Quelle efficacité azoté du digestat brut de méthanisation aux champs?

Bertrand DECOOPMAN, Daniel HANOCQ, Alain AIRIAUD, Marc CHERAU, Laurent LEJARS

Chambres régionales d'Agriculture de Bretagne, Pays de Loire et Centre.

Synthèse de plus de 30 essais depuis 2011

Cultures de Céréales, Maïs, Prairie et Colza

Des expérimentations réalisées dans les cadres du Casdar « caractérisation », puis avec des financements de l'ADEME et Conseillers Régionaux Bretagne et Pays de Loire mais aussi de l'Appel à Projets DOSTE VADIM (ADEME) qui visent toutes :

- A connaître la valeur azote aux champs de ces digestats.
- A quantifier l'impact de certaines modalités d'apport sur la valeur azote.
- A approcher des bilans d'azote.

Les derniers essais sont en cours de traitement. (Colza automne 2015 et VADIMETHAN 2015)

Il est prévu une synthèse sous l'égide du COMIFER au printemps 2016.

Méthodologie

Pour chaque essai, pour chaque modalité d'apport, élaboration de deux indicateurs d'efficience de l'azote:

- Le **CAU** : Coefficient Apparent d'Utilisation. C'est le rapport entre l'azote total apporté et l'azote qui se retrouve dans la culture.

  CAU pro = (N ab. culture fertilisée pro – N ab. culture témoin 0N) / dose N apporté par le PRO.
- Le **Keq** ou Coefficient équivalent engrais minéral (généralement ammonitrate). C'est le rapport, pour un même rendement (ou azote mobilisé par la culture), entre l'azote minéral apporté et l'azote organique total apporté.

  a) *Keq pro = CAU pro / CAU miné (dose approchante).*

  b) Keq = Napporté minéral / Napporté PRO (même mobilisation N).

Le Keq a une valeur réglementaire. Cf: méthode des bilans COMIFER et DN V et GREN

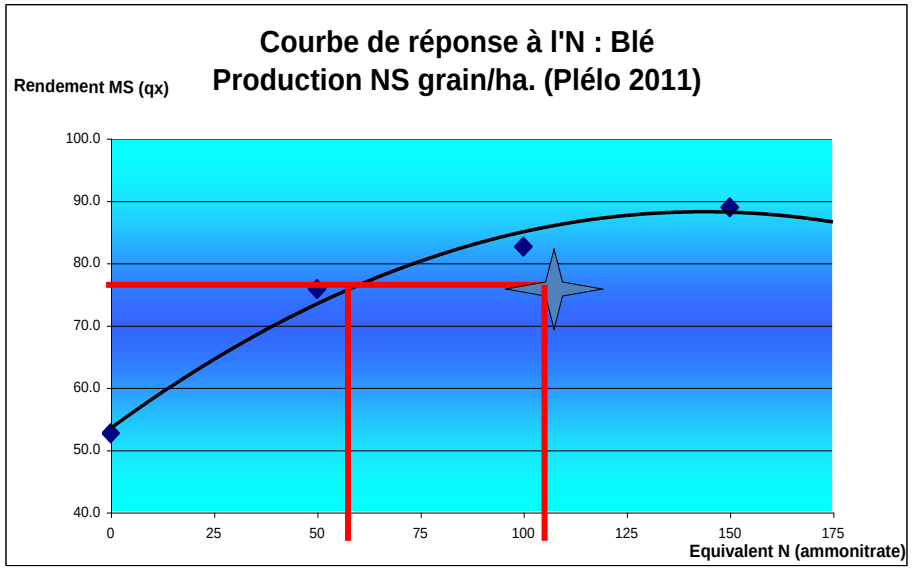
JRI biogaz méthanisation

Un même protocole au champ appliqué qui repose sur le principe d'une courbe de réponse à l'azote.

Mesures sur des placettes de 50 à 100 M² avec 3 répétitions.

