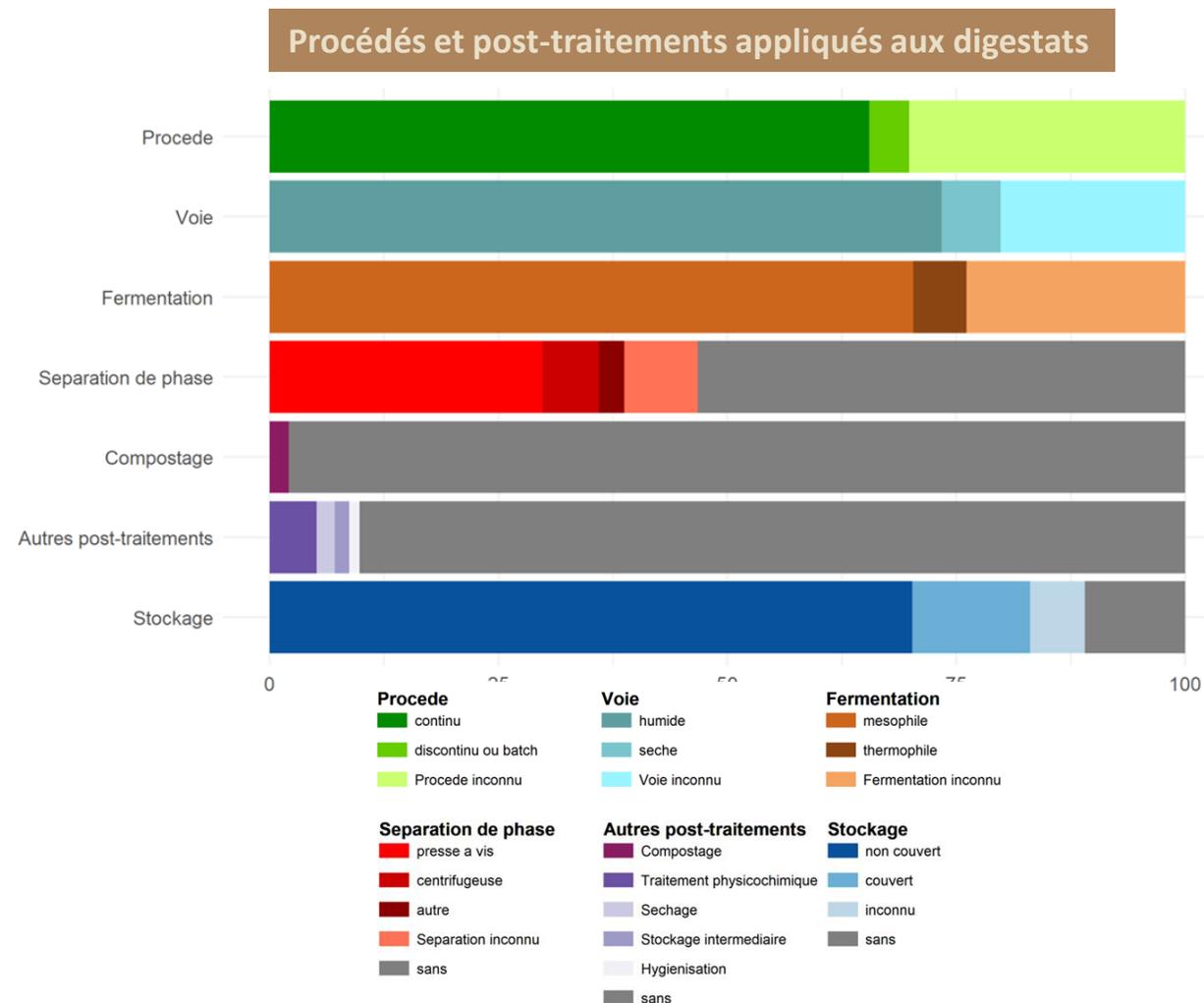
608 digestats,

dont 481 pour établir la classification

Variables agronomiques (C, N_{tot}, N-NH₄, P, K, C/N...)

