

L'UTILISATION DES DIGESTATS DE MÉTHANISATION COMME ALTERNATIVES AUX ENGRAIS CHIMIQUES AZOTÉS



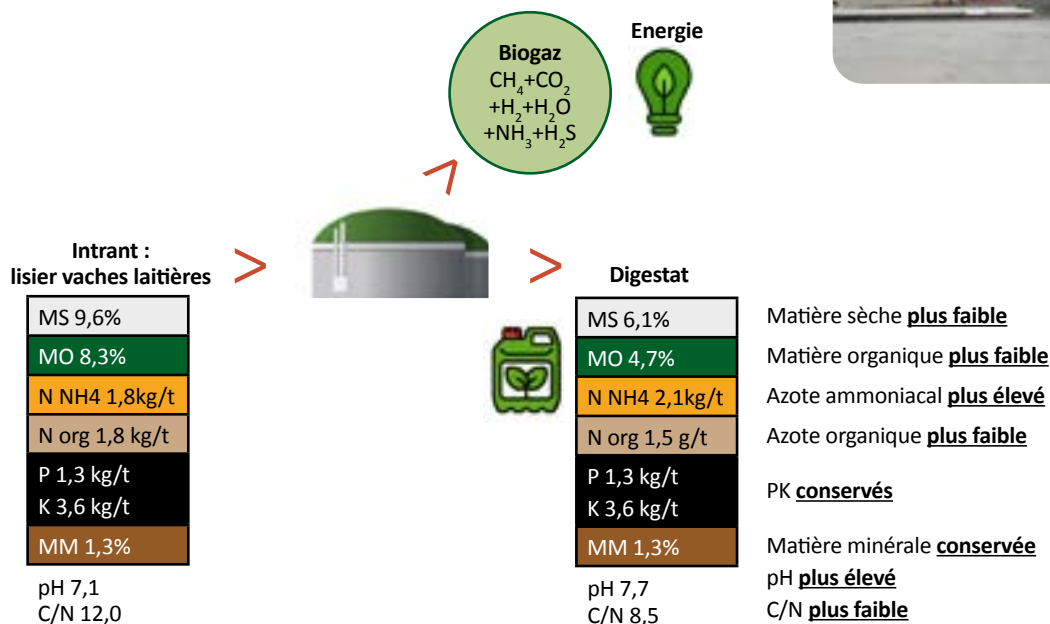
Reflex T-REX
Transformer les résultats d'expérimentation

PRÉSENTATION DES ALTERNATIVES

Dans cette synthèse, les digestats de méthanisation sont présentés à partir des résultats des études réalisées dans le réseau des Chambres d'agriculture, en tant que partenaires de différents projets de recherche et développement. Ces digestats, avec une teneur en éléments fertilisants intéressante, sont capables de remplacer, en partie, les engrais chimiques azotés et leur production bénéficie du fort développement de la filière biogaz. En France, un total de 1685 unités de méthanisation sont en fonctionnement dont 674 d'injection de biométhane et 1075 produisant de l'électricité à partir de biogaz (1^{er} trimestre 2024). Environ 50 % des sites sont la propriété des agriculteurs et 90 % du gisement de biomasse méthanisable est d'origine agricole (résidus de cultures, menues pailles, effluents d'élevages, cultures intermédiaires à vocation énergétique - CIVE...). Les déchets des industries agro-alimentaires ainsi que les biodéchets peuvent aussi rentrer dans la ration du méthaniseur.

La méthanisation est un procédé de fermentation anaérobie (sans oxygène) de différents substrats pour produire du biogaz (méthane et dioxyde de carbone) avec une utilisation directe en injection ou en co-génération. Le sous-produit de la méthanisation est le digestat.

Tous les éléments nutritifs du ou des substrats méthanisés sont conservés dans le digestat, ce qui confère à ce résidu des propriétés agronomiques intéressantes à valoriser. Pendant la méthanisation, une partie de l'azote organique est minéralisée augmentant la proportion d'azote ammoniacal dans le digestat, ce qui augmente l'effet engrais de ce produit.



