



13^{èmes} Rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse

comifer

Gemas
Service d'Analyses Agronomiques pour l'Agriculture

Avec la participation de 

Valeur azote des digestats de méthanisation

Bertrand DECOOPMAN: CRAB

bertrand.decoopman@bretagne.chambagri.fr

Sabine HOUOT, Myriam GERMAIN : INRA, ECOSYS

sabine.houot@inra.fr

Ademe




**AGRICULTURES
& TERRITOIRES**
CHAMBRE D'AGRICULTURE
BRETAGNE

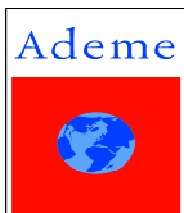
 **INRA**
SCIENCE & IMPACT

8 & 9 novembre 2017- Nantes. 13^{èmes} Rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse Comifer Gemas

Le contexte de cette étude

- Synthèse de données des essais aux champs conduits selon les recommandations du « Guide méthodologique » issu du CasDAR PRO (2014).
- Essais EFELE (SOERE PRO) 2011 à 2014 Le Rheu (35).
 - 2 essais 'blé', 2 essais 'maïs'.
- Essais CasDAR « caractérisation » 2010 à 2013 (Bretagne)
 - 2 essais 'blé', 3 essais 'prairie', 2 essais 'maïs'.
- Essais VADIM 2014 et 2015 (Bretagne, Pays de Loire, Centre).
 - 2 essais 'céréales', 2 essais 'maïs', 6 essais 'prairie', 4 + 3 essais 'colza'.
- Essais VADIMETHAN de 2013 à 2015 (Pays de Loire).
 - 15 essais 'blé'.

Soit plus de **40 essais au champ** principalement dans l'ouest et le centre de la France.



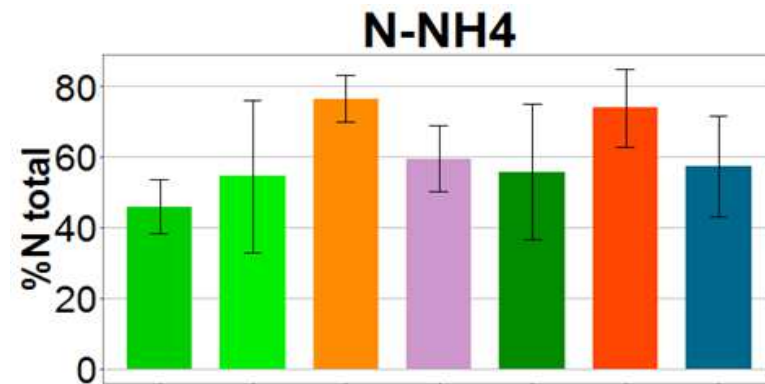
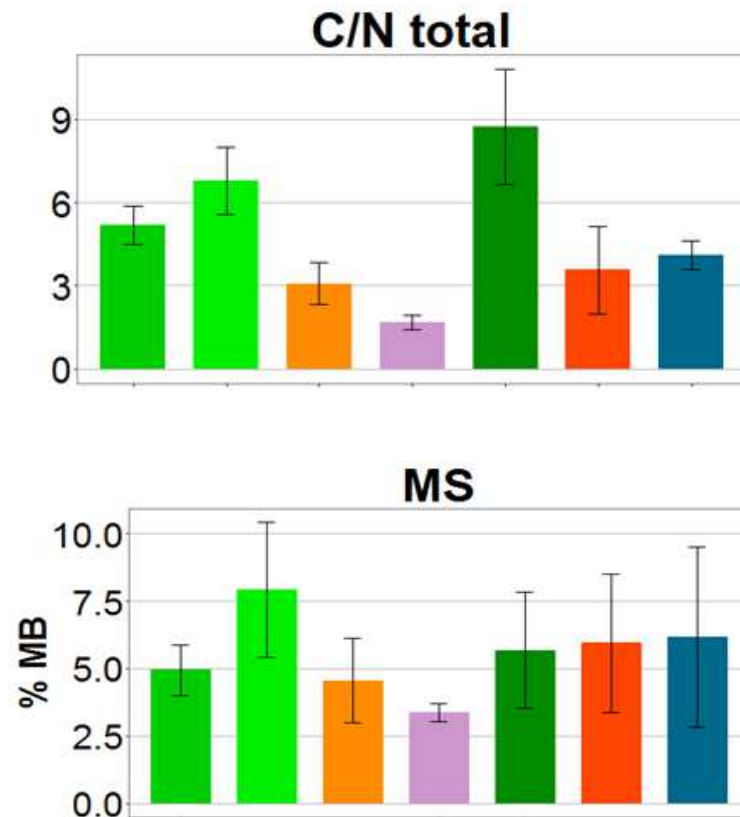
Les digestats utilisés

Digestats 'bruts' majoritaires. Quelques **fractions liquides** de digestats 'filtrés' (séparation de phase). Comparaisons avec le **lisier de porc** (Bretagne) et avec le **lisier de bovin** (Pays de Loire).