Contaminants (minéraux, organiques)

Composition en intrants et **procédés**



Classification des digestats de méthanisation



Description des digestats

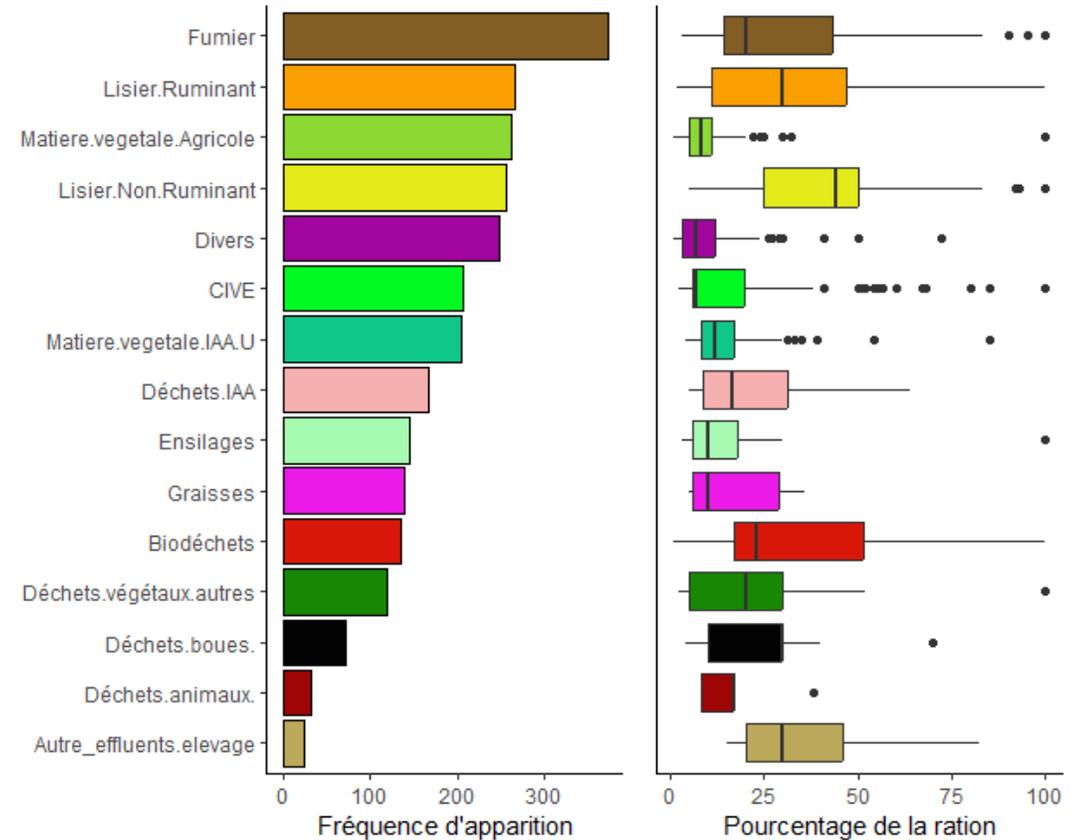
Composition :

majorité de fumier, lisier ruminant et non ruminant, matières végétales agricoles et non agricoles et divers déchets et coproduits issus des industries agro-alimentaires

Fractions :

56% bruts
21% liquides
18% solides
5% compostés

Composition des digestats



Classification des digestats de méthanisation



Sept classes de digestats :

- 3 classes, digestats « voie humide » bruts et liquides
- 3 classes, digestats « voie humide » solides/composts
- 1 classe, digestats « voie sèche »