Exemple du devenir de la composition physico-chimique d'un digestat de lisier de vaches laitières.
Source : Ferti-Dig (fertiliser-avec-des-digestats.fr).

Outre une proportion d'azote ammoniacal élevée, les digestats de méthanisation ont aussi un pH plus élevé que leur substrat d'origine. Par ce fait, le risque de pertes d'azote par volatilisation lors des épandages est plus élevé pour ces produits. Une séparation de phase après méthanisation va produire deux types de digestats : une phase liquide très riche en azote ammoniacal, avec un effet engrais plus marqué et une phase solide avec plutôt des propriétés amendantes. Les propriétés agronomiques des digestats sont très variables car elles sont dépendantes du procédé de méthanisation (voie sèche ou voie humide), des substrats méthanisés et des post-traitements.

CADRE RÉGLEMENTAIRE

L'utilisation des digestats de méthanisation est soumise à plan d'épandage ou encadrée par un cahier des charges (CDC Dig) ou par une autorisation de mise sur le marché (AMM). Ces produits peuvent aussi être utilisés pour la fabrication de matières fertilisantes commercialisables sous l'étiquetage du règlement européen 2019/1009 du 05/06/2019, s'ils répondent aux critères des catégories de matières constitutives (CMC) n°4 «digestats issus de cultures végétales» et n°5 «digestats autres».

Par ailleurs, il faut respecter les arrêtés ICPE (limitation de la volatilisation à l'épandage, respect des distances minimales d'épandage, couverture du stockage, traçabilité, analyses), l'agrément sanitaire et le programme d'action nitrates en zone vulnérable (calendriers d'interdiction d'épandage - type I.a pour les phases solides compostées et type II pour les digestats bruts et liquides, plan prévisionnel de fumure, cahier de fertilisation, respect du plafond de 170 kg N d'origine organique/ha de SAU).

Pour le calcul des doses d'apport, et comme pour tout produit résiduaire organique, les coefficients d'équivalence engrais (Keq) des digestats sont à utiliser. Le Keq traduit la différence entre la teneur totale et la teneur "biodisponible", c'est à dire la part de l'élément fertilisant accessible pour la plante pendant son cycle de développement. Son utilisation pour l'azote (N) est obligatoire dans les zones vulnérables aux nitrates. Les valeurs des Keq N sont fixées par les arrêtés des référentiels régionaux des GREN (Groupe Régional d'Expertise Nitrates) des différentes régions, disponibles sur les sites internet des DREAL ou des DRAAF régionales. En Bretagne par exemple, ils sont équivalents à ceux des lisiers de porc pour les digestats bruts et liquides : 0,6 pour un épandage sur blé en sortie d'hiver et 0,7 pour un épandage sur maïs au printemps. La part d'azote efficace pour un blé sera en théorie 60 % de la teneur en azote total du produit.

Le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (Prépa), en 2017, prévoit de supprimer les équipements les plus émissifs à l'horizon 2025. L'objectif fixé par l'Union européenne est de réduire de 13 % les émissions d'ammoniac (NH₃) en 2030 par rapport au niveau de 2005. Compte tenu du risque de pertes d'azote à l'épandage, l'utilisation de la buse palette est interdite. Pour les apports en surface de digestats bruts liquides, il est obligatoire d'enfouir dans les 12 heures qui suivent l'apport.

SITUATIONS DE TEST

Les résultats présentés sont issus de différents projets multi-partenariaux auxquels le réseau des Chambres d'agriculture a participé :

Contexte de travail	Vadimethan : essais pour évaluer l'effet azote court terme de 3 digestats	DOSTE Vadim : essais pour détermination de Keq N de différents digestats	PARTAGE : guide pratique sur les digestats de méthanisation à partir des essais sur l'intérêt des apports sur cultures avec des digestats solides et liquides	Ferti-Dig : essais pour détermination de Keq N de différents digestats
Lieu	Loire-Atlantique, Maine-et-Loire, Sarthe	Côtes d'Armor, Finistère, Morbihan, Loire-Atlantique, Loiret	Meurthe-et-Moselle et Vosges	Morbihan et Meurthe-et-Moselle
Durée	2013-2015	2013-2016	2016-2019	2021-2024
Nombre de dispositifs	3	14	9	4
Type de dispositif	Bandes de 30 m ² avec 3 répétitions	Blocs aléatoires avec 3 répétitions	Blocs aléatoires avec 3 répétitions ou bandes	Blocs aléatoires avec 3 répétitions
Cultures	Blé	Orge, maïs grain, colza, prairie	Blé, orge de printemps, maïs ensilage	Blé, maïs ensilage
Lien vers la synthèse	Fiche de synthèse	Rapport ADEME	Guide à diffuser	Rapport ADEME

