



Protocole de caractérisation des produits résiduels organiques au laboratoire pour prédire leur comportement au champ

Réunion du Groupe PRO du COMIFER

Paris, le 17 mars 2015



ADEME - DOSTE: « Déchets Organiques, retour au Sol, Traitements et Energie »



Réunion du Groupe PRO du COMIFER – Paris, le 17 mars 2015

Contexte: pourquoi ce projet?

Projet centré sur C et N

- Valeur amendante organique: quelle capacité à augmenter les stocks de C des sols?
- Disponibilité du N → Dynamique de minéralisation du N organique?
- Emission gazeuse azotées: NH_3 et N_2O

Diversité des PRO: origine, nature, traitement, forme physique, hétérogénéité, caractéristiques analytiques

Questions

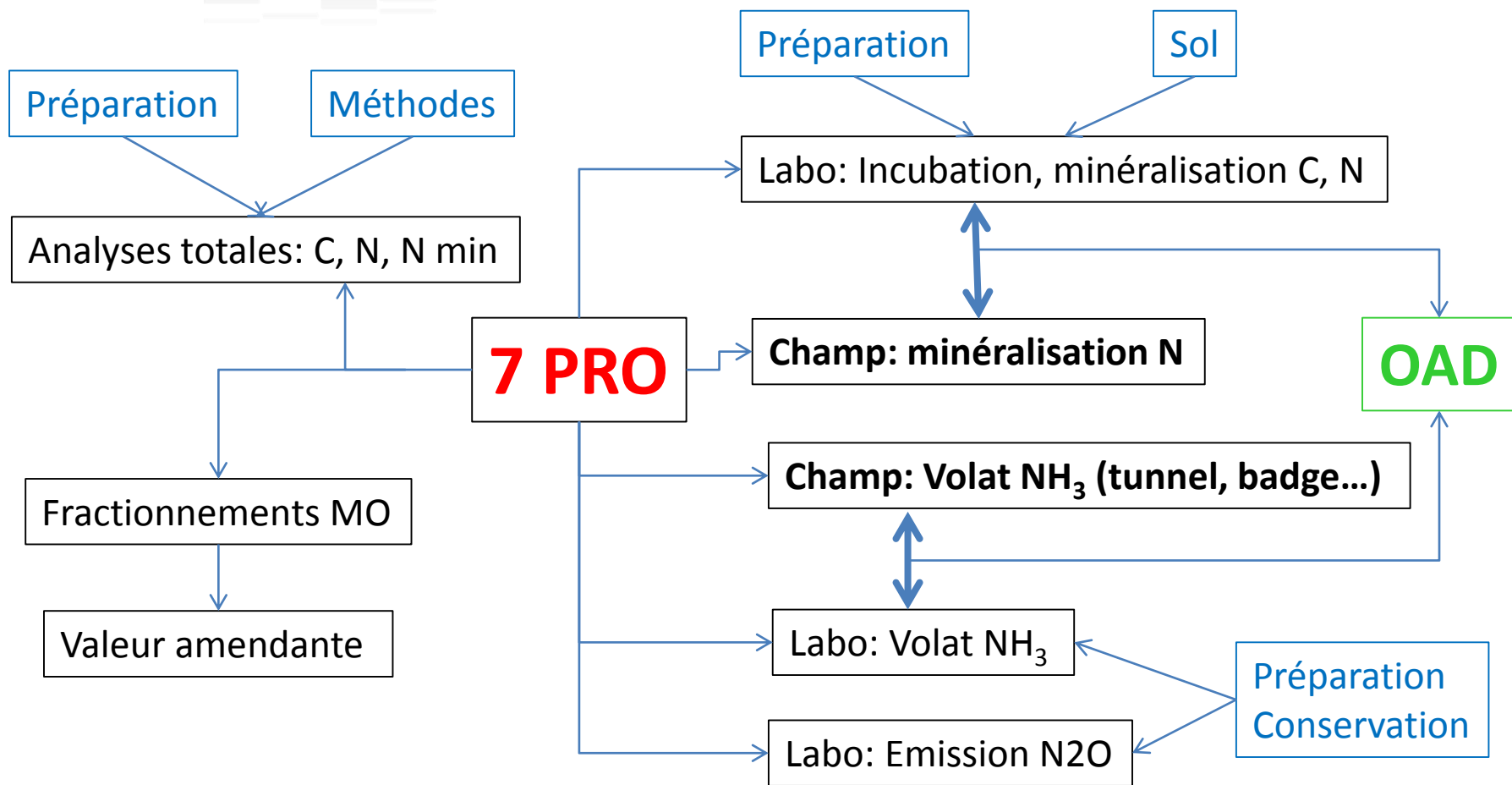
Analyses/Indicateurs normalisés mais pour certains types de PRO (Incubations, fractionnement biochimique)

- Quelle influence de la préparation des échantillons (conservation, séchage, broyage) sur les résultats?, des conditions opératoires (sol, N non limitant)?
- Protocoles à adapter au type de PRO?
- Quelles lois de transposition des résultats du labo → champ?

Objectifs: essentiellement méthodologiques

1. Etudier l'influence de la méthode d'analyse, du mode de conservation et du mode de préparation des PRO sur les résultats d'analyses en éléments totaux (C et N organique, N minéral)
2. Quantifier l'effet des conditions opératoires + mode de préparation des PRO pour les incubations en conditions contrôlées de laboratoire sur les résultats de minéralisation de l'azote et leur transposition au champ
3. Préconiser des méthodes de fractionnement de la matière organique adaptées au type de matrice
4. Valider des protocoles de mesure au laboratoire des émissions de GES et de la volatilisation de NH_3
5. Eléments de déterminisme de la volatilisation de NH_3 après apport au sol de PRO (pH, CEC, MS...).
6. Valider les indicateurs pour caler les paramètres des OAD proposés pour gérer le devenir du N et du C dans des systèmes de culture : Syst'N, Azofert, AMG.