Les rendements ou mobilisations de l'azote (ordonnée) s'accroissent avec l'augmentation de la dose d'N minéral apportée (abscisse).

Pour une dose de PRO, le rendement ou la mobilisation de l'azote est positionné (étoile) et l'équivalence engrais se lit sur la courbe.



Protocole décrit dans le Guide méthodologique du Casdar PRO.

Les digestats de méthanisation

- Ils sont exclusivement issus d'installations agricoles.
  - Principalement obtenus avec du lisier de porc + divers déchets et CIVES.
  - Rapport NH^4/Ntot de 60 à 90% Bretagne + Loiret. pH de 7.5 à 8.2
  - Sur 1 site (Derval 44) obtenus avec du lisier de bovin + divers déchets de l'exploitation et CIVES. (N-NH^4 / Nt = 30 % Derval 2015).
  - VADIMETHAN en Pays de Loire Digestat obtenus avec lisier bovin CIVE et déchets IAA voir boue de STEP NH^4/Ntot de 40 à 56 %.
- Ils ont fait l'objet d'une à plusieurs analyses au moment de l'apport.
- L'apport se fait la plus part du temps à l'arrosoir, (équivalent pendillard) avec une dose prévisionnelle volontairement sous estimée.
- La modalité « injection » s'est réalisée avec une tonne équipée d'un injecteur prairie à Trévarez (29), ou avec un arrosoir qui apportait le digestat liquide au fond d'un sillon immédiatement refermé à Kerguéhennec (56) sur maïs.
- Une modalitée 'deux dates d'apports' a été testée à Kerguéhennec sur maïs en 2014 et 2015.
- Dans de nombreuses situations, le digestat a été comparé à un PRO de référence (lisier de porc ou bovin).

JRI biogaz méthanisation

Les références Keq en céréales

- Apport pendillard en mars.
- En relatif au lisier de porc, les valeurs sont proches y compris 2013 b.
- Les données VADIMETHAN. PL 2015 de Keq de 25% à 53% selon digestats (à confirmer).
- 3 situations (en jaune pl) sur 11 à expertiser.

année	lieu	culture	Keq moy
2011	b	blé	66%
2012	b	blé	65%
2013	b	blé	35%
2013	pl (44)	blé	64%
2013	pl (49)	blé	18%
2013	pl (72)	blé	57%
2014	pl (44)	blé	58%
2014	pl	blé	16%
2014	pl	blé	33%
2014	b	blé	64%
2015	b	orge	55 %

b = Bretagne, pl = Pays de Loire

Rappel: Keq lisier de porc = 60%

Les références Keq en maïs grain

- Essais réalisés à la station de Kerguéhennec (56).
- L'effet climat le jour d'apport, semble être un facteur fort d'explication de la variabilité observée.(2014 apport avant pluie d'orage).
- Apporter en fractionné ne semble pas améliorer le Keq global. (Pertes importantes sur le 2éme apport?)
- L'injection améliore le Keq du digestat de prés de 30%

année	date apport	Keq moyen Pendillard	Keq moy Injection
2011	02-mai	51%	98%
2013	04-mai	46%	79%
2014	06-mai	84%	95%
2014	6/5 et 3/7	62%	
2015	13-mai	55 %	74 %
2015	13/5 et 24/6	44 %	
Moyenne une date d'apport		59 %	87 %

Rappel: Keq lisier de porc = 70 % avec incorporation immédiate (= 50 % si incorporation dans les 24h)

Les références Keq en prairie

- Données avec apport pendillard. Avec un injecteur prairie à disques le Keq n'est pas amélioré dans le contexte des essais.
- Forte variabilité inter blocs.
- Forte variabilité due au facteur climatique le jour d'apport mais aussi aux lieux (Derval < Trévarez). Dépend des conditions pédo-climatiques?
- En situation extrême (Derval 2014 mai) l'apport de digestat peut avoir un effet nul.
- Digestats à base lisier porc (Plélo et Trévarez) ou à base lisier de bovin à Derval.

