



LA VALORISATION AGRICOLE DES PRODUITS ORGANIQUES :

UNE PRATIQUE TRADITIONNELLE
QUI RÉPOND À DE NOUVEAUX ENJEUX



Indicateurs d'efficacité et de pertes

Mariana Moreira
et Equipe Gestion des Sols et Fertilisation
Chambre d'agriculture de Bretagne



Engrais

- Composition stable dans le temps



- Achat

Dimension produit

PRO

- Composition variable et évolutive



- Gisement à valoriser dans l'exploitation
- Achat (AB, pas d'élevage, ...)

Dimension produit + Dimension exploitation

Gestion dynamique

Gestion des flux



L'azote des PRO n'est pas 100 % efficace

Très rapidement disponible pour les plantes



Effet court terme
= Effet engrais
= Effet direct

N organique



Effet long terme
= Arrière-effet

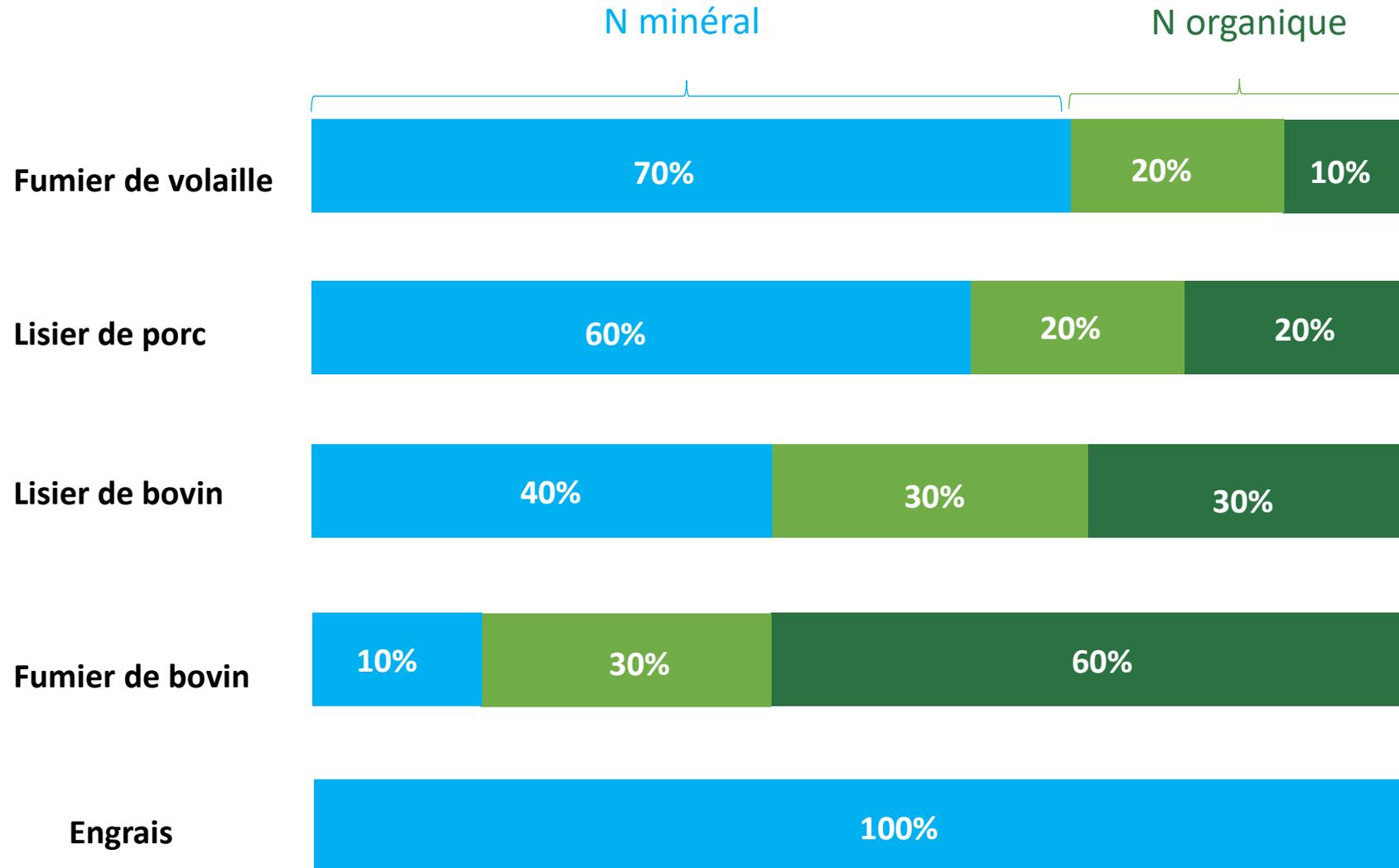


Se minéralise lentement, alimente le stock de N dans le sol.





