

VALEUR FERTILISANTE DES DIGESTATS DE MÉTHANISATION

MARS 2013

Stéphane Martel, agr., M.Sc.,¹ Xavier Desmeules, agr., M.Sc.,¹ Christine Landry, agr., Ph.D.,² Sophie Lavallée, agr., M.Sc.,
Maxime Paré, agr., Ph.D.,¹ et François Tremblay, biologiste, M.Sc.¹

QU'EST-CE QU'UN DIGESTAT DE MÉTHANISATION?

La digestion anaérobie, ou méthanisation, vise à transformer le carbone de la matière organique en méthane (CH₄). La matière résiduelle résultante du procédé, qui peut représenter de 70 à 80 % de la masse initiale, est appelée digestat. La valorisation de ce digestat est essentielle pour rentabiliser la filière de la méthanisation afin de ne pas créer un nouveau type de déchet. D'ailleurs, celui-ci s'y prête bien, puisqu'il conserve les éléments majeurs fertilisants présents initialement dans les intrants organiques, en plus de hausser la disponibilité de certains. Par exemple, la hausse de pH qui survient pendant la digestion anaérobie favorise la conversion de l'azote organique des intrants en azote ammoniacal (N-NH₄), directement assimilable par les cultures. Des essais d'épandage ont donc été réalisés en 2010 et 2012 dans la culture du maïs-grain, afin de mieux cerner et documenter la disponibilité des éléments nutritifs contenus dans les digestats. Ces essais visaient plus précisément à déterminer la valeur fertilisante de l'azote des digestats.

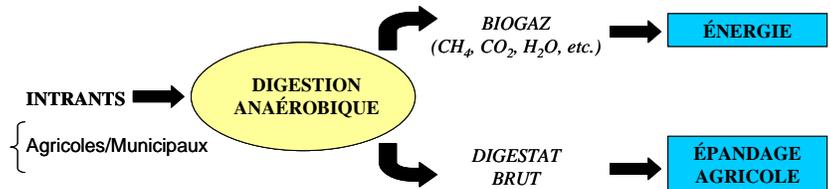


Figure 1. Schéma simplifié de la digestion anaérobie

MÉTHODOLOGIE

Les essais ont été réalisés :

- En postlevée dans une culture de maïs-grain en Montérégie-Ouest, en 2010;
- Au semis dans une culture de maïs-grain en Chaudière-Appalaches, en 2012, à la Ferme expérimentale de l'IRDA.

Le digestat testé en 2010 était issu de la codigestion (lisier de porc, fumier de cailles et résidus agroalimentaires), alors qu'en 2012, il provenait de la digestion de lisier de porc uniquement. Ne connaissant pas *a priori* l'efficacité de l'azote total contenu dans les digestats, des doses croissantes ont été comparées (tableau 1). En 2010, deux doses de digestat ont été comparées à un traitement d'engrais minéral (150 kg N/ha), du lisier de porc et à un témoin sans azote, alors qu'en 2012, trois doses de digestat ont été comparées à un traitement d'engrais minéral et à un témoin sans azote. Une fertilisation minérale complémentaire en phosphore et en potassium a été apportée à tous les traitements. Les rendements en grains ont été évalués pour les deux essais. De plus, le prélèvement en azote a été déterminé en 2012, afin de calculer les coefficients d'utilisation apparente (CUAN) et d'efficacité (CEN) de l'azote.

Tableau 1. Quantités d'azote total et efficace apportées par les différentes doses de digestat et le lisier

Type	Dose (m ³ /ha)	kg N total/ha	kg N efficace/ha
Lisier de porc 2010	86	215	150
Digestat 2010*	42	93	80
	79	174	150
Digestat 2012**	28	150	117
	35	188	146
	47	250	195

* Intrants : lisier de porc, fumier de cailles et résidus agroalimentaires (choux et oignons déclassés).

** Intrant : lisier de porc.



ANALYSE DES DIGESTATS

En 2010, les intrants pour générer le digestat ont été dilués avec de l'eau, afin de faciliter l'alimentation du digesteur mobile, ce qui a contribué à diluer grandement les divers éléments présents dans le produit final. La composition en éléments du digestat de 2012 est donc plus représentative de ce qui prévaudrait dans un cadre régulier. Ainsi, la comparaison des caractéristiques physicochimiques du digestat de 2012 et du lisier (tableau 2) révèle tout d'abord que l'efficacité du N total des digestats devrait être élevée, puisque le ratio N-NH₄/N total est reconnu pour être hautement corrélé à l'efficacité du N total des effluents liquides. L'efficacité fertilisante azotée des digestats devrait donc être au moins égale, sinon supérieure, à celle du lisier qui présente un ratio plus faible. La valeur du ratio C/N indique également que le N organique des digestats sera très facilement minéralisable, ajoutant à la valeur en N inorganique. Les lisiers et les digestats contiennent très peu de N-NO₃.

