

10^{ÈMES} RENCONTRES DE LA FERTILISATION RAISONNÉE ET DE L'ANALYSE * 23 ET 24 NOVEMBRE 2011 - COMIFER - GEMAS

VALEUR AZOTE A COURT MOYEN ET LONG TERME DES PRODUITS RESIDUAIRES ORGANIQUES ISSUS D'ELEVAGES

**Alain – Bouthier
ARVALIS-Institut du Végétal**

**Thierry – Morvan
INRA UMR 1069 Rennes**

**Robert – Trochard
ARVALIS-Institut du Végétal**

**Jean – Grall
Chambre régionale d'Agriculture de Bretagne**



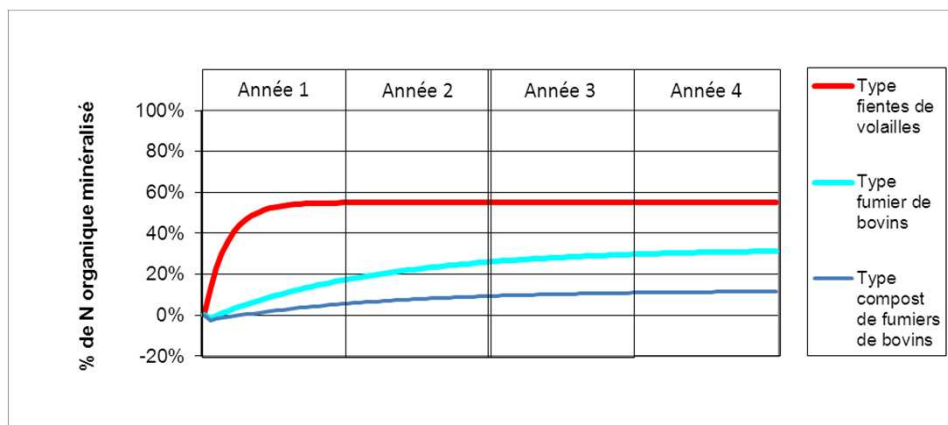
Devenir du N organique des PRO après apport

- *Minéralisation progressive de l'azote organique des PRO*
- *Décroissance rapide au-delà de la 1^{ère} année d'apport*
- *Dynamique variable selon composition des produits*

- Fraction minérale (0 à 70 %)
- Fraction organique rapidement minéralisable (10 à 60 %)
- Fraction organique plus stable (10 à 80 %)



Représentation schématique de l'évolution au cours du temps du taux de minéralisation de l'azote organique de 3 types de PRO



- *Azote organique résiduel au-delà de 3^{ème} année: dynamique proche de l'azote organique du sol*
- *Apports répétés de PRO: modification de la dynamique d'évolution du stock de MOS et de sa composition*

→ *Modification de l'évolution de l'activité minéralisatrice*
 → *Effet N à long terme*

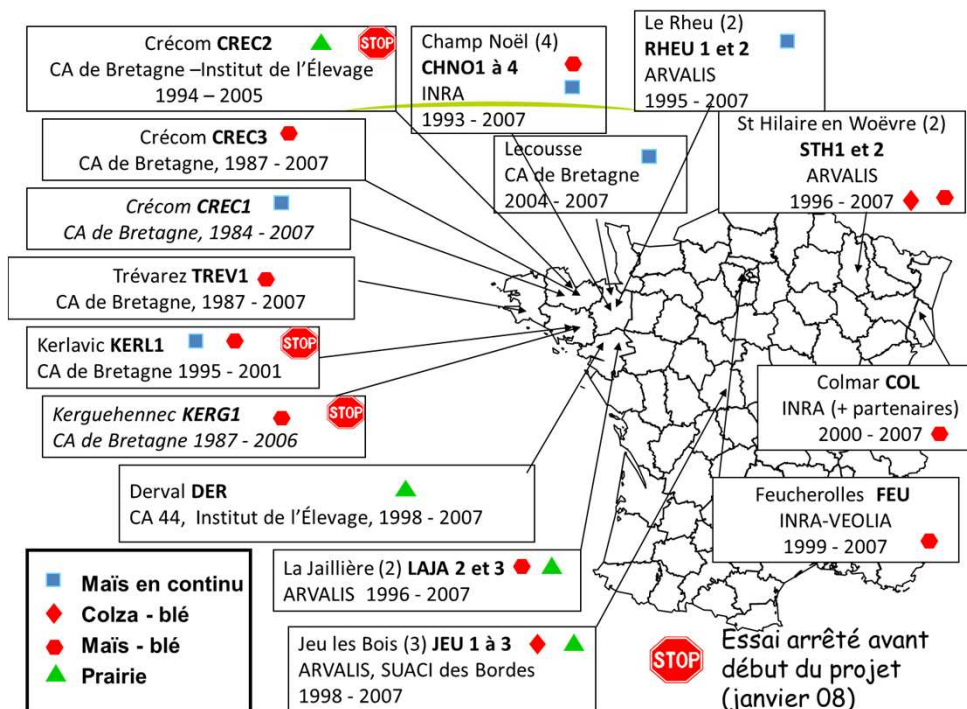
Besoin de références pour quantifier effets N à long terme liés à des apports répétés de PRO

Peu de références au champ sur les effets N à long terme

Dispositif Déhéraïn (Houot, 1991)	C (g/kg)	N (g/kg)	K (mg N/kg/j) en 1985
PK	10.80 (100%)	1.23 (100%)	0.19 (100%)
Fumier (10 t/ha depuis 1929)	11.90 (110 %)	1.34 (109%)	0.24 (126%)