Classes expliquées par les intrants majoritaires : **ig**

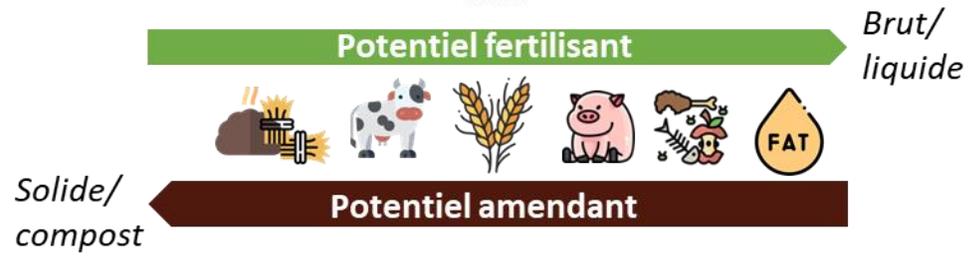
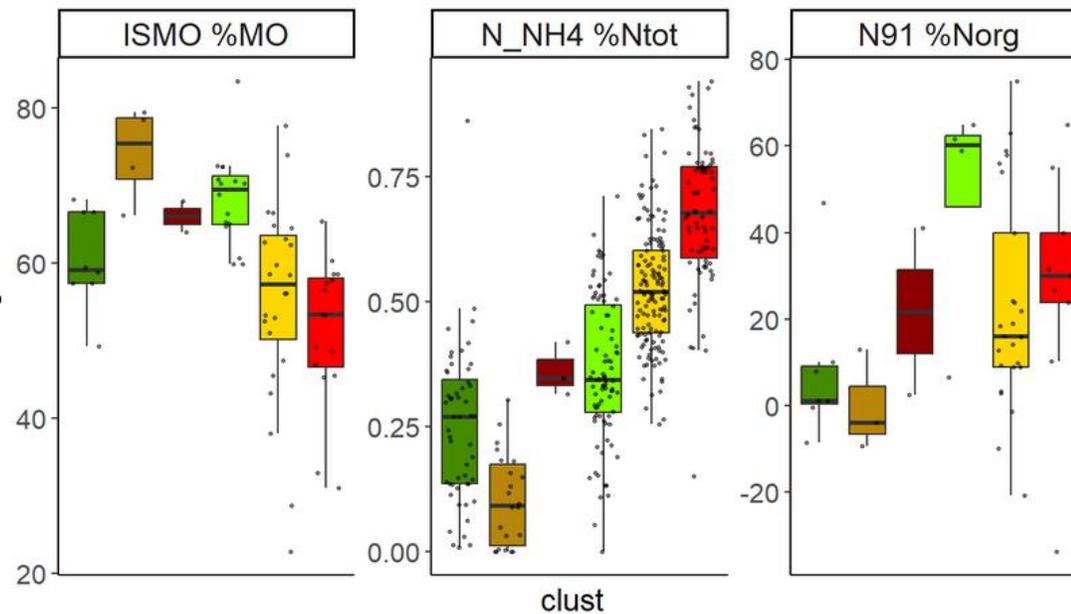
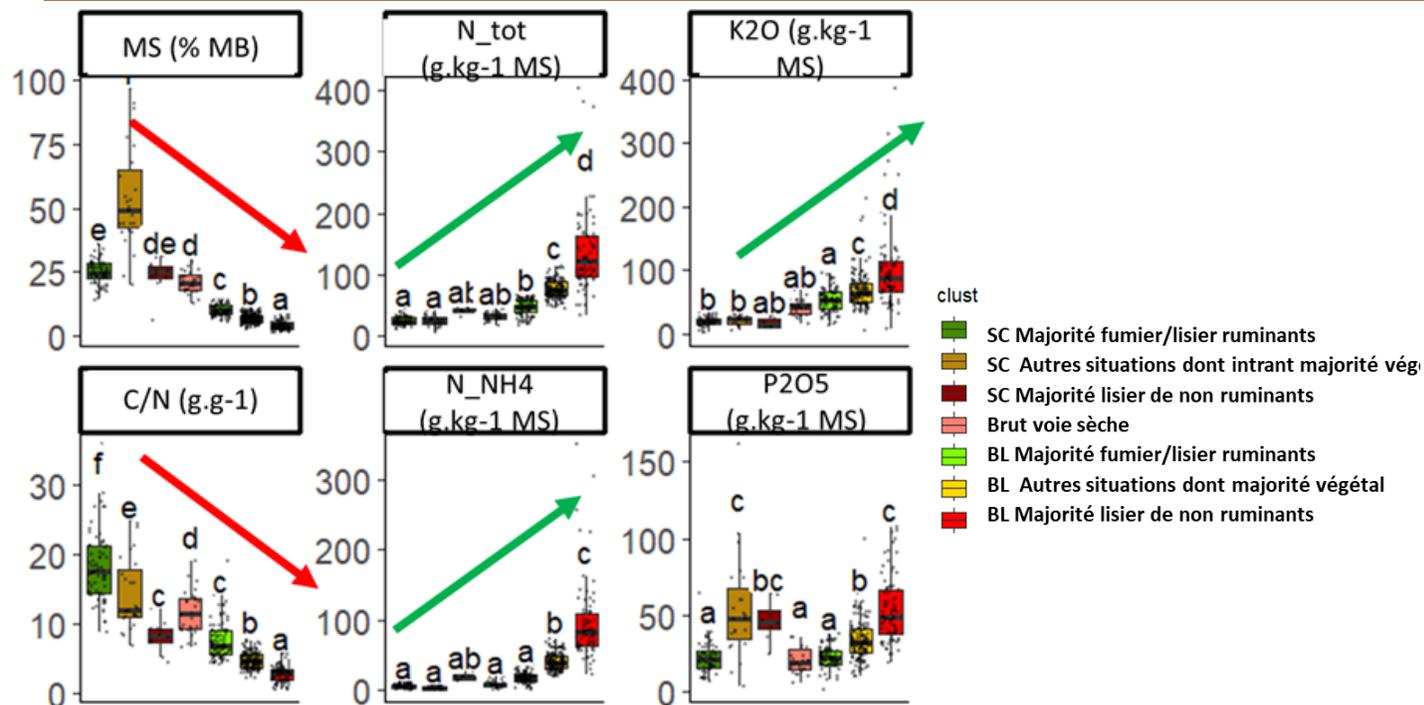
- Fumiers ruminants + intrants exploit. (i.e. mat. végétales)
- Lisiers + intrants industries agro-alimentaires et biodéchets

