



FICHE TECHNIQUE DIGESTATS DE METHANISATION

OPTIMISER LE RETOUR AU SOL POUR PROFITER DES BÉNÉFICES AGRONOMIQUES ET ÉCONOMIQUES

MAI 2019

Les digestats de méthanisation se présentent comme une nouvelle source de matière organique à disposition dans certaines exploitations. Ces digestats présentent des valeurs et des performances diverses en fonction de leur origine et de leur utilisation. En Lorraine, la majorité des unités de méthanisation agricole présentent des rations fortement chargées en effluents d'élevage, principalement fumiers et lisiers de bovins, ce qui les différencie des digestats allemands ou bretons. De 2015 à 2019, les Chambres d'Agriculture de Lorraine ont souhaité développer les références sur ces digestats à travers des suivis d'exploitations et des expérimentations au champ. Cette fiche a pour objectif de vous apporter les éléments nécessaires pour une meilleure prise en compte agronomique des digestats lors de leur épandages sur les parcelles agricoles.

Composition et valeurs des digestats

Le processus de méthanisation voie humide majoritaire en Lorraine aboutit à des digestats appelés **digestats bruts**. Dans certaines unités, ils peuvent ensuite être retraités avec un processus de séparation de phase, aboutissant à une **phase solide** et une **phase liquide**. Des analyses sur 22 exploitations utilisant ces différents procédés ont été faites entre 2015 et 2018 : la composition et les valeurs de ces trois types de digestat sont présentés ci-dessous.

Digestats bruts

	MS (%)			Ph			C/N			N Total (kg/T brute)			dont N-NH4 (kg/T brute)			Part d'azote minéral (%)			P2O5 (kg/T brute)			K2O (kg/T brute)			CaO (kg/T brute)			MgO (kg/T brute)			Soufre (kg/T brute)		
	Min	Moy	Max																														
Moyenne (36 analyses)	5,9	8,8	12,9	7,3	8,1	8,8	5,0	8,1	15,0	1,73	4,56	7,26	0,90	1,65	2,99	21%	37%	70%	1,28	2,00	3,58	3,46	5,26	7,59	1,71	3,24	8,12	0,74	1,23	3,18	0,47	1,05	1,50
<i>Ecart-type</i>		1,6			0,3			2,5			1,12			0,44		9%				0,51			0,86			1,24			0,42			0,23	

Digestats séparés LIQUIDES

	MS (%)			Ph			C/N			N Total (kg/T brute)			dont N-NH4 (kg/T brute)			Part d'azote minéral (%)			P2O5 (kg/T brute)			K2O (kg/T brute)			CaO (kg/T brute)			MgO (kg/T brute)			Soufre (kg/T brute)		
	Min	Moy	Max																														
Moyenne (17 analyses)	4,5	7,4	10,5	7,3	8,0	8,5	4,1	6,6	12,0	2,35	4,70	7,73	0,84	1,84	3,17	26%	41%	81%	1,00	1,82	3,08	3,43	5,67	8,59	1,48	3,02	6,09	0,60	1,10	2,31	0,50	1,09	1,60
<i>Ecart-type</i>		1,5			0,3			2,8			1,50			0,56		13%				0,52			1,36			1,20			0,45			0,31	

Digestats séparés SOLIDES

	MS (%)			Ph			C/N			N Total (kg/T brute)			dont N-NH4 (kg/T brute)			Part d'azote minéral (%)			P2O5 (kg/T brute)			K2O (kg/T brute)			CaO (kg/T brute)			MgO (kg/T brute)			Soufre (kg/T brute)		
	Min	Moy	Max																														
Moyenne (21 analyses)	14,9	24,2	31,3	8,3	9,0	9,7	13,0	19,1	31,0	3,59	5,55	9,14	0,44	1,35	3,10	8%	25%	38%	1,96	4,90	8,17	2,99	5,47	8,33	2,34	6,14	14,60	1,12	3,07	5,46	1,13	2,60	5,10
<i>Ecart-type</i>		4,4			0,3			3,7			1,31			0,52		8%				1,84			1,18			2,92			1,15			0,91	

Les valeurs présentées ici sont des valeurs moyennes qui donnent des tendances, mais présentent également une certaine variabilité, notamment liée aux matières entrantes dans le digesteur. Ceci incite à réaliser ses propres analyses afin de mieux connaître le produit utilisé.