Schéma du projet



PRO	Grandes caractéristiques		
Compost de Boue	Solide ; hétérogène (boue+co-substrat ligneux), riche en N-NH ₄ , en N, amendement		
Compost TMB	Solide ; homogène, pulvérulent, susceptible d'organiser N, souvent moyennement stabilisé		
Boue d'épuration urbaine pâteuse	Pâteux ; assez homogène ; riche en N, engrais organique, biodégradable		
Digestat voie sèche (solide)	Solide ; hétérogène (brins de paille humectés + fèces); riche en N, en NH ₄ , normalement assez stabilisé par digestion		
Digestat brut liquide	Liquide+ petites particules ; riche en N, en NH ₄ , normalement assez stabilisé par digestion,		
Fumier bovins	Solide ; hétérogène (paille + fèces), amendement mais souvent biodégradable, susceptible d'organiser N ; teneur variable en N, NH ₄		
Fientes de volailles sur copeaux	Solide ; hétérogène (fiente + copeaux) ; riche en N, en NH ₄		

Essai au champ

Lancement essai au champ (Avril 2014): 10 à 50 t /ha; 130 à 850 kg N tot/ha

- Suivi N minéral → Lixim et minéralisation Norg
- Absorption maïs

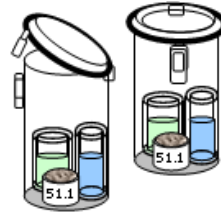


Incubations

- **Incubations : réflexion, dimensionnement, mise en route**
 - Protocole standard (XPU 44-163)



1. Dispositif AZOTE
Dit « en plateau »



2. Dispositif CARBONE
en bocaux hermétiques

Protocole produit « bruts »

Carbone



Azote



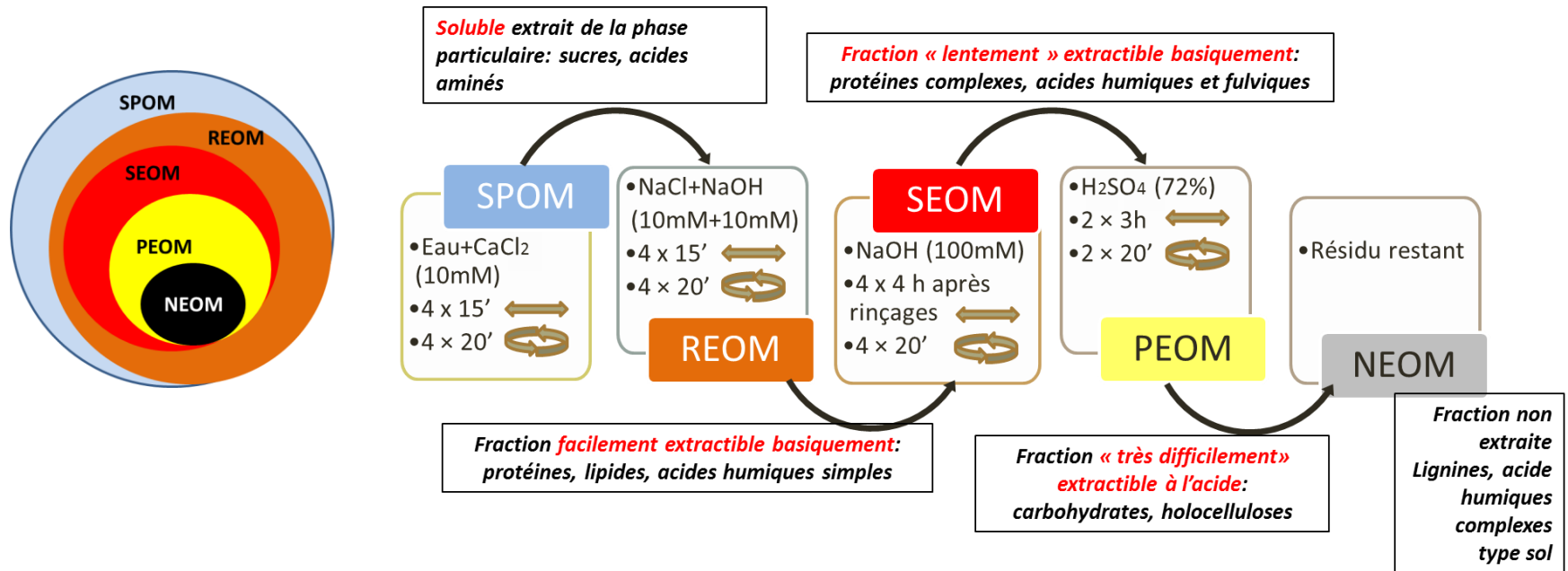
Effet séchage, broyage, ajout de N

Mesure volatilisation NH3

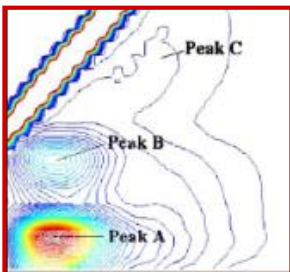


Fractionnement MO → élargissement ISMO à d'autres PRO que les amendements

- **Extractions successives:** couplage fractionnement boue/amendement ligno-cellulosique → nature biochimique + humification



- **Couplage extractibilité/fluorescence**



→ Nature chimique de la MO extraite

HYPOTHESE: Lien entre accessibilité chimique et bioaccessibilité (accessibilité par les microorganismes X nature chimique/biodégradabilité)
(validée cf. Jimenez et al. (2014) et Jimenez et al. (in press))



Quelques premiers résultats

- Comparaison des résultats d'incubations en condition « standard » (Norme XPU 44-163) et avec PRO frais
- Comparaison minéralisation N organique au champ et en incubation
- Effet de la préparation/conservation des échantillons sur la mesure de volatilisation de NH₃

Les hypothèses

- **Le séchage** modifie la composition initiale du PRO.

- **Le broyage** modifie la minéralisation nette de l'azote :
 - en réduisant la taille des particules et les rendant plus accessibles aux décomposeurs,
 - en homogénéisant le mélange sol-PRO, et rendant l'azote plus accessible