- Bretagne et Loiret : digestats à base de lisier de porc (LP) + autres.
- Pays de Loire, digestats à base de lisier ou fumier de bovin (LB ou FB) + autres ou de déchets d'IAA (mel).
- Quels digestats sur quelles cultures? (en nombre d'essais)

Type digestats	Digestats bruts			Sep.Phase	Lisiers	
	LP + autres	LB ou FB + autres	IAA mélange	Dig. Liq.	LP	LB
Céréales	6	10	5		6	3
Maïs	6				6	
Colza	4			3		
Prairie	7	3			6	3

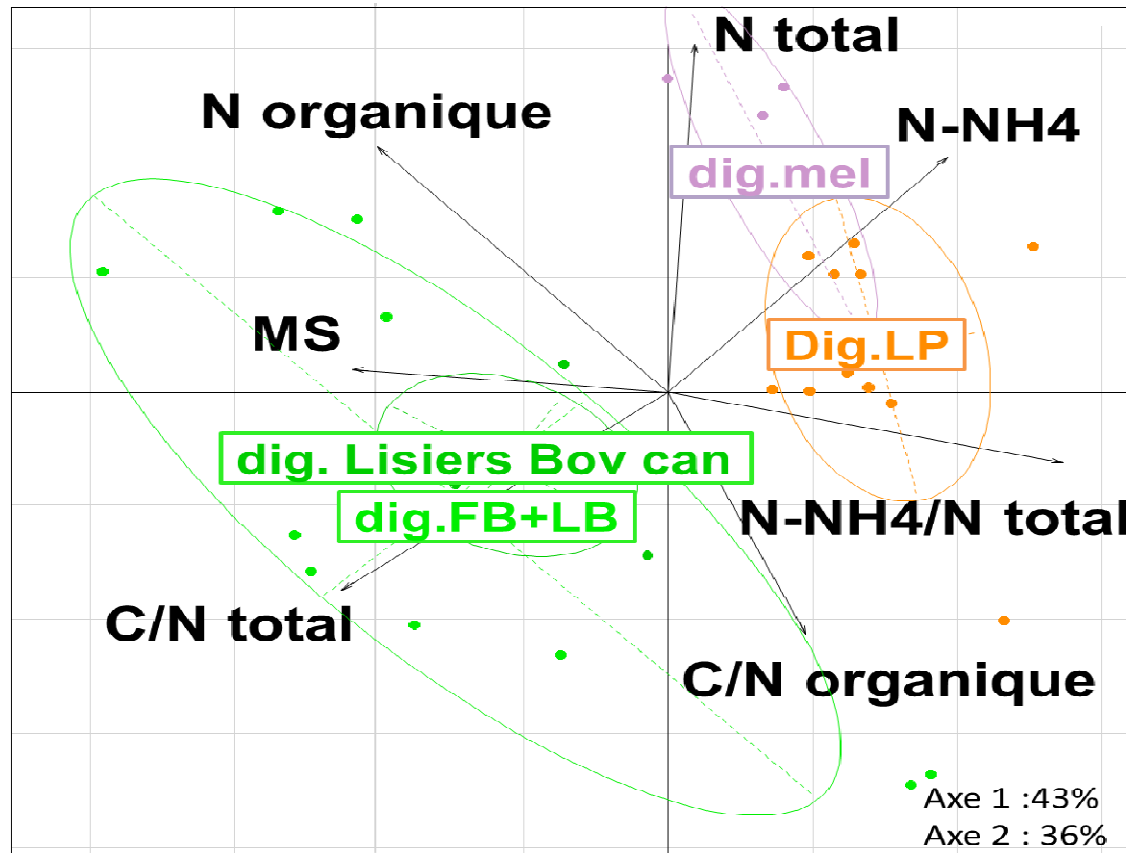
Des paramètres agronomiques différents entre digestats.