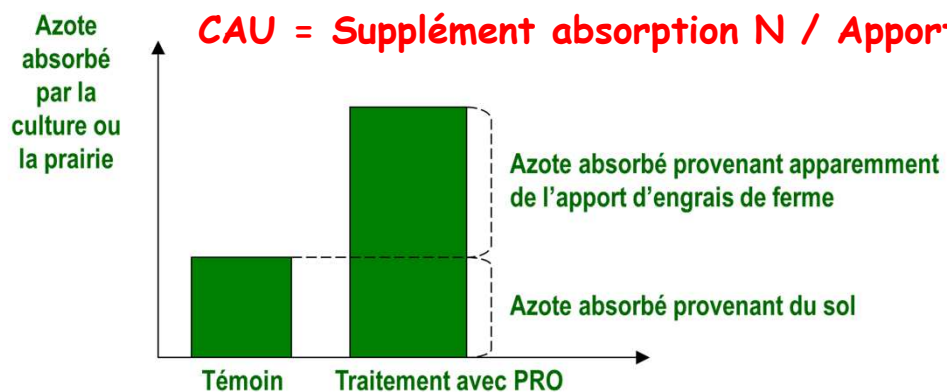
Valoriser un ensemble d'essais de longue durée avec apports réguliers de PROE: 25 essais sur 15 sites

- Systèmes de cultures variés
- Durée de suivi de 7 à 23 ans
- 9 type de PROE
- Fréquences d'apport (1 à 3 ans)
- Avec ou sans fumure minérale complémentaire
- 1 témoin fumure minérale + 1 témoin sans N (fixe ou tournant)



Entre parenthèses le nombre d'essais sur chaque site

Synthèse des résultats des suivis au cours des essais



- Calcul des CAU annuels sur culture réceptrice et année après l'apport
- Analyse des évolutions des CAU au cours du temps

Mesures en fin d'essais après arrêt des apports pour évaluer le supplément de minéralisation (SMIN-N) lié à l'historique d'apport

Plusieurs méthodes de quantification de SMIN-N:

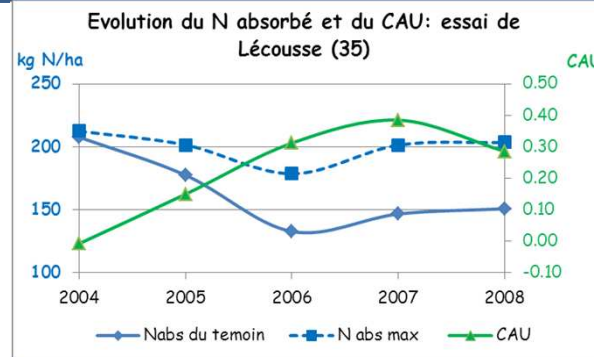
- Mesures au champ
 - Sous sol nu (LIXIM)
 - Sous culture non fertilisée (Bilan N)
- Mesures au laboratoire → Incubation 1 an à 15 ° et à la capacité au champ (INRA Rennes)

Evolution des CAU dans le temps

Hypothèse: à régime d'apport régulier, l'évolution du SMIN-N devrait se traduire par une augmentation CAU au cours du temps

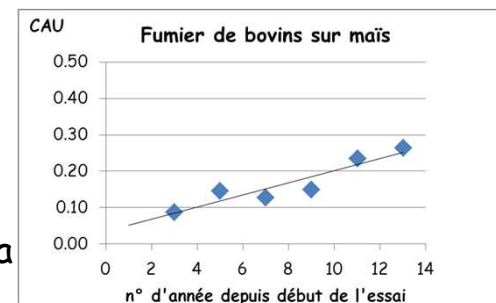
105 séries temporelles de CAU (3 à 10 ans)

- 9 essais avec forte disponibilité d'azote au début
- CAU faible
- 1^{ères} années éliminées

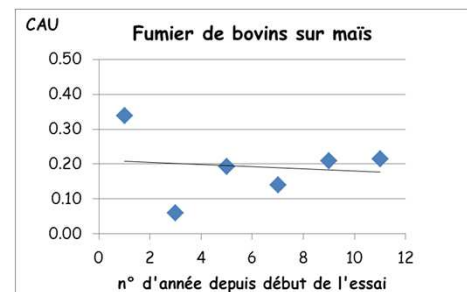


"b" évolution CAU	<0	=0	>0
FB		23	1
FP		4	
FV		8	
CB		23	1
CP		6	
CV		3	
CLP		1	
LP		12	

Crecom3
(maïs blé)
FB /2ans
240 kg N/ha



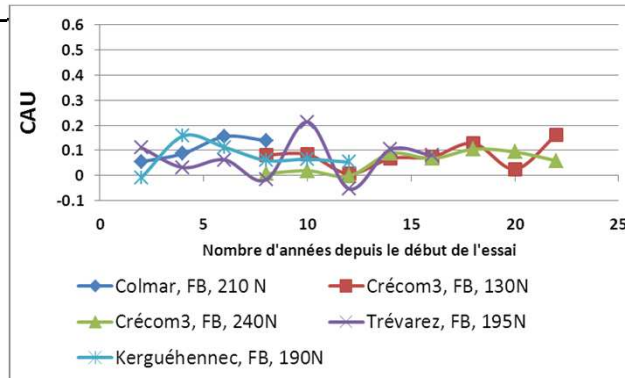
Kerguéhennec
(maïs blé)
FB /2 ans
188 kg N/ha



Un supplément de minéralisation en année 2 après l'apport... intercepté par la culture dans certains contextes

Apports 1 an sur 2: CAU du fumier de bovins apporté sur maïs mesuré sur le blé suivant