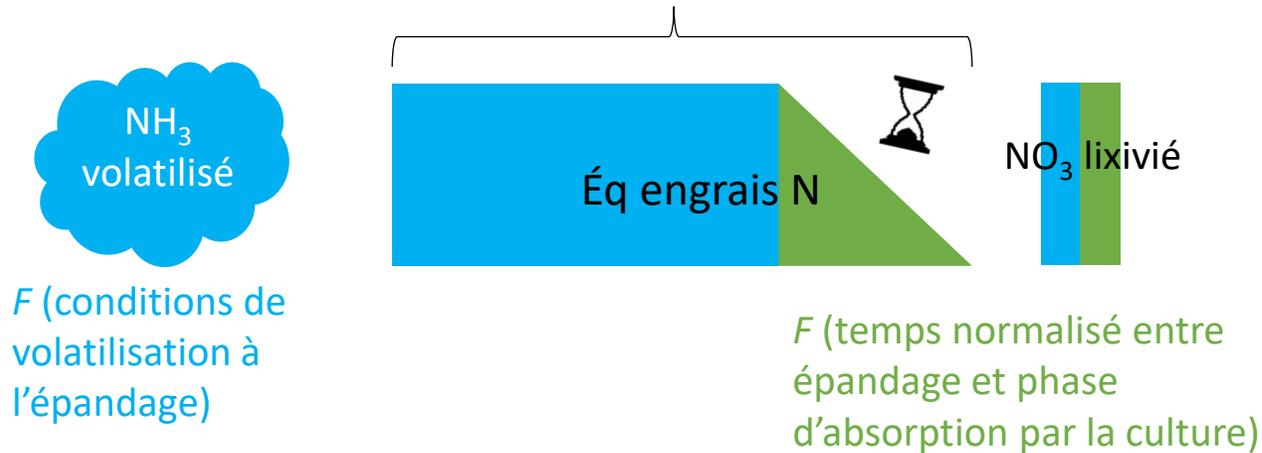
Fractions azotées dans les PRO



Facteurs de variation multiples



équivalence engrais N: part de l'azote apporté qui pourra être utilisée par la plante jusqu'à la récolte, de la même façon qu'un engrais minéral



Efficacité azotée



N organique

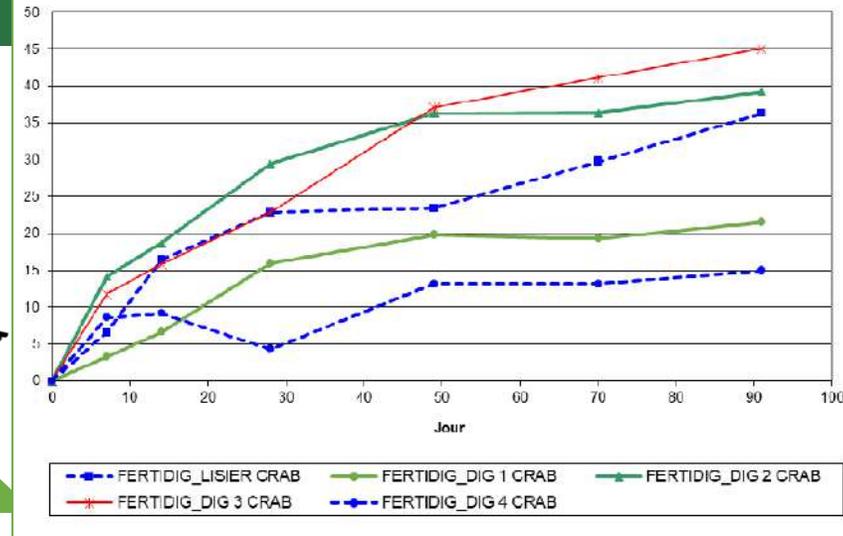


Analyse labo

N minéral

N minéralisable
sur la culture

Evolution du taux de minéralisation de l'azote
de 5 PRO



Ferti-Dig - LDAR, 2022

NH₃
volatilisé

F (conditions de
volatilisation à
l'épandage)

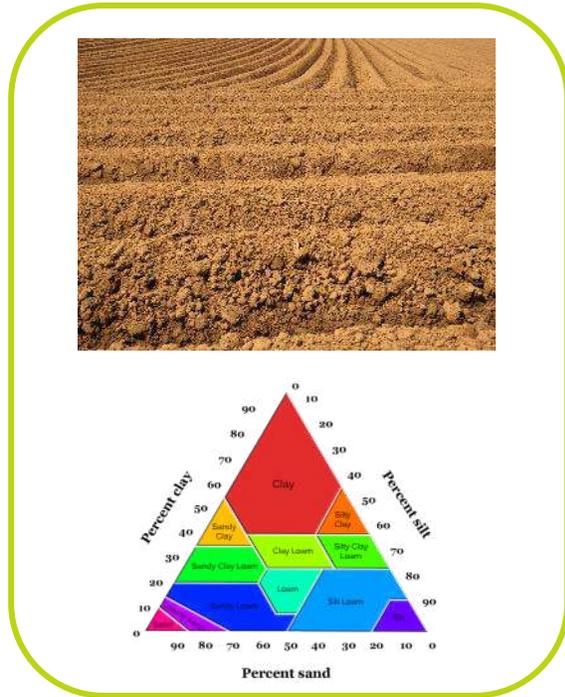
Éq engrais N



F (temps normalisé entre
épandage et phase
d'absorption par la culture)



Que se passe t'il au champ ?



Temps de minéralisation
Lixiviation
Volatilisation
...