- dig. Lisiers Bov can
- dig.FB+LB
- Dig.LP
- dig.mel
- LB
- LP
- phase liquide

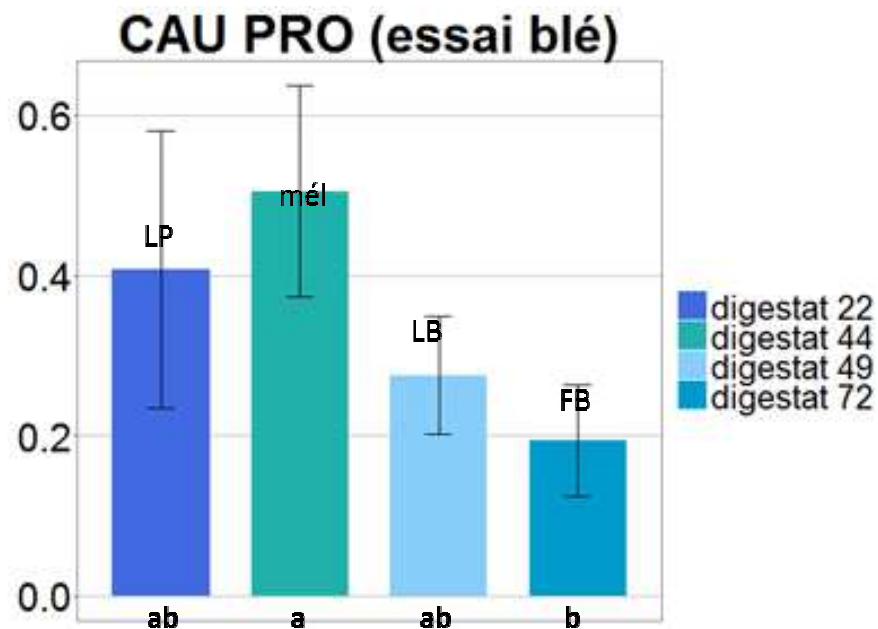
Analyse ACP sur les paramètres agronomiques

ACP des paramètres agronomiques faites avec les digestats seuls



- Analyse avec les **digestats seuls** → **C/N total** : indicateur le plus discriminant, suivi **N-NH₄**
- **Lisiers** rajoutés dans ACP → **C/N total** est toujours l'indicateur le plus discriminant

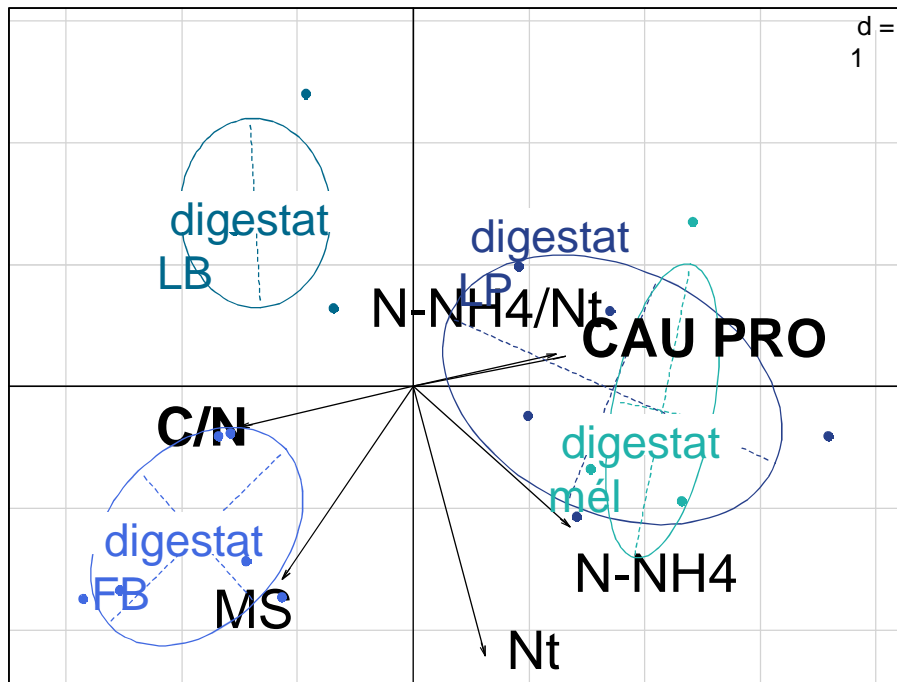
Des CAU statistiquement différents selon le type de digestat (blé).



Le digestat de mélange (digestat 44 = mél) alimenté avec des déchets d'IAA, a un CAU statistiquement supérieur à celui du digestat à base de fumier de bovin (digestat 72 FB).

