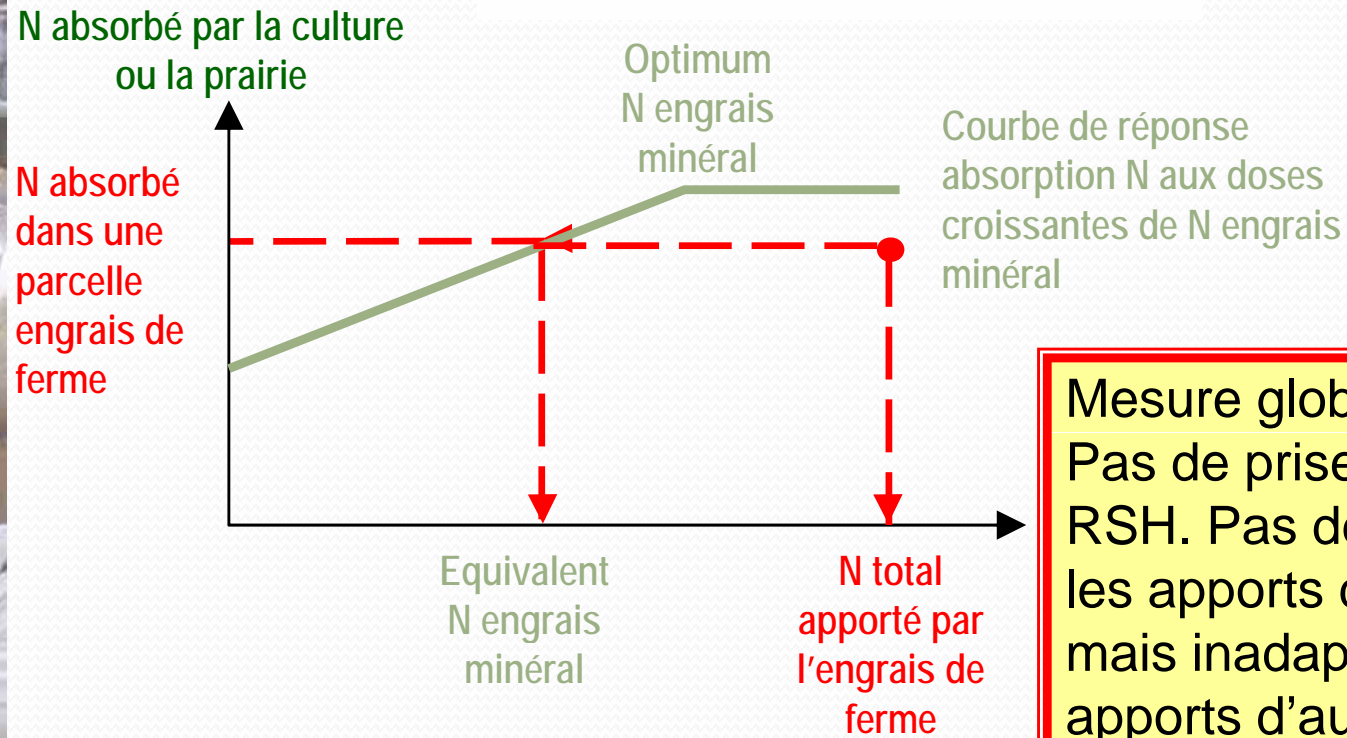


Prise en compte de l'effet azote des produits organiques (PRO) appliqués à l'automne, dans la méthode du bilan azoté

Alain BOUTHIER et Robert TROCHARD

Le coefficient d'équivalence azote d'un PRO



$$\text{Coefficient d'équivalence} = \frac{\text{Equivalent N engrais minéral}}{\text{N total apporté par le produit organique}}$$

❑ Travaux récents sur la minéralisation à court terme de l'azote des PRO

Analyses chimiques et biochimiques

→ *Norme expérimentale XP U44-162*




Incubation de sol en conditions contrôlées

→ *Norme expérimentale XP U44-163*

Essais expérimentaux *in situ*

→ *Mesure et/ou calcul des flux d'azote (minéralisation, lixiviation, volatilisation, dénitrification)*





Ces travaux ont montré que la minéralisation de l'azote organique des PRO est progressive et que sa vitesse dépend de :

- ➔ Formes organiques de l'azote (acides aminés, peptides, ADN...)
- ➔ Caractéristiques physiques (solide/liquide...)
- ➔ Type de sol (pH, teneur en MO, N minéral),
- ➔ Mode d'incorporation,
- ➔ Climat

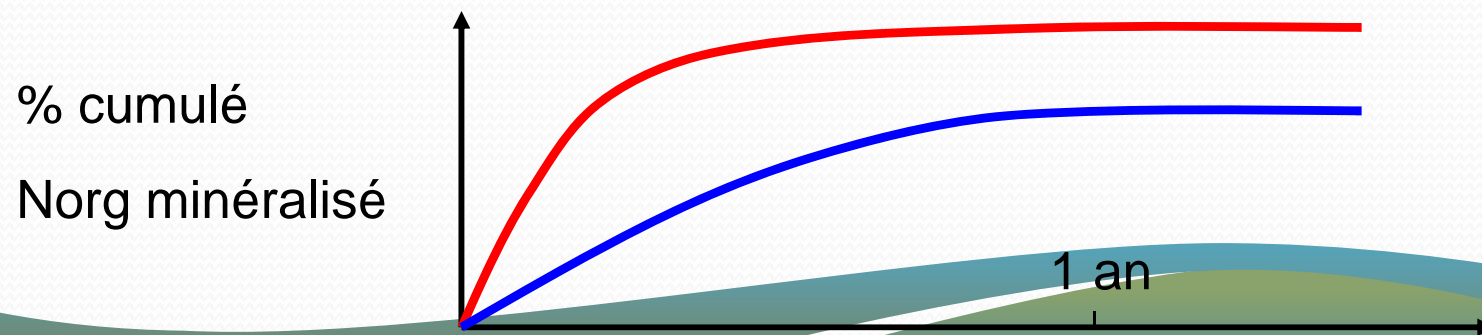
Minéralisation de l'azote organique des PRO

□ Phase de minéralisation plus rapide :

- ➡ liée à une fraction organique rapidement minéralisable,
- ➡ de quelques semaines à plus d'un an,
- ➡ concerne la culture réceptrice et éventuellement la suivante.

□ Phase de minéralisation plus lente :

- ➡ liée à une fraction organique plus stable
- ➡ vitesse de minéralisation proche de celle de la MO du sol



Objectif des travaux en cours



Déterminer les cinétiques de minéralisation de l'azote organique des PRO afin de les intégrer dans des outils de calculs pour (entre autre) estimer la part déjà minéralisée avant le RSH et celle restant à minéraliser après le RSH

Étude des cinétiques de minéralisation au champ de l'azote organique des PRO (2006-2008)

(ARVALIS-INRA)

Synthèse des résultats de 68 suivis de minéralisation de PRO au champ sous sol nu

- Typologie de cinétiques de minéralisation au champ de produits organiques
- Lien avec critères de composition
- Cohérence entre suivi au champ - incubation laboratoire (44 suivis)

Jeu de données: essais « sol nu »

- ❑ Données collectées : 142 cinétiques sur 72 sites,
- ❑ Différents organismes expérimentateurs : INRA, ARVALIS, SOUFFLET, SATEGE du NORD-PAS DE CALAIS et PICARDIE, CA59, CAVISA, ARAA, CARAH (Belgique), SUEZ- Environnement
- ❑ Objectifs et protocoles variés : connaissance des PRO pour le conseil, recherche (relation incubation champ), homologation, impact environnementaux (PRO avec et sans CIPAN...)

Après validation, 28 sites et 68 cinétiques de PRO dont 44 issues de mesures au champ et en incubation

Répartition géographique des essais au champ retenus

Ath Belgique (CARAH) (2)

Berneuil sur Aisne (CAVISA) (1)

Courseulles (ACTA) (3)

Etrepigny (CAVISA) (1)

Le Rheu (Arvalis) (1)

La Jaillière (Arvalis) (5)

Ozoir le Breuil (Suez) (2)

Montardon (Arvalis) (4)

En Crambade (Arvalis) (4)

Elincourt (CA 59) (3)

Beugnâtre (CETA) (3)

Beurains (SATEGE) (3)

Haillicourt (SATEGE) (1)

Ramillies (CA 59) (2)

Seraincourt (INRA + CA 08) (1)

Bischwiller (ARAA) (1)

Saint Hilaire en Woëvre (Arvalis) (5)

Thibie (Arvalis) (4)

Cuperly (Arvalis) (1)

Boult sur Suippe (INRA) (5)

Buchères (CAVISA) (1)

