

The logo for ARVALIS features a stylized leaf icon on the left, composed of overlapping yellow, teal, and blue shapes. To the right of the icon, the word "ARVALIS" is written in a bold, teal, sans-serif font. A thick teal horizontal line is positioned below the text, tapering off to the right.

ARVALIS





# Effluents d'élevage : une mine d'or à valoriser



Carole GIGOT - ingénieure régionale fourrages - [carole.gigot@arvalis.fr](mailto:carole.gigot@arvalis.fr)

Sommet de l'élevage - 2023



# Effluents d'élevage : une mine d'or à valoriser

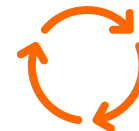
? En quoi les effluents d'élevage sont des mines d'or ?

Quelle est leur composition ?



Comment les gérer avant épandage ?

Sont-ils facilement valorisables par la plante ?

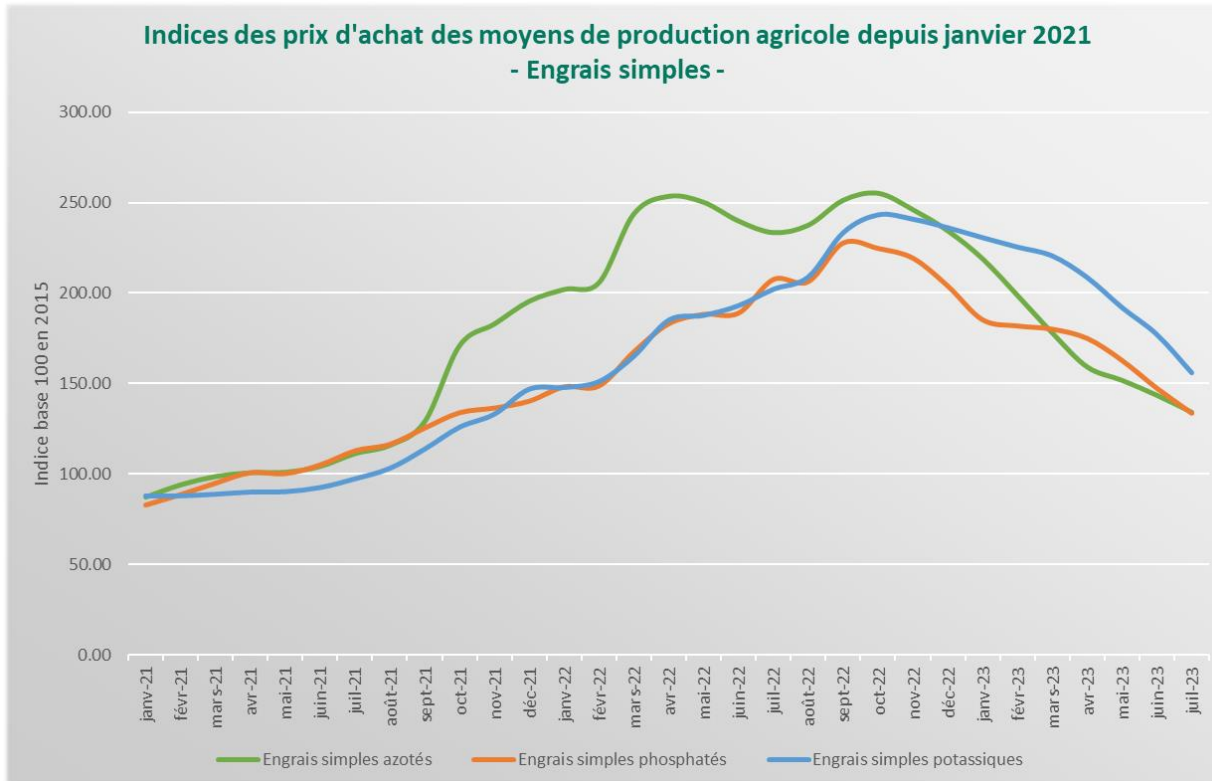


Quels sont leurs effets sur la culture et le sol ?