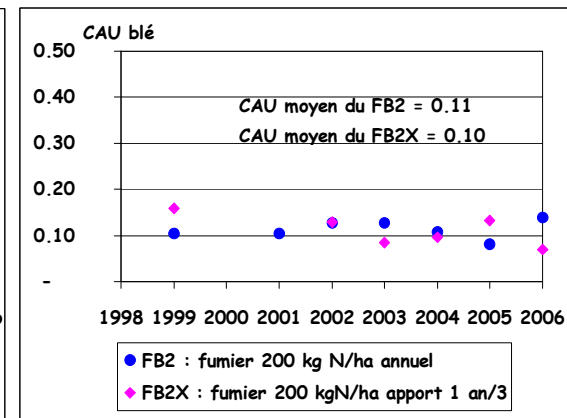
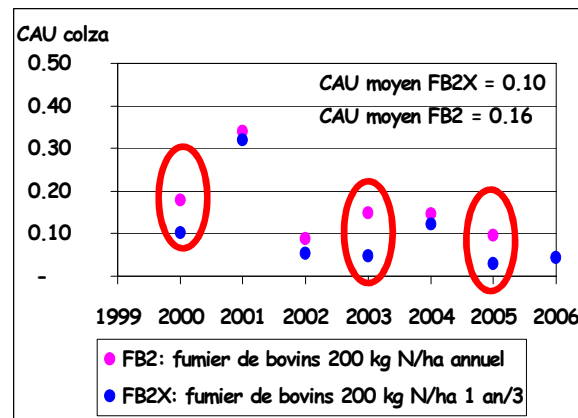
- ❑ Supplément d'absorption N du blé
- ❑ Maïs accroissement au cours du temps non mis en évidence



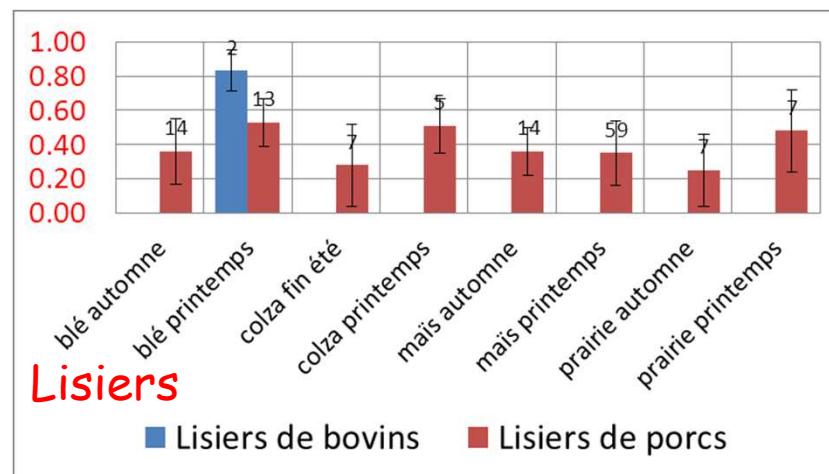
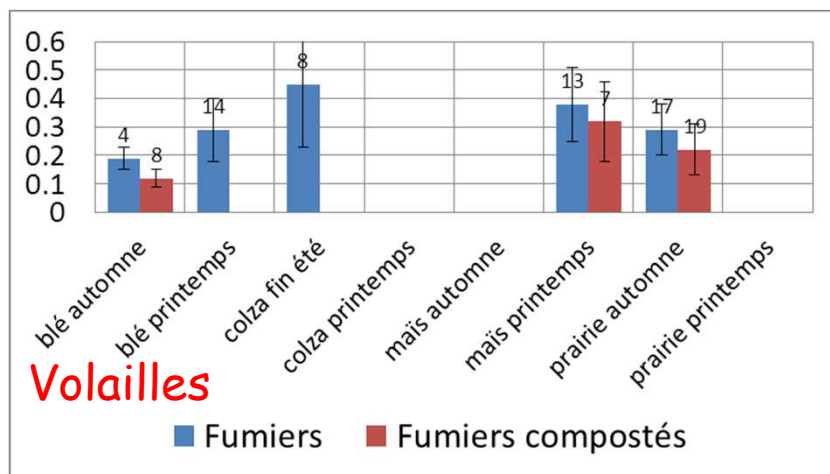
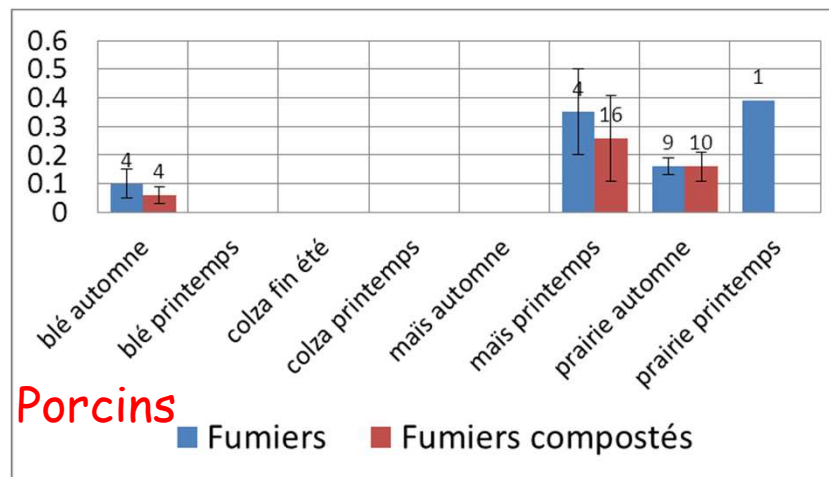
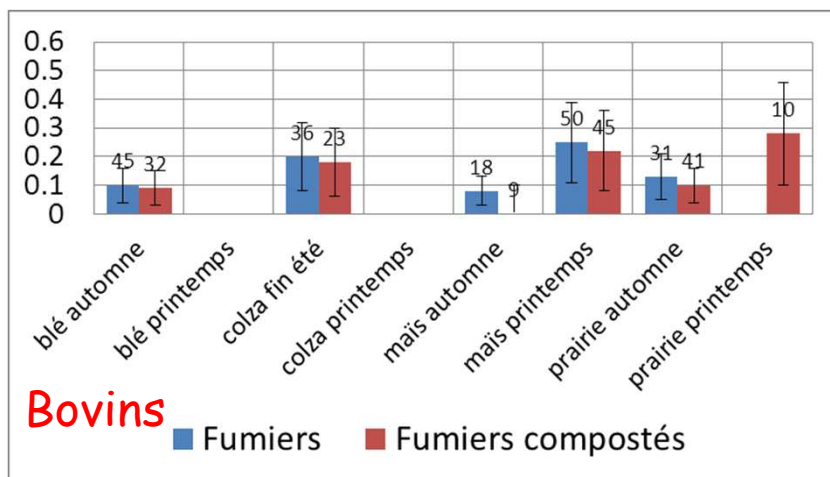
Comparaison de fréquence d'apport (annuel et tous les 3 ans): 4 essais avec 3 types de PRO (CFB, FB, CFV)