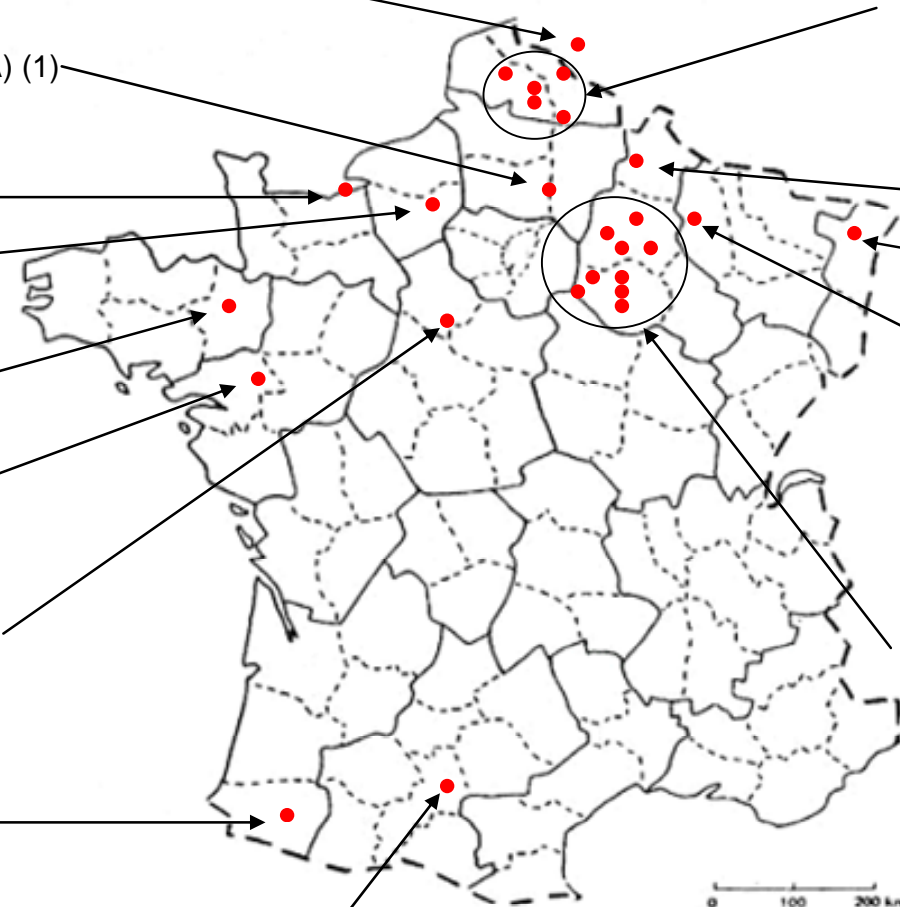
Arcis sur Aube (CAVISA) (1)

Connantre (CAVISA) (1)

Bouy sur Orvin (Soufflet) (6)

Bouranton (Soufflet) (5)

Haussimont (AVEBE + INRA) (2)

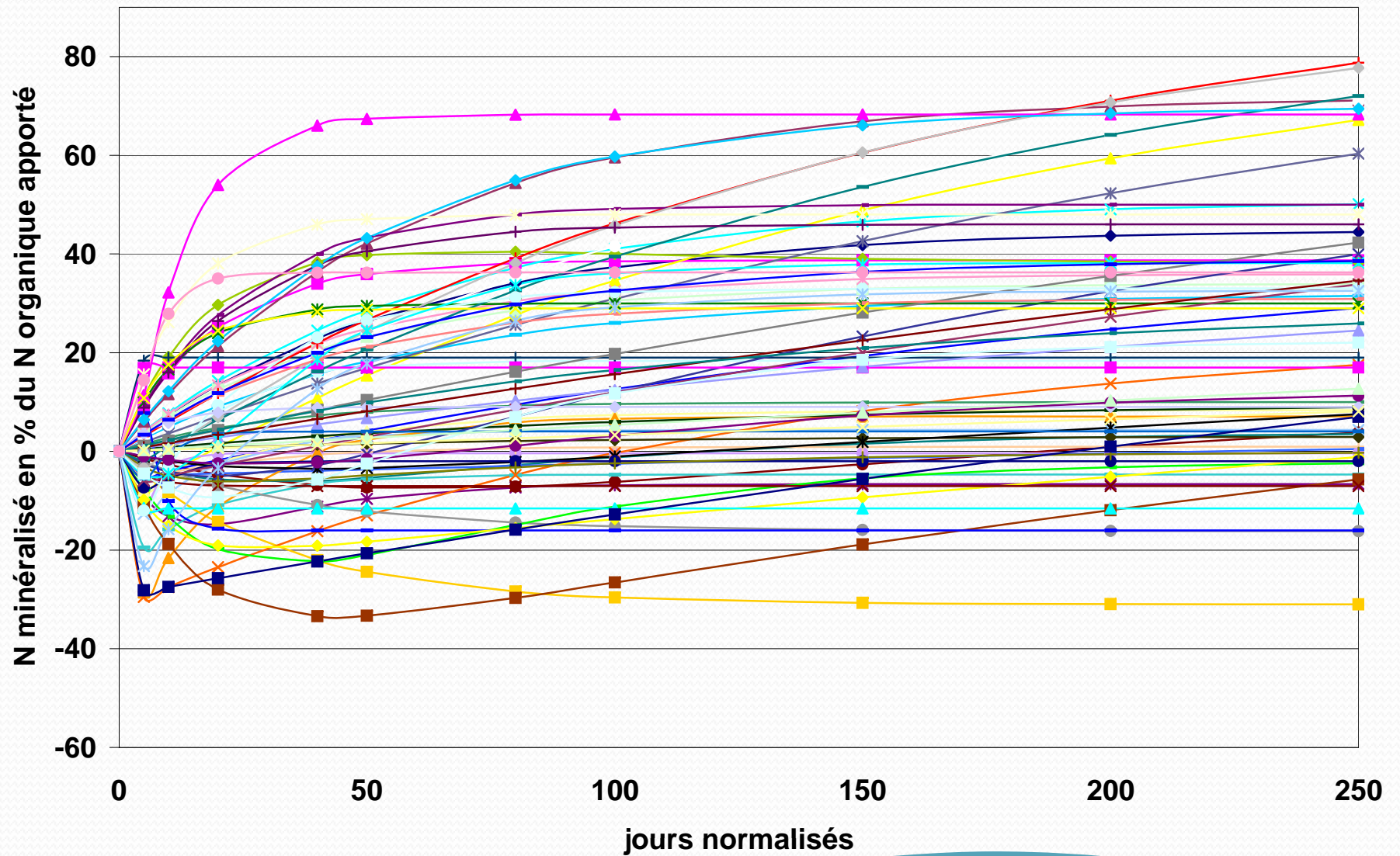


Origine des différents PRO étudiés

Types de PRO	Nombre de cinétiques
Boues de STEP diverses	8
Fumiers de bovins	8
Composts de déchets verts	7
Composts de fumiers de bovins	7
Fientes séchées de volailles	6
Composts de déchets verts + boues	5
Effluents de sucrerie	5
Vinasses concentrées	5
Composts divers	4
Fumiers de volailles	4
Composts de fumier de dindes + Déchets Verts	2
Effluents de distillerie	2
Effluents de féculerie	2
Boue liquide de distillerie	1
Eau de déshydratation de luzerne	1
Fumier composté de fumier de porcs	1
Total	68

Variabilité importante des cinétiques de minéralisation au champ

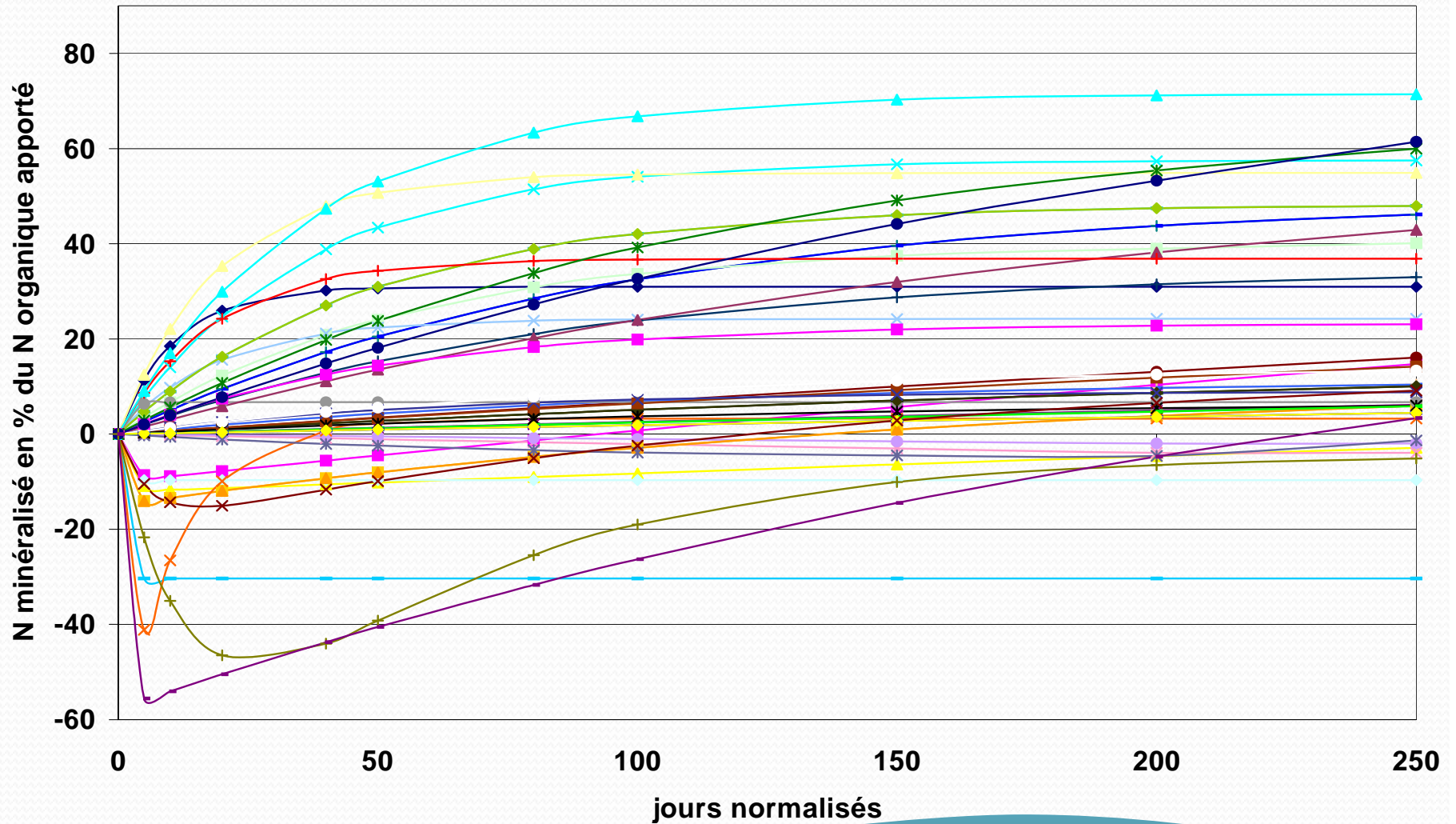
(68 cinétiques)