Type méthaniseur	Phase	Intrants majoritaires	Nom de la classe
Voie humide	Brut ou fraction liquide	majorité fumier/lisier de ruminants 	Brut ou fraction liquide, Majorité fumier/lisier de ruminants
		autres situations dont majorité végétale   	Brut ou Fraction liquide Autres situations dont intrant majorité végétal
		majorité lisier de non ruminants 	Brut ou Fraction liquide Majorité lisier de non ruminants
	Fraction solide/compost	majorité fumier/lisier de ruminants 	Fraction solide Majorité fumier/lisier de ruminants
		autres situations dont majorité végétale   	Fraction solide Autres situations dont intrant majorité végétal
		majorité lisier de non ruminants 	Fraction solide Majorité lisier de non ruminants
Voie sèche	Brut	majorité fumier/lisier de ruminants  	Voie sèche, Majorité fumier/lisier de ruminants



Classification des digestats de méthanisation

Boxplots des concentrations (unités base MS)
et paramètres physico-chimiques et agronomiques des digestats



MS: matière sèche en % matière brute (%MB)
N_{NH4}: azote ammoniacal en g/kgMS
N_{tot}: 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

SC: fraction solide et compost
BL: fraction brute et liquide

ISMO: indice de stabilité de la matière organique (% MO)
N_{NH4}: azote ammoniacal (% N total)
N91 : N minéralisé en 91 jours (% du N organique)

Contexte et enjeux

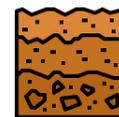


Digestats d'origine différentes -> qualités physico-chimique et agronomique contrastées

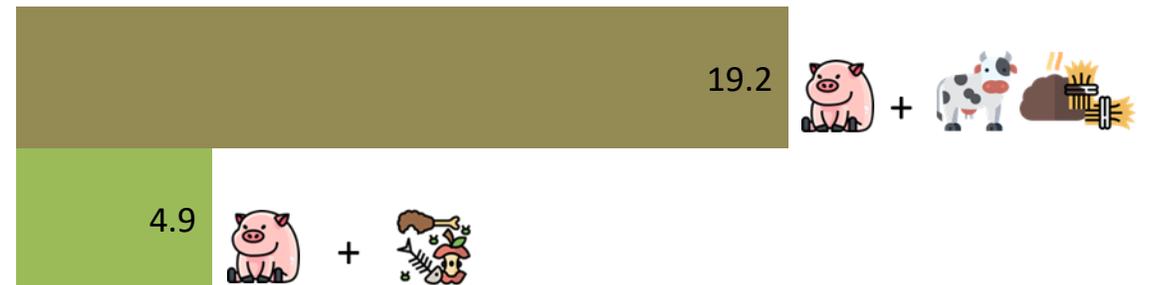
Type de digestat	MS %	MO %	C/N	N g/kg MS	N-NH ₄ g/kg MS	P ₂ O ₅ g/kg MS	K ₂ O g/kg MS
	6	69	9	51	20	10	117
	2	58	3	145	83	24	272



