



**aGRICULTURES
& TERRITOIRES**
CHAMBRE D'AGRICULTURE
NORD-PAS DE CALAIS



Digestats de méthanisation agricole et matière organique

Cécile Manhes – Chambre d'agriculture Nord-Pas de Calais

Quelle matière organique dans les digestats en Hauts de France



- ✓ Environ 100 analyses de digestats réalisées depuis 2012

- ✓ Sur 28 unités de méthanisation agricoles en Nord, Pas de Calais, Somme et Oise

- ✓ Intrants principaux:
 - lisiers bovins, porcins,
 - fumier bovins, volailles,
 - déchets IAA, matière végétale brute...

Quelle matière organique dans les digestats en Hauts de France



- ✓ Process et types de digestats de ces unités de méthanisation agricoles
 - voie liquide infiniment mélangée (17) → *digestat brut liquide*

 - voie liquide infiniment mélangée avec séparation de phase (9) → *digestat liquide (séparation de phase)*
→ *digestat solide (séparation de phase)*

 - voie sèche infiniment mélangée avec séparation de phase (1) → *digestat liquide (séparation de phase)*
→ *digestat solide (séparation de phase)*

 - voie sèche (3) → *digestat brut solide (+digestat liquide (voie sèche))*

Quelle matière organique dans les digestats

Composition moyenne des digestats



	Digestat brut liquide	Digestat liquide (séparation de phase)	Digestat liquide (voie sèche)	Digestat brut solide	Digestat solide (séparation de phase)
Nombre d'analyses	64	24	8	11	25
Matière sèche (MS) (%)	7,2	6,6	3,8	23,8	23,2
pH	8,0	8,2	8,0	8,7	8,8
C/N	4,3	4,1	2,7	10,0	15,2
Matière organique*	41,9	36,1	18,4	145,5	170,5
Azote total*	4,9	4,4	3,6	7,5	5,9
Azote organique*	2,3	2,3	1,1	5,7	4,7
Azote ammoniacal*	2,6	2,0	2,5	1,7	1,2
Azote ammoniacal / Azote total (%)	53,5	46,6	71,2	23,4	19,7
Phosphore total*	1,9	1,4	0,6	3,3	4,7
Potassium total*	3,9	4,8	6,1	7,0	5,3
Magnésium total (MgO)*	1,3	0,9	0,4	1,8	2,9
Calcium total (CaO)*	3,2	3,0	1,0	9,7	6,8
Soufre total (SO3)*	1,1	1,0	-	2,6	2,6

* : en kg/t brut

Source : Chambre d'agriculture du Nord-Pas de Calais - février 2021

Quelle matière organique dans les digestats

Composition moyenne des digestats



	Digestat brut liquide	Digestat liquide (séparation de phase)	Digestat liquide (voie sèche)	Digestat brut solide	Digestat solide (séparation de phase)
Nombre d'analyses	64	24	8	11	25
Matière sèche (MS) (%)	7,2	6,6	3,8	23,8	23,2
pH	8,0	8,2	8,0	8,7	8,8
C/N	4,3	4,1	2,7	10,0	15,2
Matière organique*	41,9	36,1	18,4	145,5	170,5
Azote total*	4,9	4,4	3,6	7,5	5,9
Azote organique*	2,3	2,3	1,1	5,7	4,7
Azote ammoniacal*	2,6	2,0	2,5	1,7	1,2
Azote ammoniacal / Azote total (%)	53,5	46,6	71,2	23,4	19,7
Phosphore total*	1,9	1,4	0,6	3,3	4,7
Potassium total*	3,9	4,8	6,1	7,0	5,3
Magnésium total (MgO)*	1,3	0,9	0,4	1,8	2,9
Calcium total (CaO)*	3,2	3,0	1,0	9,7	6,8
Soufre total (SO ₃)*	1,1	1,0	-	2,6	2,6