Le **processus de méthanisation en voie sèche** est peu développé en Lorraine, seules 2 unités suivies dans le cadre du programme. Les références disponibles sont donc trop peu nombreuses pour être généralisées dans cette fiche.

Prise en compte des digestats dans la fertilisation des cultures

Comme pour les fumiers ou les lisiers, les digestats de méthanisation présentent 3 fractions différentes d'azote : l'azote minéral, l'azote organique minéralisable dans l'année et l'azote organique minéralisable les années suivantes.

Dans le calcul de dose d'azote à apporter sur les cultures, la contribution des effluents d'élevage est approchée par le **coefficient d'équivalence engrais Keq**. Ce Keq a vocation à estimer la part d'azote disponible l'année n, prenant en considération l'azote minéral et l'azote organique minéralisable dans l'année, ainsi que les pertes inhérentes à ces 2 fractions.

On distingue des coefficients différents selon la période à laquelle est épandu le digestat, mais aussi bien évidemment selon les périodes de besoins de la culture. Le tableau ci-dessous présente les coefficients d'équivalence existants en Lorraine pour le digestat.

Coefficients d'équivalence du digestat définis par le GREN Lorraine

Culture	Période d'apport	Coefficient d'équivalence (Keq) du digestat	Pour info, Keq du fumier de bovin
Céréales d'hiver	Été-automne	0.2 😞	0.1
	Hiver-printemps	0.4 😊	-
Céréales de printemps	Été-automne	0.1	0.05
	Hiver-printemps	0.4	0.05
Prairies	Été-automne	0.35	0.1
	Hiver-printemps	0.5 😊	0.1
Colza	Été-automne	0.5 😊	0.15
	Hiver-printemps	0.4	-
Maïs	Été-automne	0.1 😞	0.15
	Hiver-printemps	0.6 😊	0.2

Exemple d'utilisation du Keq pour un apport de 25 m³ de digestat brut à 4.56 kg/T d'azote total, soit 25 x 4.56 = 115 u total

apport sur blé en sortie hiver : 115 x 0.4 = 45 u disponibles sur l'ensemble du cycle du blé

Ce coefficient d'équivalence met en évidence les cultures qui valorisent le mieux les apports de digestats, et donc sur lesquelles les apports sont à privilégier :

- ✓ les prairies de fauche - à privilégier en sortie hiver (faible valorisation de l'azote ammoniacale pour des apports d'automne)
- ✓ le colza à l'automne
- ✓ le maïs en sortie d'hiver
- ✓ les céréales en sortie d'hiver

Pour les apports d'automne, on privilégiera les apports sur colza. Possibilité également sur CIPAN qui valorise bien l'azote, mais uniquement si celui-ci lève correctement. La CIPAN restituera l'azote à la culture de printemps qui la valorisera à son tour.

Il est essentiel d'enfouir le digestat si celui-ci est apporté avant le semis, afin de limiter les pertes d'azote ammoniacale par volatilisation.

Sur céréales, on évitera tout apport à l'automne : en effet, les besoins en azote des céréales à l'automne sont très limités (5 à 15 unités), et le sol est à même de fournir ces besoins, sans apport supplémentaire. Le Keq d'un apport sur céréales à l'automne est de 0.2, ce qui signifie donc que l'azote est très mal valorisé, et présente de forts risques à la fois de pertes ammoniacales dans l'atmosphère et de nitrates vers les eaux.

On évitera également les apports sur orge de printemps, pour lesquelles la gestion des protéines risque d'être mal maîtrisée.

Calendrier d'apports sur les principales cultures :



Avec du **digestat solide**, on favorisera l'enfouissement avant l'implantation de la culture pour permettre une meilleure valorisation du phosphore

* sur colza, apport possible sortie hiver si passage de la tonne dans les traces de pulvé, sinon risque de destruction par écrasement de la tige

Le tableau ci-dessous présente les préconisations de dose que l'on peut faire, en bleu, pour un digestat liquide (4.56 kg/T d'azote total et 1.62 kg/T d'azote ammoniacal), ou, en vert, pour un digestat solide (4.9 kg/T de P2O5 et 5.47 kg/T de K2O), pour une application dans les conditions optimales d'utilisation.

En pratique, le matériel d'épandage limite les quantités hectares pour les apports en végétation (taille des parcelles, ravitaillement, ...).