Les jours normalisés

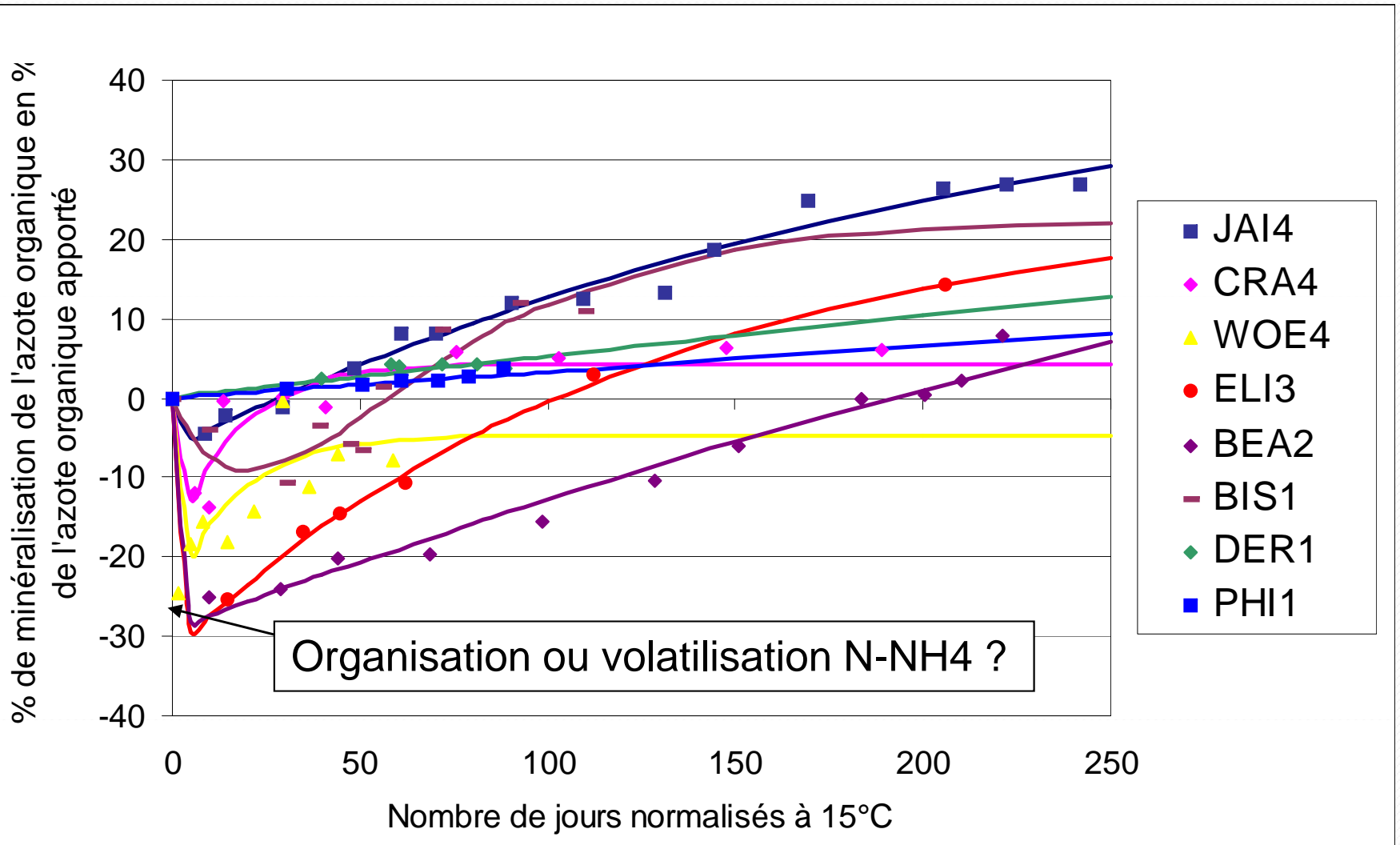
- Le potentiel de minéralisation d'une journée est fonction de l'humidité du sol et de la température. Par convention une journée normale de minéralisation correspond à un sol humide (Hcc) et une température de 15°C (potentiel = 1). On calcul pour chaque jour calendaire son potentiel de minéralisation. La somme de ces potentiels donne l'axe du temps en « jours normalisés »
- Cette transformation permet de comparer des minéralisations provenant de différents lieux ou laboratoires

Variabilité également importante des cinétiques de minéralisation issues d'incubation (44 cinétiques)



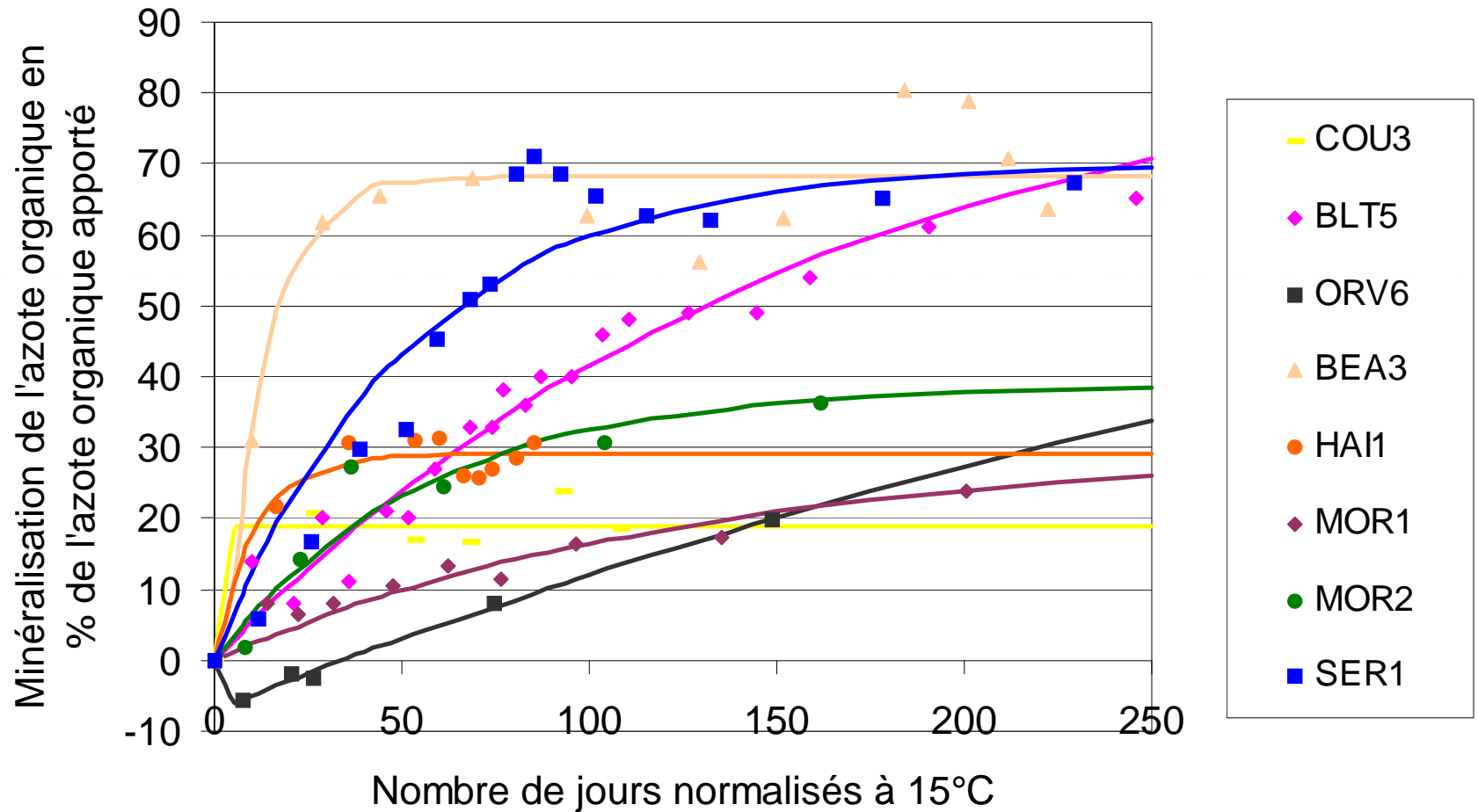
Variabilité de cinétiques au sein d'un même type de PRO