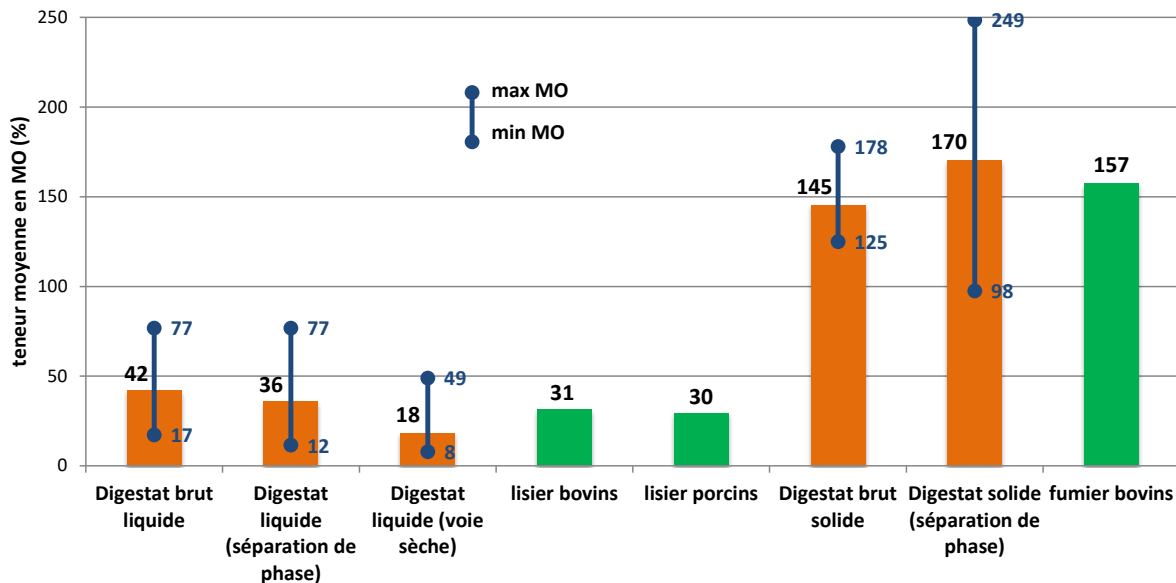
* : en kg/t brut

Source : *Chambre d'agriculture du Nord-Pas de Calais - février 2021*



Quelle matière organique dans les digestats en Hauts de France

Teneur moyenne en matière organique (MO) dans les digestats et les effluents d'élevage



→ Grande variabilité



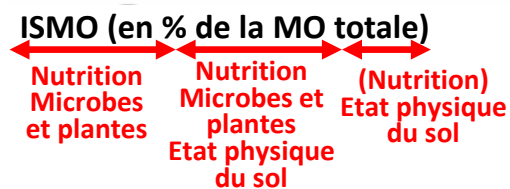
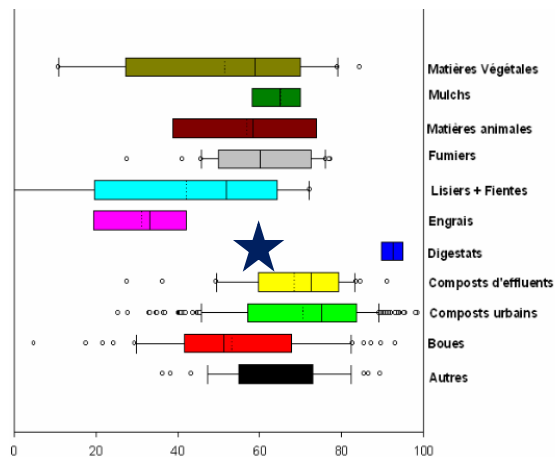
Quelle matière organique dans les digestats en Hauts de France

Stabilité de la matière organique

ISMO : Indice de Stabilité de la Matière Organique

Méthode de calcul : Fractionnement du produit organique en différentes composantes biochimiques : la fraction soluble, la fraction hémicellulose, la fraction cellulose (calculée) et la fraction lignine et cutine + carbone minéralisé à 3 j