Essai de Jeu les Bois (36)

- ❑ Effet fréquence mis en évidence dans 1 cas/18
- ❑ Variabilité selon culture: effet plus important sur colza



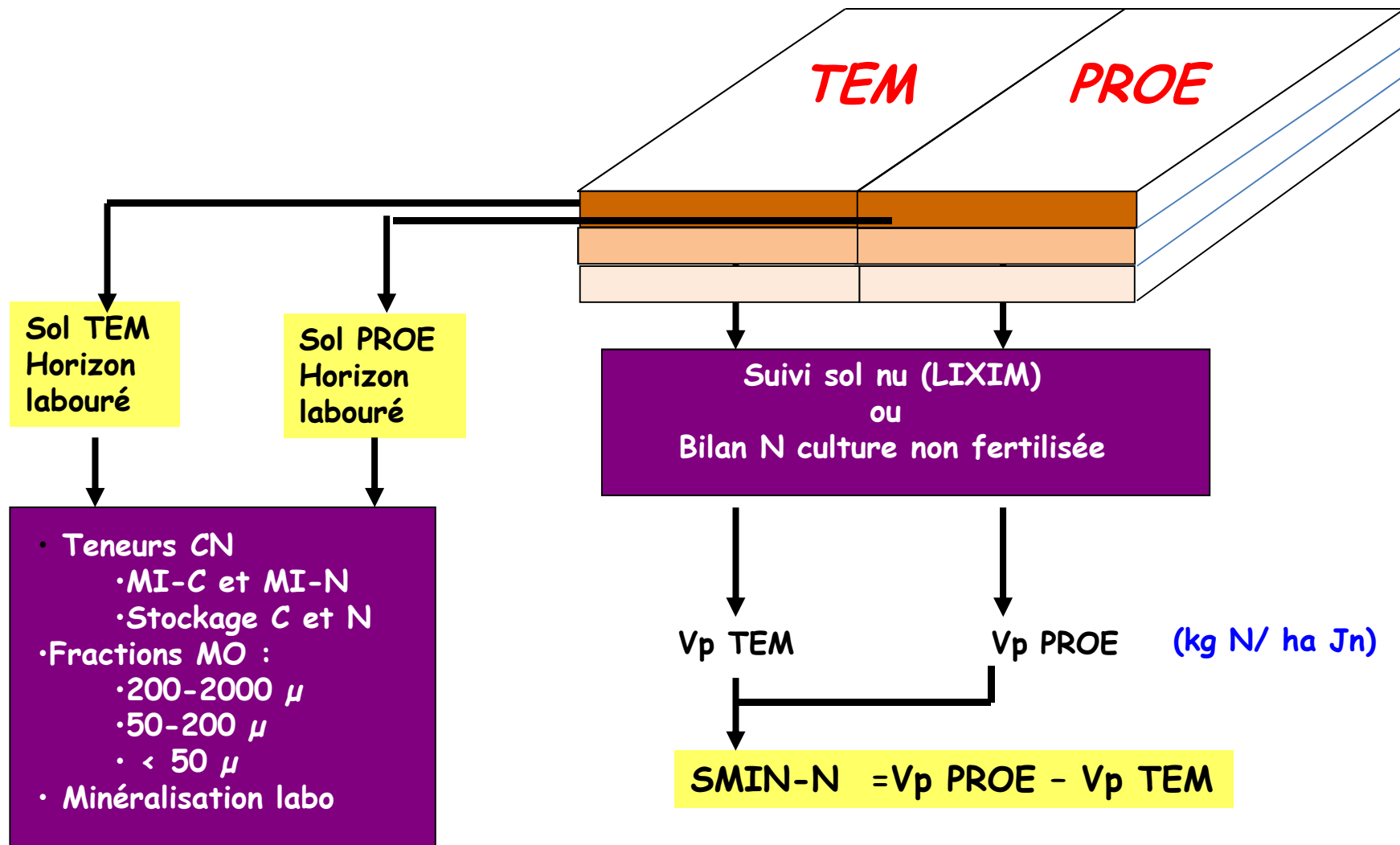
Valorisation des essais pour référencement d'effet direct N sur culture réceptrice: CAU moyens et écart type selon le produit la culture réceptrice et la période d'apport



