

## **4. Valeur fertilisante de digestats issus de la biométhanisation en comparaison avec un lisier bovin.**

*Essai réalisé dans le cadre du CPMaïs vulgarisation.*

### **Contexte :**

Dans le contexte de l'évolution de nouvelles sources d'énergie, le monde agricole a la possibilité de développer de nouvelles branches visant 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 cosubstrat 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  $\text{NH}_4^+$  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).

### **Objectifs :**

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).

L'objectif serait donc de comparer, sur base d'analyse des matières organiques de départ (lisier bovin et digestat), la valeur agronomique de ces effluents et de leur influences sur les paramètres quantitatifs et qualitatifs du maïs pour des quantités d'azote total épandues équivalentes.

L'essai aura pour but également de mesurer les reliquats azotés après récolte pour les différents schémas de fertilisation azotée envisagés.

## Situation agronomique :

Lieu : Surice chez Mr D. Burniaux  
Zone de Famenne

Année : 2010

Type de sol : Texture : limon fin argileux  
Humus = 2,5%  
pH KCl = 6,1 (pH idéal 6.5)

	<u>Référence</u>	
Phosphore	8 mgr/100gr	7 - 10
Potassium	20	14 - 20
Magnésium	12	7 - 9
Sodium	2	
Calcium	160	

Précédent : Froment

Avis de fertilisation azotée : 145 unités NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/ha (sans apport organique)

Date de semis : le 27 avril

Densité : 98.000 gr./ha

Variétés : Bravour

Date de récolte : le 27 octobre

Désherbage : 0,7l/ha Callisto + 2l/ha GardoGold + 0,5l/ Samson 60D

### Dispositif expérimental :

Méthode en « split-plot » et en 4 répétitions de parcelles de 4,5m de large x 8m de long (ramenées par la suite à 7m). Seuls les 2 rangs centraux sont récoltés soit 10.5m<sup>2</sup>. La récolte est réalisée avec une ensileuse de type « HALDRUP » spécialement équipée pour les parcelles d'essais.

Profil de sol avant semis : reliquat azoté mesuré le 26/03/10 (en kg d'azote/ha)

0 – 30cm	33kg
30 – 60cm	21kg
60 – 90cm	16kg
70kg d'azote/ha sur un profil de 90cm	

Analyse du lisier de porc : (analyses réalisées par le Centre Provincial de L'Agriculture et de la Ruralité de LA HULPE)

Détermination	sur la matière fraîche
Matière sèche	8,0%
Cendres totales	2,20
Cendres insolubles	0,20
Matière organique totale	58
Ammoniaque	9,67
Azote total	11,69
Phosphore	3,32
Potassium	5,17
Calcium	3,18
Magnesium	1,47
Sodium	1,70
pH	8,3
Rapport C/N	2,9

Rapport C/N <15, matière à faible rapport C/N, produit peu d'humus mais décomposition et libération rapide d'azote

Analyse du digestat : (analyses réalisées par le Centre Provincial de L'Agriculture et de la Ruralité de LA HULPE)

Détermination	sur la matière fraîche
Matière sèche	9,3%
Cendres totales	4,45
Cendres insolubles	2,72
Matière organique totale	48
Ammoniaque	4,49
Azote total	6,61
Phosphore	2,09
Potassium	3,73
Calcium	3,82
Magnesium	0,79
Sodium	1,19
pH	8,3
Rapport C/N	4,2

Rapport C/N <15, matière à faible rapport C/N, produit peu d'humus mais décomposition et libération rapide d'azote.