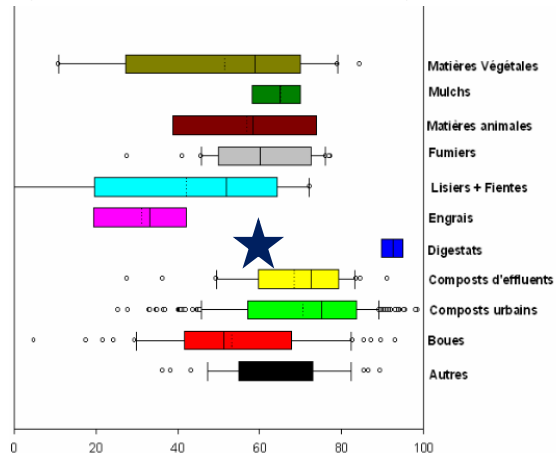
(Source : Lashermes et al., 2008)





Quelle matière organique dans les digestats en Hauts de France

(Source : Lashermes et al., 2008)



ISMO (en % de la MO totale)

← Nutrition Microbes et plantes

← Nutrition Microbes et plantes et Etat physique du sol

← (Nutrition) Etat physique du sol

10 analyses SATEGE sur des digestats solide bruts et issus de séparation de phase :

ISMO moyen : 60 % de la MO

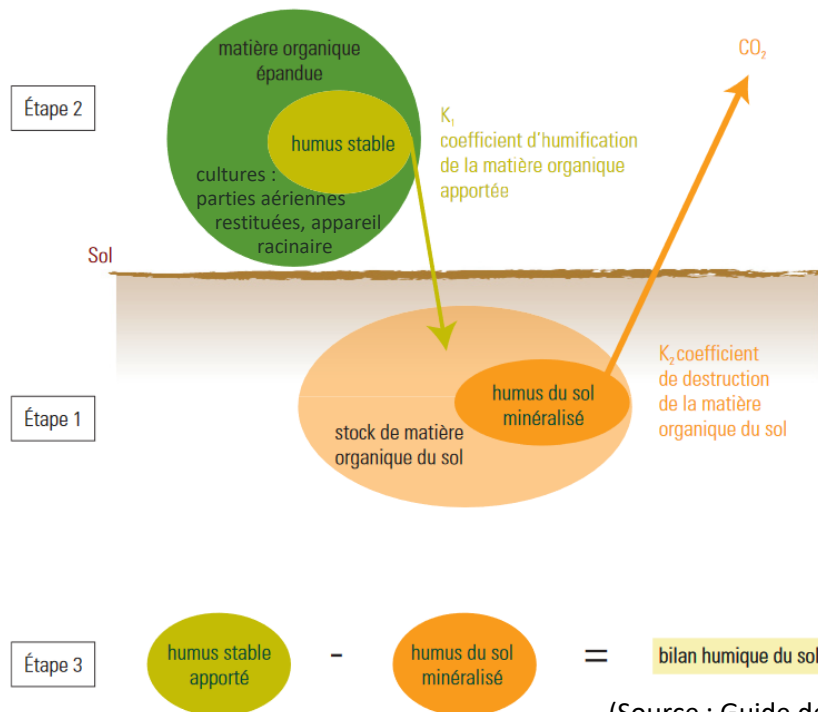
51,3 < ISMO < 66

→ Intérêt pour la nutrition microbes et plantes et état physique du sol

Un apport de 25 t de digestat solide issu de séparation de phase à 170 kg/t de MO : $25 \times 170 \times 0,60 = 2\ 550$ kg

→ Fourniture de 2,5 t de matières organiques potentiellement résistantes à la dégradation