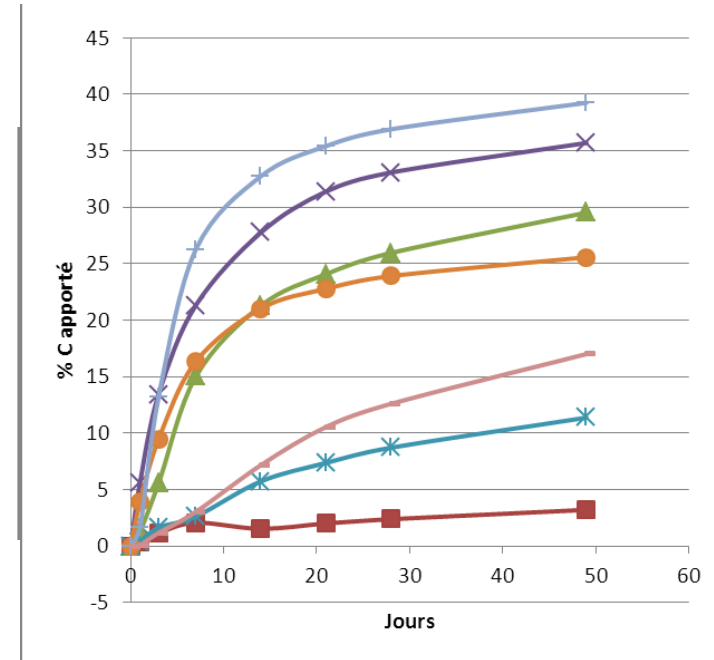
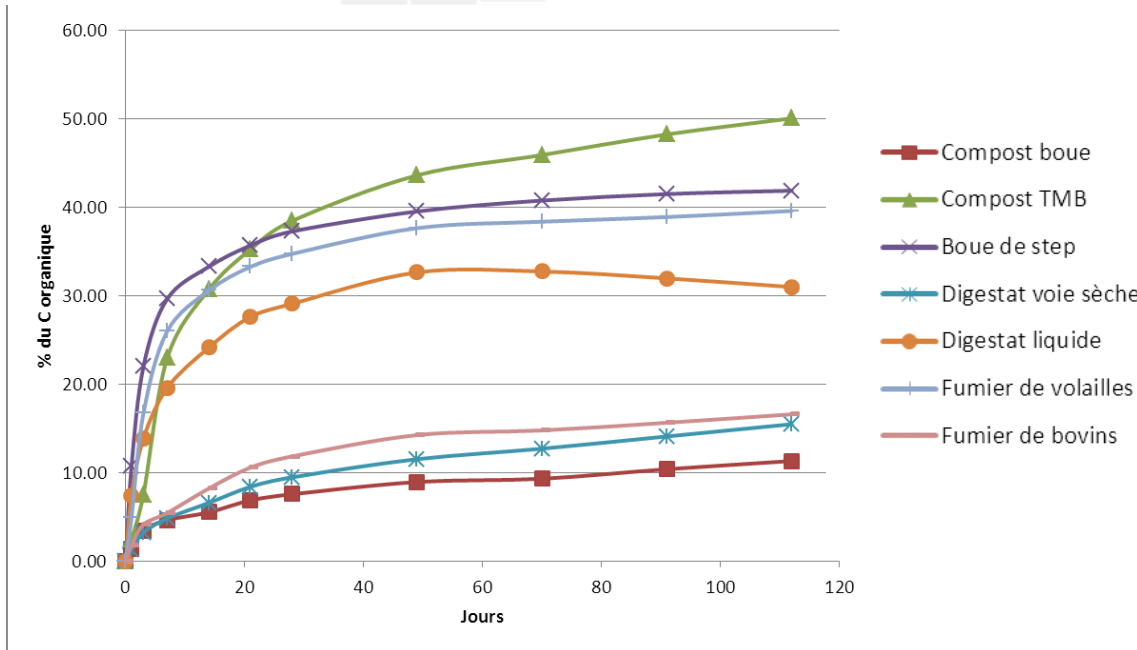
- **L'ajout d'azote minéral** va :
 - Accélérer la décomposition des PRO en situation limitante en N
et / ou
 - Augmenter l'organisation de l'azote,

- **Les effets sont différents selon les PRO, en fonction**
 - de leur composition chimique
 - de leur granulométrie et morphologie

Minéralisation du C organique

Norme XP U44-163

« produits bruts »



Ordre globalement respecté

Norme (séché + broyé+ ajout N): TMB > Boue = FV > DL >> FB = DS > DVB

Produits bruts:

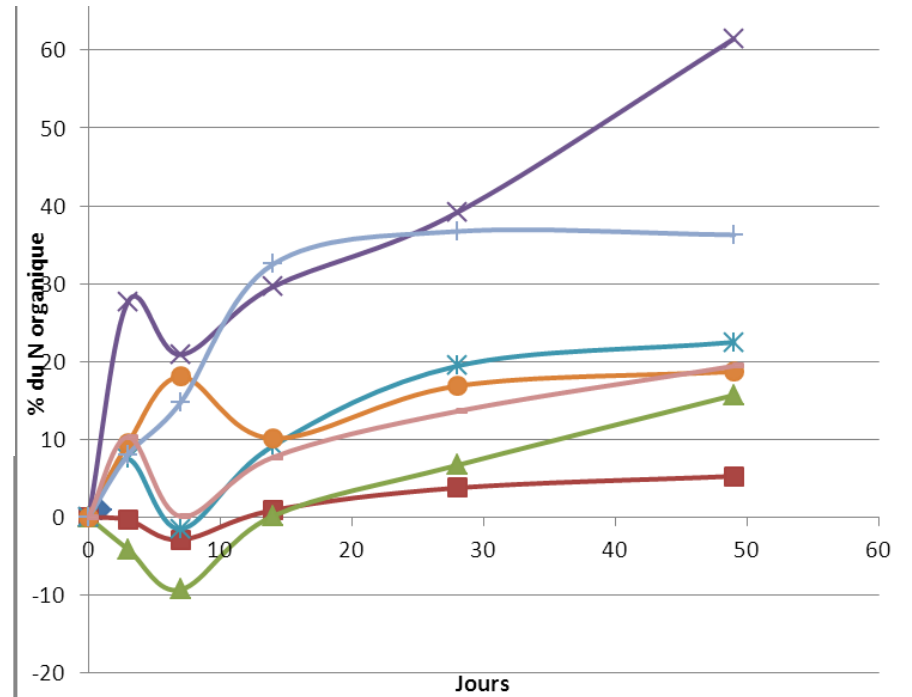
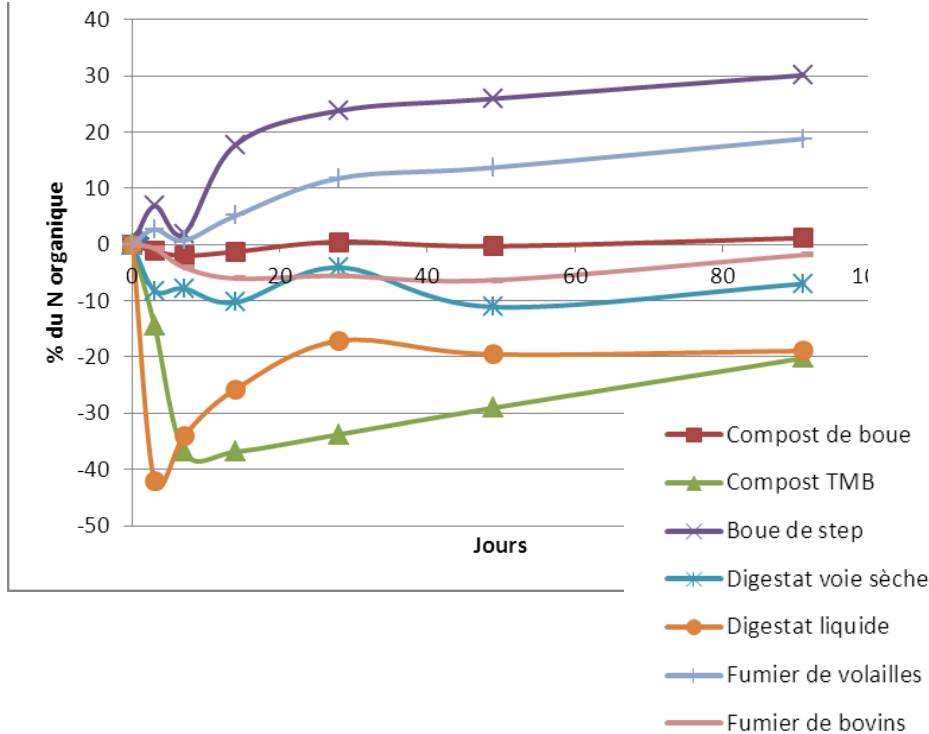
FV > Boue > TMB = DL >> FB > DS > DVB