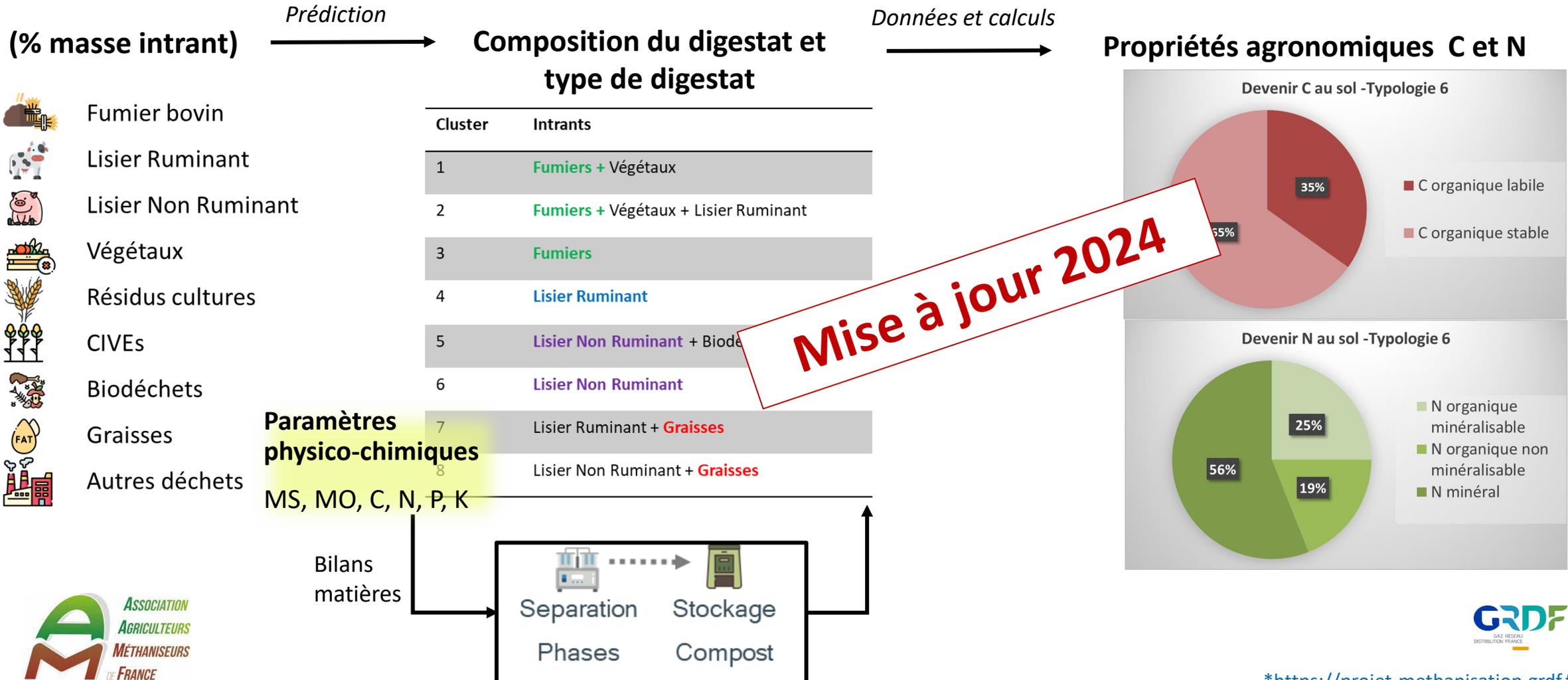
N disponible = N-NH₄ + Norg minéralisable
kgN/t MB



Potentiel stockage C sol
kgC/t MB



Outil Concept-Dig: prédire la composition des digestats et leurs classes



Besoins de rationaliser les données et impacts par typologie de digestats



Variabilité des Intrants



Variabilité traitements



Variabilité de la qualité agronomique des digestats:

Typologie



Concept-Dig (ADEME, 2019)
Guilayn et al. (2019; 2020)



Variabilité des impacts sur les agroécosystèmes
Hypothèse: Typologie des impacts?

Diversité pratiques culturales et types de sols

Variables caractéristiques agronomiques:

C et N minéralisable au sol
Contaminants



Variables « Effets » :

Fertilité chimique N (**Keq N**, volatilisation NH_3)
Fertilité bio (vers de terre, μbio _MéthaBioSol)
Fertilité physique: stabilité structurale

Guide des bonnes pratiques d'utilisation par type de digestats
site web (2024)



Coefficient d'équivalence engrais azoté - Keq N



Différents référentiels régionaux --> Différents valeurs de Keq N

Fourchettes de Keq N pour les digestats dans les différents référentiels régionaux GREN

$N \text{ efficace digestat} = N \text{ total du produit} \times Keq N$

Facteurs de variation du Keq N

- type de produit
- culture et période d'apport
- conditions d'épandage et météorologiques après apport

Différents intrants → Différents digestats (MS, pH, N-NH₄)
 → Keq N contrastés par type de digestat ?