Cinétiques de minéralisation des fumiers de bovins étudiés



Variabilité de cinétiques au sein d'un même type de PRO

Cinétiques de minéralisation des boues de STEP étudiées



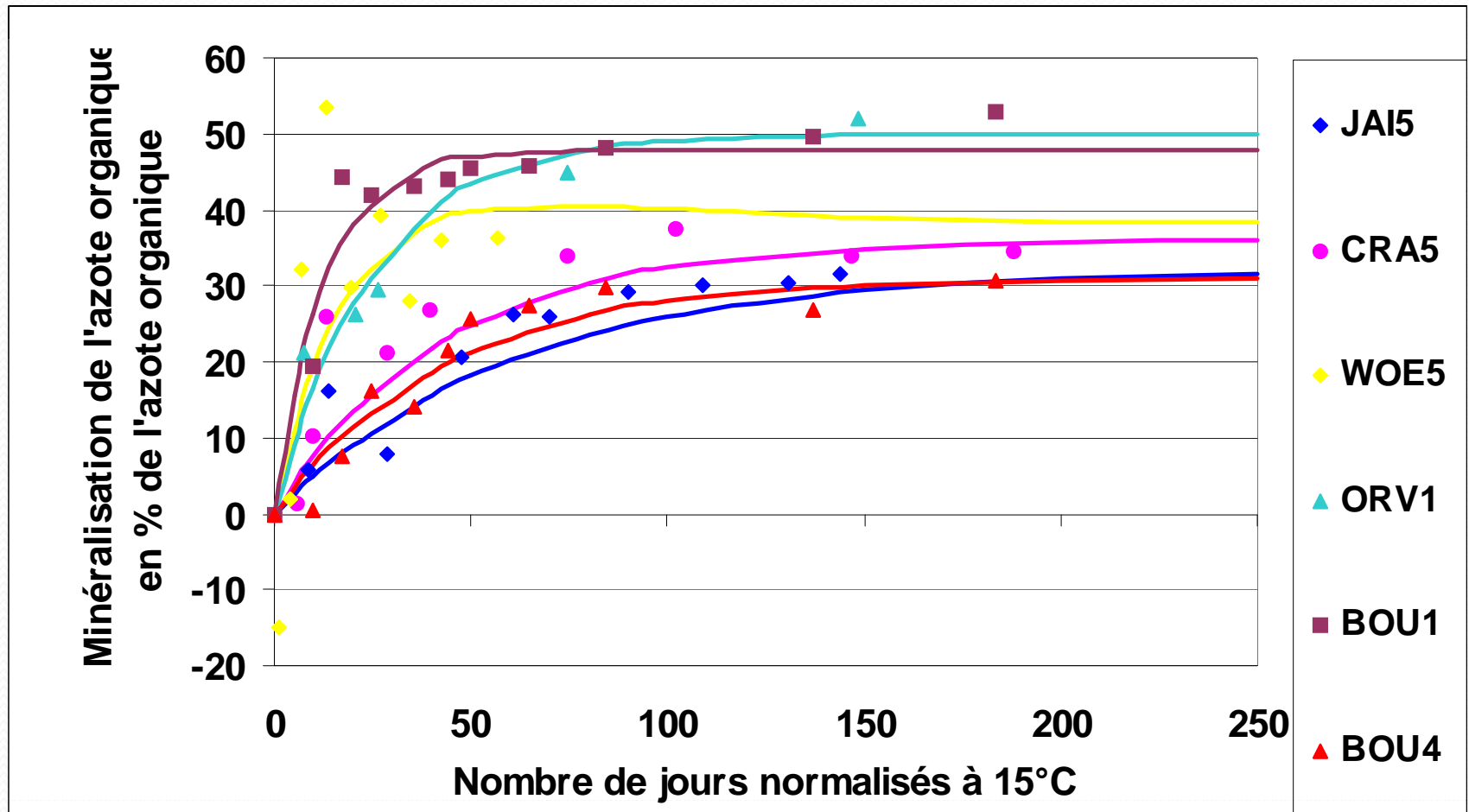
- Peu de lien avec C/N

- boues séchées (MOR) et d'Achères (ORV), plus faible minéralisation

Variabilité de cinétiques moins grande pour des types de PRO plus « standardisés »