Descriptif expérimental :

OBJETS :

- 2 amendements organiques (lisier bovin et digestat) + 1 témoin sans amendement
- 3 doses équivalentes à : 0u Ntotal ; fertilisation minérale selon « avis-30u » et « avis »
- 4 répétitions

soit 36 parcelles de minimum 48m<sup>2</sup>

réalisation de profils azotés avant et après récolte sur 90cm de sol

Objectif de rendement :	16t ms x 13u d'azote/t	=	208 unités
Azote non prélevé (arbitrairement) :	30 unités	=	238 unités = les besoins
CIPAN (néant)		=	- 0u
Profil avant saison :	54 unités disponibles sur 60cm*	=	- 54u
Azote libéré par le digestat :	28t x 6,61u x 0,4* <sup>2</sup> (coeff.util.prtps)	=	- 74u
<b>ou</b>		<b>ou</b>	
Azote libéré par le lisier :	15t x 11,7u x 0,6 (coeff.utilisation)=		-105u
La minéralisation de l'humus du sol est estimée pour ce type de sol à		=	- 50u (2,5% d'humus)
=> Le conseil de fertilisation est donc après apport de <b>lisier</b> de 238-0-54-105-50 = <b>29</b> unités d'azote			
<b>ou</b> le conseil de fertilisation est après apport de <b>digestat</b> de 238-0-54-74-50 = <b>60</b> unités d'azote			

Les différents objets étudiés en 4 répétitions sont :

Fumure organique :	- apport de lisier (15m <sup>3</sup> /ha)	
	- apport de digestat (28m <sup>3</sup> /ha)	
	- pas de fumure organique	
Fumure minérale :	- témoin 0 azote	
	- doses appliquées sur le terrain	
	<b>avec lisier</b>	<b>50u N</b>
	<b>avec digestat</b>	<b>70u N</b>
	<b>sans fumure organique</b>	<b>145u N</b>

- \* vu la date précoce du prélèvement on ne tient compte que de l'azote présent dans les 60 premiers centimètres du sol.
- \*<sup>2</sup> le coefficient d'efficacité de 0,4 a été défini sur base du résultat des essais de 2008 et 2009.

## Résultats agronomiques :

### 1. Teneur en matière sèche :

#### ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOT S-BLOC	29,75	11	2,7				
VAR.FACTEUR 1	1,56	2	0,78	0,29	0,75683		
VAR.BLOCS	12,3	3	4,1	1,55	0,29613		
VAR.RESIDUELLE 1	15,88	6	2,65			1,63	3,92%
VAR.TOTALE	81,42	35	2,33				
VAR.FACTEUR 2	6,09	2	3,04	1,39	0,27362		
VAR.INTER F1*2	6,26	4	1,56	0,72	0,59394		
VAR.TOT S-BLOC	29,75	11	2,7	1,24	0,33182		
VAR.RESIDUELLE 2	39,32	18	2,18			1,48	3,56%

#### MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 41.55

MOYENNES FACTEUR 1 = Org

1 (témoin)	2 (lisier)	3 (digestat)
41,79	41,58	41,28

MOYENNES FACTEUR 2 = Az

1 (0N)	2 (avis-30)	3 (avis)
41,57	41,04	42,05

MOYENNES INTER F1\*2 = Org Az

	1 (témoin)	2 (lisier)	3 (digestat)
1 (0N)	41,55	41,95	41,21
2 (avis-30)	42,05	40,51	40,56
3 (avis)	41,77	42,29	42,09

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
40,71	41,39	42,31	41,81

#### COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN KEULS NON SIGNIFICATIF

#### Commentaires :

Le taux de matière sèche à la récolte est relativement élevé avec une moyenne de 41.5%. On n'observe pas de différence de maturité entre les différentes fumures azotées appliquées.

## 2. Rendement en matière sèche :

### ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOT S-BLOC	13,7	11	1,25				
VAR.FACTEUR 1	1,87	2	0,94	1,34	0,3303		
VAR.BLOCS	7,64	3	2,55	3,65	0,08307		
VAR.RESIDUELLE 1	4,18	6	0,7			0,84	4,46%
VAR.TOTALE	30,97	35	0,88				
VAR.FACTEUR 2	4,28	2	2,14	3,66	0,04546		
VAR.INTER F1*2	2,47	4	0,62	1,06	0,40705		
VAR.TOT S-BLOC	13,7	11	1,25	2,13	0,07427		
VAR.RESIDUELLE 2	10,52	18	0,58			0,76	4,08%

### MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 18.72

MOYENNES FACTEUR 1 = Org

1 (témoin)	2 (lisier)	3 (digestat)
18,4	18,86	18,9

MOYENNES FACTEUR 2 = Az

1 (0N)	2 (avis-30)	3 (avis)
18,5	18,46	19,21

MOYENNES INTER F1\*2 = Org Az

	1 (témoin)	2 (lisier)	3 (digestat)
1 (0N)	17,83	19,08	18,58
2 (avis-30)	18,36	18,17	18,84
3 (avis)	19,01	19,32	19,3

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
18,09	18,69	19,39	18,71

### COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 2 : Az

NOMBRE DE  
MOYENNES  
VALEURS DES PPAS

	2	3
	0,66	0,8

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
3.0	avis	19,21	A
1.0	ON	18,5	A
2.0	avis-30	18,46	A

### Commentaires :

Le niveau de rendement de la parcelle est relativement élevé pour la région avec 18.7 tonnes de matière sèche à l'hectare, soit environ 2.7 tonnes de plus que l'objectif de rendement fixé au semis. Les niveaux de rendement moyen observés dans les différentes fumures organiques sont quasiment semblables et confirment donc que le coefficient d'efficacité de 40% choisi pour le digestat semble se confirmer comme une valeur représentative pour ce produit tout comme on l'avait observé en 2008 et 2009.

Au niveau de la fertilisation minérale, il se confirme en moyenne que la dose correspondant à « l'avis » procure un rendement supérieur de 0.7 tonne de matière sèche comparativement à la dose « avis-30u N » et au témoin.

### 3. Teneur en azote minéral des profils à la récolte (kg d'azote minéral sur 90cm) :

## ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOT S-BLOC	44825,55	11	4075,05				
VAR.FACTEUR 1	18526,05	2	9263,03	2,29	0,18235		
VAR.BLOCS	1984,89	3	661,63	0,16	0,9168		
VAR.RESIDUELLE 1	24314,61	6	4052,44			63,66	93,92%
VAR.TOTALE	81528,22	35	2329,38				
VAR.FACTEUR 2	7486,88	2	3743,44	4,06	0,03444		
VAR.INTER F1*2	12621,79	4	3155,45	3,42	0,02995		
VAR.TOT S-BLOC	44825,55	11	4075,05	4,42	0,00278		
VAR.RESIDUELLE 2	16594	18	921,89			30,36	44,80%

## MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 67.78

MOYENNES FACTEUR 1 = Org

1 (témoin)	2 (lisier)	3 (digestat)
49,5	99,75	54,08

MOYENNES FACTEUR 2 = Az

1 (ON)	2 (avis-30)	3 (avis)
48,67	71,17	83,5

MOYENNES INTER F1\*2 = Org Az

	1 (témoin)	2 (lisier)	3 (digestat)
1 (ON)	22,75	85,75	37,5
2 (avis-30)	36	131,75	45,75
3 (avis)	89,75	81,75	79

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
78,89	63,11	69,78	59,33

## COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 2 : Az

NOMBRE DE MOYENNES 2 3  
VALEURS DES PPAS 26,05 31,61

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0	avis	83,5	A	
2.0	avis-30	71,17	A	B
1.0	ON	48,67		B