- Composts ~ fumiers
- FB et FP: Maïs(P) ~ colza(A) > prairies(A) > blé(A)

- Volailles > porcins ≥ bovins
- LP et FV sur blé: Printemps >> automne

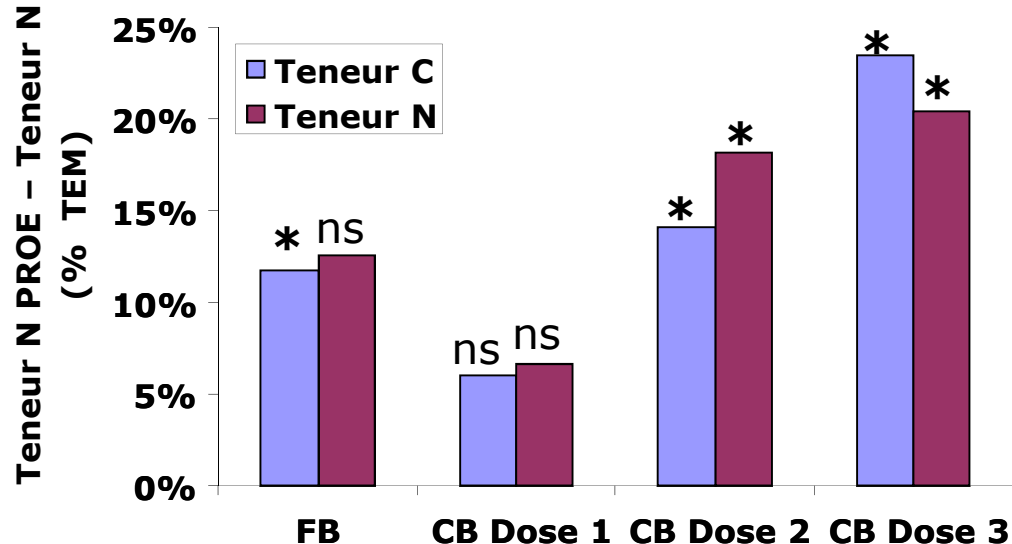
Mesures en fin d'essais après arrêt des apports pour évaluer le supplément de minéralisation (SMIN-N) lié à l'historique d'apport



Effets des apports sur les teneurs en C et N du sol

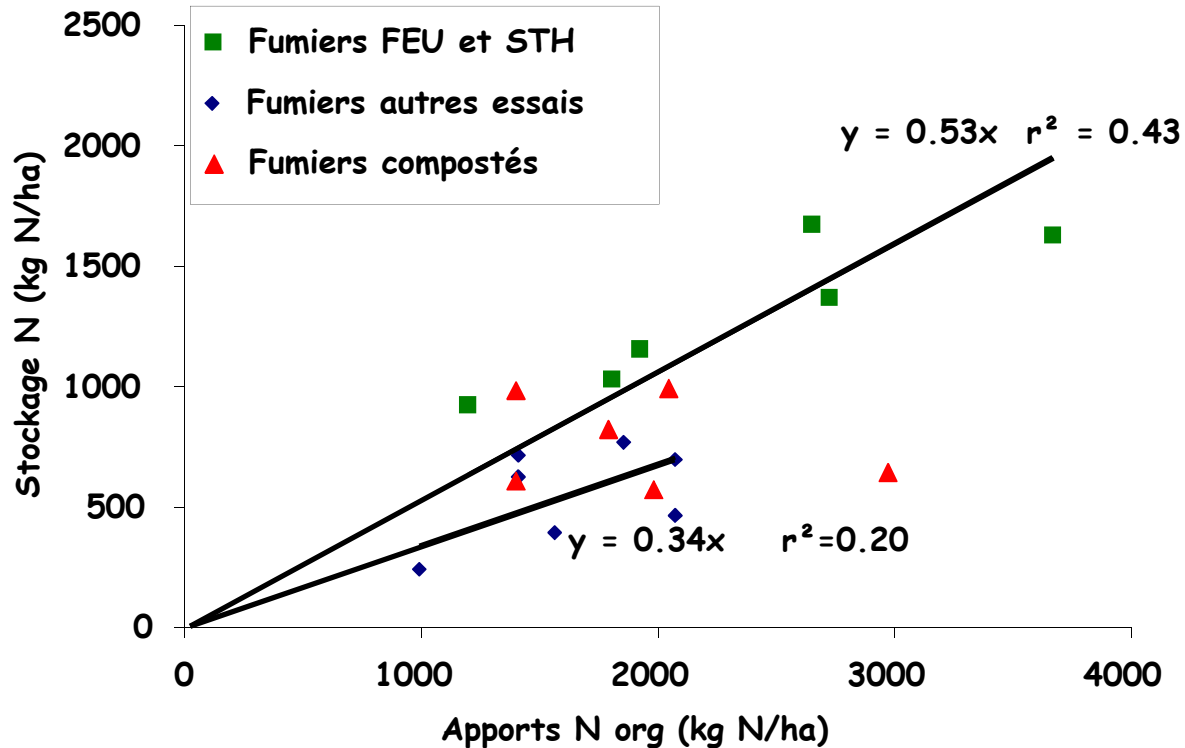
- Différentiation significative des teneurs en C et N entre PROE et Témoin, pour la majorité des essais et des traitements
- Proportionnalité entre quantités de C et N apportées et stockées, pour les essais avec facteur 'Dose'