Schéma du bilan humique du sol

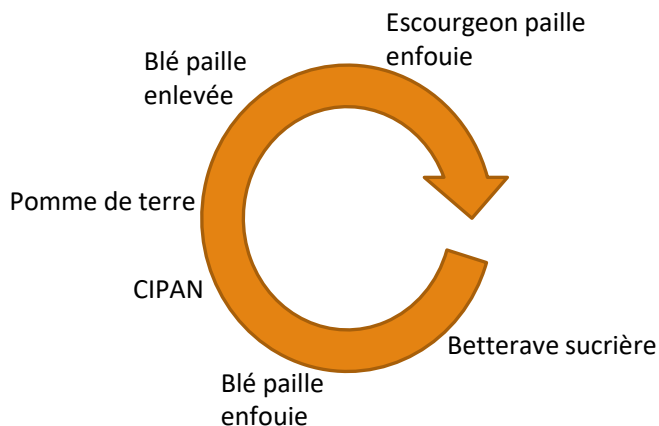


(Source : Guide de la fertilisation organique à La Réunion, 2006)

Bilan humique



Ex de bilan humique à la parcelle :



	Surface	10 000	m ²
x	Profondeur	24	cm
x	Teneur en cailloux	0	
=	Volume de terre fine	2 400	m³
	Texture	limon	
x	Densité apparente	1,5	t/m ³
=	Masse de terre fine	3 600	t/ha
x	Taux de MO	2 %	
=	Quantité d'humus dans mon sol	72	t/ha
x	k ₂	1,6 %	
=	Perte annuelle d'humus	1 150	kg/ha
	Perte annuelle d'humus sur 4 ans	5 750	kg/ha/5 ans

Bilan humique



	Restitution betterave sucrière	650	kg/ha
+	Restitution blé tendre paille enfouie	1 100	kg/ha
+	Restitution CIPAN	300	kg/ha
+	Restitution pomme de terre	250	kg/ha
+	Restitution blé tendre paille enlevée	375	kg/ha
+	Restitution escourgeon paille enfouie	975	kg/ha
=	Total restitutions	3 650	kg/ha

Bilan humique de la parcelle sur 5 ans

	Gain en humus sur 4 ans	3 650	kg/ha
	Pertes en humus sur 4 ans	5 750	kg/ha
	Bilan humique	- 2 100	kg/ha

Evolution du taux de MO dans les sols à long terme

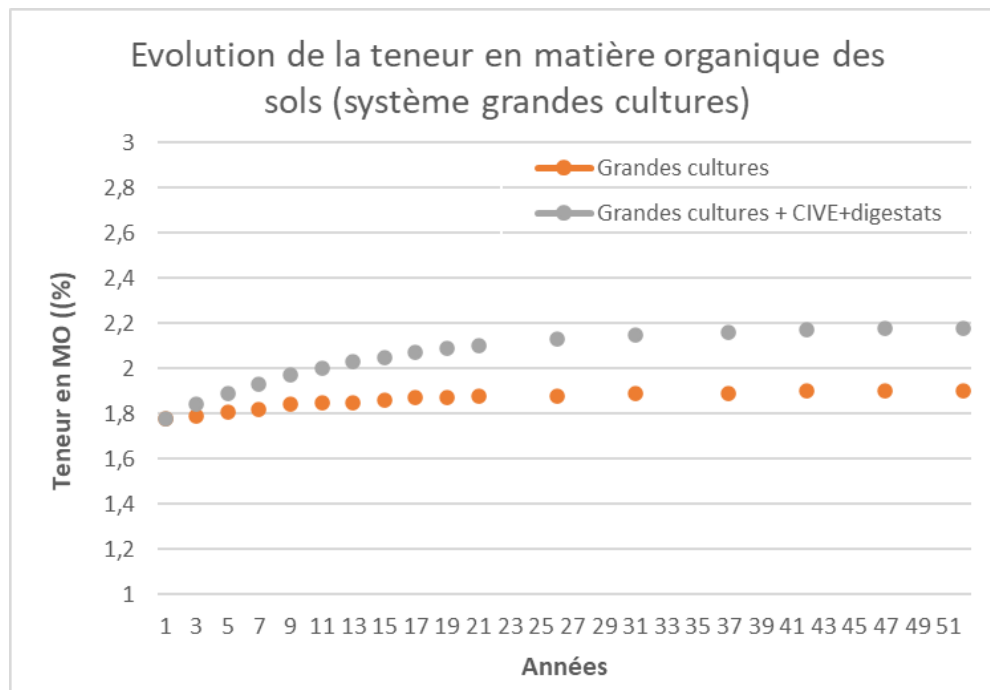
Simulations par systèmes de cultures – grandes cultures