Différenciation des intensités plus marquée en « bruts »

Minéralisation du N organique

Norme XP U44-163

« produits bruts »



Ordre : mêmes 2 PRO minéralisent le plus le N organique, puis ordre chamboulé

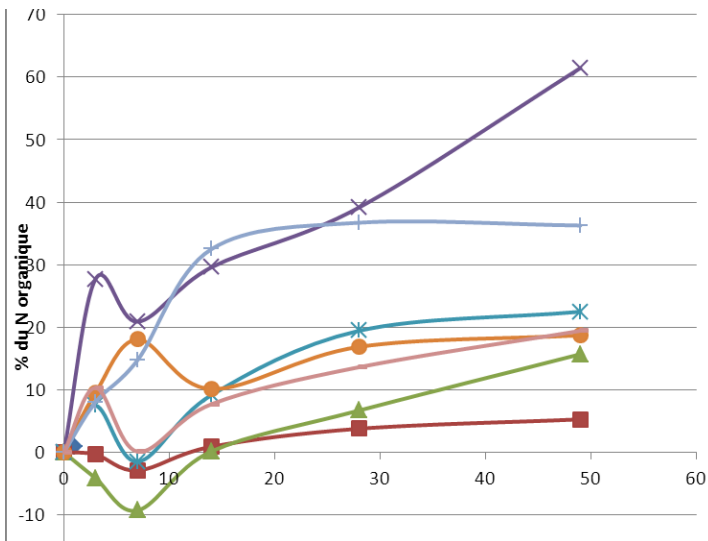
Norme (séché + broyé+ ajout N): Boue > FV > DVB= FB= DS >> DL= TMB

Produits bruts: Boue > FV > DS= DL=FB > TMB > DVB

Immobilisation nettement plus marquée en broyé

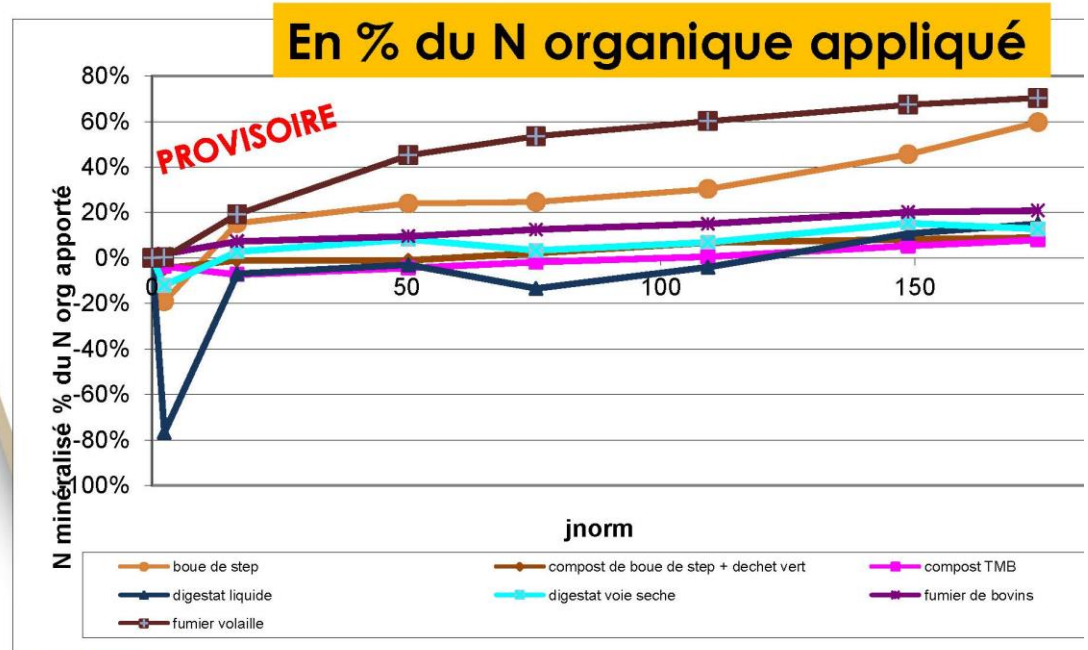
Minéralisation du N organique: Comparaison labo /champ en PRO frais

labo: PRO bruts



- Compost de boue
- ▲ Compost TMB
- × Boue de step
- * Digestat voie sèche
- Digestat liquide
- + Fumier de volailles
- ◆ Fumier de bovins

Champ



Ordre : mêmes 2 PRO minéralisent le plus le N organique

Labo - Produits bruts: Boue > FV > DS = DL = FB > TMB > DVB

Champ: FV > Boue > FB = DS = TMB = DVB = DL. Minéralisation très faible sauf pour FV et Boue a champ

Immobilisation initiale marquée pour DL , faible pour boue et DS au champ; avec TMB et DVB au labo

Expérimentations de volatilisation NH_3

Cellules de volatilisation : conditions contrôlées

Fumier bovin

Sol
Aubigny

X



sol seul



fumier seul



fumier + sol

Frais
(08/04/2014)

X

Congelé
(17/06/2014)

Congelé +
Conservé
(07/2015)