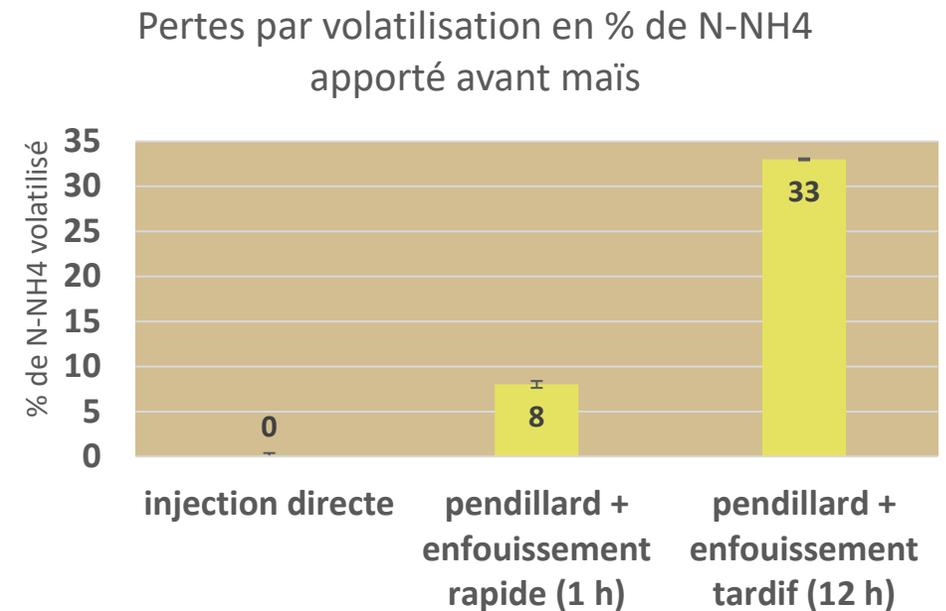
Pertes par volatilisation

Même produit : digestat de méthanisation

Différentes modalités d'épandage :

- Injection directe
- Pendillard 1h
- Pendillard 12 h

Efficacité différente



Source : projet ELDA (CAB, 2023)





Pertes par volatilisation

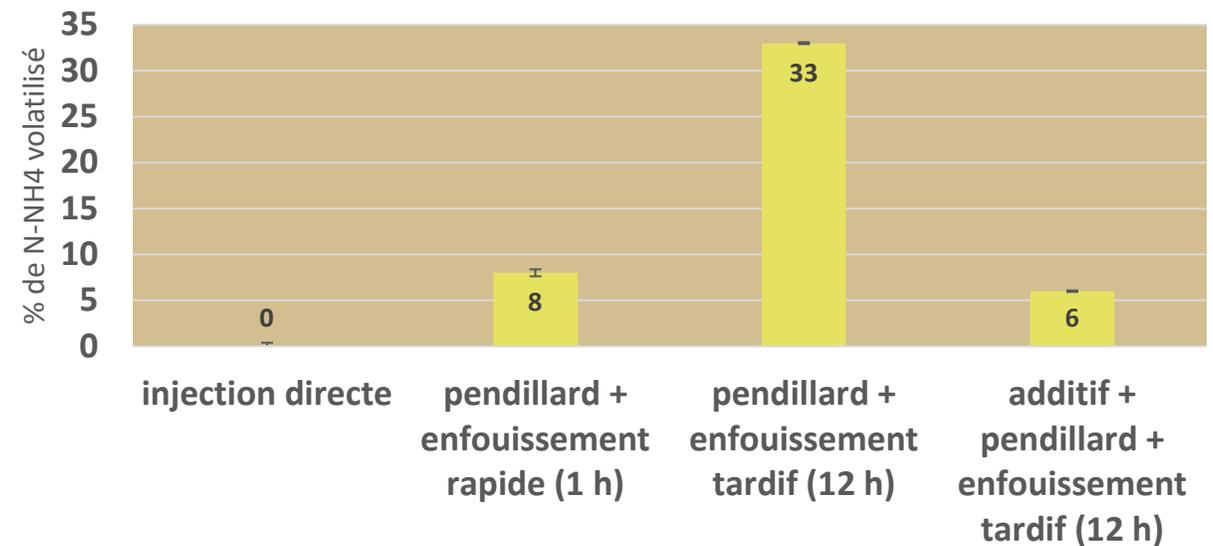
Même produit : digestat de méthanisation

Différentes modalités d'épandage :

- Injection directe
- Pendillard 1h
- Pendillard 12 h
- Additif – acide sulfurique 30-38% (9 l/m³)

Efficacité différente

Pertes par volatilisation en % de N-NH4 apporté



Source : projet ELDA (CAB, 2023)





Pertes par volatilisation

Comment prendre en compte ces pertes dans la gestion des PRO à l'épandage ?

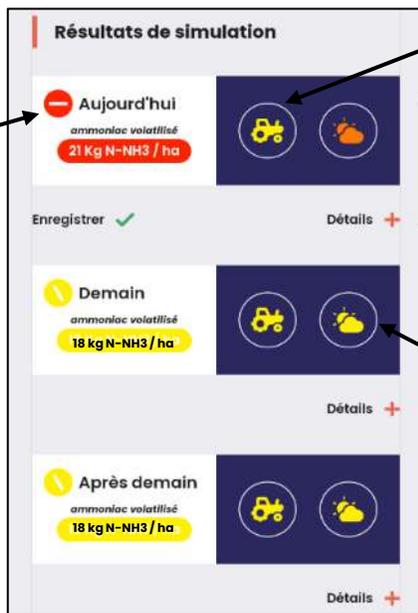
Développé avec l'appui d'un groupe d'agriculteurs, CUMA et ETA, l'outil est disponible pour tous les agriculteurs bretons et bientôt sur d'autres régions françaises.

agrivision **N'air**

www.agrivationair.fr

Une prévision sur trois jours de la perte d'azote par volatilisation, avec 3 indicateurs :

Qualité de l'épandage : Azote perdu / azote apporté (%)