Année	culture	date d'apport	Keq moyen	Nb de coupes
2010 P	RGI	juin	27%	2éme coupe
2011 P	RGI	mars	55%	1er coupe
2013 T	RGA	mars	72%	2 coupes
2014 D	Graminées	mars	35%	3 coupes
2014 D	Graminées	mai	0 %	2 coupes
2014 T	Graminées	mars	46 %	2 coupes
2014 T	Graminées	juin	59 %	1 coupe
2015 D	RGA	mars	23 %	2 coupes
2015 T	Prairie	juin	50 %	1 coupe

P = Plélo dans le 22, T = Trévarez dans le 29, D = Derval dans le 44

Rappel Keq lisier porc en prairie apport de printemps région arrosées: 50 à 60 % selon mode apport.

Les références Keq en colza

- Essais réalisés dans le Loiret (45).
- En colza, les mesures s'effectuent sur de la biomasse (et non sur un rendement) avec une forte variation inter blocs.
- Eté 2014, l'incorporation immédiate n'a pas impacté le résultat d'une façon significative par rapport à une incorporation sous 12 h.
- 2015: premières données: Keq très faible.

Date apport	année	Keq apport août	Keq apport février
27 février	2014		70 %
25 août	2014	70 %	
25 février	2015		85 %
28 août	2015	En attente	

Données obtenues sur la période du cycle (fin août / fin novembre) pour l'apport d'août et de fin février / fin mai pour l'apport de février.

Rappel. Keq lisier porc août: 65%. Si apport fin hiver, Keq: 56% .

Approche de l'efficience de l'azote

Estimation par défaut de bilan

N retrouvé après fertilisation = Nab + Rf - Re

Défaut bilan = N apporté + N retrouvé 0ferti – N retrouvé ferti PRO

L'azote non retrouvé du PRO (défaut de bilan) est soit évaporé (NH3, N2O), soit lixivié (NO3), soit réorganisé en N organique, soit resté sous forme organique.

On ne mesure que l'N minérale (NH4 et NO3) dans les sols et pas l'N organique.

HN3	Les pertes peuvent représenter de 0 (injection maïs) à 100 % de l'N-NH4 apporté. En maïs on estime que la différence de bilan entre injection et pendillard représente les pertes par dégagement suite à l'apport au pendillard.
N2O (quelques kg/ha)	
NO3 lixivié	= 0 dans nos essais vu les périodes de culture.
Réorganisation	Très difficile à quantifier.
N organique non minéralisé	Les PRO qui contiennent de l'N organique ont un bilan forcément moins bon que l'N minéral car seule une partie de cet N organique se minéralise durant le cycle de la culture.

JRI biogaz méthanisation

Défaut de bilan
Comparaison avec du lisier de porc ou du minéral.

Céréales

Année	Lisier p	Digestat p	100 N p
2013	75 %	78 %	45 %
2014	80 %	75 %	54 %
2015	49 %	56 %	33 %

Défaut de bilan en % de l'apport N total

Injection profonde 8/12 cm = fort effet comparativement au pendillard

Maïs

Année	Lisier p	Lisier i	Digestat p	Digestat i	100 N p
2013	43 %	26 %	30 %	21 %	-16 %
2014	34 %	26 %	46 %	12 %	24 %
2015	26 %	0 %	38 %	12 %	0 %

Maïs 2015 rapport N-NH4/Ntot lisier > Digestat

Principales conclusions :

.La première approche de 2010 par expertise qui rapprochait le comportement au champs du lisier de porc et du digestat à base de LP est juste pour les céréales.

.L'injection à un impact positif fort sur l'efficience de l'N du digestat en maïs.

.En prairie, les pertes peuvent être très élevées.

.Bon efficience de l'N du digestat en colza.

Je vous remercie de votre attention.