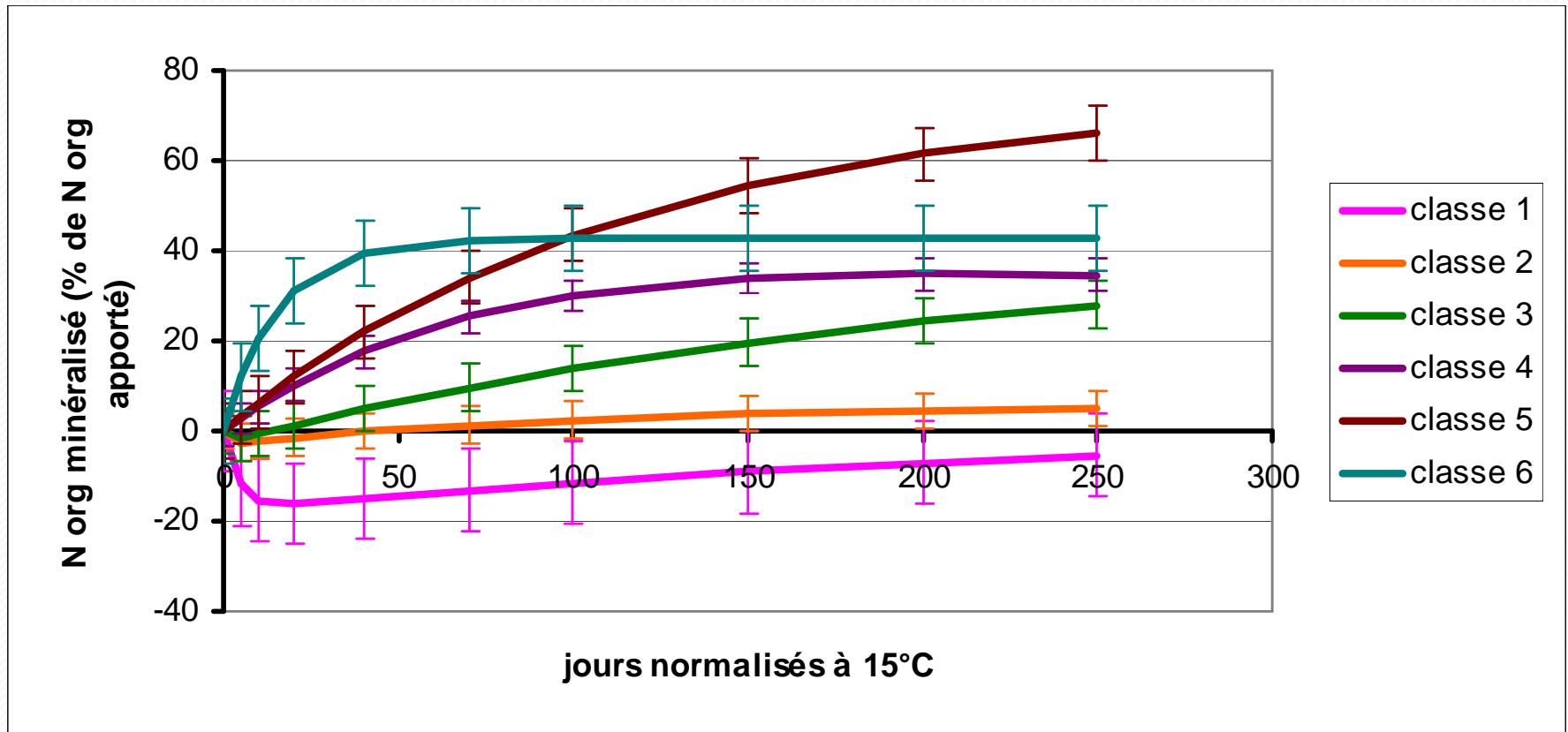


Cinétiques de minéralisation des fientes de volailles étudiées



Élaboration d'une typologie de cinétiques en 6 classes

➤ Cinétiques moyennes par classe

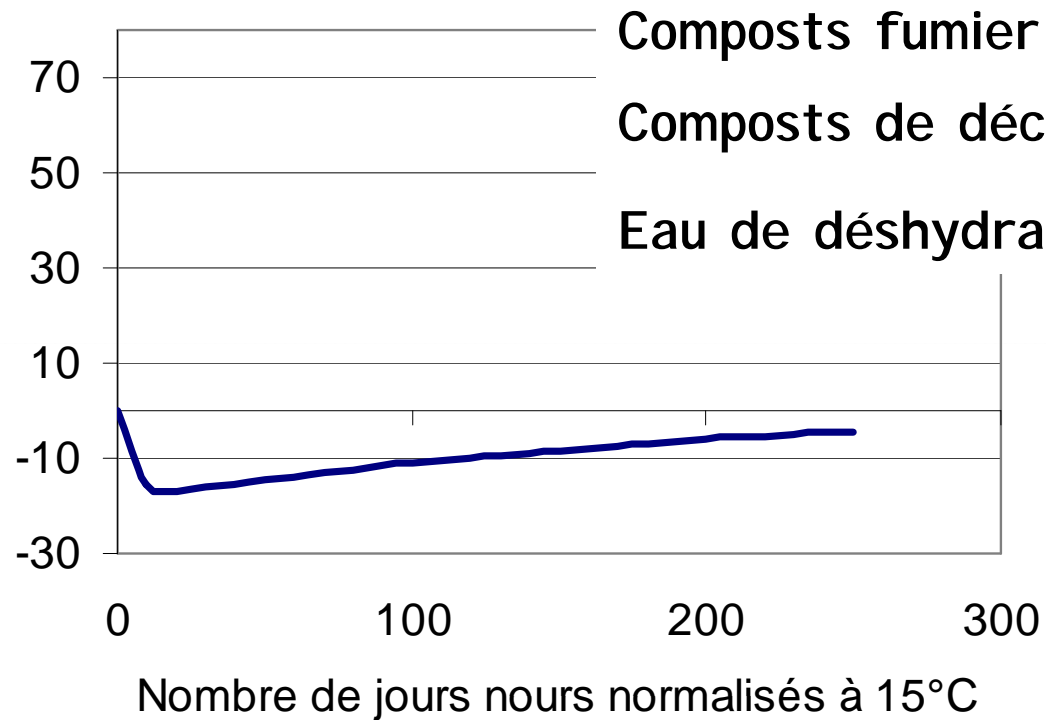


Approche par grands types de comportements de minéralisation nette de l'azote organique des PRO.

Élaboration d'une typologie de cinétiques en 6 classes

➤ Classe 1

% de minéralisation nette de l'azote organique/ Azote organique apporté



Composts fumier bovins

Composts de déchets verts

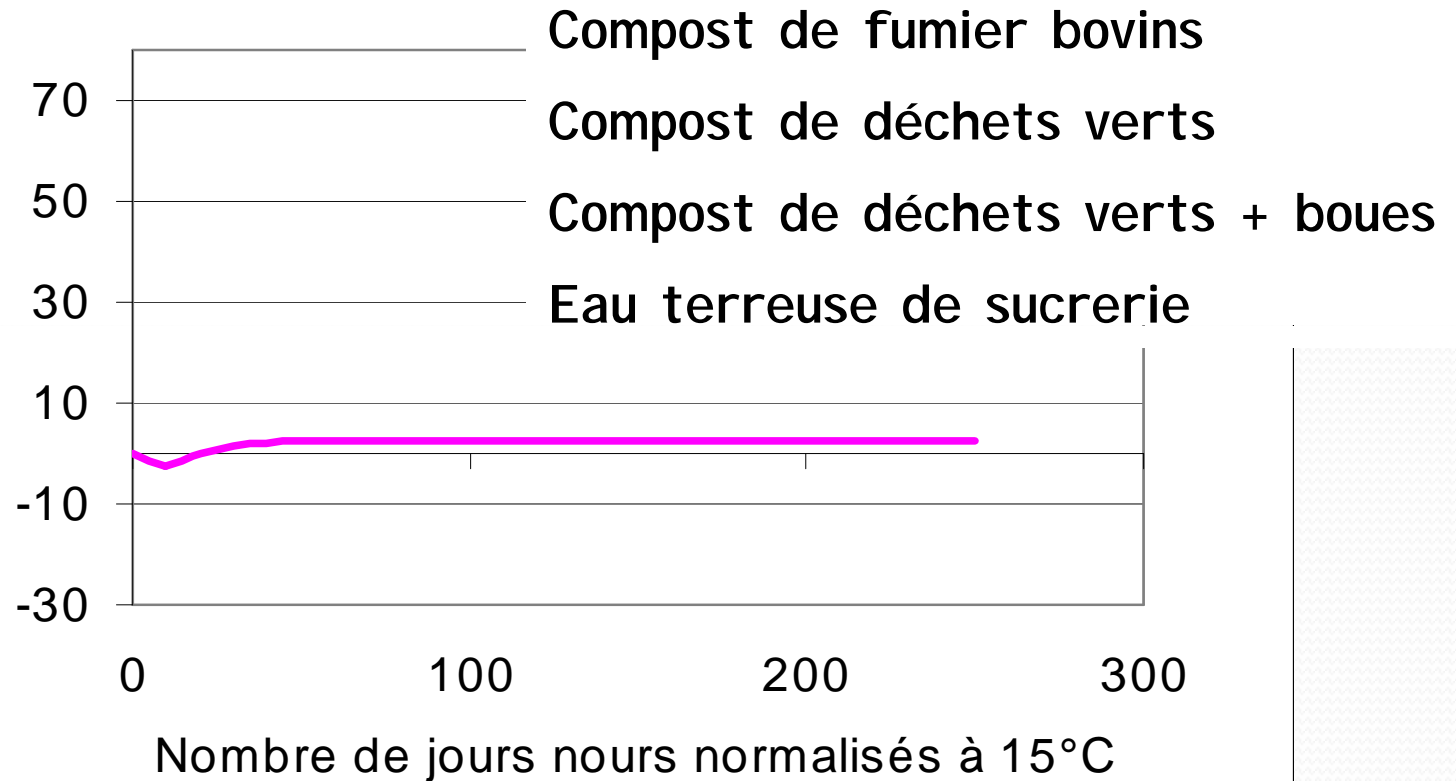
Eau de déshydratation luzerne

PRO qui organisent de l'azote au cours des premiers mois suivant l'apport et qui ne minéralisent pas ou très peu (moins de 15 %), voire qui organisent de l'azote au cours de la première année après l'épandage.

Élaboration d'une typologie de cinétiques en 6 classes

➤ Classe 2

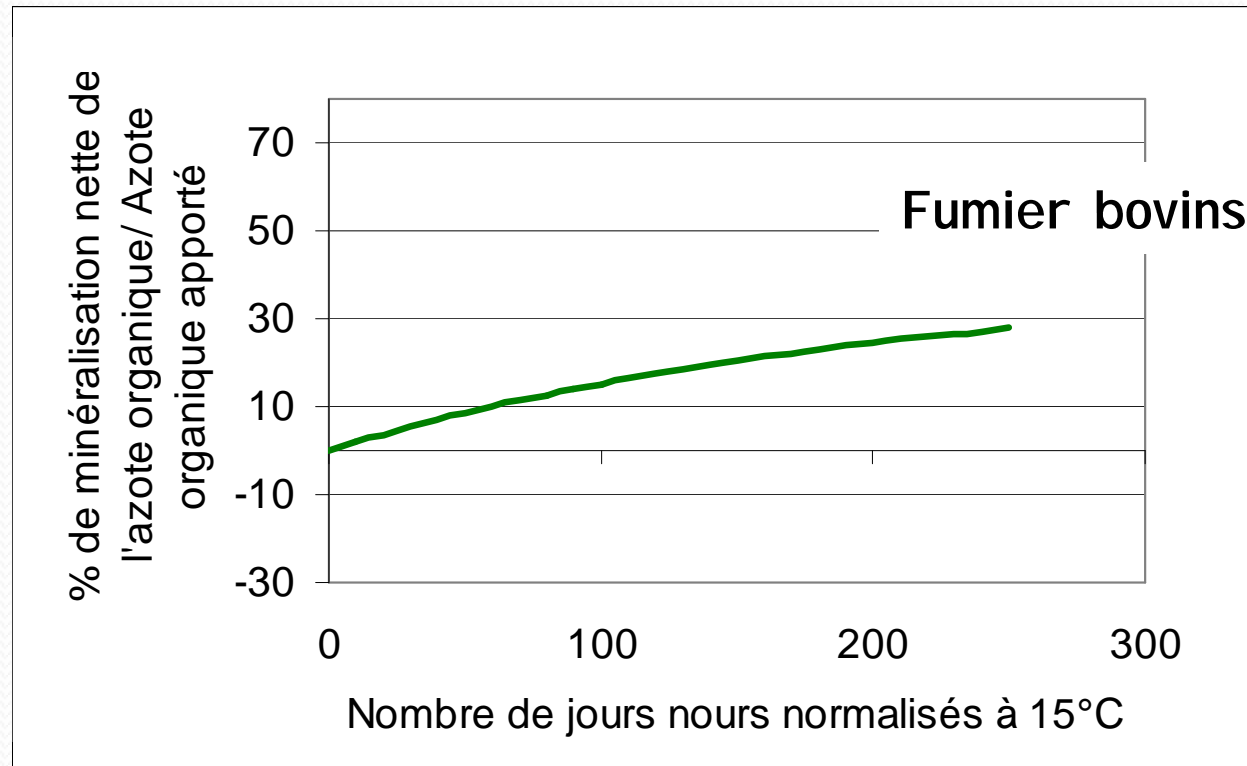
% de minéralisation nette de l'azote organique/Azote organique apporté



PRO sans effet « Azote » au cours de la première année suivant l'épandage. Ce sont des PRO très stables.