Performance du matériel d'épandage + délai enfouissement



Impact de la météo



Des synthèses annuelles personnalisées et pédagogiques :

Quantités apportées et volatilisées

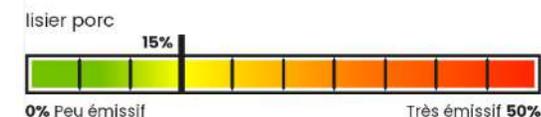
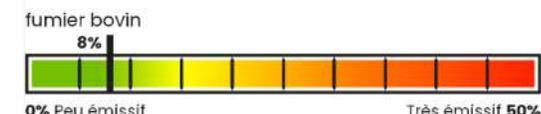


Indicateur économique



Potentiel émissif des effluents ?

azote ammoniacal volatilisé en % de l'azote apporté

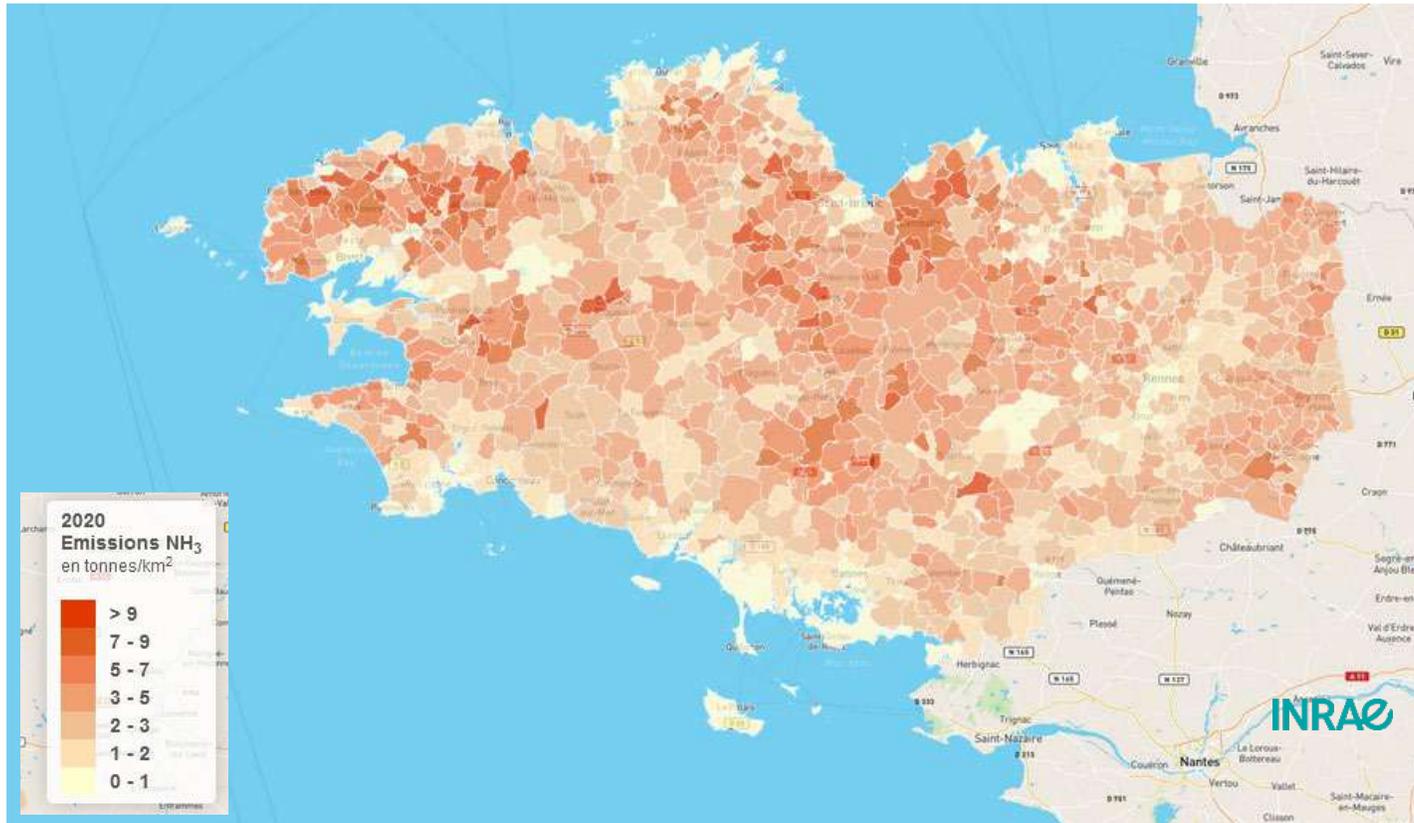


Et d'autres fonctionnalités à découvrir !



Pertes par volatilisation

Comment prendre en compte ces pertes dans les inventaires des émissions ?



