

Estimation de la valeur fertilisante de digestats issus de la biométhanisation. Résultat de 3 années d'expérimentation en culture de maïs (2009 à 2011).

(JFr. Oost¹, Marc De Toffoli²)

¹ Centre pilote en culture de maïs asbl et CIPF asbl, ²UCL-ELIa membre de la structure d'encadrement Nitrawal, en partenariat avec le SPW-DGARNE, BW Agro-Qualité asbl et Surizenergie

Contexte :

Dans le contexte de la valorisation de nouvelles sources d'énergie, le monde agricole a la possibilité de développer de nouvelles voies appelées à se développer dans les prochaines années. Parmi celles-ci la production de biogaz sur base des matières premières produites dans les exploitations agricoles représente une opportunité intéressante et contribue à répondre aux exigences énergétiques à venir.

La production agricole de biogaz s'est développée tout d'abord à partir de l'utilisation de fumier de ferme liquide. Le fumier fut utilisé ainsi dans les installations biogaz du fait des grosses quantités disponibles, de sa grande teneur en matière sèche et de la capacité de formation de gaz.

L'utilisation de la biomasse végétale comme co-substrat dans les installations de biogaz est une possibilité exploitée à l'heure actuelle. La valorisation de l'ensilage de maïs dans un digesteur dépend néanmoins de différents paramètres. Le critère le plus important reste la teneur en matière sèche. En effet, avec une teneur en matière sèche inférieure à 28-30%, il peut se former un jus de fermentation pouvant être la source de grosses pertes.

Les variétés de maïs ensilage à haut rendement, teneur élevée en protéines, graisses, amidons et digestibilité élevée sont idéales.

Pour le bon fonctionnement de l'installation, la longueur de hachage devrait se situer entre 4mm et 7mm et le concassage des grains être intensif pour des conditions de fermentation optimales (source : « Bioagaz, expériences pratiques – Claas France »)

Une fois le processus de production de gaz réalisé, la biométhanisation produit un résidu qui peut être valorisé comme amendement organique. La valeur fertilisante des effluents d'élevage méthanisés n'est pas affectée (la totalité de l'azote contenu dans le fumier ou le lisier est conservé lors de la digestion), et est même parfois améliorée. En effet, l'azote change de forme pendant le processus : présent sous forme d'azote organique dans les déjections fraîches, il se retrouve sous forme d'ion ammonium NH₄⁺ dans l'effluent. L'ammonium est une forme d'azote plus facilement assimilable par les plantes mais il est très volatil. Dans la mesure du possible, on veillera donc à couvrir la fosse de stockage des effluents méthanisés, et à enfouir rapidement le biodigestat après l'épandage au champ (source :Valbiom – UCL).

Objectif :

Malgré la valorisation combinée des différents types de biomasse, le digestat est un produit liquéfié et homogène (se présente sous la forme d'un liquide lourd, spiritueux) pouvant être épandu avec un simple tonneau à lisier (le mélange contient de l'ordre de 10% de matière sèche et est désodorisé !). L'exploitant n'a alors plus besoin que d'une seule technique d'épandage (plus besoin d'un épandeur à fumier), laquelle pourra être optimisée grâce à une rampe pour un épandage localisé ou même des injecteurs pour diminuer les pertes par voie gazeuse. Par cette technique performante, la valorisation des éléments nutritifs contenus dans le digestat est optimale (source :Valbiom – UCL).

Expérimentation :

Des essais ont été réalisés de 2009 à 2011 par le CIPF dans le cadre des activités du Centre pilote maïs. Ils avaient pour but de comparer, sur base d'analyse des matières organiques de départ (lisier et digestat), la valeur agronomique de ces effluents et de leurs influences sur les paramètres quantitatifs et qualitatifs du maïs pour des quantités d'azote total épandues connues. Des apports d'azote minéral, de lisier de porc et de digestat ont été appliqués systématiquement au printemps quelques jours ou juste avant le semis du maïs. Un second objectif des essais visait à mesurer les reliquats azotés après récolte pour les différents schémas de fertilisation azotée envisagés.

Les matières organiques ont été appliquées à l'aide d'un tonneau à lisier équipé de déflecteurs proches du sol (type pendillard – figure1) et incorporées directement après l'épandage.



Figure 1 : Epandage du digestat et du lisier avec un tonneau type « pendillard »

Les essais ont été réalisés en Famenne sur les communes de Surice (2009), Vodelée (2010) et Villers-le-Gambon (2011) sur des parcelles caractérisées par une texture qualifiée de « limon fin argileux » (14% argile / 79% limon / 7% sable) et un taux d'humus variant de 2.3% à 3.0%. Le pH_{KCl} des parcelles se situait entre 6.1 et 6.4.