Caractéristiques du système de cultures	Grandes cultures	Grandes cultures CIVE + digestat (liq+solide)
Profondeur de labour (cm)	30	30
Teneur en MO des sols de départ (%)	1,78	1,78
Teneur en MO des sols à 50 ans (%)	1,9	2,18
Rotation	Bett/blé Pois/blé Bett/blé Colza/blé	Bett/blé Pois/blé Bett/blé Colza/blé
Résidus	Toujours restitués	Toujours restitués
Cultures intermédiaires	CIPAN	CIPAN + CIVE (1an /4)
Apports organiques	-	Digestat solide (1an/8) Digestat liquide (1an/4 et 1an/2)



Evolution du taux de MO dans les sols à long terme

Simulations par systèmes de cultures – grandes cultures



Modélisation réalisée
 avec l'outil simeos-amg
www.simeos-amg.org



Evolution du taux de MO dans les sols à long terme

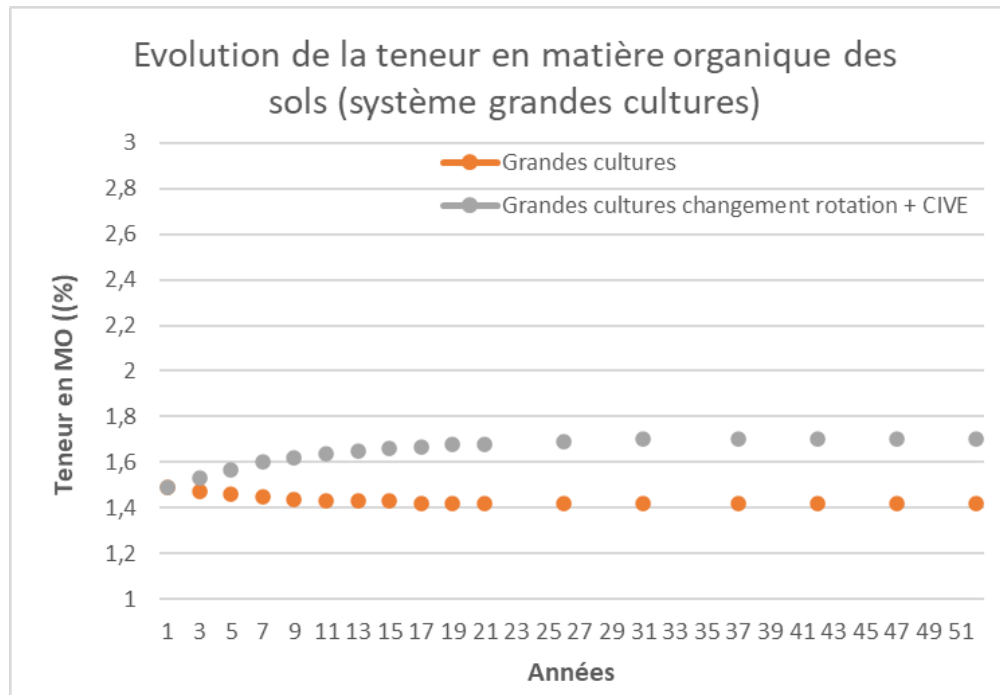
Simulations par systèmes de cultures – grandes cultures avec changement d’assolement

Caractéristiques du système de cultures	Grandes cultures	Grandes cultures changement rotation + digestat (liq+solide)
Profondeur de labour (cm)	30	30
Teneur en MO des sols de départ (%)	1,49	1,49
Teneur en MO des sols à 50 ans (%)	1,42	1,7
Rotation	Colza Blé Orge	Maïs Blé
Résidus	Toujours restitués	Toujours restitués
Cultures intermédiaires	-	CIVE (seigle)
Apports organiques	-	Digestat solide (1an/2) Digestat liquide (1an/2)