Avec du digestat liquide (brut ou séparé), c'est le raisonnement de l'azote qui pilote la dose.

Avec du digestat solide, pensez à la dose totale de phosphore et de potasse qui peut être élevée!

	Dose de DIGESTAT BRUT LIQUIDE	N Total apporté ($N_{total} = 4.56 \text{ kg/T}$)	N disponible	N économisé	P2O5 apporté	K2O apporté
Apport sur <u>Colza avant implantation, avec enfouissement</u>	15-20 m3	65 à 90 u	à l'automne, 25 à 35 u (part ammoniacale) sur le cycle du colza 35 à 45 u ($N_{tot} \times Keq 0.5$)	à recalculer en sortie d'hiver avec pesée biomasse	30 à 40 u	80 à 105 u
Apport sur <u>CIPAN avant maïs, à privilégier sur CIPAN installée</u>	15-20 m3	65 à 90 u	à l'automne, 25 à 35 u (part ammoniacale)	pour un CIPAN de 2 TMS/ha, 40 à 60 u	30 à 40 u	80 à 105 u
Apport sur <u>Blé en sortie hiver</u>	20-25 m3	90 à 115 u	35 à 45 u ($N_{tot} \times Keq 0.4$)	35 à 45 u	40 à 50 u	105 à 130 u
Apport sur <u>CIVE d'hiver en sortie hiver</u>	20-25 m3	90 à 115 u	35 à 45 u ($N_{tot} \times Keq 0.4$)	35 à 45 u	40 à 50 u	105 à 130 u
Apport sur <u>Prairie de fauche sortie d'hiver ou après 1ère coupe</u>	20-25 m3	90 à 115 u	Sur l'ensemble du cycle 45 à 60 u ($N_{tot} \times Keq 0.5$)	45 à 60 u	40 à 50 u	105 à 130 u
Apport sur <u>Maïs avant implantation et avec enfouissement</u>	20-25 m3	90 à 115 u	55 à 70 uN ($N_{tot} \times Keq 0.6$)	55 à 70 u	40 à 50 u	105 à 130 u
Apport sur <u>Maïs avant implantation et avec enfouissement</u>	20T de DIGESTAT SOLIDE SEPARÉ	5.55kg/T x 20 = 110 u	66 u ($N_{tot} \times Keq 0.6$)	66 u	4.9kg/T x 20 = 100 u	5,47kg/T x 20 = 110 u

Et la gestion du carbone du sol avec le digestat

Dans n'importe quel effluent, le carbone se trouve sous deux formes : une forme libre (ou labile ou fraîche), facilement minéralisable, qui constitue la principale source d'énergie pour les organismes du sol, et une forme stable (ou humifiée), peu minéralisable, qui contribue au stockage à long terme.

Le processus de minéralisation consomme du carbone, mais on considère que ce **carbone perdu est compensé par une moindre dégradation du carbone restant**. Aussi, le retour au sol des digestats contribue principalement à renforcer la part de carbone stable.

L'équilibre entre carbone stable et carbone labile dépend cependant de la ration d'entrée : **plus la proportion d'effluents d'élevage est élevée, plus le produit va être stable** (comme un compost). Dans ce cas, il est conseillé de compléter les apports de digestats avec un engrais vert par exemple afin de maintenir un apport de matière organique fraîche dans le sol. De même, les CIVE qui laissent en place un système racinaire conséquent après récolte jouent en partie ce rôle d'apport de matière organique fraîche.