INTER F1\*2 : Org-Az  
même Org

NOMBRE DE MOYENNES 2 3  
VALEURS DES PPAS 45,13 54,76

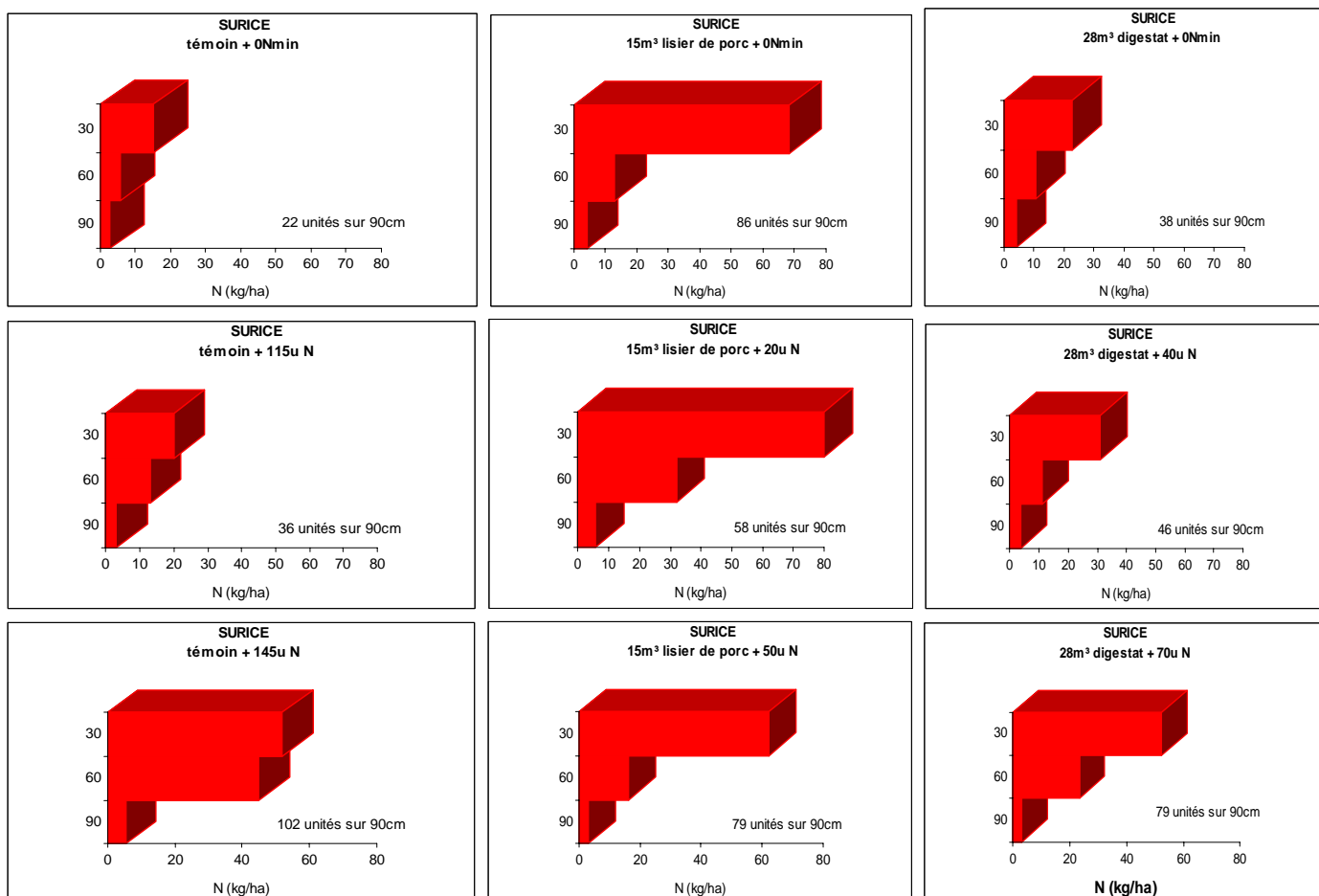
F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
témoin				
1.0 3.0	témoin avis	89,75	A	
1.0 2.0	témoin avis-30	36		B
1.0 1.0	témoin ON	22,75		B
lisier				
2.0 2.0	lisier avis-30	131,75	A	
2.0 1.0	lisier ON	85,75	A	
2.0 3.0	lisier avis	81,75	A	
digestat				
3.0 3.0	digestat avis	79	A	
3.0 2.0	digestat avis-30	45,75	A	
3.0 1.0	digestat ON	37,5	A	

Profils azotés après récolte (08/11/10) sur un profil de 90cm:

**Témoin**

**Lisier**

**Digestat**



Commentaires :

Les profils azotés sont significativement supérieurs dans les parcelles ayant reçu du lisier de porc au printemps (100u toutes fertilisations minérales confondues). La concentration très élevée en azote ammoniacal du lisier explique en partie le reliquat élevé mesuré après récolte. Les valeurs après digestat sont proches (54u) de celles observées dans les profils sans apport organique qui se situent en moyenne à 50 unités sur 90cm.