



La fertilité des sols dans les systèmes fourragers

Journées AFPF (8 - 9 avril 2015 – Paris)

Digestats de méthaniseurs: valeurs fertilisantes, règles et normes

Marc Benoît,
Inra, SAD Aster, Mirecourt
Président de l'association française d'agronomie

À partir d'idées et des travaux de Kurt Möller,
Hohenheim Universität, RFA

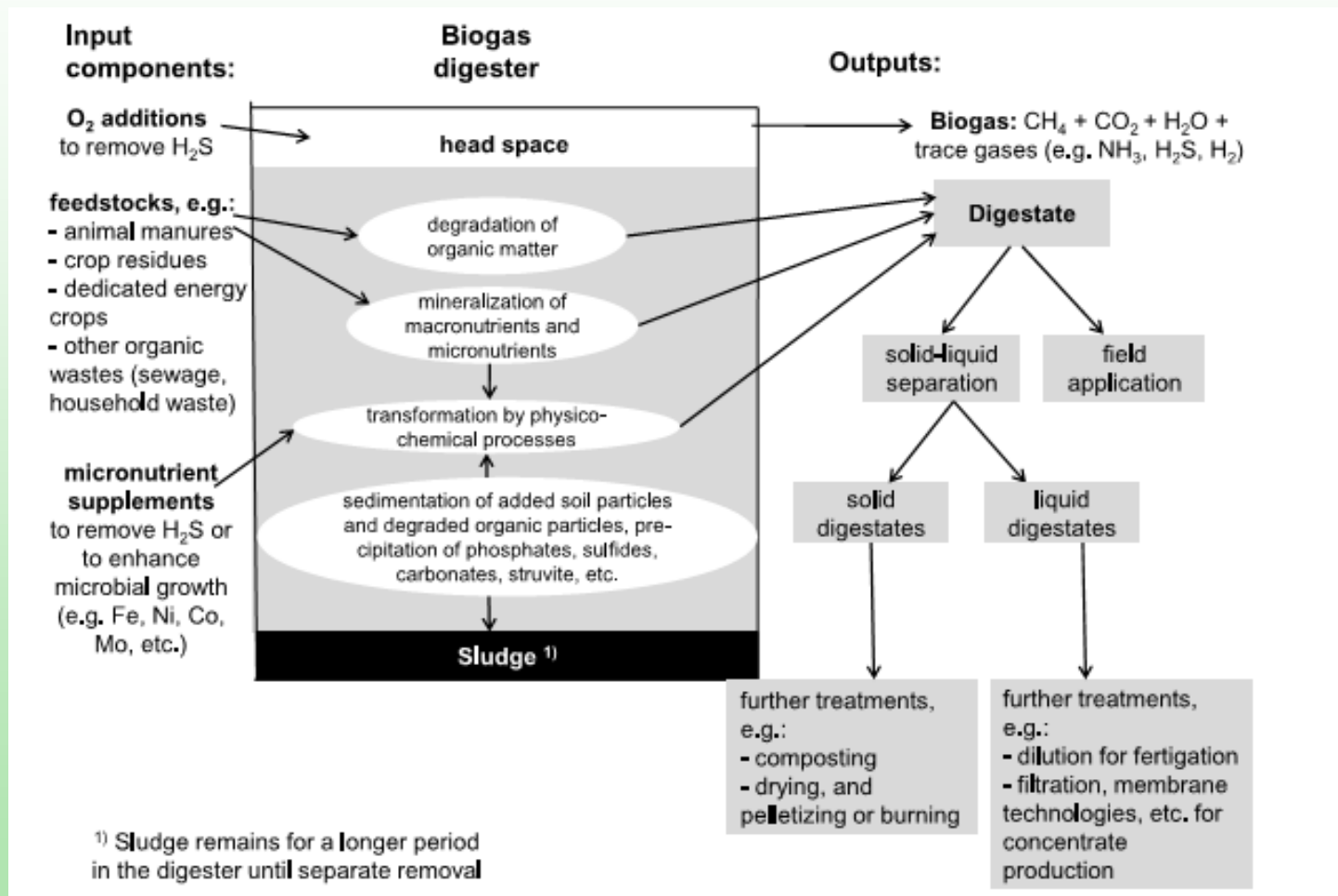


La fertilité des sols dans les systèmes fourragers

Journées AFPF (8 - 9 avril 2015 – Paris)

Introduction

Une grande diversité de flux de matières et de process enchaînés



(Möller, Muller, 2012)

Une grande diversité de matières utilisées en méthaniseurs (cas de l'Allemagne)

Table 1. Assessment of the annual total amounts of digestates currently produced by biogas plants in Germany, and the related amounts of nutrients