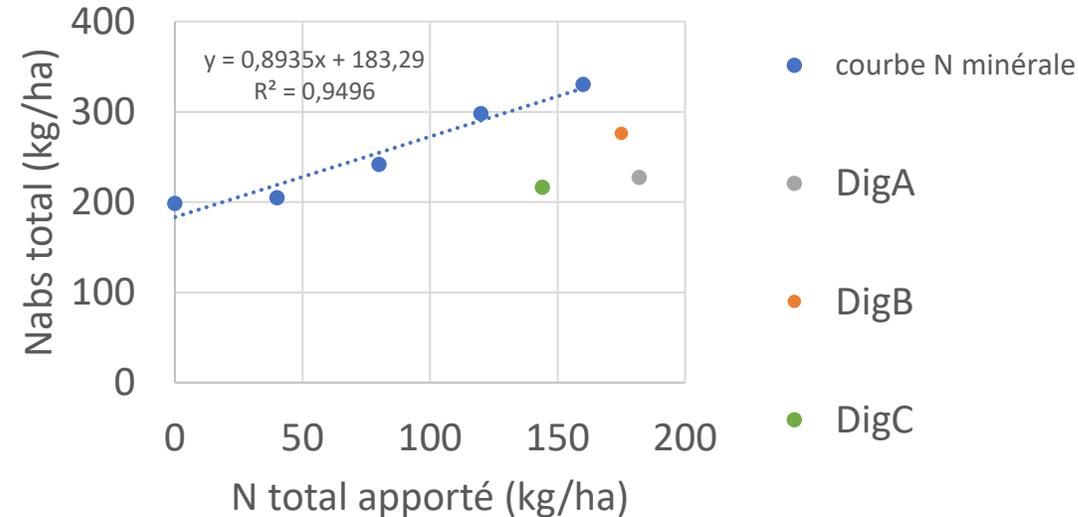
		Brut	Liquide	Solide
		0,1 - 0,2	0,1	0,1 - 0,3
		0,4 - 0,7	0,6	0,1 - 0,5
		0,1 - 0,2	0,1 - 0,2	0,1 - 0,2
		0,5 - 0,9	0,6 - 0,7	0,3 - 0,5
		0,1 - 0,2	0,1 - 0,5	0,1 - 0,4
		0,5 - 0,8	0,6	0,5
		0,1 - 0,6	0,1 - 0,6	0,1 - 0,6
		0,4 - 0,9	0,6 - 0,7	0,3 - 0,6

Keq N contrastés par type de digestat



Bretagne, sol limon-sablo-argileux, blé 2022

3 digestats bruts – différentes rations de méthaniseur – 35 m³/ha



Modalité	Ration	Dose N org (kg/ha)	Dose N-NH ₄ (kg/ha)	Keq N
Dig A	Végétaux	73.5	105	27 %
Dig B	Lisier de porc + graisses	49	126	60 %
Dig C	EE ruminant	70	73.5	26 %

Attention. Résultats obtenus pour une seule parcelle et une seule année.

Keq N en fonction de la classification Ferti-Dig



- Groupe de travail Comifer PRO

Echantillonnage :

40 essais évaluant les Keq N de digestats
2010 - 2022
22 départements

Sources :

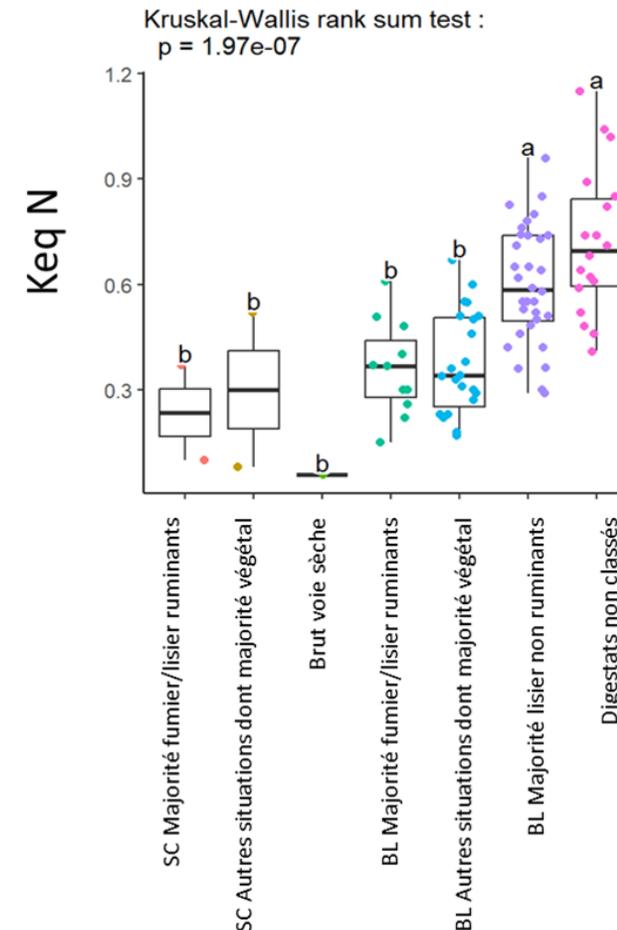
Arvalis, CA, INRAE, LDAR, Lycée Obernai

- ♣ objectif : proposer une nouvelle grille Keq N pour les digestats (en cours de finalisation)

- Des gradients de Keq N en fonction des classes Ferti-Dig ?