Sol
Cent Arpents

Mêmes doses qu'au champ



Digestat
liquide

Idem
que
Sol
Aubigny



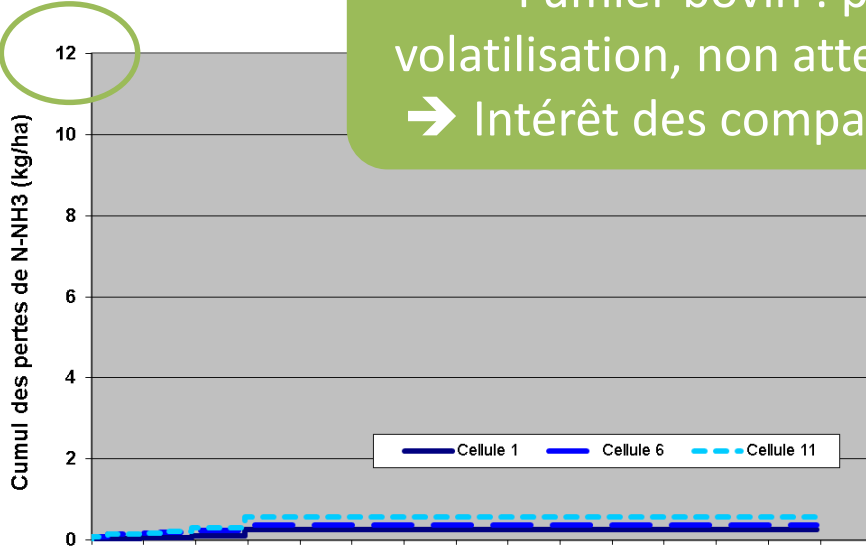
on NH_3 PROLAB
12/2014

Expérimentations de volatilisation NH_3

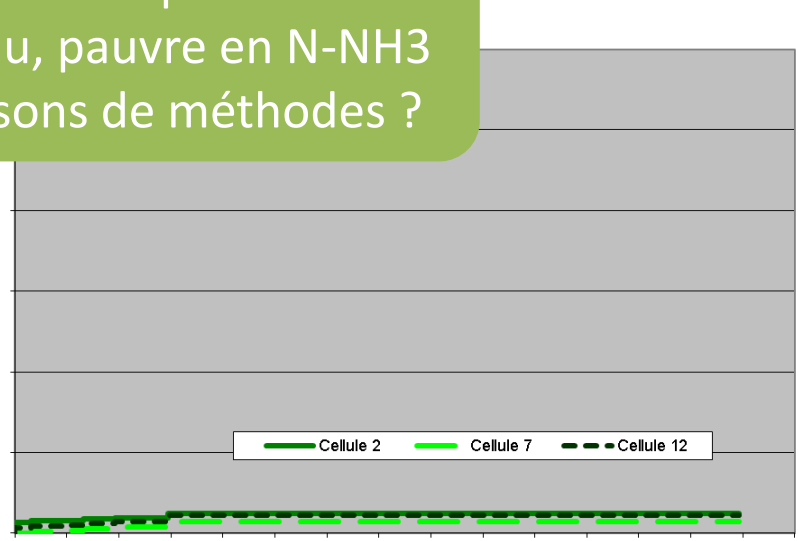
Cellules de volatilisation : conditions contrôlées

Fumier bovin : pas ou très peu de volatilisation, non attendu, pauvre en N- NH_3
 → Intérêt des comparaisons de méthodes ?

