



Comité Français d'Étude et de Développement  
de la Fertilisation Raisonnée

Sous le haut patronage



# QUALITÉ DE L'AIR ET FERTILISATION : RÉDUIRE LES ÉMISSIONS D'AMMONIAC

14 MARS 2019 – APCA (PARIS)

# VOLATILISATION D'AMMONIAC APRÈS APPORT DE DIGESTATS: INTERACTION AVEC LES PRATIQUES D'APPORTS ET LES POST-TRAITEMENTS DES DIGESTATS

MARIANA MOREIRA, BERTRAND DECOOPMAN, SOPHIE  
GENERMONT<sup>2</sup>, ANTOINE SAVOIE<sup>3</sup>, VICTOR MOINARD<sup>2</sup>,  
MARCO CAROZZI<sup>4</sup>, SABINE HOUOT<sup>2</sup>

1. *Chambre d'Agriculture de Bretagne, 35000 Rennes*
2. *INRA, UMR INRA-AgroParisTech ECOSYS, 78850 Thiverval Grignon*
3. *INRA, UEPAO, 37380 Nouzilly*
4. *INRA Transfert, 78850 Thiverval Grignon*

# INTÉRÊT AGRONOMIQUE DES DIGESTATS DE MÉTHANISATION

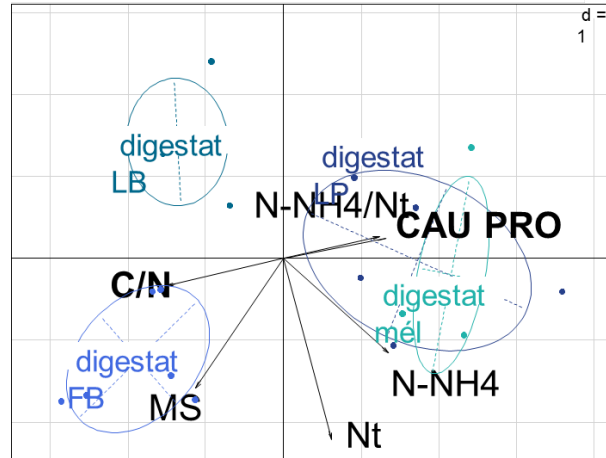
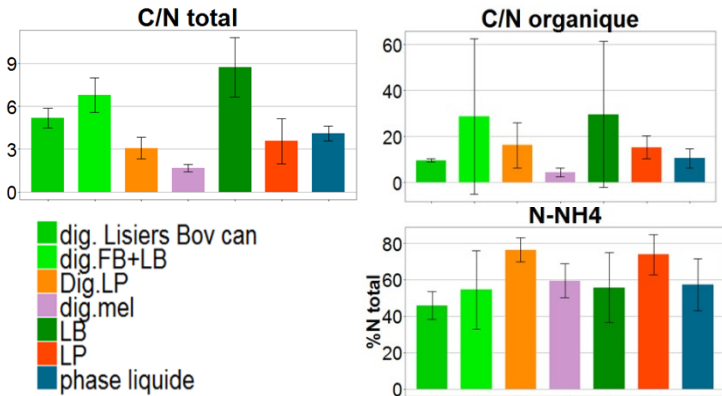
- La filière méthanisation est en fort développement en France. Elle produit une énergie renouvelable (le biogaz) et un fertilisant (le digestat) utilisé sur les cultures.
- Un enjeu majeur du recyclage agricole des digestats est de connaître leur qualité agronomique et de limiter les impacts environnementaux, notamment les risques de volatilisation d'ammoniac.
- Difficulté: Diversité des intrants et des procédés de méthanisation → diversité de digestats → peu de références sur le plan agronomique.

## Objectifs des travaux présentés:

- Quantifier la valeur fertilisante azotée de digestats,
- Mettre en évidence et comprendre certains déterminants de ses variations,
- Faire un focus sur la volatilisation du  $\text{NH}_3$  en présentant des mesures au champ et quelques facteurs expliquant l'intensité des flux mesurés.