- ♣ Keq N « voie humide » bruts/liquides avec mêmes gradients que la teneur en azote dans la classification
- ♣ Valeurs plus élevées pour les digestats bruts et liquides issus de lisier de porc

Boxplots des Keq N des digestats
toutes cultures confondues
en fonction de la classification des digestats





Synthèse sur Typologie et effets fertilisant/amendant

MS faible
teneur en N importante, % N-NH₄ et N minéralisé élevés
C/N faible
Keq N ≥ 0.6



MS élevée
faible teneur en nutriments
C/N et/ou ISMO élevés
Keq N ≤ 0,3



Typologie et autres effets des digestas

- **Evaluation des effets sur les variables de fertilité (biologique, physique, chimique) en cours de finalisation...**
 - Biologique: données vers de terre, et indicateurs microbio (MethaBioSol)
 - Physique: données stabilité structurale
 - Volatilisation NH₃
- **Pas suffisamment de données pour décrire chaque classe mais tendances observées**

Besoins de rationaliser les données et impacts par typologie de digestats



Variabilité des Intrants



Variabilité traitements



Variabilité de la qualité agronomique des digestats:
Typologie



Concept-Dig (ADEME, 2019)
Guilayn et al. (2019; 2020)



Variabilité des impacts sur les agroécosystèmes
Hypothèse: Typologie des impacts?

Diversité pratiques culturales et types de sols

Guide des bonnes pratiques d'utilisation par type de digestats
site web (2024)



Variables caractéristiques agronomiques:

C et N minéralisable au sol
Contaminants



Variables « Effets » :

Fertilité chimique N (**Keq N**, volatilisation NH_3)
Fertilité bio (vers de terre, μbio _MéthaBioSol)
Fertilité physique: stabilité structurale



- **Caractérisation** du digestat
- Disponibilité en **éléments fertilisants** pour les cultures
- Effets sur la **fertilité du sol**
- **Pertes** (eau, air...)
- **Innocuité** du digestat
- **Règlementation**
- ...

**FICHES
TYPE DE
DIGESTAT**

DIGESTAT VOIE SÈCHE

Composition moyenne : fumier 58%, matière végétale IAA 8.7%, matière végétale agricole 6.8, déchets IAA 6.7%, biodéchets 6.2%, divers 5.6%

Processus: Intrants → méthaniseur → digestat (voie sèche)

COMPOSITION PHYSICO- CHIMIQUE

	Matière Brute	g/kg MB	g/kg MB	g/kg MB	g/kg MB
MS	21	3	5	15	71
POC, total					
MO	13	8	6	11	
K2O, total					
C/N					

CAPACITÉ A ENTREtenir LES STOCKS DE C DU SOL

Stabilité et potentiel humigène élevé

Carbone restitué au sol: 55 KgC/T de digestat épandu

VALEUR FERTILISANTE N

Potentiel fertilisant azoté faible à modéré

Agre disponible: 3 kgN /t d'agre de digestat épandu

Coefficients d'équivalence du digestat brut par culture et par période d'apport

Culture	automne	été	printemps	hiver
Céréales	0.2	0.4	0.4	0.4
Céréales fourragères	0.1	0.4	0.4	0.4
Colza	0.3	0.4	0.4	0.4
Maïs	0.1	0.6	0.6	0.6
Prairie	0.3	0.5	0.5	0.5

Risque de volatilisation: faible à modéré

CONTAMINANTS ORGANIQUES ET ÉLÉMENTS TRACES METALLIQUES

En dessous des seuils de réglementation (NFU051)

POUR ALLER PLUS LOIN

Positionnement du produit organique en fonction de sa valeur fertilisante et de sa valeur amendante

100% équivalent organique N

Diagramme montrant la séparation des phases (digestats de méthanisation brute) et le compostage (compost de déchets verts, digestats phase liquide).