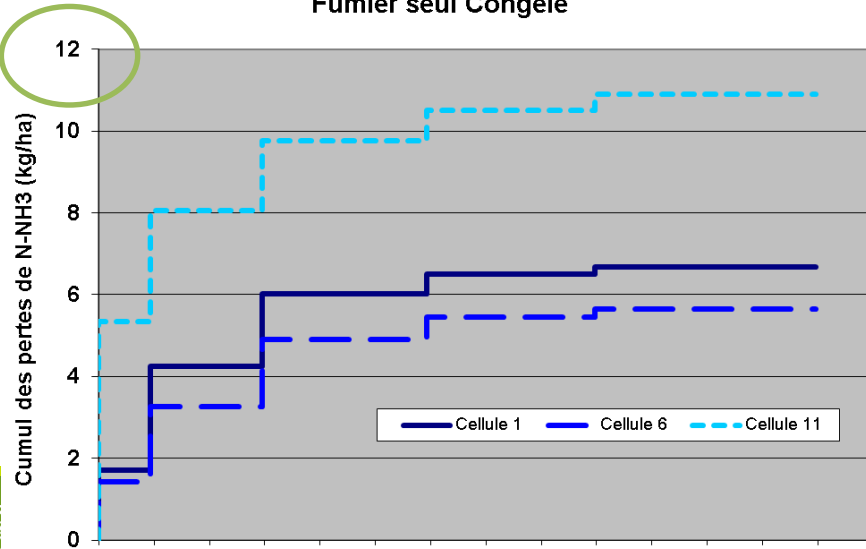
Fumier bovin



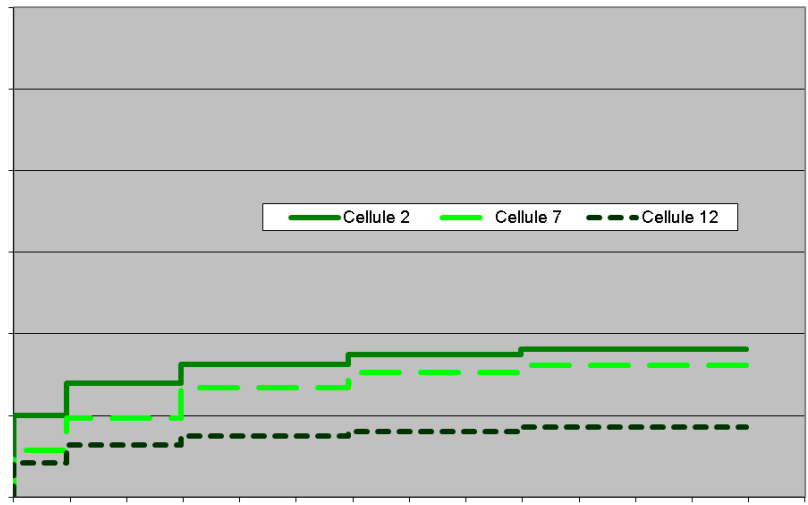
Fumier frais



Fumier seul Congelé



Sol Cent - Arpents conservé à 4°C + Fumier congelé



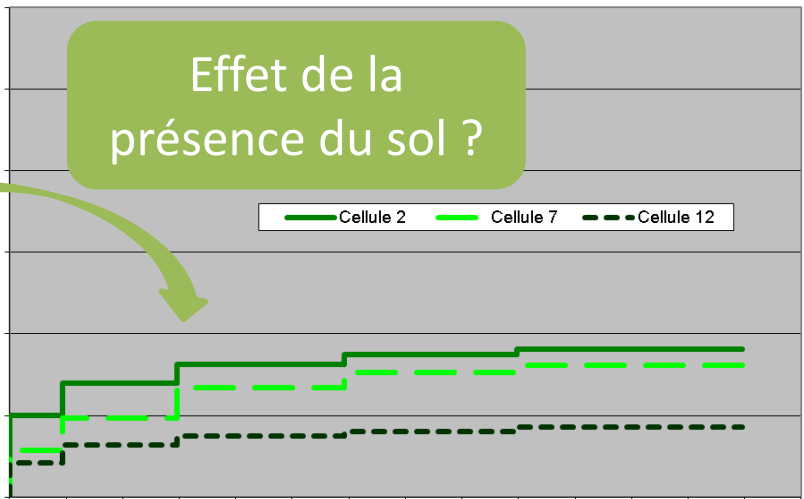
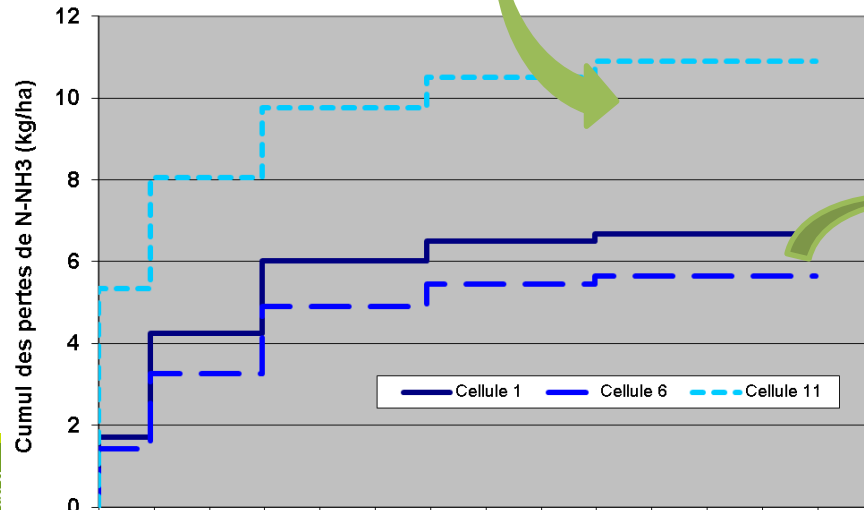
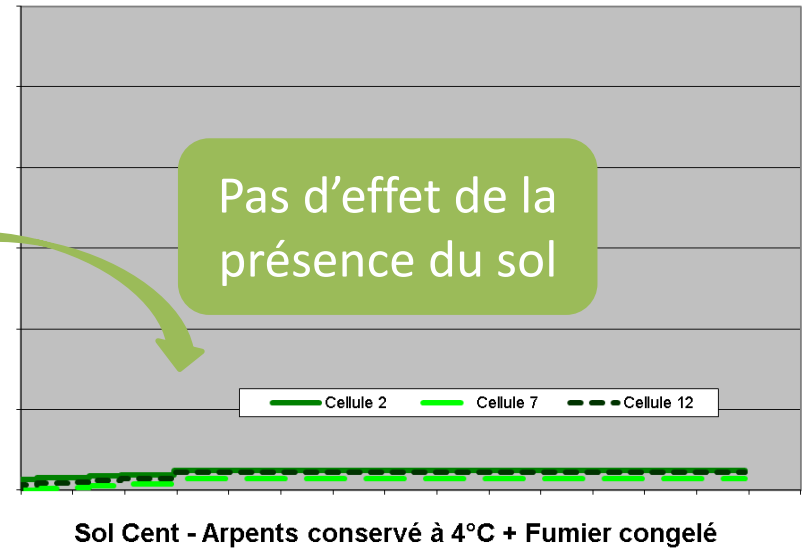
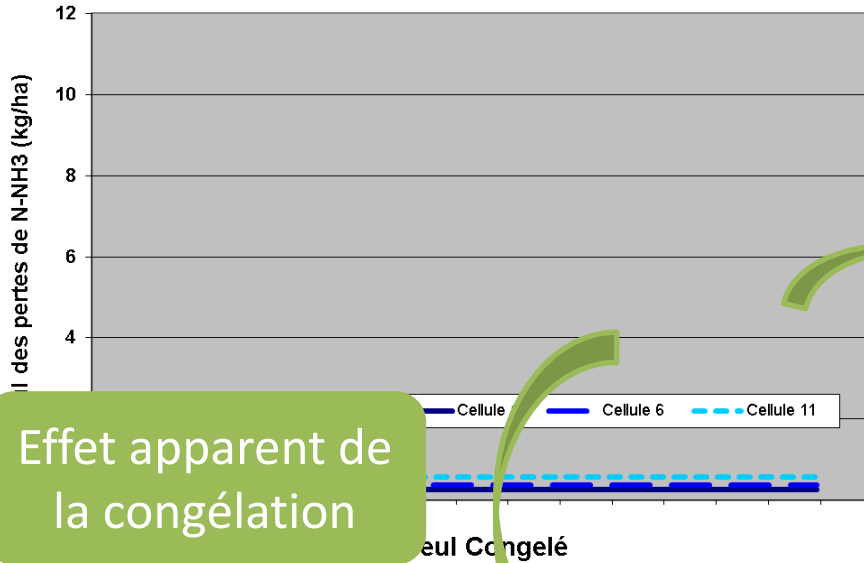
Expérimentations de volatilisation NH_3