Tableau 2. Caractérisation physicochimique des digestats et du lisier frais tel qu'épandu

Type	pH	M.S. (%)	M.O. (%)	C/N	N total (kg/m ³)	N-NH ₄ (kg/m ³)	N-NH ₄ / N total	N organique (kg/m ³)	P total (kg/m ³)	K total (kg/m ³)
Lisier de porc 2010	6,6	4,97	73,5	4,41	4,15	2,15	0,52	2,00	1,10	2,46
Digestat 2010	7,9	1,26	49,3	1,51	2,06	1,60	0,77	0,46	0,15	1,46
Digestat 2012	7,9	2,16	57,0	1,16	5,30	3,65	0,69	1,65	0,65	2,46

RENDEMENTS 2010

La figure 2 démontre que l'application de digestat, même avec une dose d'azote inférieure à celle du lisier et de l'engrais minéral, a généré des rendements semblables en maïs-grain, indiquant que le N des digestats présente effectivement une grande efficacité. Tous les traitements ont ainsi produit des rendements égaux, significativement supérieurs à celui du témoin non fertilisé en N ($P \leq 0,05$).

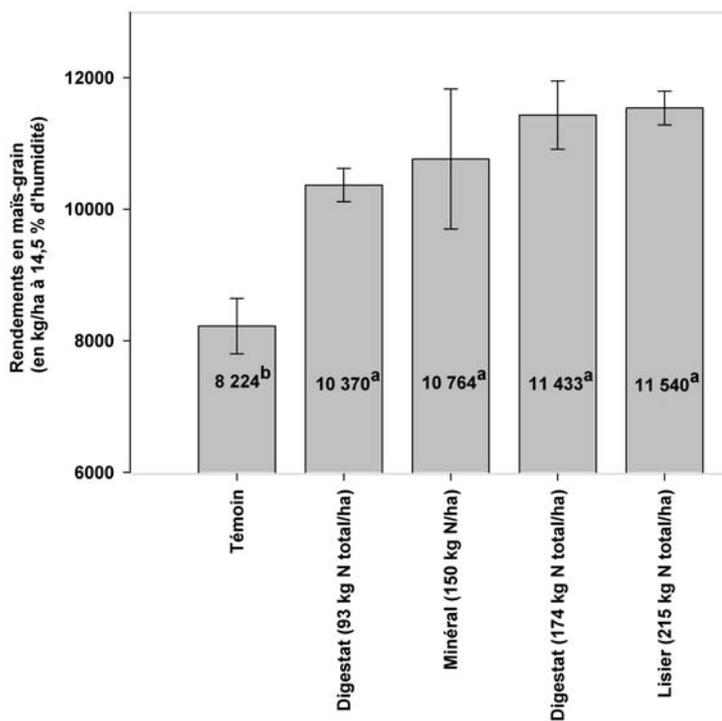


Figure 2. Rendements de maïs-grain en 2010 en Montérégie-Ouest (a et b sont significativement différents à $P \leq 0,05$)

RENDEMENTS 2012

Quelle que soit la dose de digestat évaluée, les rendements ont été similaires à celui de l'engrais minéral (figure 3). Toutefois, les doses moyenne et élevée de digestat (188 et 250 kg N total/ha) ont tout de même produit des rendements en grains significativement plus élevés que ceux du sol non fertilisé en N, ce que n'a pas réussi à faire l'engrais minéral ($P \leq 0,05$).

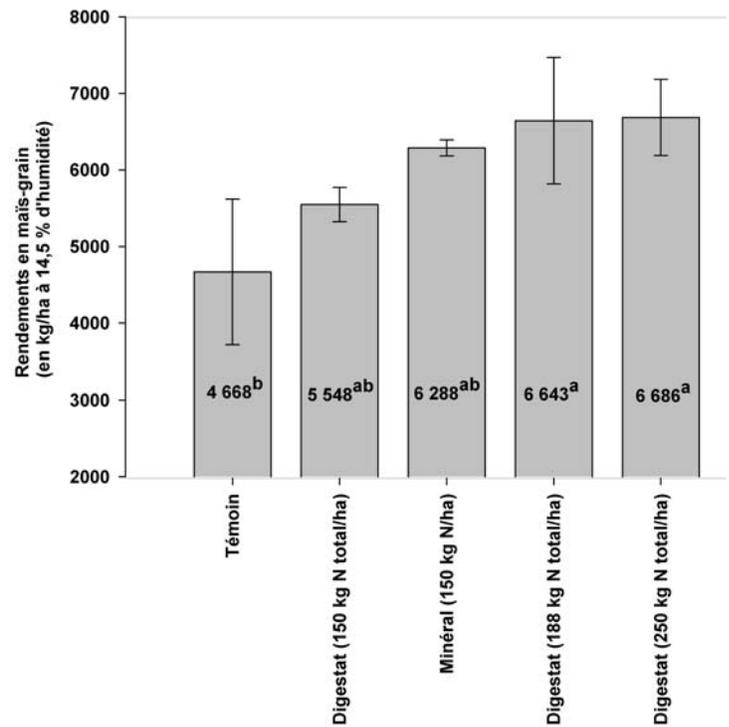


Figure 3. Rendements de maïs-grain en 2012 en Chaudière-Appalaches (a et b sont significativement différents à $P \leq 0,05$)