Evolution du taux de MO dans les sols à long terme

Simulations par systèmes de cultures – grandes cultures avec changement d’assolement



Modélisation réalisée avec l'outil simeos-amg

Evolution du taux de MO dans les sols à long terme

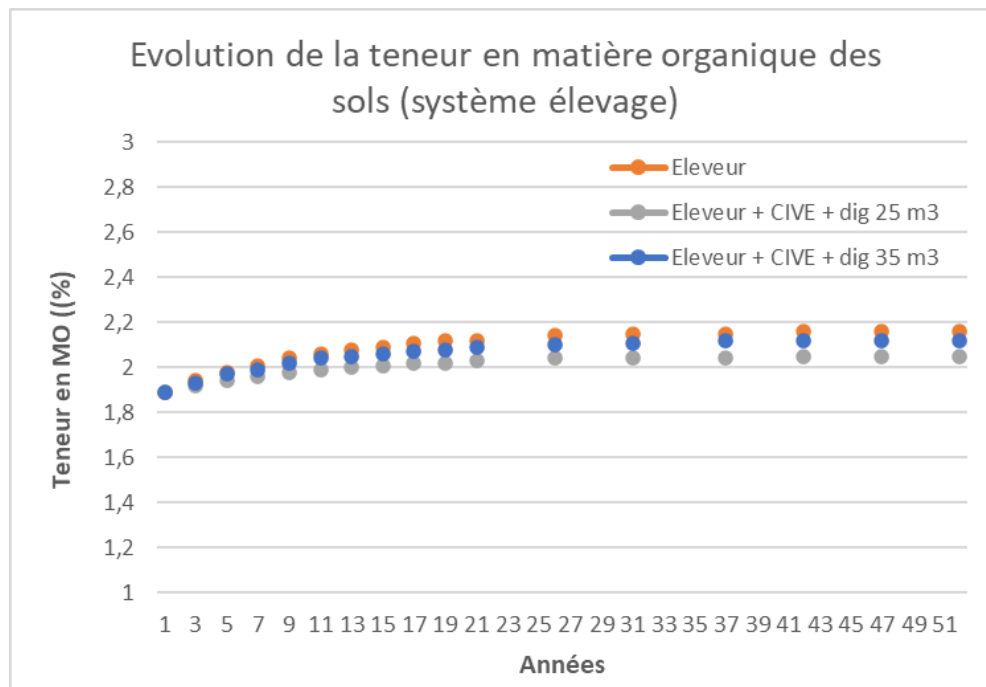
Simulations par systèmes de cultures – élevage

Caractéristiques du système de cultures ⁰	Éleveur	Éleveur + digestat brut 25 m ³ (+CIVE)	Éleveur + digestat brut 35 m ³ (+CIVE)
Profondeur de labour (cm)	25	25	25
Teneur en MO des sols de départ (%)	1,89	1,89	1,89
Teneur en MO des sols à 50 ans (%)	2,16	2,05	2,12
Rotation	Bett/blé Maïs/blé Colza/blé	Bett/blé Maïs/blé Colza/blé	Bett/blé Maïs/blé Colza/blé
Résidus	Toujours restitué (tête de rotation) Restitué 1fois/2 (céréales)	Toujours restitué (tête de rotation) Restitué 1fois/2 (céréales)	Toujours restitué (tête de rotation) Restitué 1fois/2 (céréales)
Cultures intermédiaires	CIPAN	CIPAN CIVE (seigle)	CIPAN CIVE (seigle)
Apports organiques	Fumier (35 t/ha - 1an/3)	Digestat (25m ³ /ha - 2 ans/3)	Digestat (35m ³ /ha - 2 ans/3)



Evolution du taux de MO dans les sols à long terme

Simulations par systèmes de cultures – élevage





Evolution du taux de MO dans les sols à long terme

Simulations par systèmes de cultures – élevage

- L'apport de digestats liquides peut avoir un léger impact positif sur le taux de MO des sols (digestats à teneur en MO très faible ?)
- Rôle important de l'assolement, itinéraire technique, restitution des résidus
- Importance suivi essais au champ