Cellules de volatilisation : conditions contrôlées

Fumier bovin

Fumier frais seul

Sol Cent - Arpents frais + Fumier frais



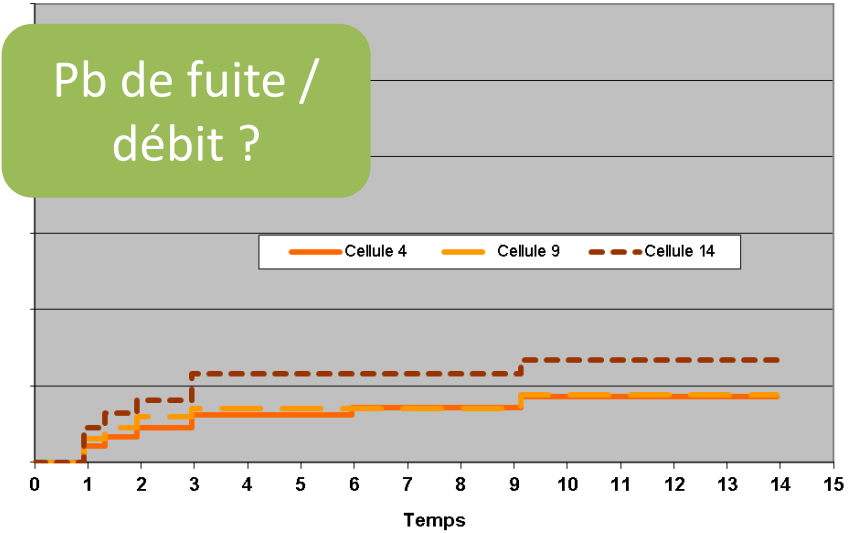
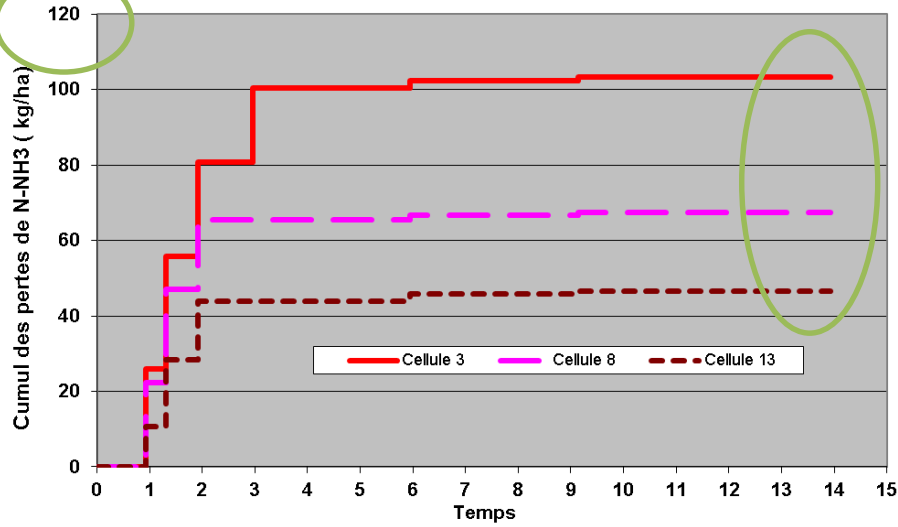
Expérimentations de volatilisation NH_3

Cellules de volatilisation : conditions contrôlées

Digestat frais seul

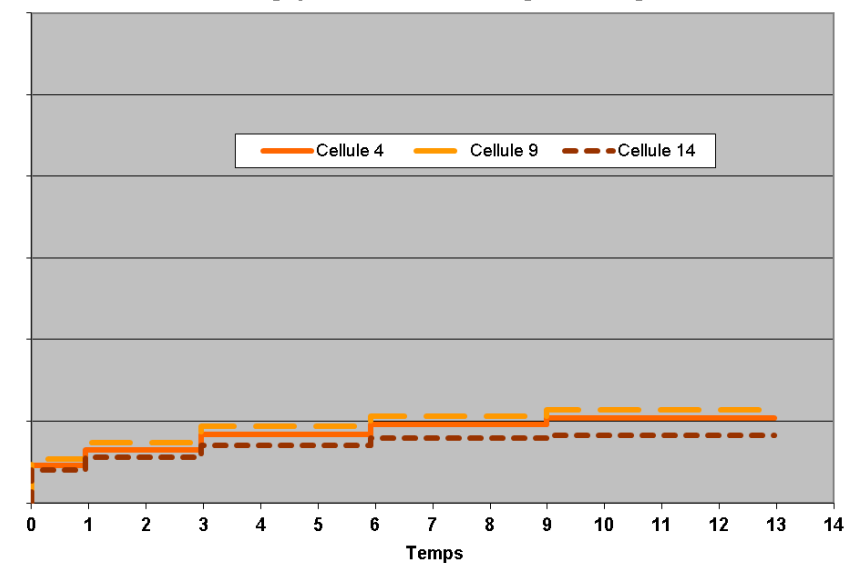
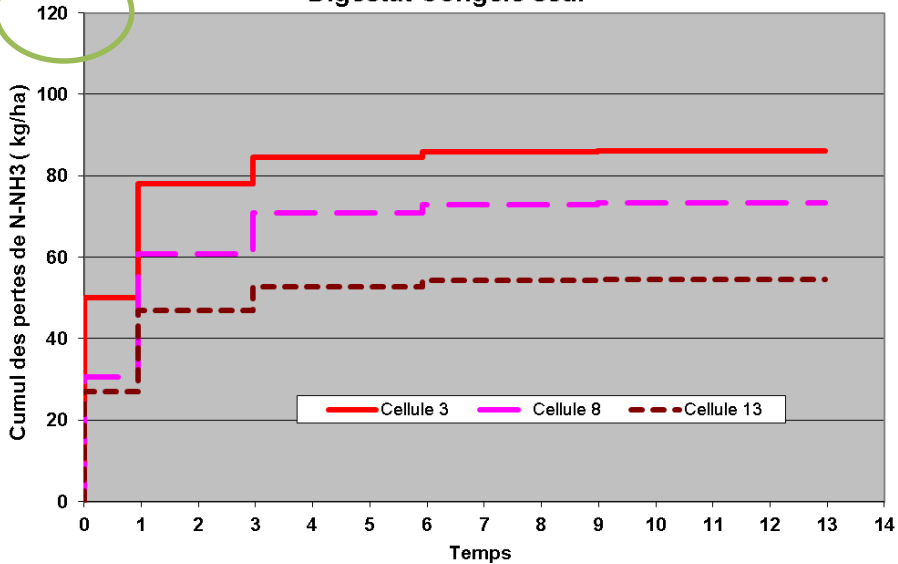
Sol Aubigny frais + digestat frais