Possibilité de télécharger en pdf

THEMATIQUES

Bien utiliser les digestats de méthanisation pour maximiser leurs intérêts agronomiques et limiter l'impact sur les fertilités chimique, physique et biologique des sols.

Le projet Ferti-Dig >

Disponible au printemps 2024

#69047194



D'autres projets de recherche en cours

- **MéthaBioSol (2020-2024)** *Impact des digestats de méthanisation sur la qualité biologique des sols agricoles (ADEME, Casdar, GRDF)*
- **Métha-3G (2021-2024)** *3ème génération de méthaniseurs : Comment utiliser la méthanisation pour optimiser les services de régulation liés au sol au sein d'un territoire agricole (ADEME)*



Diffusion et communication – données

Collection Ferti-Dig "use of agricultural digestates"

<https://entrepot.recherche.data.gouv.fr/dataverse/ferti-dig>

Publication, avec embargo (articles) puis ouverture :

- "Agricultural digestates - **database of physico-chemical properties and process informations**"
- "Agricultural digestates - **database of field experiments**"

Ferti-Dig "use of agricultural digestates"

(INRAE)

[Recherche Data Gouv](#) > [Data INRAE](#) > [Experimental - Observation - Simulation Dataverse](#) >

[Contact](#) [Partager](#) [Modifier](#)

FertiDig is a French research project (2021-2024) devoted to the study of digestates coming from agricultural anaerobic digestion plants. The project objectives are to (i) create a database of agricultural digestates physico-chemical properties associated with their anaerobic digestion process operational conditions data, (ii) establish a classification of agricultural digestates based on their properties and composition, (iii) evaluate the effects of digestats on soil (iv) to communicate to agricultural partners through guidelines and description forms focused on agricultural characteristics and effects of each class of digestates, published in a dedicated website. // Financial support: ADEME and GRDF // Project manager: Julie Jimenez (INRAE) and Mariana Moreira (CRAB). // Project partners: INRAE LBE, INRAE SAS, INRAE EcoSys, INRAE EMMAH, CRAB, CRAGE, ACTA, and AAMF, LDAR, Lycée Obernai and Lycée Bar le Duc.

Chercher dans cette collection...



Recherche avancée

+ Ajouter des données

Collections (0)

Jeux de données (2)

Fichiers (13)

Année de publication

2023 (1)

Statut de publication

Version provisoire (1)

Publié (1)

Non publié (1)

Origine des données

analysis data (1)

Type de données

Dataset (2)

1 à 2 de 2 résultats

Tri

Agricultural digestates - database of physico-chemical properties and process informations **Sous embargo**



21 sept. 2023

Michaud, Aurélie; Caradec, Lucille; Moreira, Mariana; Jimenez, Julie, 2025, "Agricultural digestates - database of physico-chemical properties and process informations", <https://doi.org/10.57745/M1JSUS>, Recherche Data Gouv, V1, UNF:6:1hOma5tzwrw1bGgkVgimlg== [fileUNF]

Agricultural digestates database established in the project ADEME/GRDF FertiDig, wich considers 806 digestates, including 608 from agricultural methanisation units and 198 digestates compiled from the international literature. The following datasets are available to upload: proc...

Agricultural digestates - database of field experiments **Version provisoire** **Non publiée**



3 juil. 2023

Caradec, Lucille; Moreira, Mariana; Jimenez, Julie; Michaud, Aurélie, 2023, "Agricultural digestates - database of field experiments", <https://doi.org/10.57745/WUUV5>, Recherche Data Gouv, DRAFT VERSION

Database of field experiments studying agricultural digestates recycling, established in the project ADEME/GRDF FertiDig, wich considers x field experiments. xxx

Diffusion et communication



- Visite des essais au champ
 - ♣ Station de Kerguéhennec 2022 - Bretagne
- Printemps 2024: lancement du guide
- Webinaires prévus
 - ♣ conseillers agricoles, agriculteurs, lycées agricoles
- Supports pédagogiques -> Lycées agricoles
- Présentations pour un large public
 - ♣ Fertilisation et sol
 - Journées COMIFER-GEMAS nov 2023
 - ♣ Société / monde agricole
 - 24 février au 3 mars - *Salon International de l'Agriculture* à Paris (à confirmer)
 - ♣ Filière méthanisation :
 - Webinaire GRDF (20 juin 2023) en ligne
 - Mars - *Journées de Recherche et Innovation Biogaz et Méthanisation* à Pau
 - journée *MethaBioSol*, Dijon
 - ♣ Scientifique
 - articles prévus (2024)
 - ...