Feedstocks		Total nutrient amounts (Mg) ^{a)}			Amounts ^{d)} (1000 m ³)
		N	P	K	
Dedicated energy crops	Assumed area (ha) ^{d)}				Digestate FM ^{b)}
Silage maize	629 063	131 474	24 219	128 014	26 295
Cereals	163 090	16 146	3 425	4 893	245
Whole plant silage (cereal)	58 247	8 155	1 456	5 679	1 092
Other (potatoes, sugar beets, etc.)	58 247	7 405	1 631	11 727	1 797
Grassland	191 354	59 320	9 185	52 431	4 736
Sum	1 100 000	222 499	39 916	202 744	34 165
Animal excrements	Assumed amounts (1000 Mg FM)				
Cattle slurry	18 641	80 158	12 303	77 361	18 641
Pig slurry	4 924	22 651	4 530	9 011	4 826
Mixed slurries	5 116	22 766	4 042	15 297	5 065
Solid farmyard manures	1 727	12 259	3 246	9 894	1 606
Poultry manures	1 533	26 820	10 038	17 165	1 165
Sum		164 654	34 159	128 728	31 302
Total		387 153	74 075	331 472	65 467

^{a)}Calculations based on nutrient contents and mean yields provided by [136].

^{b)}FM = Fresh matter.

^{c)}Calculations based on assumed feedstock availability and "volume reduction factors" provided by Heidenreich (cited by [21]).

^{d)}Data based on the assumption that feedstocks are produced on an area of 1,1 Mio ha, including 5% of the total German grassland area; arable land feedstock composition: 69% silage maize, 18% cereal grains, 6.5% whole plant silage, and 6.5% others [1].



La fertilité des sols dans les systèmes fourragers

Journées AFPF (8 - 9 avril 2015 – Paris)

Diversité des valeurs fertilisantes

Une ENORME variabilité de valeurs fertilisantes

Table 2. Digestate characteristics

	Absolute values	Change ^{a)}	References
DM (%)	1.5–13.2	–1.5 to –5.5	[21, 137–141]
Organic DM (% DM)	63.8–75.0	–5 to –15	[12, 137, 141]
Total N (% DM)	3.1–14.0%	^{b)}	[8, 12, 14, 137, 141]
Total N (kg Mg ⁻¹ FM)	1.20–9.10	≈ 0	[8, 10, 14, 138, 139, 142]
Total NH ₄ ⁺ (kg Mg ⁻¹ FM)	1.5–6.8	?	[139]
NH ₄ ⁺ share on total N (%)	44–81%	+10 to +33	[8, 12, 14, 16, 140]
Total C content (% DM)	36.0–45.0	–2 to –3	[12]
C:N ratio	3.0–8.5	–3 to –5	[12, 14, 142]
Total P content (% DM)	0.6–1.7	^{b)}	[10, 21, 137, 141]
Total P (kg Mg ⁻¹ FM)	0.4–2.6	≈ 0	[21, 138, 139, 142]
Water soluble P (% of total P)	25–45	–20 to –47	[65, 143]
Total K (% DM)	1.9–4.3	^{b)}	[10, 21, 137, 141]
Total K (kg Mg ⁻¹ FM)	1.2–11.5	≈ 0	[21, 138, 139]
Total Mg (kg Mg ⁻¹ FM)	0.3–0.7	≈ 0	[137, 141, 142]
Total Ca (kg Mg ⁻¹ FM)	1.0–2.3	≈ 0	[10, 141, 142]
Total S (kg Mg ⁻¹ FM)	0.2–0.4	?	[142]
pH	7.3–9.0	+0.5 to +2 units	[8, 10, 12, 14, 18, 26, 112, 142, 144]

^{a)}In comparison to undigested liquid animal manures, absolute values.

^{b)}Increases with degree of DM degradation.

DM = Dry matter.

FM = Fresh matter.

? = No data found/no data available.

(Möller, Muller, 2012)

Résumé:

Total N (% MS)	3,1	-	14
Total NH4 (Kg /t MF)	1,5	-	6,8
C/N	3,0	-	8,5
P (Kg/t MF)	0,4	-	2,6
K (Kg/t MF)	1,2	-	11,5

Des effets marqués de la séparation liquide/solide

Table 3. Digestate characteristics after solid-liquid separation

	Liquid fraction of digestates	Solid fraction of digestates	References
DM (%)	4.5–6.6	19.3–24.7	[21, 111, 139, 140, 111]
Organic DM (% DM)		40–86	[145]
Total N (% DM)	7.7–9.2	2.2–3.0	[21, 140]
Total N (kg Mg ⁻¹ FM)	4.0–5.1	4.6–6.5	[21, 111, 139, 140]
Total NH ₄ ⁺ (kg Mg ⁻¹ FM)	1.8–3.0	2.6–2.7	[21, 139, 140]
NH ₄ ⁺ share on total N (%)	40–80	26.0–49.4	[12, 14, 21, 105, 139, 140]
Total C (% DM)	48.0	39.6–40.0	[12, 111, 145]
C:N ratio	3.7–4.8	11.2–19.3	[12, 21]
Total P (% DM)	0.4–0.7	1.9	[12, 21]
Total P (kg Mg ⁻¹ FM)	0.7–1.0	2.0–2.5	[21, 111, 139]
Total K (% DM)	3.9	3.6	[12, 21]
Total K (kg Mg ⁻¹ FM)	3.5–5.2	3.4–4.8	[12, 21, 111, 139]
Total Mg (% DM)	?	0.2–0.4	[12]
pH	7.9	8.5	[140]

DM = Dry matter; FM = Fresh matter.