PRÉLÈVEMENT EN AZOTE

La mesure des prélèvements en azote (tableau 3) vient appuyer les résultats de rendement. Ainsi, les prélèvements en N du traitement minéral et des digestats sont statistiquement égaux. Toutefois, dans le cas des prélèvements en N, l'engrais minéral a aussi permis, avec les doses moyenne et élevée de digestat, de faire mieux que le sol non fertilisé en N avec un prélèvement en N de 50 % supérieur à ce dernier. Le CUAN maximal des digestats (24,8 %) a été obtenu avec la dose d'application moyenne et s'est traduit par un CEN de 72,3 %. C'est donc la dose de 35 m³ qui a permis d'obtenir la meilleure efficacité de l'azote avec les conditions pédoclimatiques du site en Chaudière-Appalaches. D'après les rendements moyens obtenus avec la dose de 35 m³, le prélèvement total (grains et biomasse) en azote a été supérieur de 18 kg de N/total, comparativement à la valeur moyenne de prélèvement fournie dans le guide de référence en fertilisation (CRAAQ, 2010).

CEN du digestat = CUAN digestat/CUAN engrais minéral;

D'où :

CUAN du fertilisant = $\frac{\text{Prélèvement N du fertilisant} - \text{Prélèvement N témoin}}{\text{Dose d'azote apportée par le fertilisant}} \times 100$

Tableau 3. Le prélèvement en azote par les plants de maïs (grains et biomasse), le CUAN et le CEN en 2012

Traitement	Prélèvement en N (kg N/ha)	CUAN (%)	CEN (%)
Témoin	77 ^b	-	-
Minéral 150 kg N/ha	129 ^a	34,4	100
Digestat 150 kg N/ha	104 ^{ab}	24,1	70,3
Digestat 188 kg N/ha	124 ^a	24,8	72,3
Digestat 250 kg N/ha	137 ^a	18,1	52,7

Note : a et b sont significativement différents à P ≤ 0,05



VALEUR ÉCONOMIQUE

La valeur économique des digestats de méthanisation a été estimée en fonction de la concentration en éléments nutritifs (N, P et K) du digestat épandu en 2012, des coefficients d'efficacité (CE), ainsi que du prix des engrais minéraux en vigueur en 2012. Le CE de l'azote obtenu en 2012 a été utilisé, alors que les CE pour le P et le K ont été évalués respectivement à 100 et 90 % (CRAAQ, 2010). La valeur économique du digestat a été évaluée à environ 16 \$/m³ pour une formulation N-P-K de 0,38-0,15-0,27. À la lumière des résultats obtenus en 2012, l'épandage du lisier de porc digéré (digestat) à une dose de 35 m³/ha permettrait d'économiser **560 \$/ha** par rapport au coût d'achat d'un engrais minéral. Toutefois, les coûts et les revenus indirects externes (compaction, matière organique, énergie produite, etc.) ne sont pas considérés dans le coût total. Également, plusieurs hypothèses sont considérées dans ces coûts et ceux-ci pourraient varier considérablement selon le contexte particulier de chaque entreprise agricole.

IMPLICATIONS PRATIQUES

Les résultats obtenus révèlent que les digestats ont produit un rendement en maïs-grain similaire à celui obtenu avec l'engrais minéral ou le lisier de porc pour une dose équivalente d'azote. Par leur contenu élevé en N-NH₄, les modalités d'entreposage et d'épandage des digestats doivent respecter les bonnes pratiques agroenvironnementales (structure de couverture, incorporation rapide, dose adéquate, etc.) pour éviter la volatilisation et les risques pour l'environnement. Le développement et l'implantation de systèmes de digestion anaérobie en milieu agricole ne se sont pas concrétisés dans les dernières années. En revanche, plusieurs municipalités (Québec, Rivière-du-Loup, Montréal, etc.) veulent traiter leurs matières organiques putrescibles par digestion anaérobie. La diversité des matières organiques d'origine municipale rend plus importante la caractérisation rigoureuse, non seulement à l'égard des éléments fertilisants mais aussi des contaminants potentiels.

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS ET DE RÉALISATION

Ferme Edpa inc. et le Club Agri-Action inc., ainsi que :

Enseignement supérieur,
Recherche, Science
et Technologie



Institut de recherche
et de développement
en agroenvironnement



Conseil national
de recherches Canada

National Research
Council Canada

PERSONNE-RESSOURCE

Stéphane Martel, agr., M.Sc.

Chargé de projet

418 528-5939

stephane.martel@agrinova.qc.ca