Mesures 2006 – 1 an après le dernier apport



Essai RHEU1
Apports annuels de 1995 à 2005

Relation entre apports et stockage N

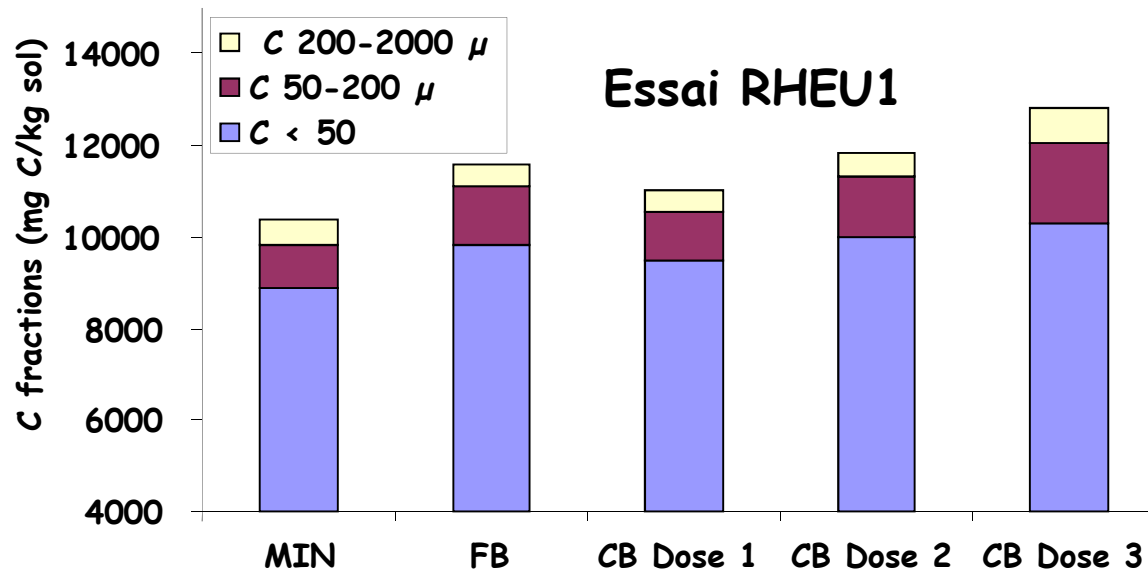


Variabilité élevée des taux de stockage de N organique :
19 à 65 % pour les fumiers de bovins
22 à 70 % pour les fumiers compostés

Nombreux facteurs déterminants :

- Composition initiale des produits
- Scénario d'apport (mode d'apport, durée...)
- Sol et climat
- Système de culture

Répartition de la MO dans les fractions granulométriques

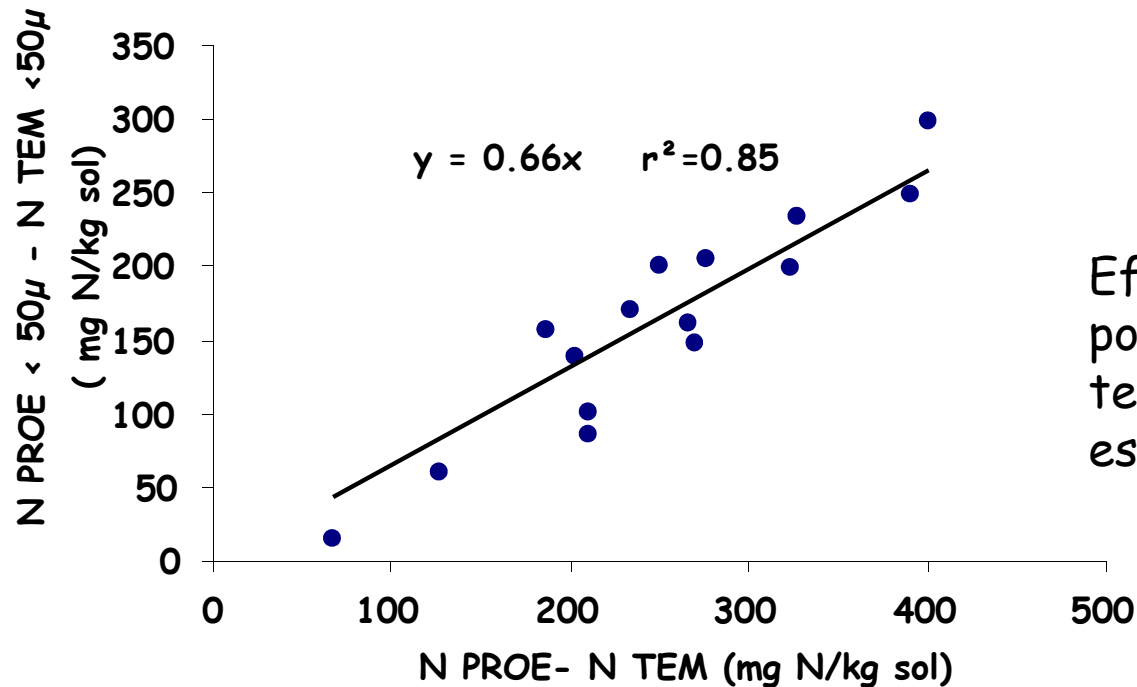


Incorporation de la MO des fumiers dans les fractions 50-200 μ et < 50 μ

MO	% C total	k_i (an ⁻¹)	Demi-vie (ans)
200-2000 μ	5	0.126	5.5
50-200 μ	10	0.046	15
< 50 μ	83	0.020	35

Balesdent et Recous, 1997

Prédominance du stockage de la MO des fumiers et composts bovins dans la fraction fine