PERFORMANCE TECHNIQUE/AGRONOMIQUE

1 - Composition des digestats

La composition des digestats varie en fonction de la ration du méthaniseur, du type de procédé et de post-traitement. Par exemple, un digestat avec une majorité de lisier de porc dans la ration aura plus d'azote ammoniacal qu'un digestat issu d'effluents de ruminants ; il aura ainsi une valeur fertilisante plus élevée.

Composition physico-chimique des digestats de méthanisation. Source : Ferti-Dig (fertiliser-avec-des-digestats.fr).

TYPE DE DIGESTAT		MS	C (kg/m ³ ou kg/t)	C/N	N total (kg/m ³ ou kg/t)	N-NH ₄ /N total	P ₂ O ₅ (kg/m ³ ou kg/t)	K ₂ O (kg/m ³ ou kg/t)
PROCÉDÉ/POST-TRAITEMENT	RATION							
Voie humide - Digestat brut ou fraction liquide	majorité fumier/ lisier de ruminants	8-12	29-41	6-9	4-6	1-2	2-3	4-6
	autres situations dont majorité végétaux	5-8	18-28	4-6	4-6	2-3	1-3	3-5
	majorité lisier de non ruminants	3-5	9-18	2-4	4-6	3-4	1-3	2-5
Voie humide - Fraction solide	majorité fumier/ lisier de ruminants	22-28	87-121	14-21	5-7	0,7-2	4-6	4-6
	autres situations dont majorité végétaux	42-61	109-198	11-17	8-17	0,1-3	21-32	8-13
	majorité lisier de non ruminants	23-27	82-100	7-9	9-11	3-5	10-13	2-6
Voie sèche - digestat brut	majorité fumier de ruminants	18-24	63-83	9-14	5-8	1-2	3-6	7-9

Les valeurs sont en matière brute et les gammes représentent les 1^{er} et 3^{èmes} quartiles associés aux caractéristiques de chaque classe.

L'utilisation de matières externes à l'exploitation dans la ration du méthaniseur représente des entrées supplémentaires en éléments fertilisants et peut contribuer à une diminution de l'utilisation des engrais chimiques.

2 - Efficience azotée des digestats

Le Keq N varie ainsi en fonction du digestat. Le rapport C/N du digestat et la proportion d'azote ammoniacal semblent être les paramètres les plus discriminants et font ressortir deux types de digestats : le groupe de digestats à base de lisier et fumier de bovin, avec un Keq N plus faible, et le groupe de digestats à base de lisier de porc et/ou déchets d'Industries Agro-Alimentaires (IAA), avec un Keq N plus élevé.

Récapitulatif des principales références obtenues sur les Keq N (Source : Doste VADIM)

Cultures/type digestat	Digestat C/N > 4.2 (bovin)	Digestat C/N < 4.2 (porc, IAA)
Blé	0,2 - 0,4	0,5 - 0,7
Maïs	–	0,5 - 0,7 pendillard 0,7 - 0,9 injection
Colza	–	0,6 - 0,8
Prairie humide printemps	–	0,5 - 0,7
Prairie humide été	–	0,2 - 0,6
Prairie sèche printemps	0,2 - 0,4	–
Prairie sèche été	déconseillé	–

– : absence de références

Les résultats des projets des Chambres d'agriculture ont alimenté une base de données plus large, en cours d'analyse, qui sortira une nouvelle proposition de Keq N des digestats. "Proposition d'une classification des digestats de méthanisation basée sur leurs propriétés et leurs effets attendus" : https://comifer.asso.fr/wp-content/uploads/2023/03/R21-RESUME-LEROUX_MICHAUD.pdf

3 - Utilisation optimale des digestats

Les digestats bruts et les fractions liquides sont riches en azote ammoniacal, facilement disponible pour les cultures. Les épandages sont à faire au plus près du début de la période d'absorption intense de l'azote minéral de chaque culture : stade épi 1 cm pour un blé, stade 6-8 feuilles pour un maïs, reprise de la végétation pour une prairie et avant semis d'un colza.