# LES DÉTERMINANTS DU CAU DES DIGESTATS

Différentiation des classes de PRO en fonction de différents paramètres analytiques.



**C/N total**: paramètre agronomique le plus corrélé avec le **CAU** obtenu au champ sur céréales.

Possibilité de prédire un comportement azoté en culture :

$$CAU = 0.137 + 0.007 \times N-NH_4/N \text{ total} - 0.017 \times C/N \text{ organique}$$

$R^2 = 0,56$  (que digestats)

# EFFETS DES MODES D'APPORT SUR LE CAU

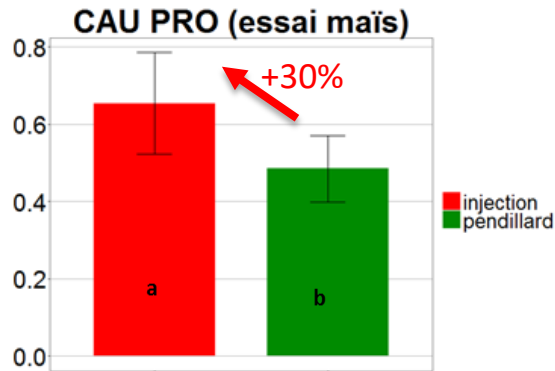
## TECHNIQUE D'ÉPANDAGE: *PENDILLARD VS. INJECTION*

### 3 sites d'essais au champ (2011-2015), épandage de digestats bruts

- Kerguéhennec (56) et Plumeillio (56) – digestat à base de lisier de porc, déchets graisseux d'IAA, CIVE et déchets de silo
- Le Rheu (35) – digestat à base exclusive de lisier de porc charcutier

#### a) 2 modalités d'épandage sur maïs :

- **Injection:** Création d'un sillon au motoculteur de 10-12 cm de profondeur avec apport au fond de ce sillon du liquide au fur et à mesure de l'avancement. Le sillon est refermé par le sillon suivant 1 à 2 minutes après.
- **Pendillard :** Apport à l'arrosoir en fin de matinée et incorporation + semis en fin de journée.



Un effet significatif de **l'injection** pour des apports avant **maïs** par rapport à un apport au pendillard.  
Part du N-NH<sub>3</sub> volatilisé ?

# EFFETS DES MODES D'APPORT SUR LE CAU

## FRACTIONNEMENT DES APPORTS

### b) 2 modalités de fractionnement des apports sur maïs :

- **1 apport** : 100 % de la dose juste avant semis au pendillard
- **2 apports** : 50 % de la dose juste avant semis au pendillard et 50 % dose au stade 6/8 feuilles (fin juin début juillet) au pendillard.

Année	1 apport au semis				2 apports au semis + 6-8 feuilles	
	CAU injection	CV	CAU pendillard	CV	CAU pendillard	CV
2014	0.51	16%	0.49	19%	0.37	17%
2015	0.69	9%	0.50	31%	0.39	33%

L'apport en **deux dates** en **maïs** fait baisser le CAU du digestat de 20 % environ.

Part du N-NH<sub>3</sub> volatilisé ?

Cette technique ne peut à ce stade être recommandée.

Besoin d'irrigation après le 2<sup>ème</sup> apport ?

CAU des digestats de lisier de porc de l'ensemble des essais maïs.