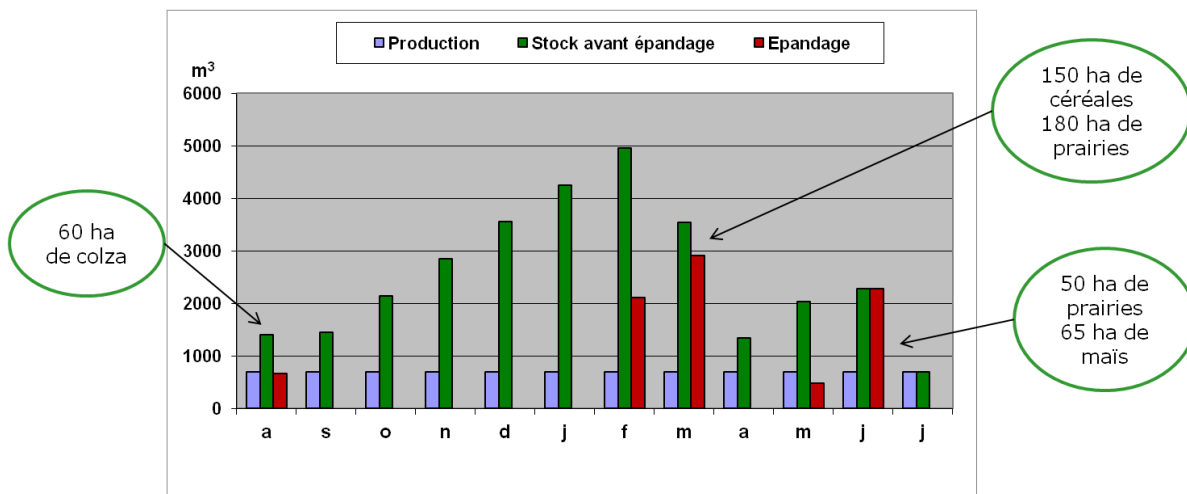
Une bonne gestion du digestat

✓ Capacités de stockage, surfaces, organisation et coûts d'épandage : pensez-y!

Une unité de méthanisation produit toute l'année et les épandages ont lieu de février à septembre, il est donc nécessaire de bien **dimensionner le stockage pour l'hiver, pour 6-7 mois**.

Le schéma ci-dessous présente un exemple de calendrier de production et d'épandage des digestats : Pour une production de 700 m³ de digestat par mois, nécessité de stocker 4800 m³, **soit 7 mois de stockage**.

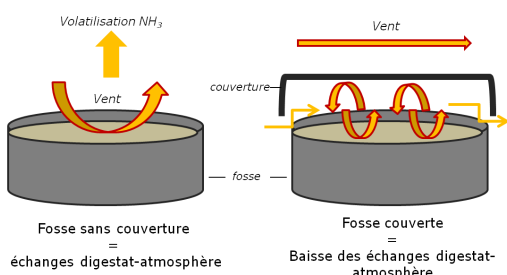
Les surfaces d'épandage doivent être en adéquation avec les quantités produites dans une logique **d'optimisation de l'organisation des chantiers** et de **maitrise du coût d'épandage** (fortement lié à la distance d'épandage).



✓ Limiter les pertes

• Au stockage

Au contact de l'air, le digestat stocké dans une fosse non couverte est plus exposé à des pertes d'azote par volatilisation.



• A l'épandage

La part ammoniacale des digestats, liquides, comme solides, est conséquente : afin de limiter leur pertes et de maximiser la valorisation du digestat, le choix du matériel est essentiel. Dans tous les cas, **en cas d'apport sur sol nu, enfouir sous 12h** par un travail du sol adéquat.

FRACTION LIQUIDE

Buse-palette : A proscrire ! Les pertes d'azote par volatilisation peuvent monter jusqu'à 90% de l'azote ammoniacal lors de l'épandage avec une buse-palette.

Rampe à pendillards : qualité de répartition en épandage sur cultures. Apports d'azote optimisés avec une réduction des pertes d'azote sous forme de NH₃ de 40% par rapport à la buse palette

Enfouisseurs à disques : idéal pour prairies avec un débit chantier limité. Apports optimisés avec une réduction des pertes d'azote sous forme de NH₃ de 90% par rapport à la buse palette

Enfouisseur à dents : intérêt pour des épandages sur chaumes, avec un débit de chantier limité, et un besoin de traction important. Apports optimisés avec une réduction des pertes d'azote sous forme de NH₃ de 90% par rapport à la buse palette

FRACTION SOLIDE

Table d'épandage : répartition homogène et quantités épandues maîtrisées

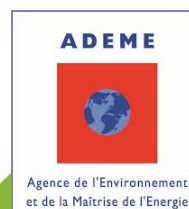


✓ Respecter la réglementation

La valorisation agricole du digestat nécessite de se conformer aux différentes réglementation en matière de :

- plans d'épandage,
- périodes et conditions d'épandage,
- distances d'épandage
- conditions de stockage

Ces travaux ont pu être menés grâce aux agriculteurs chez qui sont mis en place les suivis et les essais et avec le concours financier de :



TERRES d'AVENIR

Une action des Chambres d'Agriculture de Lorraine

AGRICULTURES & TERRITOIRES

CHAMBRES D'AGRICULTURE