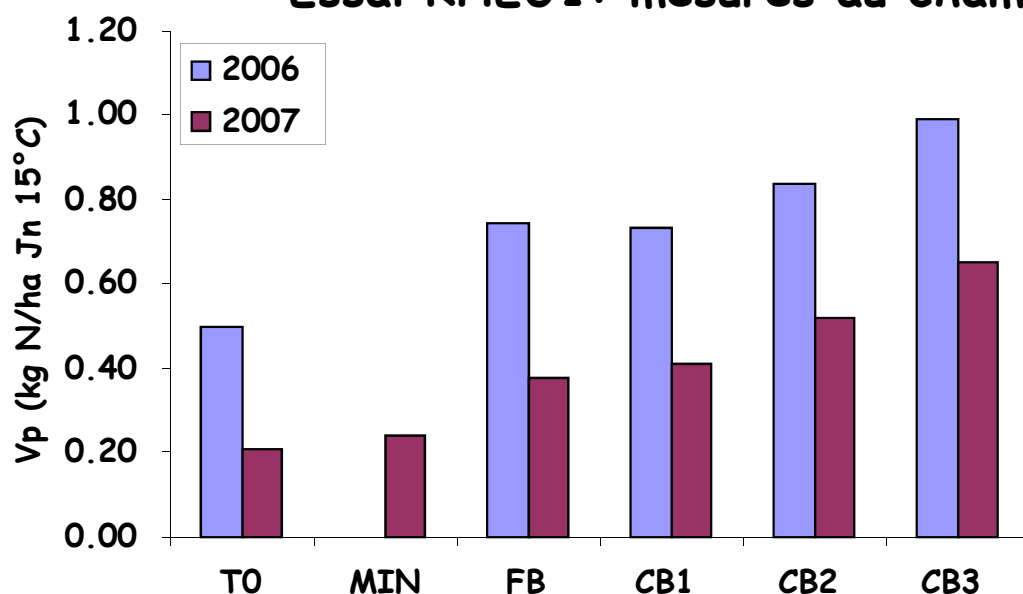


Effectif des essais et traitements pour lesquels la différence des teneurs N entre témoin et PROE est significative

- Résultat générique : la MO des fumiers tend à se répartir de la même manière sur tous les essais
- Répartition de la MO du fumier et C/N différents de ceux de la MO du sol

Effets des apports sur le supplément de minéralisation (SMIN-N)

Essai RHEU1: mesures au champ



SMIN-N (kg N/ha an)

	2006	2007
FB	59	34
CB1	56	41
CB2	82	67
CB3	118	98

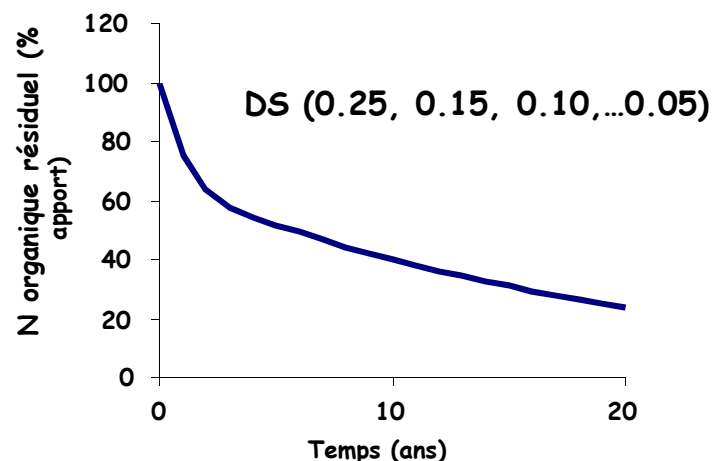
Effet des apports sur le supplément de minéralisation significatif dans la majorité des situations :

- Valeurs de SMIN-N mesurées au champ > 25 kg N /ha /an dans 79% des cas
- Valeurs mesurées au labo significatives dans 72 % des cas

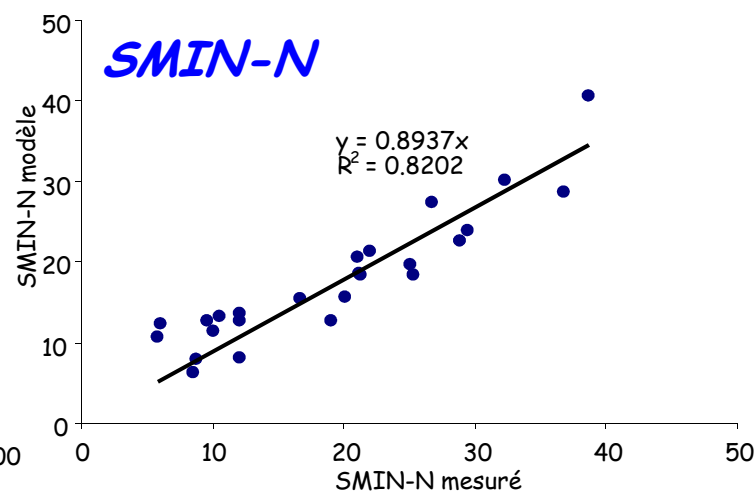
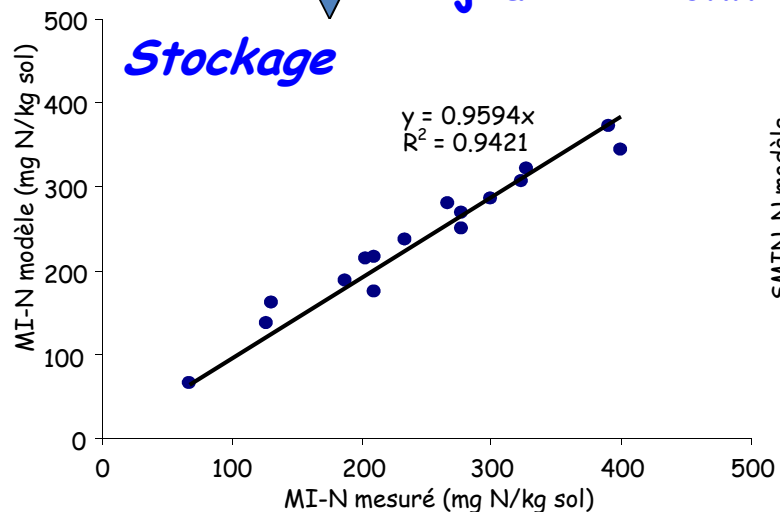
Démarche de modélisation : Decay Series Model (DSM)