Élaboration d'une typologie de cinétiques en 6 classes

➤ Classe 3

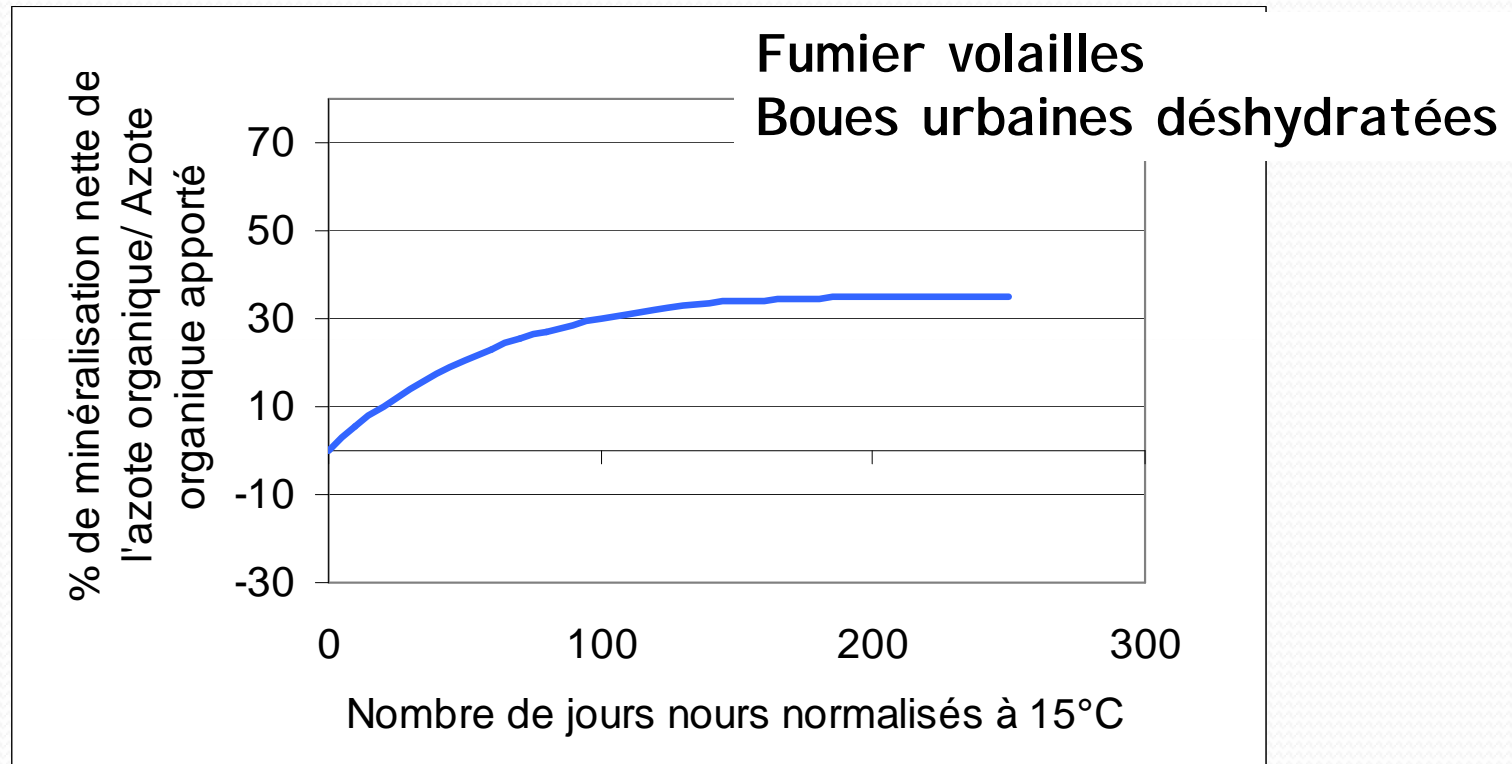


La minéralisation de ces PRO se situe entre 20 et 40 % de leur azote organique.

Elle est très progressive au cours de la première année après l'épandage.

Élaboration d'une typologie de cinétiques en 6 classes

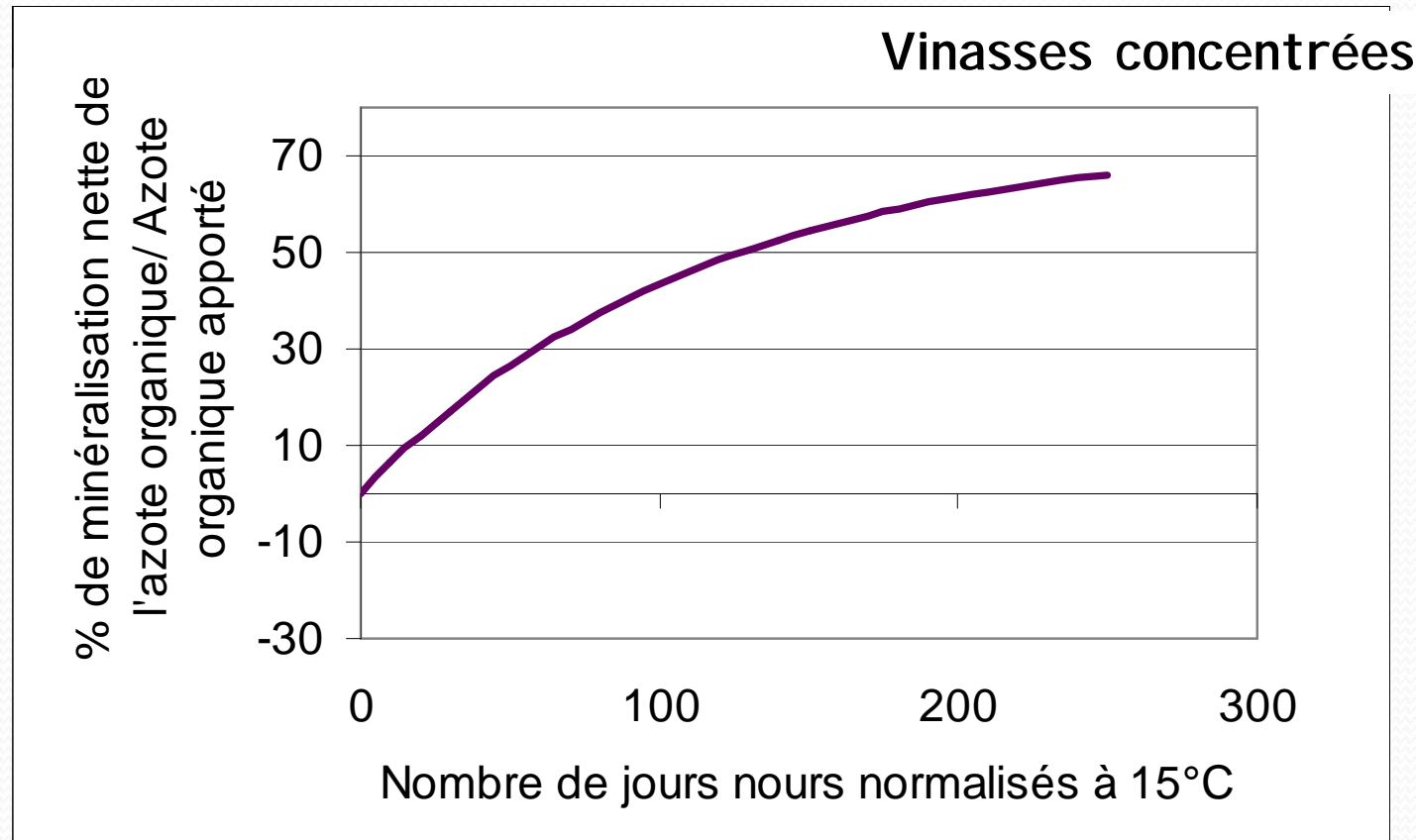
➤ Classe 4



PRO qui minéralisent entre 30 et 40 % de leur azote organique au cours de la première année après l'épandage dont au moins la moitié au cours des 50 premiers jours normalisés après l'épandage.