Mise à jour des références nécessaire
Confrontation aux données terrain

Projet CREEA

Tâche 1.2 : Caractérisation des pratiques agricoles sur le territoire pilote et amélioration de l'inventaire des émissions





Temps de minéralisation N organique

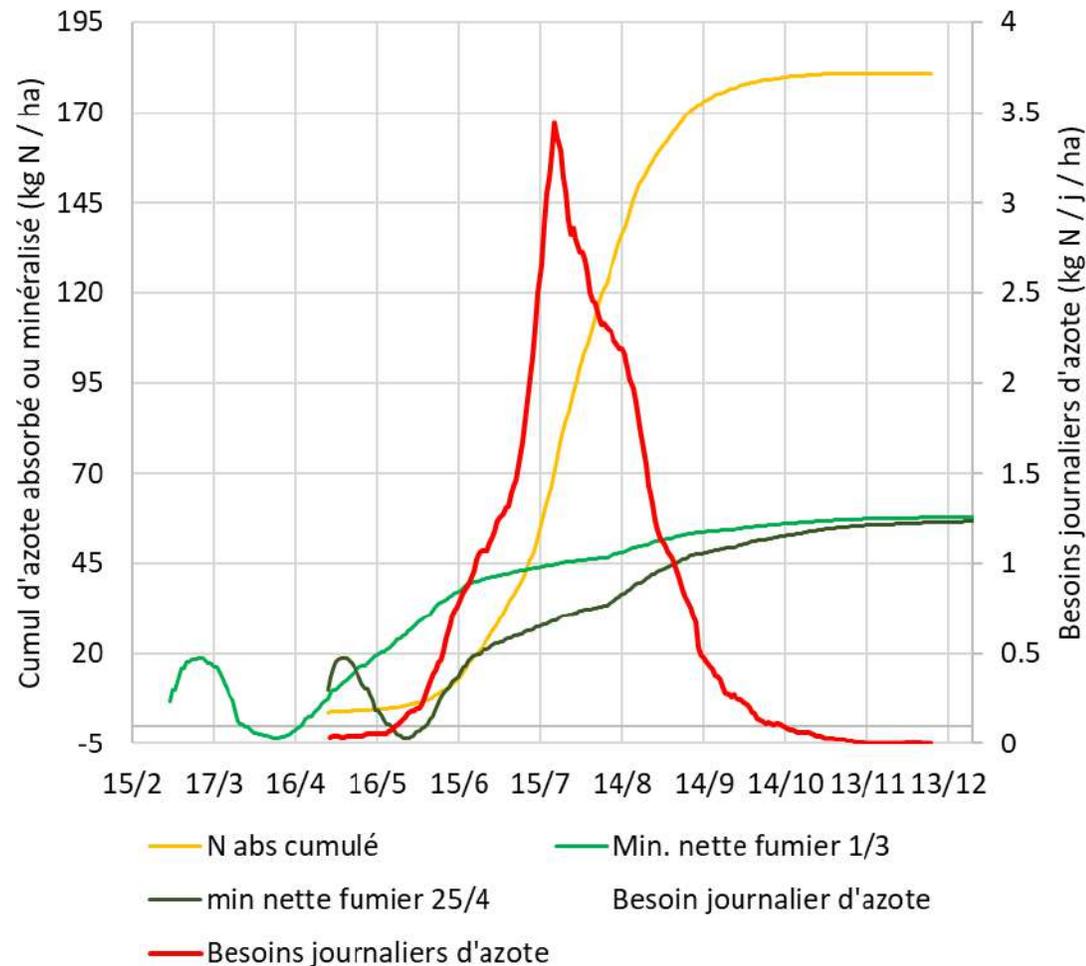
Même produit : fumier frais

Différentes dates d'épandage :

- au 1/3 – plus de temps de minéralisation → l'azote est disponible au moment où le maïs en a besoin
- au 25/4 – moins de temps de minéralisation → l'azote minéralisé va profiter à la culture n+1
Perte d'efficacité N
Risque de pertes d'azote par lixiviation à l'automne

Efficacité différente

Simulation de divers flux d'azote sous un climat d'ouest Bretagne pour une culture de maïs





Keq N : indicateur de l'efficacité N

- Calcul à l'épandage :

à partir de références ou
d'analyses laboratoire

N efficace
d'un PRO

=

Quantité de PRO épandue
t ou m³/ha

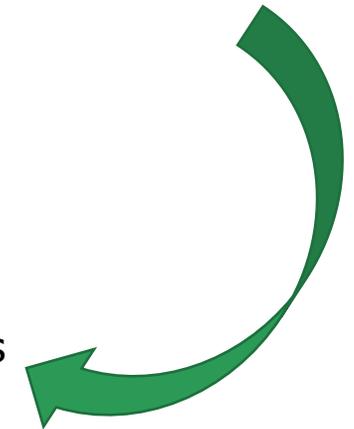
x

Teneur en N du PRO
kg N/t ou m³

x

Keq N

intégrateur théorique des
pertes et de la minéralisation
de l'azote dans des conditions
climatiques moyennes