CV: coefficient de variation

# MESURES DE VOLATILISATION D'AMMONIAC EN BRETAGNE

## PRÉSENCE OU NON D'UN COUVERT VÉGÉTAL

### Essai au champ (Moustoir-Remungol, 56)

- Epandage de digestat et de lisier de porc, au pendillard, en avril 2016, sur blé et sur sol nu
- 3 parcelles de 1000 m<sup>2</sup>
- N valorisé par les cultures, N-NH<sub>3</sub> volatilisé (badges et modèle FIDES)

Modalité	Dose PRO (m <sup>3</sup> /ha)	N-total (kg N/ha)	N-NH <sub>4</sub> (kg N/ha)	Flux cumulé (kg N-NH <sub>3</sub> /ha)	Flux cumulé (% N-NH <sub>4</sub> apporté)
Lisier de porcs blé	29	131	93	20 ± 6	22%
Digestat de lisier de porcs blé	43	194	138	14 ± 2	10%
Digestat lisier de porcs sol nu	43	194	138	24 ± 2	17%

PRO	MS %	pH	MO %	Nt (kg/t pb)	N-NH <sub>4</sub> (kg/t pb)
lisier	3.7	7.8	2.8	4.5	3.2
digestat	3.2	7.1	2.1	4.5	3.2

Composition des PRO utilisés.

Le lisier de porc utilisé, présente des émissions de N-NH<sub>3</sub> largement plus élevées que le digestat. Différence de pH ?

La végétation du blé par rapport à un sol nu a diminué les dégagements de N-NH<sub>3</sub>.

# MESURES DE VOLATILISATION D'AMMONIAC EN BRETAGNE

## EFFET DE LA COUVERTURE DE STOCKAGE

### Essai au champ (station de Trévarez, 29)

- Epandage de digestat de lisier de porcs, au pendillard, en avril 2017, sur blé
- 2 modalités de stockage : fosse couverte vs. fosse non couverte
- 2 parcelles de 1550 m<sup>2</sup>
- N valorisé par les cultures, N-NH<sub>3</sub> volatilisé (badges et modèle FIDES)

Modalité	Dose PRO (m <sup>3</sup> /ha)	N-total (kg N/ha)	N-NH <sub>4</sub> (kg N/ha)	Flux cumulé (kg N-NH <sub>3</sub> /ha)	Flux cumulé (% N-NH <sub>4</sub> apporté)
Fosse couverte	37	186	145	9 ± 4	6%
Fosse non couverte	38	185	144	9 ± 9	6%

Pas de différence significative entre les 2 modalités de stockage.

Modalité	MS %	pH	MO %	Nt (kg/t pb)	N-NH <sub>4</sub> (kg/t pb)
Fosse couverte	3.2	8.5	2.1	5.0	3.9
Fosse non couverte	4.4	8.5	3.1	4.9	3.8

Grande variabilité au champ de la modalité « non couverte ».

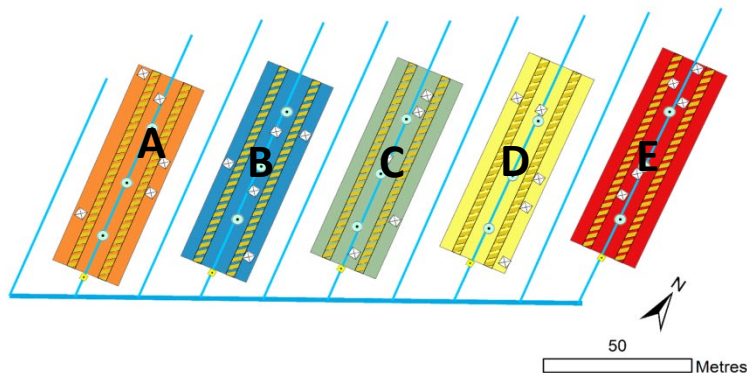
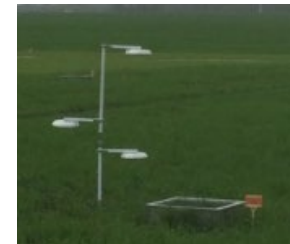
Composition des deux digestats utilisés.