? = No data found/no data available.

(Möller, Muller, 2012)

Résumé:

	Fraction liquide	Fraction solide
Total N (% MS)	7,7 - 9	2,2 - 3
Total NH4 (Kg /t MF)	1,8 - 3,0	2,6 - 2,7
C/N	3,7 - 4,8	11,2 - 19,3
P (Kg/t MF)	0,7 - 1,0	2,0 - 2,5
K (Kg/t MF)	3,5 - 5,2	3,4 - 4,8

Les matières premières du méthaniseur pilotent les valeurs des digestats obtenus

Table 4. Effects of anaerobic digestion on digestate composition and main agronomic effects depending on the kind of feedstock

	Digestates from		
	Liquid animal manures	Crop residues and green manures	Dedicated energy crops
Total amounts of organic manures within the farming system	0	0	+++
Manure handling and allocation	+	+++	+++
NH ₄ ⁺ /total N ratio	+	+++	+++
Manure pH	++	++	++
Biological O ₂ demand	--	--- ⁴⁾	--- ⁴⁾
N availability	0	++	++
N immobilization	-	--- ⁴⁾	--- ⁴⁾
N use efficiency	0+	+++	-
P availability	0	0	0
S availability	?	?	?
Heavy metal solubility/availability	0-	0-	0-
Crop growth	0	++	+++

--- = Very strong reduction; -- = Strong reduction; - = Small reduction; 0 = No effects or contradictory effects; + = Small increase; ++ = Strong increase; +++ = Very strong increase.

⁴⁾ Assumed, as no data are available.

? = Unclear effects, no data found.

(Möller, Muller, 2012)



La fertilité des sols dans les systèmes fourragers

Journées AFPF (8 - 9 avril 2015 – Paris)

Des règles et normes d'épandage variées en Europe

Malgré ces diversités, des consignes très simples sont déjà diffusées !

Table 1-1 Nutrient contents in whole digestates (kg per hectare)

	Food-based digestate	Manure-based digestate
Application rate (m ³ /ha)	34	57
Total N	250	250
Readily Available N	202	145
Total P ₂ O ₅	16.3	77.0
Total K ₂ O	61.5	199
Total MgO	2.04	42.2
Total SO ₃	15.0	73.0

Table 1-2 Nutrient value in whole digestates (£ per hectare – based on July 2011 fertiliser prices)

	Value (£/ha)	
	Food-based digestate	Manure-based digestate
Readily Available N	196	138
Total P ₂ O ₅	15	69
Total K ₂ O	34	110
Total	£245	£317

(Wrap, 2012)

Des consignes précises, ...et en ligne sont déjà bien diffusées dans les Länder allemands, en UK.

Cas de l'Angleterre et du Pays de Galles

There must be enough land in the vicinity of the digester that can accept the digestate within the restrictions of [Nitrate Vulnerable Zones \(NVZs\)](#), 62% of land in England and 4% in Wales falls within NVZs. If haulage and/or storage costs are prohibitive, there could be alternative routes like composting or using a sewage treatment works.

To work out the amount of land required to accommodate the digestate you produce, see [the AD calculator](#). For information on how the NVZ rules and calculations apply to digestate, see section C9 of [this Environment Agency Q and A](#). For more advice on [Nitrate Vulnerable Zones \(NVZs\)](#), see these pages from the Defra website.

(Site internet DEFRA, 2015)



La fertilité des sols dans les systèmes fourragers

Journées AFPF (8 - 9 avril 2015 – Paris)

Conclusion

Une opportunité en AB : vers des recyclages localisés des éléments chimiques en situations de gestions sobres

En agriculture biologique, les flux d'azote sont très souvent très faibles.

Les apports d'éléments de digestats s'avèrent, dans ces situations souvent sous-fertilisées, une valorisation intéressante de ces matières.

Très/trop peu de références agronomiques disponibles

La diversité des process et des matières créent une grande diversité des digestats: adapter les références aux productions locales des digesteurs.

Une stratégie de validation de leurs valeurs fertilisantes IN SITU (diversité des sols, climats et couverts fourragers) est à instruire.

Une extrapolation de résultats obtenus dans des pays étrangers, pour des régions françaises agronomiquement similaires ferait gagner beaucoup de temps: un enjeu pour des pratiques européennes en agronomie.