Digestat liquide



Digestat Congelé seul

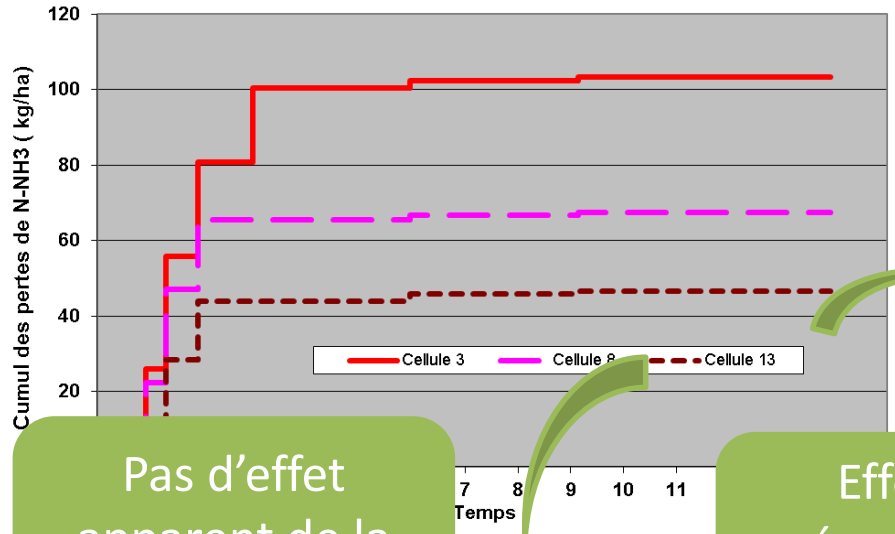
Sol Aubigny conservé à 4°C + digestat congelé



Expérimentations de volatilisation NH_3

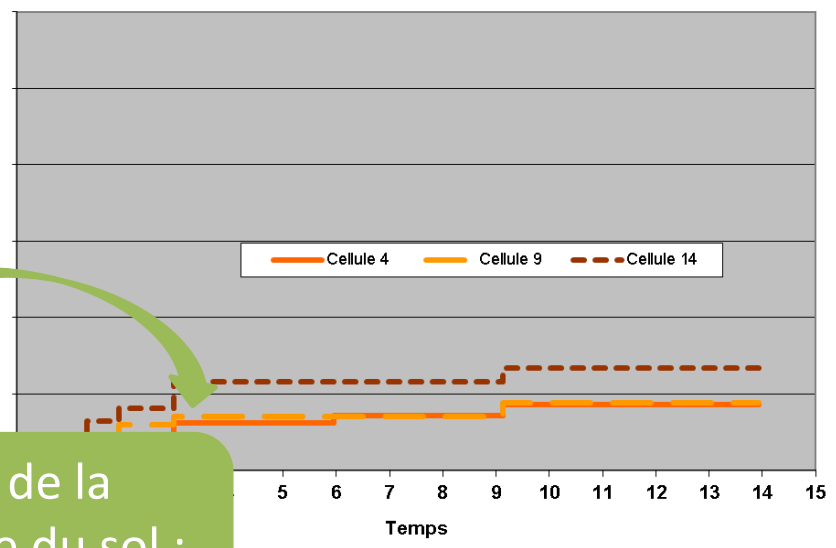
Cellules de volatilisation : conditions contrôlées

Digestat liquide Digestat frais seul



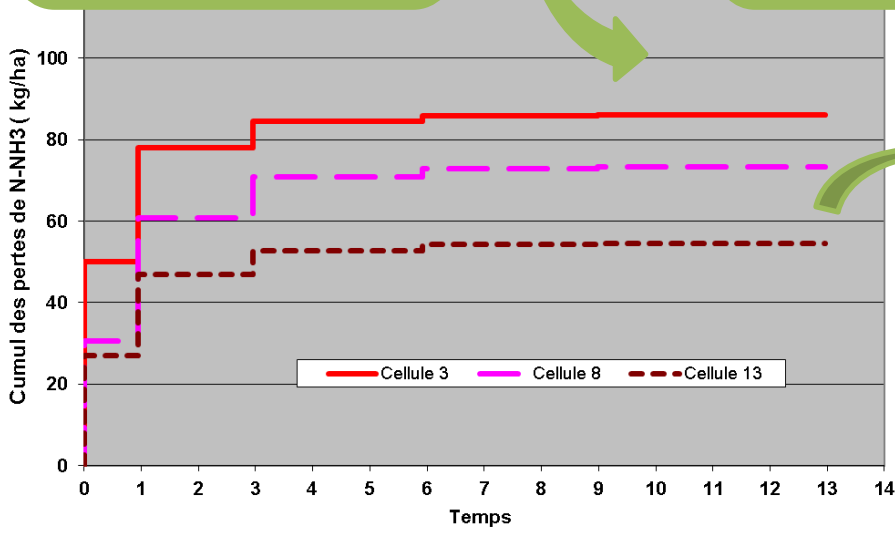
Pas d'effet apparent de la congélation

Sol Aubigny frais + digestat frais

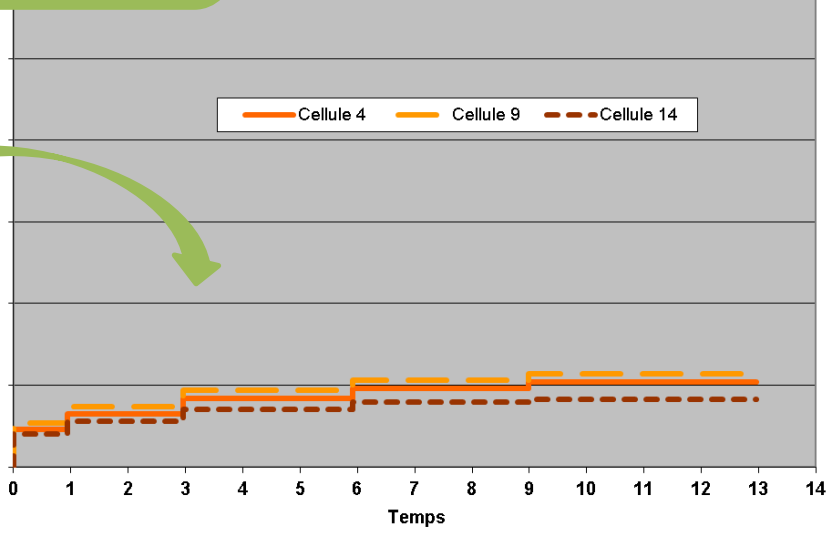


Effet de la présence du sol : infiltration

Digestat congelé seul



Sol Aubigny conservé à 4°C + digestat congelé





Bilan provisoire

- Conservation , préparation des échantillons influent sur les résultats analytiques
- Conditions opératoire influent aussi sur les résultats expérimentaux
- Traitement stat des résultats pour mettre en évidence les différences significatives
- Résultats à interpréter par rapport aux caractéristiques des PRO (granulométrie, teneur intrinsèque en N...)