# MESURES DE VOLATILISATION D'AMMONIAC EN VAL DE LOIRE

## VARIATION AVEC LES PRATIQUES DE FERTILISATION

- Essai au champ (**INRA Nouzilly**) : comparaison de 4 systèmes de fertilisation
- 5 parcelles de 75x24=1800 m<sup>2</sup> ; Succession Blé, Colza, Blé
- N valorisé par les cultures, **N-NH<sub>3</sub> volatilisé (badges et FIDES)**, N<sub>2</sub>O émis, NO<sub>3</sub> lixivié

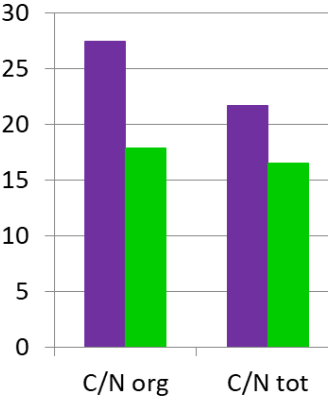
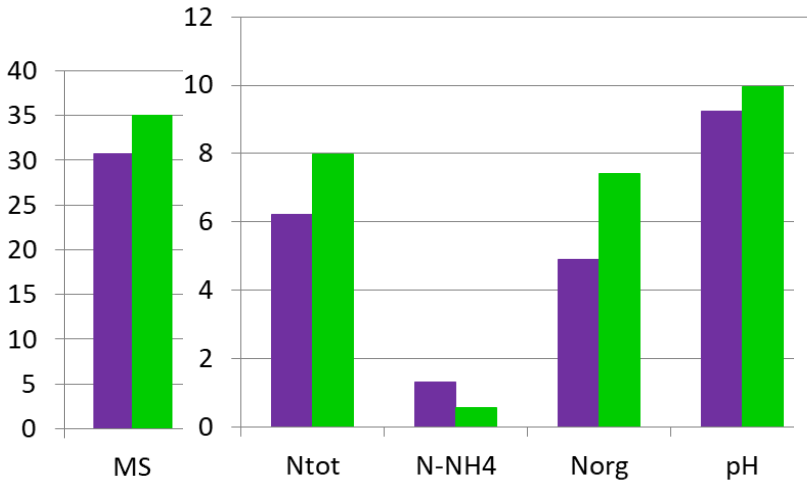
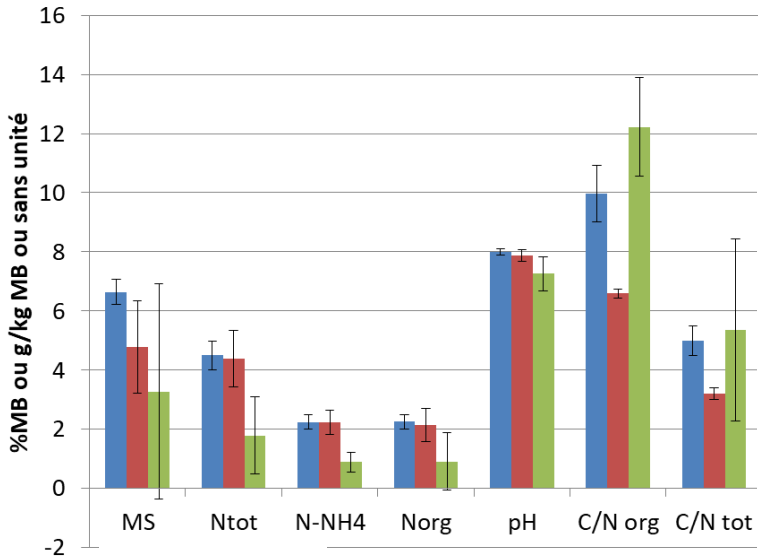


	2017 Blé		Interculture	2018 Colza
	21 Mars	19 Avril	2 Aout	21 Mars
<b>A</b>	Lisier	Lisier	Fumier	Lisier
<b>B</b>	Sol. azotée	Sol. azotée		Sol. azotée
<b>C</b>	Dig. Liquide	Dig. Liquide	Dig.Solide	Dig. Liquide
<b>D</b>	0	0	0	0
<b>E</b>	Dig. Brut	Dig. Brut	Dig. Brut	Dig. Brut