Élaboration d'une typologie de cinétiques en 6 classes

➤ Classe 5



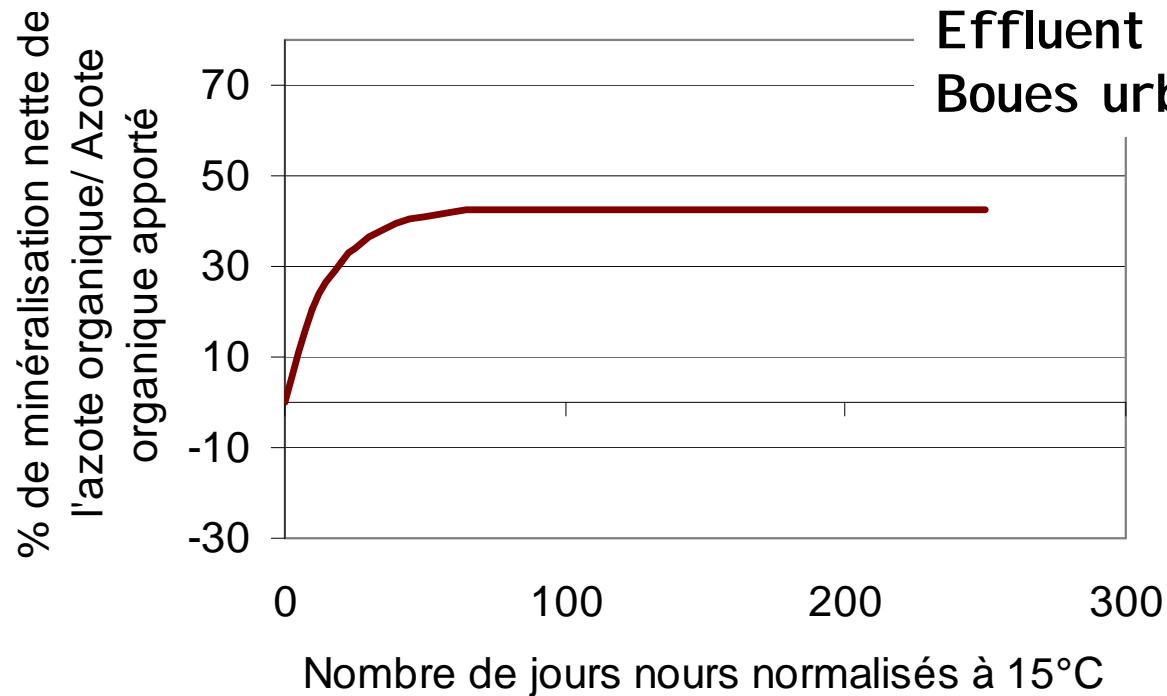
Une minéralisation comprise entre 40 et 80 % de leur azote organique au cours de la première année après l'épandage, de manière progressive

(moins de la moitié au cours des 50 premiers jours normalisés après l'épandage).

Élaboration d'une typologie de cinétiques en 6 classes

➤ Classe 6

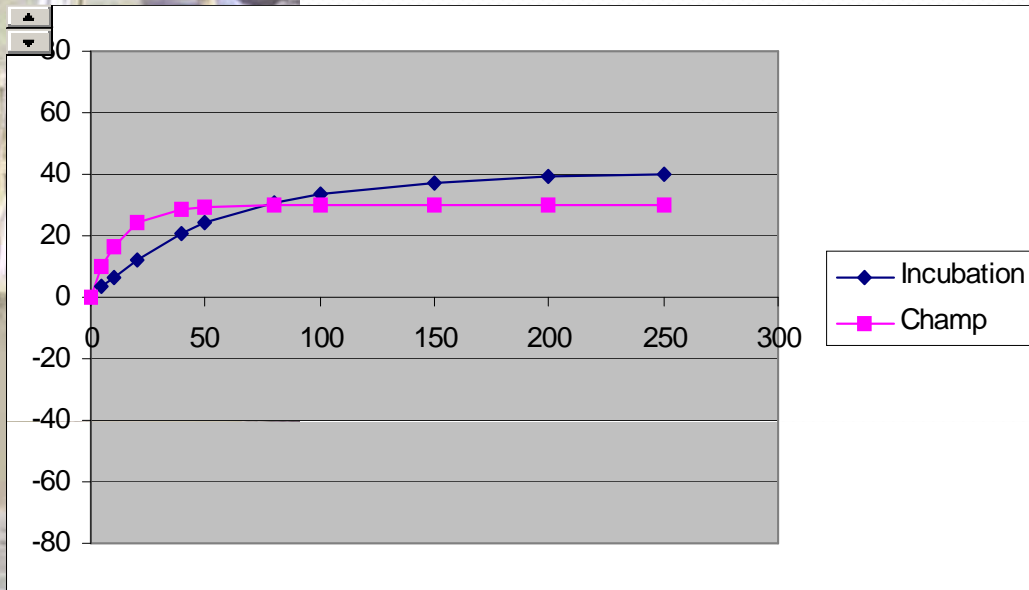
Fientes de volailles
Effluents de féculerie
Effluent de distillerie
Boues urbaines pâteuses



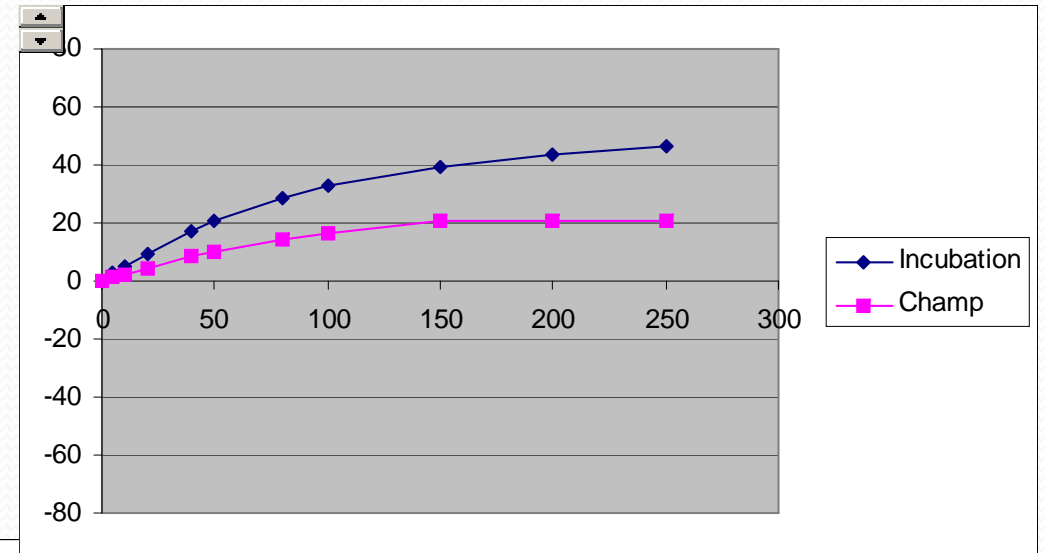
-Produits organiques qui minéralisent entre 40 et 80 % de leur azote organique au cours de la première année après l'épandage dont l'essentiel au cours des 50 premiers jours normalisés après l'épandage.