Pour maîtriser les pertes d'azote par volatilisation, il est indispensable de connaître le produit à épandre, de prendre en compte les conditions météorologiques lors de l'épandage (privilégier les jours à température faible et absence de vent, dans l'idéal épandre avant une pluie de 10-15 mm) et d'utiliser les meilleures techniques d'apport. Il est recommandé d'enfouir autant que possible dans les 4 heures qui suivent l'apport.

Les techniques d'épandage disponibles sont les mêmes que pour les lisiers. Il faudra considérer le risque de tassement des équipements utilisés (poids du matériel et conditions de ressuyage des parcelles...), leur performance par rapport au risque de volatilisation (l'enfouisseur a une meilleure performance que le pendillard).

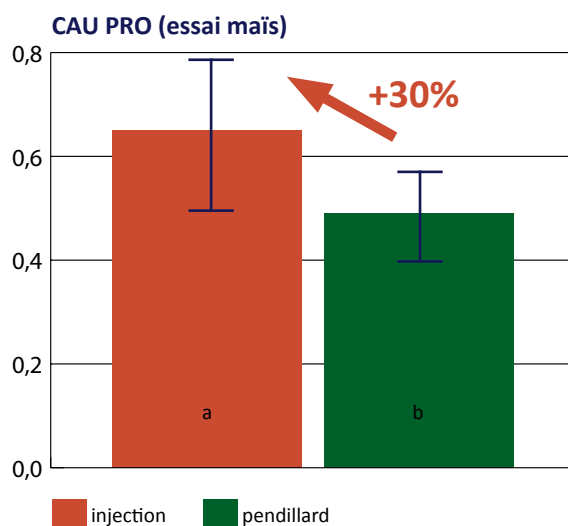
Pour éviter la sur-fertilisation en phosphore et potassium, il faudra prendre en compte les apports de ces éléments par le digestat au regard des capacités d'exportations des cultures.

PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES

Par ses teneurs plus élevées en azote ammoniacal et son pH plus élevé, les digestats sont plus susceptibles que d'autres produits résiduels organiques à ces pertes. Pour cela, une attention particulière doit être portée à l'épandage, pour réduire au maximum le contact du produit avec l'air.

En minimisant la volatilisation de l'ammoniac, la quantité d'azote disponible pour les plantes est augmentée et l'efficacité fertilisante est maximisée. Ces pertes ne peuvent pas être compensées par des apports en engrais chimique (pas de possibilité de justification en cas de contrôle).

Par exemple, en cas d'injection en maïs, une progression de près de 30 % de l'efficacité fertilisante par rapport à la référence pendillard a été observée (Figure 2). Cette amélioration de l'efficacité de l'azote par cette technique d'épandage est due à la réduction des pertes d'azote par volatilisation.



Coefficient apparent d'utilisation de l'azote mesuré sur une culture de maïs pour un digestat épandu avec un injecteur comparé à un épandage au pendillard (source : DOSTE Vadim).

PERFORMANCES ÉCONOMIQUES

La valeur économique des digestats est fonction de différents paramètres (teneurs et disponibilités en éléments fertilisants, dose d'apport, période d'apport...) et elle fluctue selon le cours des engrais.

Au prix moyen des engrais minéraux (N = 1 €/unité), on peut estimer que l'apport de 30 m³/ha de digestat brut de lisier de porc (5 unités N/m³) au stade épi 1 cm sur un blé tendre d'hiver (Keq N de 0,6) permet d'apporter 90 unités d'N et donc d'économiser 90 €/ha d'engrais azoté (sans compter l'apport de phosphore, de potasse, d'humus et d'oligo-éléments).