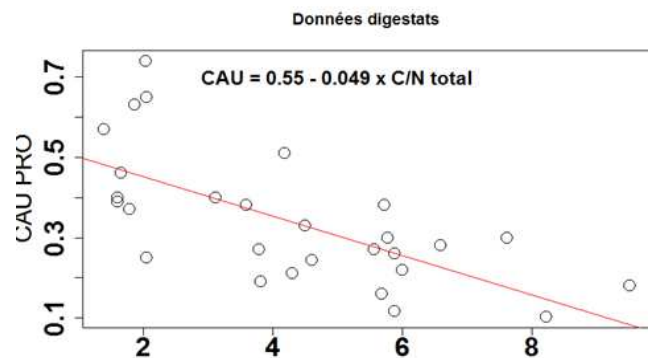
Lien entre CAU (blé) et paramètres agronomiques des digestats

ACP faites avec les paramètres agronomiques et CAU des digestats

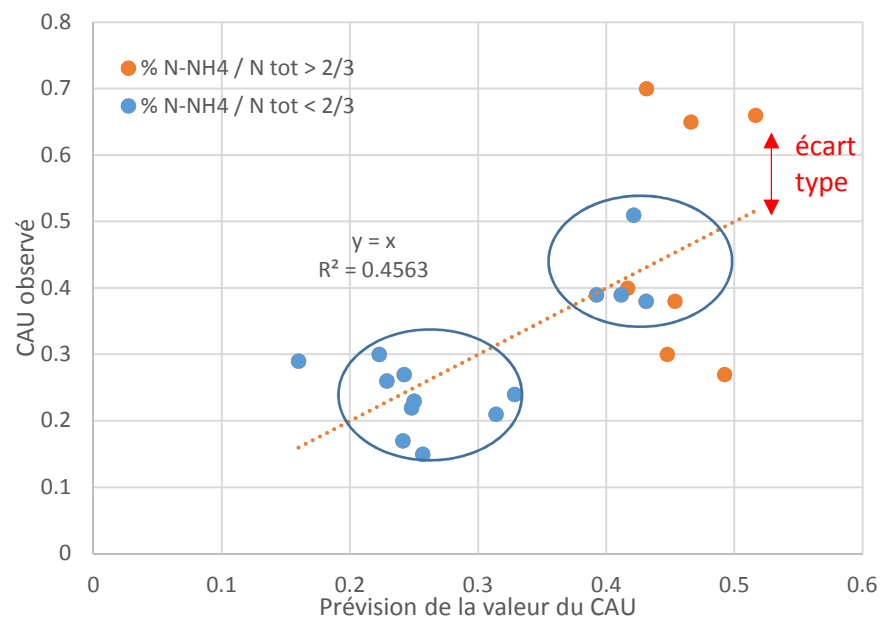


- **C/N total:** paramètre agronomique le plus corrélé avec le **CAU** obtenu au champ sur céréales ($R^2 = 0.43$ à 0.45 , sans et avec lisier)
- NH_4/N_{total} ($R^2 = 0.23$ à 0.29)
- N_{total} , N_{orga} , C/N_{orga} : non significatif

CAU (blé) et C/Ntotal: des corrélations!



Validité du modèle



- Un modèle linéaire simple semble possible pour une approche prévisionnelle du CAU (Céréales) à partir du C/N des digestats et lisier de porcs et bovins:

$$\text{CAU} = 0.55 - 0.049 \text{ C/N total} \quad (R^2=0.43)$$

- La dispersion devient plus importante pour les CAU élevés obtenus avec des digestats à forte teneur en N-NH₄.

→ Perte très probable de N-NH₃ au champ lors de l'apport!

Lien entre CAU (blé) et paramètres agronomiques des digestats

Si on « force » le modèle à prendre **NH₄/Ntotal** en première variable, rajouter le **C/N organique** donne de meilleurs modèles

$$\text{CAU} = 0,137 + 0,007 \times \text{N-NH}_4/\text{N total} - 0,017 \times \text{C/Norganique} \quad (R^2 = 0,56 \text{ que digestats})$$

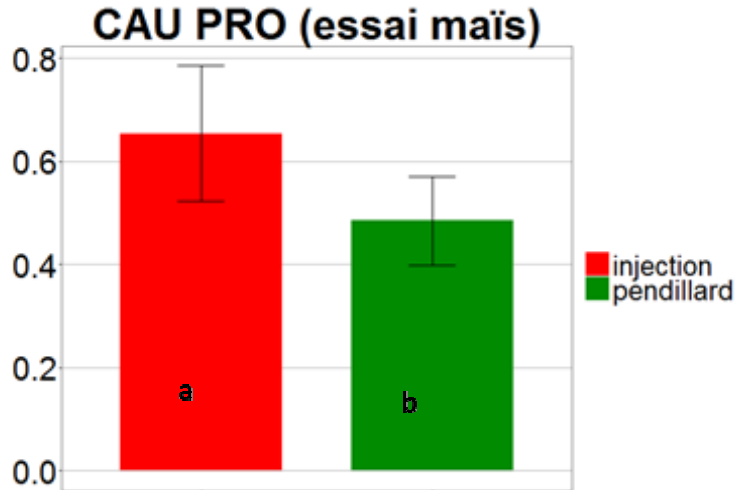
$$\text{CAU} = 0,106 + 0,007 \times \text{N-NH}_4/\text{N total} - 0,015 \times \text{C/Norganique} \quad (R^2 = 0,45 \text{ digestats+lisiers})$$