### 4 premières campagnes d'épandage (pendillard)

- Effet des conditions d'apport
- Effet des caractéristiques des digestats/PRO

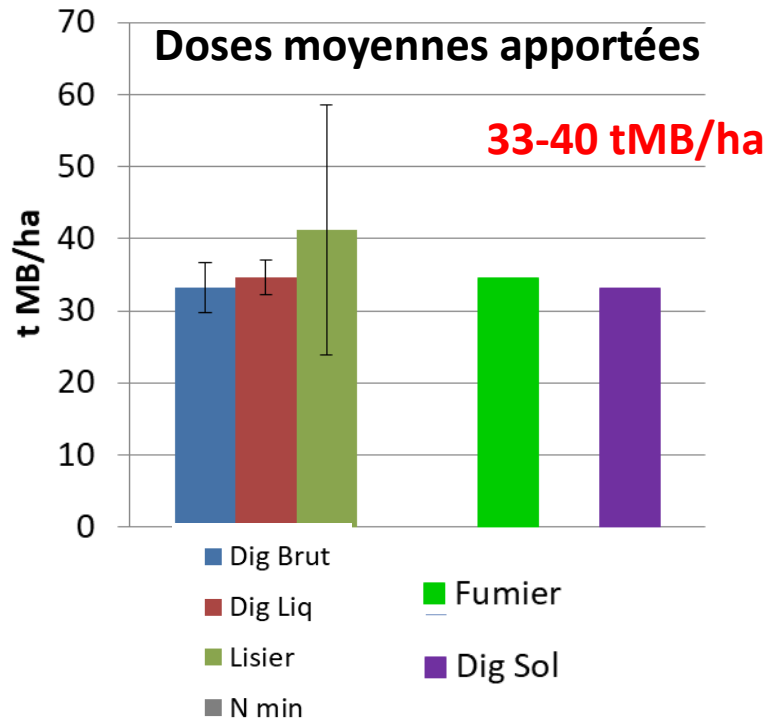
# CARACTÉRISTIQUES DES PRO ÉPANDUS



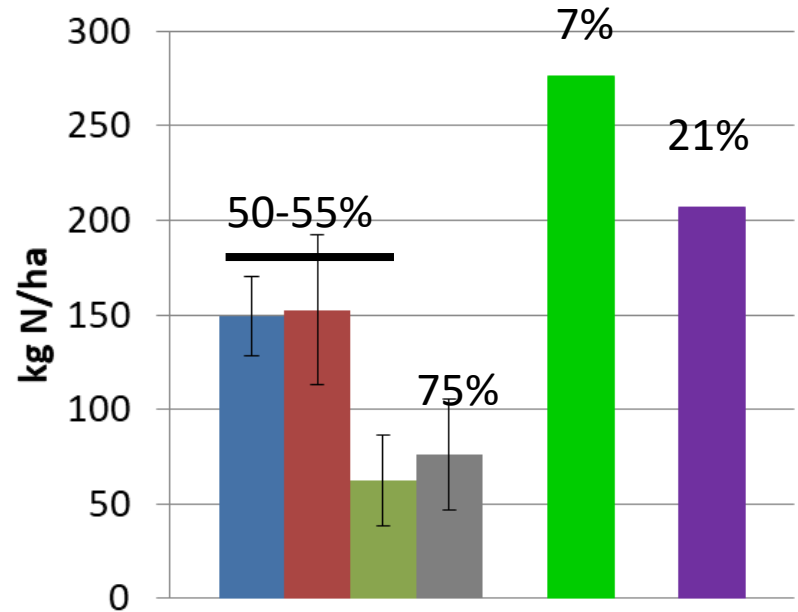
■ Dig brut  
■ Dig liquide  
■ Lisier  
■ Dig solide  
■ fumier