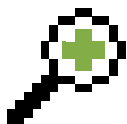
Les matériels moins émissifs utilisés pour les épandages permettent de diminuer la volatilisation et donc d'économiser sur les coûts d'épandage malgré les investissements supplémentaires.



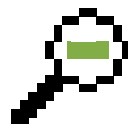
Type d'épandage	Buse palette*	Pendillard	Enfouisseur
Coût moyen chantier épandage (avec tracteur et MO)	2,25 € / m ³	2,55 € / m ³	3,15 € / m ³
Perte d'azote NH ₃ à l'épandage (3 un N tot dont 50 % en NH ₃)	66 % soit 0,5 un N / m ³	33 % soit 0,5 un N / m ³	0 %
Surcoût achat engrais à 0.7 € / un N, pour compenser les pertes	0,7 € / m ³	0,35 € / m ³	0
Coût total	2,95 € / m³	2,90 € / m³	3,15 € / m³

* Buse palette utilisée comme référence pour des conditions de volatilisation maximale
Source : Teplis (digestat liquide)

NOS RECOMMANDATIONS | Les digestats sont une alternative aux engrais azotés :



- Plus d'azote disponible par rapport aux effluents d'élevage
- Efficacité azotée élevée en fonction du type de digestat
- Engrais complet avec des apports en P et K
- Réduction des apports d'engrais minéraux
- Réduction du coût des intrants



- Risque de volatilisation de l'azote à l'épandage
- Mise en place de la logistique d'épandage/situation sans élevage

TÉMOIGNAGES

Réduction de l'utilisation d'engrais chimiques



Dominique Hirzberger

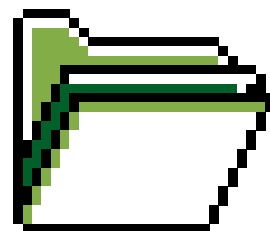
polyculteur-éleveur à Mance (54) - projet PARTAGE

“La gestion du digestat a été réfléchi en amont du projet de méthanisation. En le prenant en compte dans les apports azotés, il a permis de réduire de 52 uN/ha les apports d'azote minéraux soit 50 tonnes d'azote minéral achetées en moins à l'échelle de l'exploitation dès la première campagne (2020-2021). Les apports minéraux passent de 115 à 80 uN sur maïs, de 160 à 130 uN sur blé, et le seigle reçoit 60 uN. Le digestat est épandu à l'aide d'un injecteur, ce qui limite les pertes d'azote par volatilisation. De plus, il est, dans la mesure du possible, apporté lors des périodes où son Keq (coefficient d'équivalence engrais minéral) est maximal, c'est-à-dire en fin d'hiver/début de printemps pour le blé et le seigle, et au printemps pour le maïs ensilage.”



LE CARBONE DES DIGESTATS - PROJET PARTAGE

Lors de la méthanisation, le carbone biodégradable des intrants se transforme en biogaz. Il reste dans le digestat la partie de carbone stable qui participe à la préservation du sol (structure, fonctionnement hydrique, etc.). Les entrées de carbone stable dans les sols peuvent être augmentées si des matières externes à l'exploitation rentrent dans le méthaniseur. Les entrées de carbone fraîche dans le sol se font via le système racinaire des CIVE ou par la mise en place d'autres leviers tels que l'enfouissement des résidus de culture, l'intégration de cultures pluriannuelles dans la rotation et la réduction du travail du sol et des passages en conditions non ressuyées.



POUR ALLER PLUS LOIN...

Lien vers le site Ferti-Dig : <https://fertiliser-avec-des-digestats.fr/>

Lien vers le site Metha-BioSol : <https://metha-biosol.hub.inrae.fr/>



T-Rex est un projet mené en partenariat par les Chambres d'agriculture des Pays de la Loire, de Normandie, de Bretagne, des Hauts-de-France, de Nouvelle-Aquitaine, de la Somme, de Charente-Maritime Deux-Sèvres, de la Nièvre, des Hautes-Alpes, la Direction nationale des systèmes d'information – Chambre d'agriculture France.