Comparaison des cinétiques champ et incubation

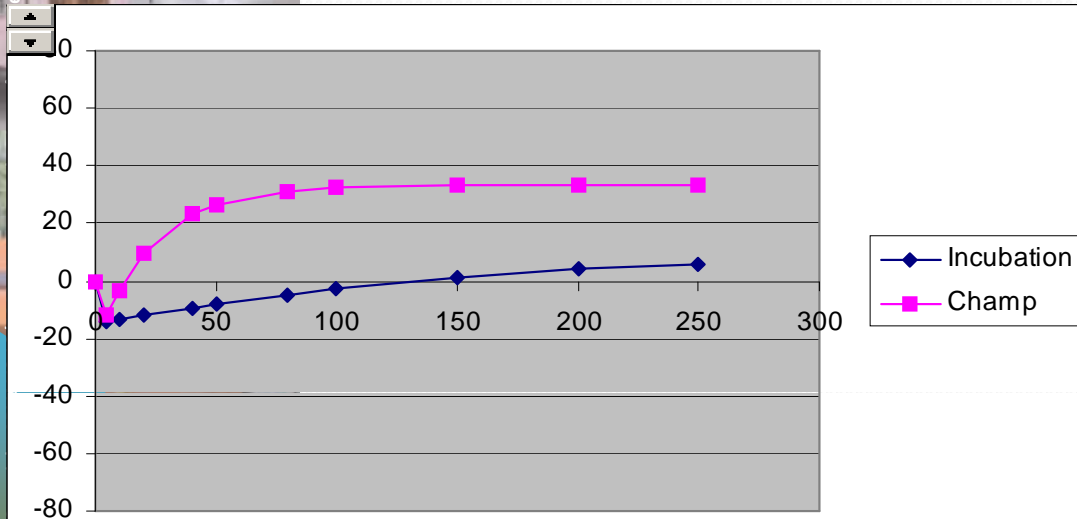
Coïncide correctement 26 cas



Même allure de cinétique 8 cas



Complètement différent 10 cas



N minéralisé au champ > incubation

Comparaison champ / incubation

Cas discordants : PRO qui organisent au laboratoire

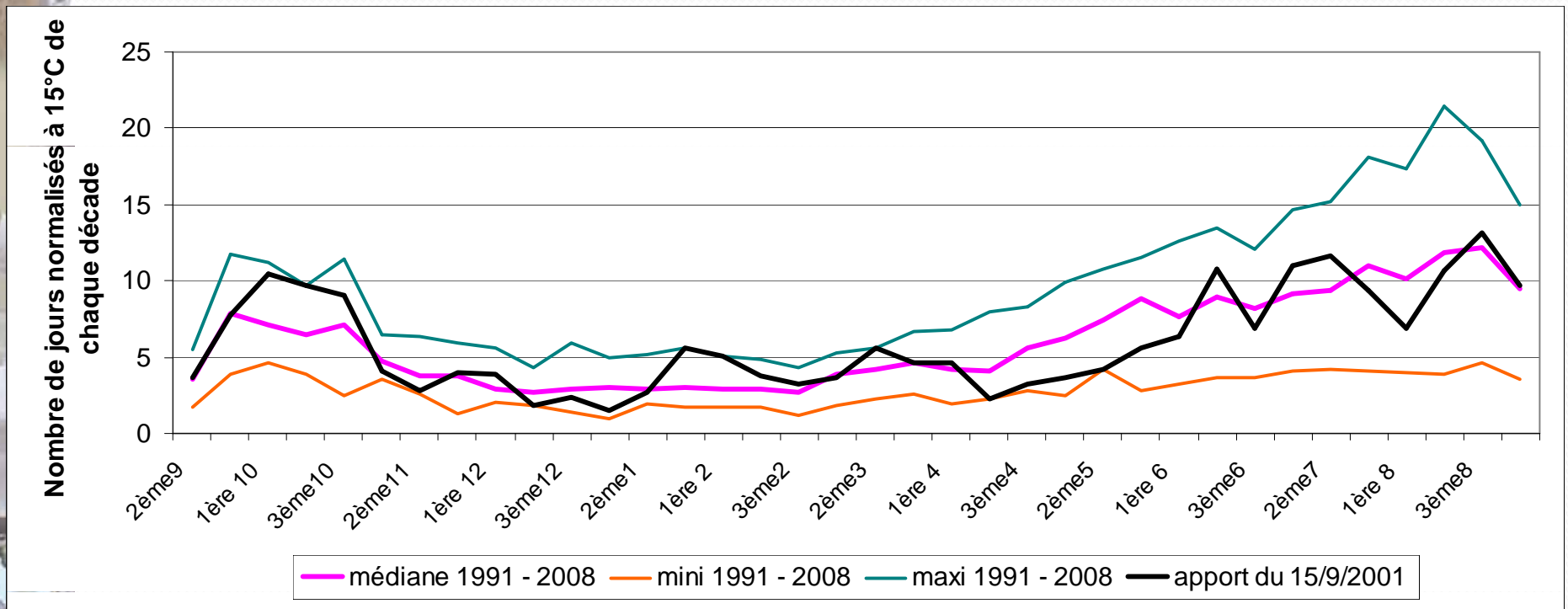
- ❑ Fumiers de volailles sur copeaux ou pailleux : organisent en incubation et minéralisent au champ
 - Broyage du PRO, ce qui fractionne le substrat ligneux,
 - Meilleure exposition au micro-organismes,
 - conditions non limitantes en azote en incubation,
 - Organisation potentielle supérieure.
- ❑ Certaines boues urbaines et PRO agro industriels (distillerie, déshydratation luzerne)
- ❑ PRO avec volatilisation au champ: confusion avec organisation

Cas concordants : PRO qui minéralisent au laboratoire, PRO sans effets azote

- ❑ Fientes de volailles, fumiers de bovins, composts matures

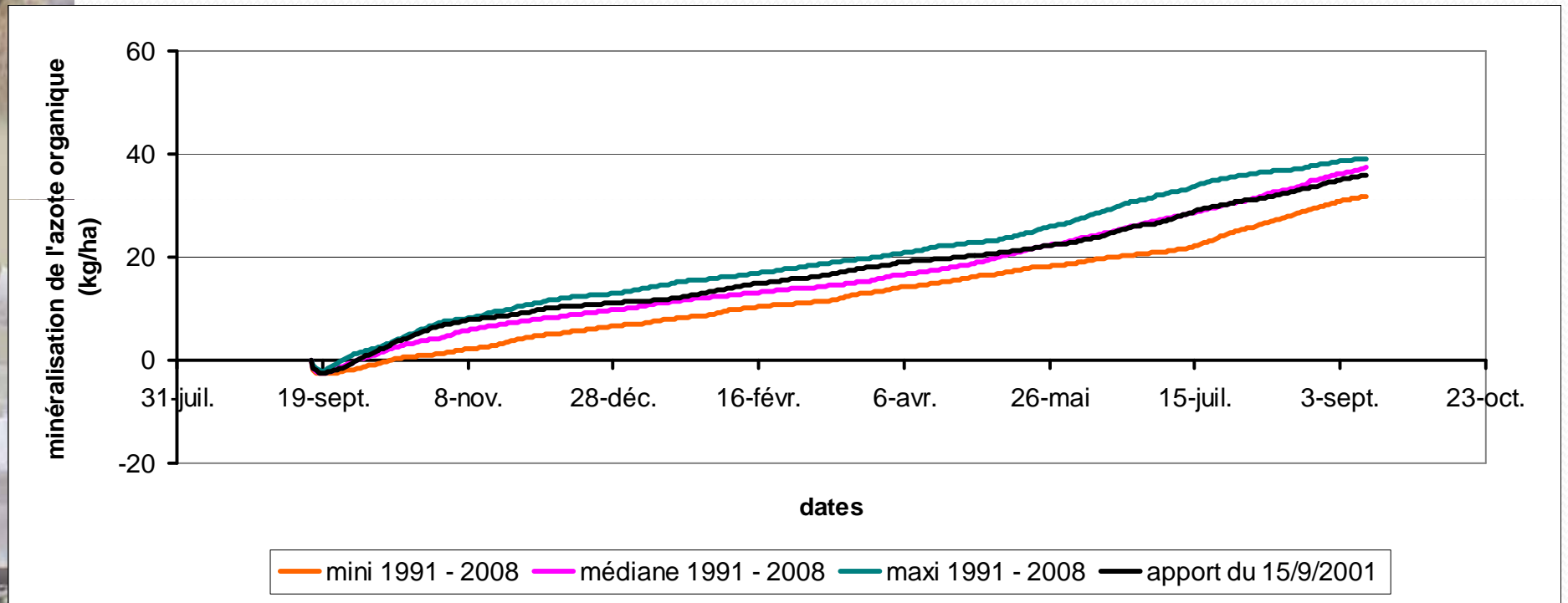
Calcul des jours normalisés pour un lieu et une culture

Mons en Chaussé 1991 - 2008 blé
20T/ha de Fumier de bovins épandu au 15/09



Calcul de la quantité d'azote organique minéralisée à partir des cinétiques de minéralisation et des jours normalisés

Mons en Chaussé 1991 - 2008 blé
20T/ha de Fumier de bovins épandu au 15/09



RSH 15/02
Récolte 31/07

N restant à minéraliser entre le RSH et la récolte 15 kg/ha courbe mini
N restant à minéraliser entre le RSH et la récolte 18 kg/ha courbe médiane
N restant à minéraliser entre le RSH et la récolte 19 kg/ha courbe maxi
N restant à minéraliser entre le RSH et la récolte 16 kg/ha apport de 2001

Prise en compte des cinétiques de minéralisation de l'azote organique des PRO dans les outils de calcul azote

	Prise en compte de cinétiques	Mode calcul de l'échelle des temps	Référencement des produits
AZOFERT	oui	Climat réel avant mesure RSH Climat moyen ensuite	Données incubation et essais au champ: → 26 types de PRO par défaut
AZOLIS	oui	Climat médian	Essais au champ: 88 PRO référencés → 5 classes de cinétiques
LISAS II	oui	Climat médian	Essais au champ: 60 PRO référencés → 8 classes de cinétiques
ISAMARGE / AGRIFUMURE	Non	Non	Keq « classiques »

Campagne 2010 : évolution d'AZOLIS et de LISAS II
→ 6 classes de cinétiques



© Copyright ARVALIS 10/2009. Toute reproduction même partielle interdite

Limites des références actuelles	Perspectives d'amélioration (échéances)
Faible nombre de PRO référencés	Développer voies de passage -incubation-champ -Analyse physico chimique-incubation
Références variables entre outils...	Homogénéiser référentiels Groupe PRO COMIFER, RMT
Variabilité de comportement au sein de chaque type de PRO	Analyses de PRO Valorisation bases de données d'analyses Typologie de PRO élevage (> 2013)
Incertitudes liées à volatilisation, difficile à quantifier	Modèles volatilisation opérationnels (> 2013)