Les matières organiques épandues présentaient en moyenne les valeurs suivantes (figure2) :

	lisier de porc % sur matière fraîche	digestat % sur matière fraîche
Matière sèche	8,1	8,9
Cendres totales	2,2	4,4
Cendres insolubles	0,2	2,8
	kg/T	kg/T
Matière organique totale	59,3	44,0
Ammoniaque	5,6	2,3
Azote total	7,8	4,4
Phosphore	3,3	1,6
Potassium	5,2	4,0
Calcium	3,2	3,6
Magnésium	1,5	0,8
Sodium	1,5	0,7
pH	7,9	8,0
Rapport C/N	4,8	6,2

Figure 2 : composition moyenne du lisier de porc et du digestat utilisé pour l'expérimentation

Le digestat issu du processus de méthanisation réalisé à Surice (Figure 2 : Surizenergie) est le produit du traitement de différents intrants introduits dans le digesteur.



Figure 2 : Vue de l'unité de biométhanisation de Surice - Surizenergie

Les matières organiques introduites dans le fermenteur se répartissent en moyenne comme suit :

Radicelles de sucrerie	40%
Tontes de pelouses	10%
Déchets de céréales	12.5%
Déchets de pomme de terre	12.5%
Fumier de bovins	20%
Ensilage de maïs	5%
(éventuellement un peu de lisier en dépannage)	

Résultats :

Les résultats présentés dans la figure 3 affichent la moyenne d'un grand nombre de petites parcelles d'essais. Les applications organiques sont soit appliquées seules soit complétées par une fraction azotée afin de répondre aux besoins réels de la culture (250 unités d'azote pour le maïs).

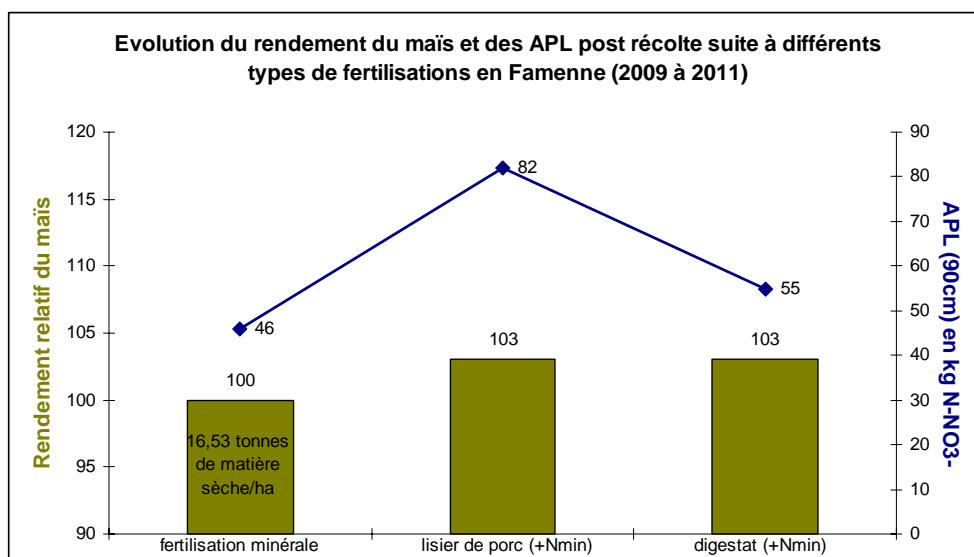


Figure3 : Rendement du maïs et APL moyens mesurés de 2009 à 2011

Les rendements obtenus en culture de maïs confirment dans un premier temps les observations réalisées dans de nombreux essais et démontrant que les niveaux de rendement les plus élevés sont quasi systématiquement obtenus pour une fertilisation associant une part organique et une fraction minérale (CIPF-SPW DGARNE 2581/2, 2003 à 2005).

On notera également que l'épandage de digestat engendre une quantité d'azote résiduelle dans le sol après récolte inférieure à celle mesurée suite à l'apport de lisier porcin. Cette observation confirme également les résultats relevés dans la littérature existante.

En effet, la digestion anaérobie présente dans un fermenteur est un procédé conservatif pour les éléments n'entrant pas dans la composition du biogaz (CH₄). Le procédé préserve les éléments fertilisants majeurs (N/P/K) et les oligo-éléments dans le digestat brut (figure 2).

Pour ce qui est des qualités fertilisantes au sens strict, les principaux changements qui s'opèrent lors de la méthanisation sont observables sur l'azote, notamment sa forme chimique. A l'issue de la méthanisation, l'azote se retrouvera principalement sous forme minérale (45 à 75% d'ammonium selon la littérature et 37 à 68% dans nos essais) rapidement exploitable par les végétaux. La fraction restante se retrouve sous forme organique.

Ces observations corroborent tout à fait les résultats obtenus dans le cadre de nos essais. En effet, pour un niveau de rendement similaire (103) le reliquat azoté est moindre suite à l'application de digestat (55 unités contre 82 pour le lisier). Cette situation traduit une mise à disposition et une valorisation plus rapide de l'azote par la plante.