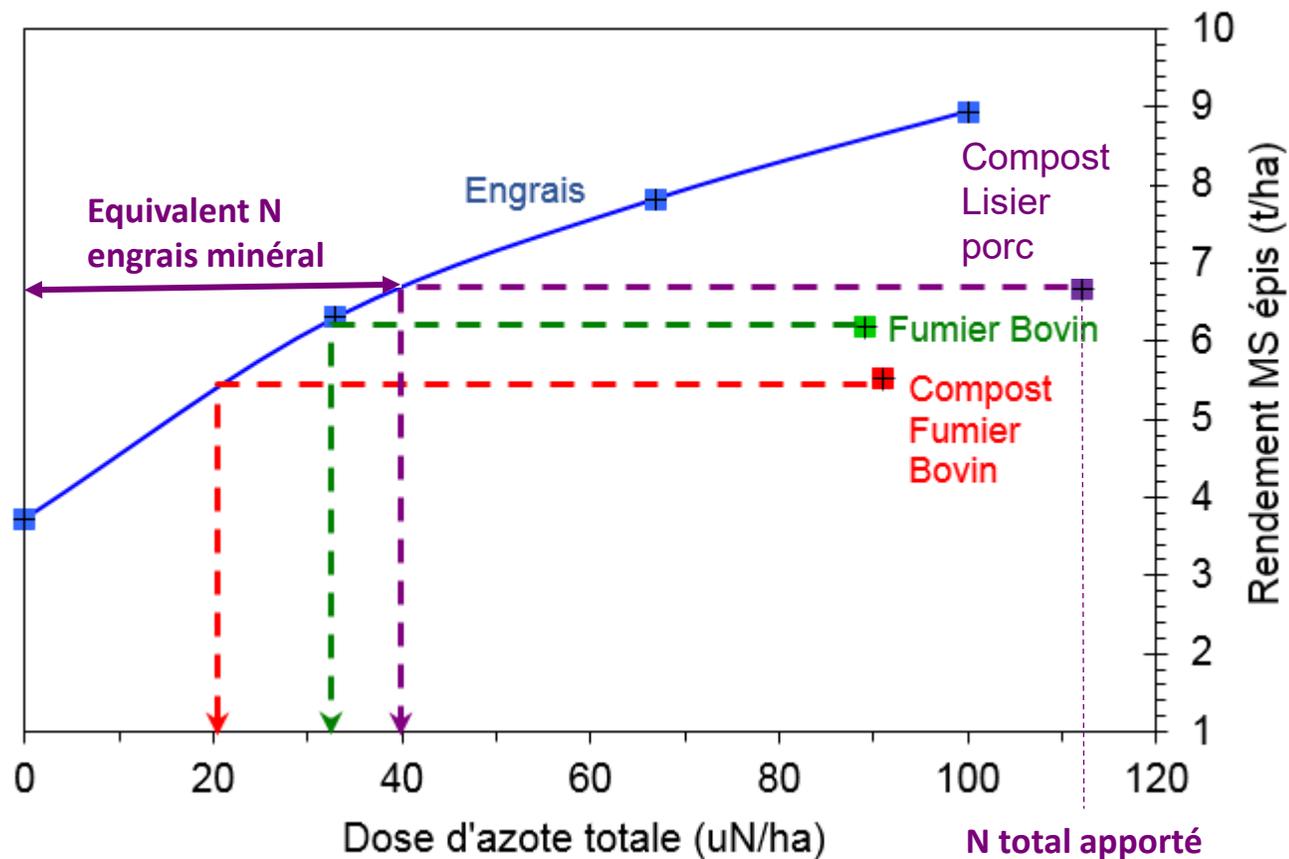


Keq N : indicateur de l'efficacité N

- Comment on l'obtient ?
 - Les essais du type courbe de réponse

$$\text{Keq N} = \frac{\text{Equivalent N engrais minéral}}{\text{N total apporté}}$$

Représentation schématique d'une courbe de réponse du rendement d'un maïs fertilisé avec différents PRO





Keq N : indicateur de l'efficacité N

ANNEXE 11

11-2 Coefficients d'équivalence engrais des Produits Résiduaire Organiques (PRO)

Tableau validé par le GREN - version 2017

Source	Type de produit	Produit	Type de fertilisant DN V (2)	Céréales (y compris porte graine)		Colza		Maïs	Prairies	Epinard		Haricot	PDT	chou poireau	Culture Légumière	
				Print.	Aut.	Print.	Fin été (1)			Print.	Print.				Print.	Print.
				Période d'apport												
Bovins	Fumier	Fumier bovins de < 3 mois, Fumier bovins de > 3 mois, Fumier bovins d'aire paillée vaches, Fumier bovins viandes, Fumier bovins de logettes paillées vaches, Fumier bovins de raclage d'aire d'exercice paillée	type I	0.15	0.1	0.15	0.2	0.25	0.1	0.2	0.2	0.2	0.25	0.2	0.1	0.2
Bovins	Compost	Phase solide après séparation de phase de lisier de bovin composté/stooké Compost de fumier de bovin < 3 mois	type I	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1
Bovins	Compost	Compost de fumier de bovin > 3 mois	type I	0.05	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1
Bovins	Lisier	Eaux blanches + eaux vertes, Lisier de bovins viandes sur caillebotis, Lisier de VL fosse bâtiment, Lisier de VL logettes caillebotis, Lisier de VL raclage logettes non dilué, Lisier de VL raclé en fosse extérieure, Punnis, Phase liquide après séparation de phase du lisier de bovin	type II	0.45		0.45	0.45	0.5	0.55	0.4	0.45	0.45	0.45	0.45	0.4	0.45
Bovins	Lisier	Lisier de veaux de boucherie	type II	0.6		0.6	0.65	0.7	0.65	0.6	0.65	0.6	0.65	0.7	0.6	0.7
Méthanisation	Digestat	Phase solide après séparation de phase du digestat de méthanisation	type I	0.45	0.3	0.45	0.45	0.5	0.55	0.4	0.45	0.45	0.45	0.45	0.4	0.45
Méthanisation	Digestat	Digestat brut issu de Méthanisation, Phase liquide après séparation de phase du digestat de méthanisation	type II	0.6		0.6	0.65	0.7	0.65	0.6	0.65	0.6	0.65	0.7	0.6	0.7
Méthanisation	Compost	Phase solide du digestat de méthanisation après séparation de phase composté	type I	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1
Porcs	Lisier	Phase liquide après séparation de phase du lisier de porc, Lisier de maternité gestantes, Lisier de porcs moyen dilué, Lisier de porcs moyen non dilué, Lisier de prefosse engraissement, Lisier d'engraissement concentré	type II	0.6		0.6	0.65	0.7	0.65	0.6	0.65	0.6	0.65	0.7	0.6	0.7
Porcs	Compost	Compost de phase sèche de raclage en V	type I	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1
Porcs	Fumier	Fumier de porcs de moins de 6 mois	type I	0.3	0.2	0.35	0.35	0.45	0.4	0.3	0.35	0.3	0.45	0.4	0.3	0.4
Porcs	Compost	Compost de lisier de porcs "Guernévez" de moins de 6 mois, Refus frais de vis compacteuse de lisier de porcs	type I	0.3	0.2	0.35	0.35	0.45	0.4	0.3	0.35	0.3	0.45	0.4	0.3	0.4
Porcs	Compost	Compost de Lisier de porcs "Guernévez" de 6 à 10 mois, Compost de refus de tamis (issus de centrif. du LP) : C/N > 8, Compost de fumier de porcs de 6 à 10 mois, Compost Lisier de porcs avec déchets verts de 6 à 10 mois	type I	0.1	0.1	0.2	0.1	0.25	0.1	0.2	0.2	0.2	0.25	0.2	0.1	0.2
Porcs	Compost	Vieux Compost de Lisier de porcs avec déchets verts de plus 10 mois, Vieux Compost Lisier de porcs "Guernévez" de plus 10 mois, Vieux compost de fumier de porcs de plus de 10 mois	type I	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1
Volailles	Fumier	Litière de volaille de moins de 4 mois, Pintades : Compost de litière de sciure de moins 6 mois, Poules repro frais : Compost de litière de sciure de moins 6 mois, Poulets label frais : Compost de litière de sciure de moins 6 mois Poulets, dindes : Compost de litière de sciure de moins 6 mois, Poulettes frais : Compost de litière de sciure de moins 6 mois, Pintades : Fumier (de moins de 4 mois), Sauterelles : Fumier (de moins de 4 mois)	type II	0.45		0.45	0.55	0.65	0.5	0.5	0.55	0.5	0.55	0.55	0.45	0.55