Et pour les Keq (blé)

Résultats encore plus significatifs pour les Keq: corrélation plus significative avec **C/N total**

Données	NH4/N total	N total	N organique	C/N total	C/N organique
Que digestat	0,0064 (0,15)	Non significatif	Non significatif	-0,067 (0,51)	Non significatif
Digestat + Lisier	0,0074 (0,37)	Non significatif	Non significatif	-0,064 (0,52)	Non significatif

En maïs, effet important des modes d'apport!



Année	Keq pend	CV
2011	0.42	
2013	0.59	8%
2014	0.55	
2014	0.82	7%
2015	0.53	19%
Moyen	0.53	

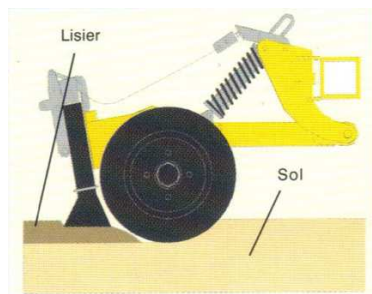
- Effet significatif de l'**injection** pour des apports avant **maïs** (+ 30 %) par rapport à un apport au pendillard:
→ Diminution de la part du N-NH₃ volatilisé lors de l'épandage?
- L'apport en **deux dates** (semis début mai et fin juin) en **maïs** fait baisser le CAU du digestat de 20 % environ.
→ Augmentation du N-NH₃ volatilisé?

Variations inter-annuelles importantes de Keq en apport pendillard qui peuvent s'expliquer en partie par le climat et la teneur en N-NH₄.

La variation des CAU est plus faible (entre 0.32 et 0.51)

En prairie, effet important des dates d'apport !

- En prairie le digestat s'apporte après chaque coupe (2 à 4 selon potentiel) et en sortie d'hiver.
- La variabilité des résultats ne permet pas de différencier Keq lisier de porc et Keq digestat à base de lisier de porc.
- Les apports de fin d'hiver valorisent bien l'azote (faible pertes de N-NH₃?)
- Les prairies sèches valorisent difficilement les apports tardifs.



En prairie l'injection

(Josquin à disques tranchants spécifique pour prairie) n'a pas fait émerger de différences avec l'apport au pendillard.



Propositions de nouvelles références Keq

Keq	Digestat C/N élevé (fumier lisier bovin)	Digestat C/N faible (lisier porc, IAA)
Blé pendillard	02 / 0.4	0.5 / 0.7
Maïs pendillard	nd	0.5 / 0.6
Maïs injection	nd	0.7 / 0.9
Maïs 2 dates d'apports	nd	0.4 / 0.5
Colza apport semis	nd	A compléter
Colza apport sortie hiver	nd	0.6 / 0.8
Prairie humide printemps	nd	0.5 / 0.7
Prairie humide été	nd	0.2 / 0.6
Prairie sèche printemps	0.2 / 0.4	nd
Prairie sèche été	Déconseillé	nd

Proposition de seuil entre C/N élevé et faible = 4

Attention, les modalités et conditions d'épandage peuvent faire fortement varier ces coefficients!

Les principales questions qui restent en suspens sont :

- A) Quel est le comportement du **digestat en sol carbonaté** avec un risque de volatilisation du N-NH₃ élevé ?
- B) Approfondir la part volatilisation (EVAPRO) et vérifier la cohérence avec Volt'Air.
- C) Quel est l'impact de **la séparation de phase** sur la valeur agronomique du digestat ?
- D) Compléter les références **au champ en colza et prairies sèches** en particulier pour du digestat à **C/N élevé**. Faut-il travailler sur un autre injecteur prairie ?
- E) Mise en forme simplifiée des nouvelles valeurs (tables COMIFER) afin de répondre rapidement à la demande des producteurs.
- F) Il importe enfin de continuer les références afin d'avancer sur **l'approche prédictive du CAU / Keq en fonction d'indicateurs simples**.

Merci pour votre
écoute attentive !