Toutefois selon un rapport publié par l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) en octobre 2011, les risques de pertes gazeuses de cet azote sous forme ammoniacale est très importante et peuvent aller jusqu'à 70% de la quantité de NH_4^+ épandue si les conditions et quantités d'épandage ne sont pas optimales.

A ce propos, selon une étude menée en Allemagne (Ebertseder T., 2007), l'efficacité d'utilisation de l'azote diminue avec des apports importants de digestat. Un apport équivalant à 120 kg d'azote total par hectare et par an ne devrait pas être dépassé. Sur base de l'analyse moyenne du digestat de l'expérimentation, ceci représente $27\text{m}^3/\text{ha}/\text{an}$.

D'autre part, l'objectif de l'essai était également de définir un coefficient d'efficacité de l'azote total appliqué.

Sur base des différents niveaux de fertilisation azotée appliqués sous forme minérale, il a été possible d'établir des corrélations et une droite d'équivalence pour l'azote organique issu du digestat et valorisé par le maïs (figure 4).

Il s'établit dès lors que le coefficient d'efficacité de l'azote au cours de l'année culturale suivant l'application est de l'ordre de 41% pour la culture de maïs dans les conditions d'essais décrites précédemment.

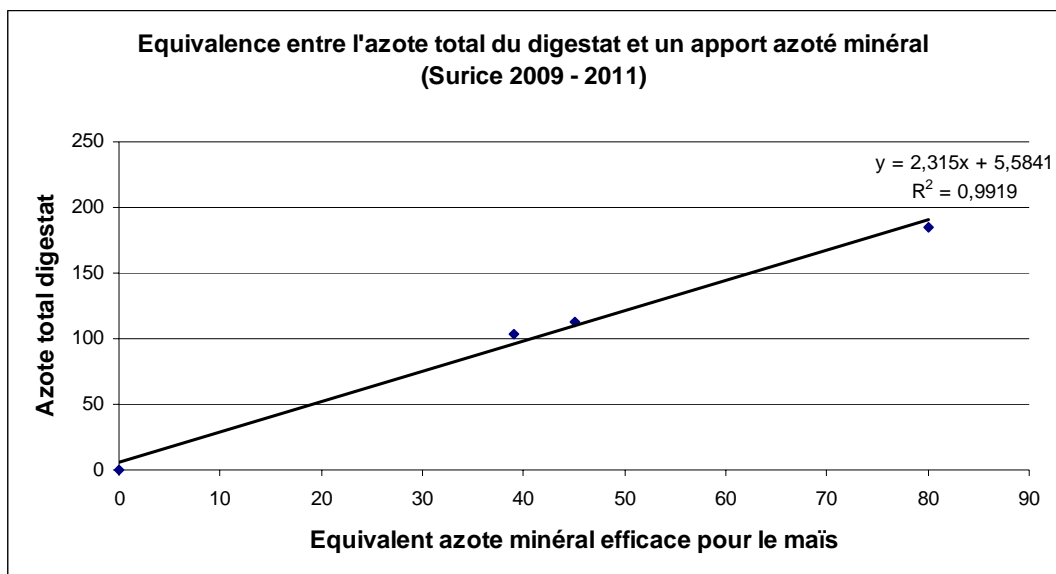


Figure 4 : Corrélation entre l'azote total du digestat et l'azote efficace pour une culture de maïs

Conclusions :

La particularité du digestat est qu'il s'agit d'un fertilisant organique riche en azote minéral et éléments minéraux. Une part importante de cet azote est directement disponible et rapidement valorisée par la culture en place. Cet aspect est très intéressant dans le cas du maïs qui possède un cycle végétatif relativement court. La quantité d'azote totale contenue dans le digestat est de l'ordre de $4,4\text{ unités}/\text{m}^3$ ($7,8\text{ unités}/\text{m}^3$ pour le lisier de porc) mais est plus rapidement assimilable par le maïs que le lisier de porc (cfr. ci-dessus APL à niveau de rendement égal).

Le coefficient d'efficacité de l'azote total contenu dans le digestat est de l'ordre de 40% à condition que celui-ci soit enfoui rapidement après épandage, vu la part ammoniacale (volatile) importante du produit.

L'efficacité maximale est observée pour des quantités d'épandage proches de 25m³ par hectare, au-delà, l'azote contenu dans le digestat est moins bien valorisé. Si cette dose ne suffit pas à répondre aux besoins de la culture en place, le complément sera apporté sous forme minérale.

Remerciements:

Nous remercions la DGAORNE-SPW pour le soutien financier ; les agriculteurs expérimentateurs (Burniaux D. – Surizenergie, Sanders L., Cosse D.) pour leur disponibilité, la mise à disposition de leurs parcelles et des matières organiques, le BW Agro-qualité (laboratoire de La Hulpe) pour les analyses réalisées dans le cadre de ces essais ainsi que la cellule UCL-ELIa pour son aide judicieuse lors de l'analyse et de l'interprétation des résultats.