Tableaux disponibles pour les PRO classiques
- Séries d'expérimentations

Quelles valeurs de Keq N pour les nouveaux PRO ?

Exemple références en Bretagne



Keq N – digestats de méthanisation

Produit	Mode d'apport (printemps)	Céréale d'hiver	Colza	Maïs	Prairie
Digestat brut lisier de porc	surface	0.60	0.70	0.60	0.60
	Injection ou enfouissement < 4h	NA	NA	0.80	
Digestat brut autres situations	surface	0.40	NA	0.50	0.40
	Injection ou enfouissement < 4h	NA	NA	NA	NA
Fraction solides compostés	surface	0.10	NA	0.35	NA
	Injection ou enfouissement < 4h	NA	NA	NA	NA

en cours de validation

NA : données manquantes

Nombre d'essais recensés : 40
Sources de données : 2010 – 2022
GT COMIFER PRO



Vers une simplification des tableaux des références ?

Séparer
Keq N minéral
Keq N organique ?

Avoir que quelques
gammes de Keq N et
regrouper les PRO ?

Autres ?





Potassium

- Possibles pertes au stockage (percolations)
- $Keq\ K = 100\%$

Phosphore

- Pertes/ha très réduites
- Forme P apporté
- Si sol carencé $\rightarrow Keq\ P$
- Si sol pas carencé \rightarrow bilan à l'échelle de la rotation (pas d'effet direct)

Coefficient d'équivalence superphosphate des engrais organiques pour l'année de l'apport

Type de produit	Coefficient d'équivalence P_2O_5
Lisier et fumiers de porcs	0,95
Fumiers et fientes de volailles	0,85
Fumiers de bovins	0,80
Composts de fumiers de bovins	0,70
Boues de STEP biologiques	0,95
Boues de STEP physico-chimiques (CaO, sels Fe...)	0,90
Compost de boues de STEP et déchets verts	0,70
Compost de déchets verts	0,55

Source : ARVALIS



Formes des Carbone dans les PRO

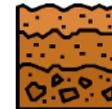
Objectif : amender le sol

Nourrit la vie du sol et stimule la minéralisation N sur le long terme

Participe à la préservation du sol : structure, fonctionnement hydrique, stockage