MS: Lisier < DL < DB < DS < Fumier  
 pH: Lisier < DL < DB < DS < Fumier  
 Ntot: Lisier < DL=DB < DS < F  
 % NH4: Lisier=DL=DB > DS > Fumier  
 C/N: DL < DB < Lisier < Fumier < DS

# DOSES ÉPANDUES

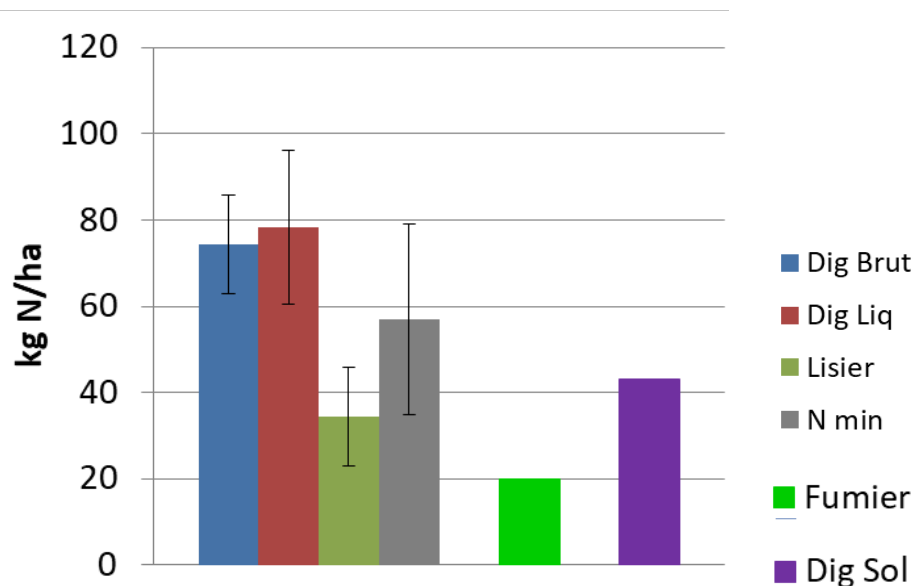


## N total par apport et proportion de N-NH<sub>4</sub>

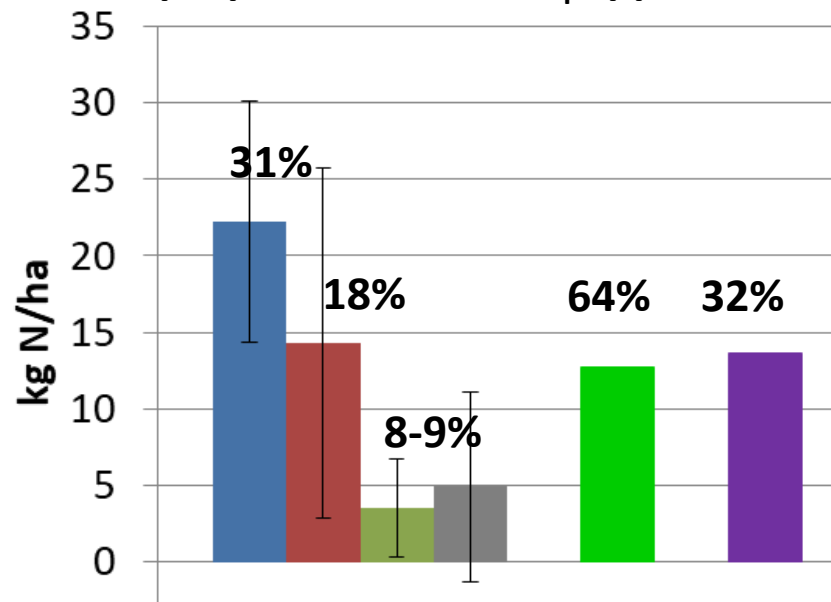


# DOSES N-NH<sub>4</sub> ÉPANDUES ET VOLATILISATION

## N-NH<sub>4</sub> par apport

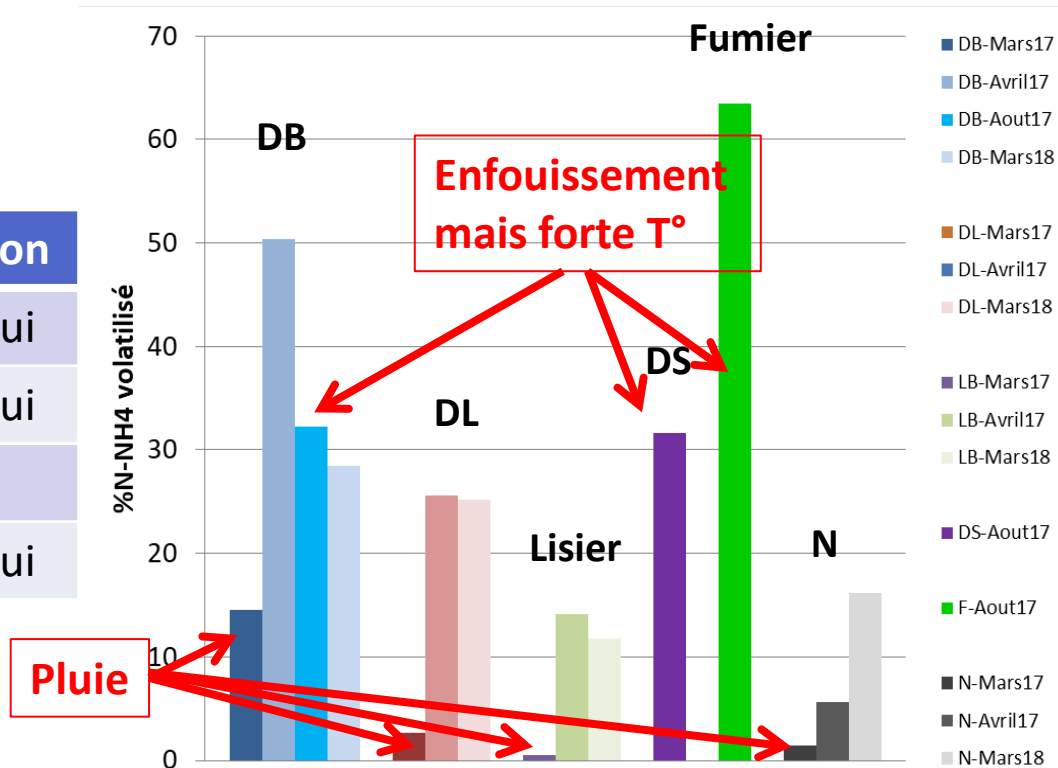


## N volatilisé par apport et proportion du N-NH<sub>4</sub> apporté

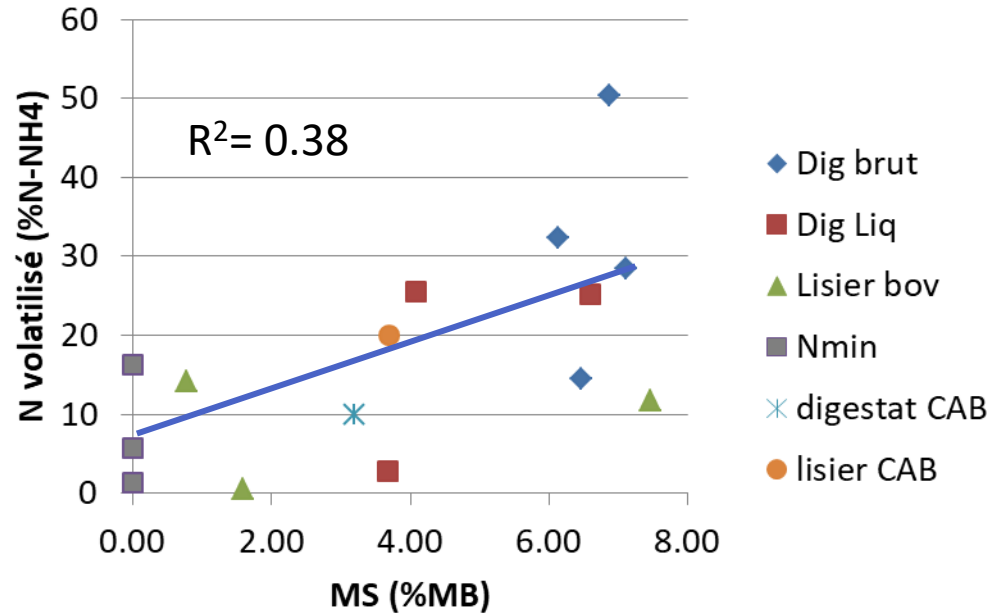
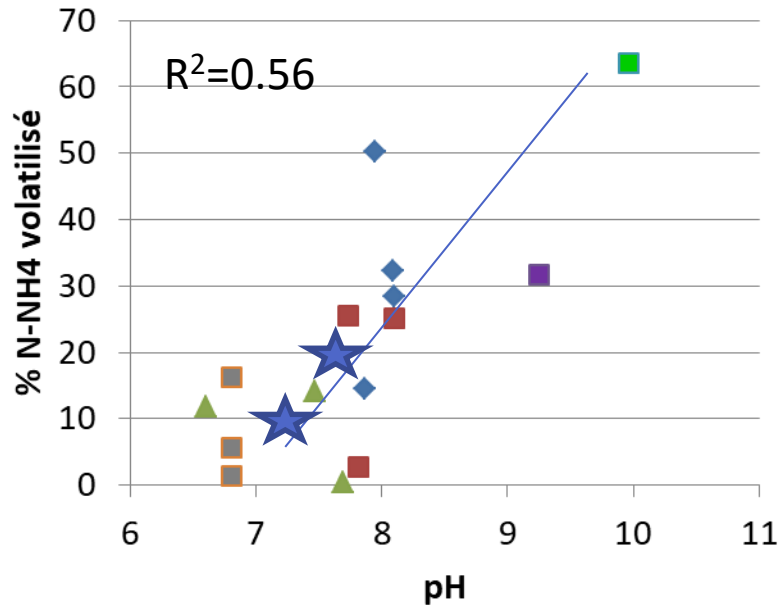