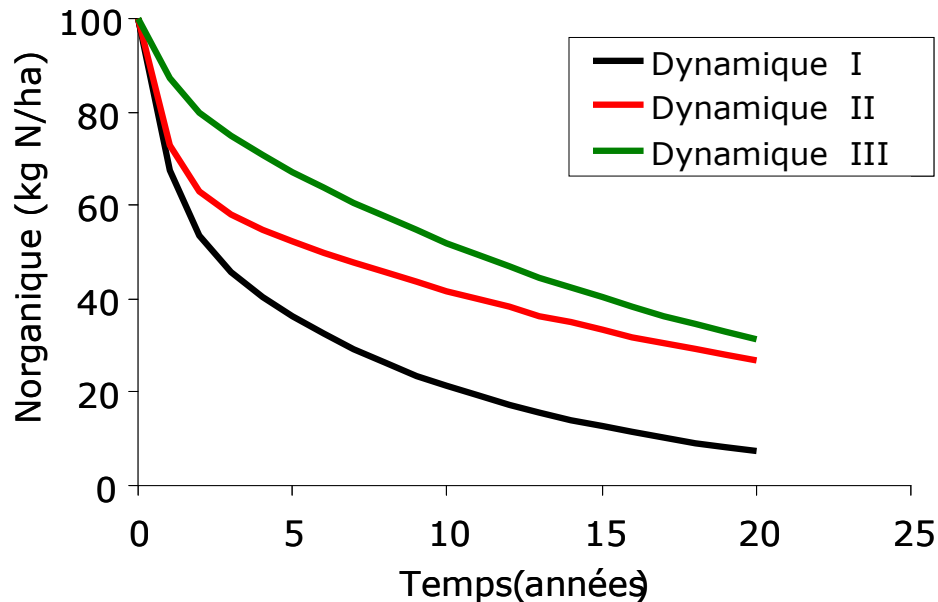
Exemple



Ajustement simultané sur stockage N et SMIN-N
 12 jeux de données - 7 essais



3 dynamiques types d'évolution de la MO des produits bovins



- Type I : essai du RHEU et 2 essais de CRECOM
- Type II : CHNO et STH1
- Type III : FEU et STH2

- *Cohérence de ces valeurs avec les quelques références bibliographiques*
- *Pas de critères d'extrapolation des 3 types de dynamiques*

SMIN-N calculé pour des apports annuels constants de 100 kg N organique/ha an :
de 33 à 49 kg N/ha an après 10 ans d'apports (flux année 11) et
de 48 à 61 kg N/ha an après 20 ans d'apport (flux année 21), selon les dynamiques.



Conclusions

- ❑ Effet sur stockage de C et N org, variabilité entre sites pour un même type de PROE
- ❑ Stockage principalement dans fractions fines (0-50 μ) plus stables: effet durable ?
- ❑ Supplément de minéralisation modélisé (DSM) pour FB et CFB, croissant avec le temps
- ❑ Accroissement non révélé par les évolutions des CAU au cours du temps

Hypothèses d'explication des résultats différents entre les deux approches

Limites liées aux mesures de minéralisation après arrêt des apports

- Précision des mesures de minéralisation au champ
- Ecart d'estimation selon méthodes
- Effectif d'essais plus faible et représentativité de certains essais (doses PRO élevées)

Limites liées aux mesures de CAU

- Variabilité interannuelle des CAU
- Temps d'occupation des cultures: 40 à 70 % du temps « normalisé » annuel
- Durées de suivi courtes (souvent < 10 ans)

- ❑ Effet N long terme après 10 ans d'apports annuels de 100 N: de l'ordre de 30 à 50 kg N annuels soit de 15 à 30 pour un maïs, donc à la limite de la précision des mesures
- ❑ Travaux en cours sur paramétrage des effets N dans le Bilan N
- ❑ Défauts de bilan « apports N des PRO - stockage N organique - N minéralisé »

- Stockage plus profond que dans l'horizon labouré
- Pertes gazeuses (dénitrification) et lixiviation autres formes N (Norg. Dissous)



Merci de votre attention

Ce projet, où ont collaboré **ARVALIS-Institut du Végétal**, **INRA**, **Institut de l'Élevage**, **Chambres d'Agriculture de Bretagne**, **Chambres d'Agriculture de Loire-Atlantique**, **du Cher**, **de la Creuse**, **de la Haute-Vienne** et **de l'Indre**, a reçu le soutien financier du ministère de l'agriculture et de la pêche dans le cadre d'un projet **CASDAR**, « **gestion durable des sols avec des produits organiques issus d'élevages** ».



ARVALIS
Institut du végétal



INRA



INSTITUT DE L'ÉLEVAGE



**CHAMBRES
D'AGRICULTURE
BRETAGNE**



**CHAMBRE
D'AGRICULTURE
LOIRE-ATLANTIQUE**



**OIER
des
Bordes**