C actif/labile

C stable

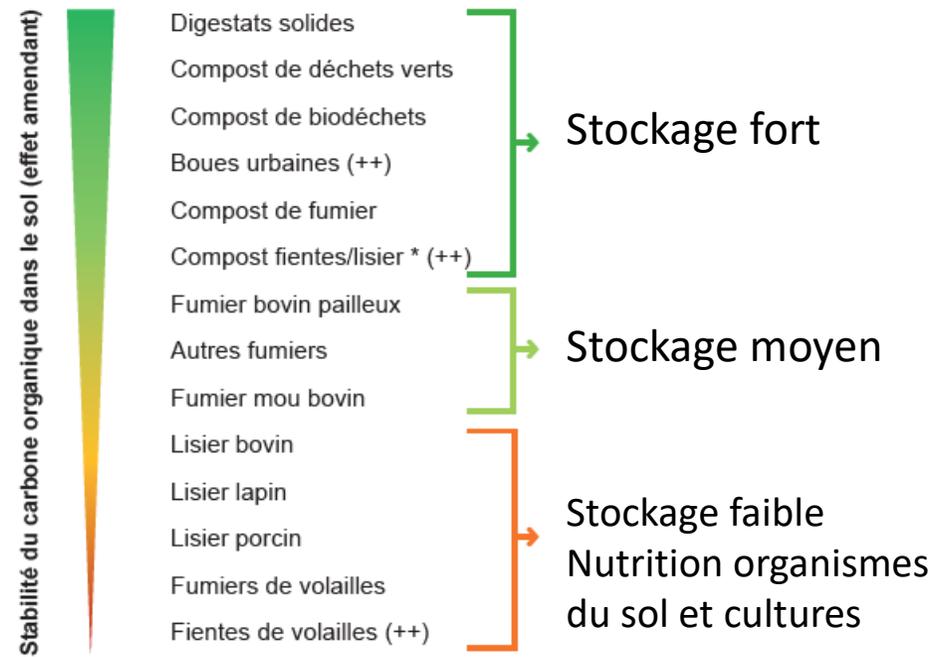




Indicateurs

ISMO : indice de stabilité de la matière organique

Classement des PRO selon l'ISMO (d'après Lashermes et al., 2011)



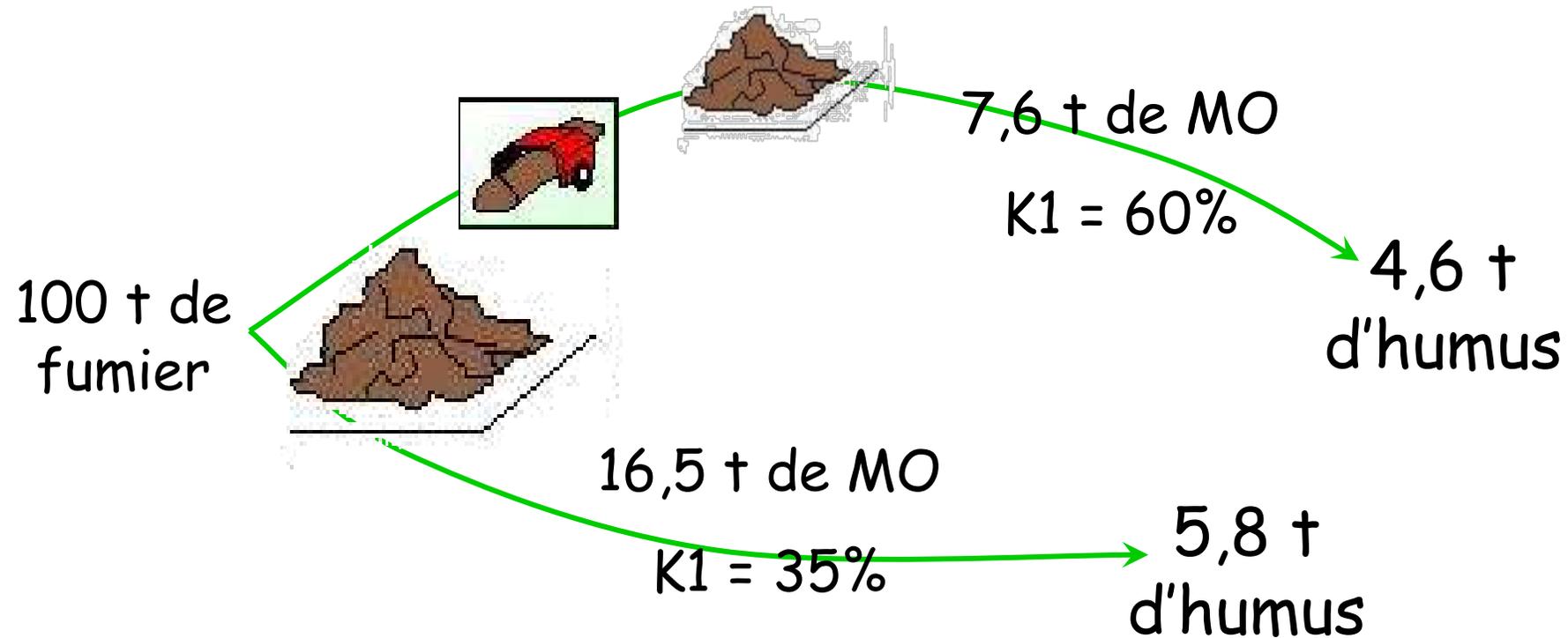
(++) indique une grande variabilité des mesu
* Avec ajout de matières carbonées

C'est le rythme d'apport qui détermine le stock.



Gestion à l'échelle de l'exploitation

Exemple du compostage





Efficacité azotée

- L'azote des PRO n'est pas 100 % efficacité
- Vers une amélioration de l'estimation des pertes par volatilisation
 - Agrivision'air : un outil d'aide à la décision
 - Amélioration des modèles
- Le Keq N - indicateur intégrateur des pertes et de la minéralisation
 - Regroupements à faire pour faciliter le conseil ?

Efficacité PK

- Le K presque toujours efficace à 100%
- Le P à raisonner en fonction de l'état du sol

Carbone

- ISMO : indicateur d'un stockage potentiel

Gestion dynamique et des flux à considérer



Merci !

**LA VALORISATION AGRICOLE
DES PRODUITS ORGANIQUES :**

**UNE PRATIQUE TRADITIONNELLE
QUI RÉPOND À DE NOUVEAUX ENJEUX**