# VOLATILISATION ET CONDITIONS D'APPORT

Date	Pluie	T°	Cult.	Enfoui/Non
03-17	15mm	6	Blé	Non Enfoui
04-17	0	8	Blé	Non Enfoui
08-17	0	23	Sol Nu	Enfoui
03-18	0	3	colza	Non Enfoui



# VOLATILISATION ET CARACTÉRISTIQUES DES PRO



- ◆ Dig brut
- Dig Liq
- ▲ Lisier bov
- Nmin
- \* digestat CAB
- lisier CAB

# SYNTHÈSE

- **CAU du N des digestats sur blé** dépend des caractéristiques physico-chimiques des digestats : **C/N et proportion de N minéral.**
- **CAU augmente en cas d'enfouissement** des digestats mais pas en cas de fractionnement des apports sur maïs.
- La **volatilisation** de  $\text{NH}_3$  contribue aux variations de la valorisation de l'azote des digestats.
- **Intensité de volatilisation** diffère entre lisier et digestat (bovins  $\neq$  porcins)
- Elle **augmente avec le pH** des PRO.
- Elle diminue quand les PRO s'infiltrent rapidement (effet teneur en MS).
- **La séparation de phase diminue son intensité pour les digestats liquides** par rapport aux digestats bruts.
- La volatilisation exprimée en %  $\text{NH}_4$  est **plus importante pour les PRO solides** (fumier, digestat solide), mais elle peut être plus faible si elle est exprimée en % N total

# MERCI DE VOTRE ATTENTION



*Epandages à Nouzilly*