# En quoi les effluents d'élevage sont des mines d'or ?

## Engrais minéraux



Source : Agreste - Insee

## Effluent d'élevage



- Présent sur la ferme
- Accès facilité

# En quoi les effluents d'élevage sont des mines d'or ?

- Un poste de fourniture à prendre en compte dans la méthode des bilans

## Méthode des bilans

$$\begin{array}{l} \text{Besoins de la culture} \\ \text{Objectif de rendement X Exportation} \\ \text{N récolté} \end{array} = N_0 + N_{\text{leg}} + N_{\text{rest}} + \text{CAU} (X_a + X)$$

$N_0$  : fourniture par le sol  
 $N_{\text{leg}}$  : contribution des légumineuses  
 $N_{\text{rest}}$  : effet direct des restitutions au pâturage  
CAU : coefficient apparent d'utilisation  
 $X_a$  : effet direct des engrais de ferme  
 $X$  : dose d'N minéral à apporter

### Exemple :

*Prairie temporaire moyennement productive enrubannée puis pâturée présentant une proportion de légumineuses d'environ 10%.*

*Un apport de 15 tonnes de fumier de bovins par hectare permet de combler 55% des besoins azotés, le reste doit l'être par de l'azote minéral.*

**Et en plus, les effluents d'élevage n'apportent pas que de l'azote !**

# Quelle est leur composition ?

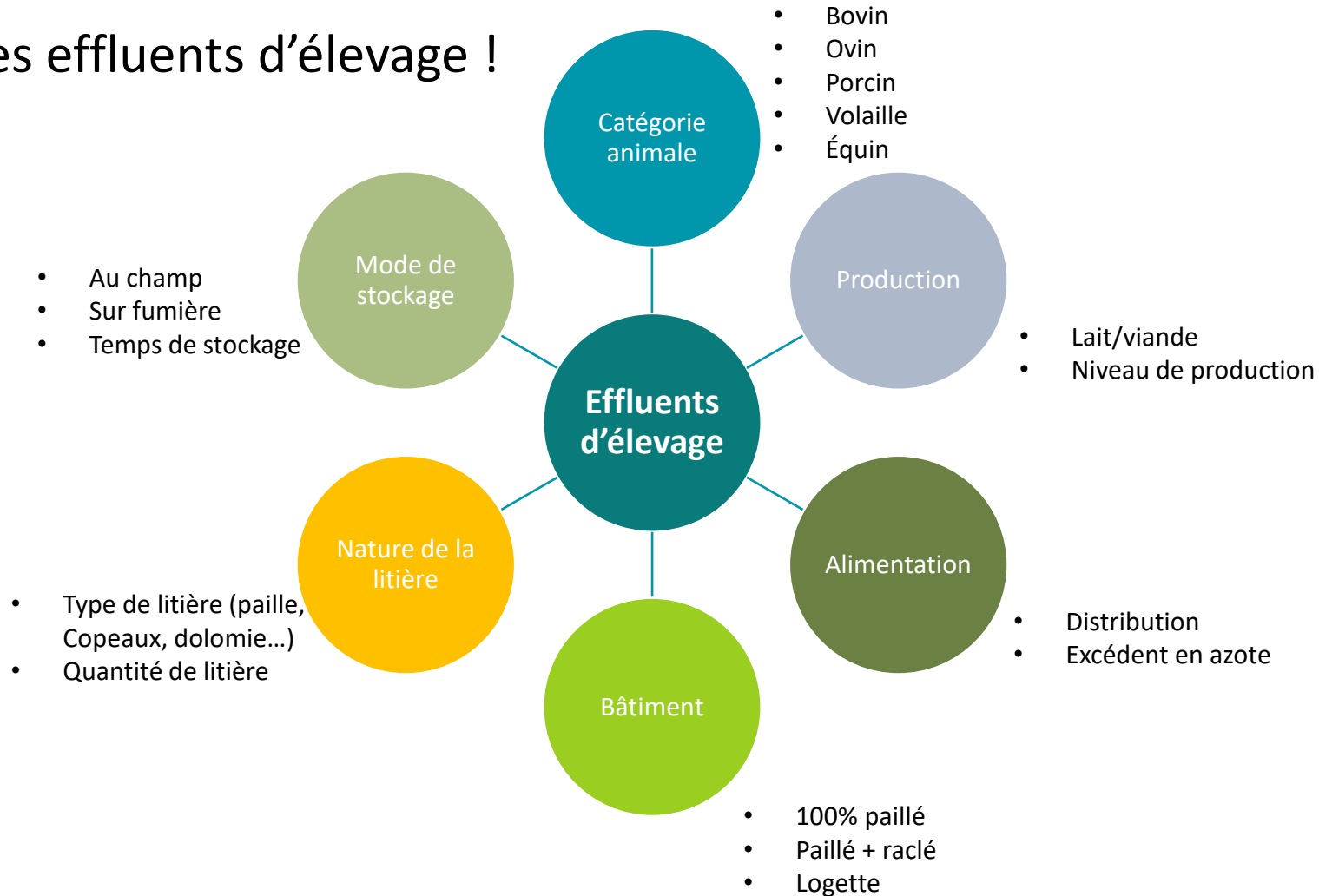
	Fumier de BV Moy.	Fumier de JB - paille	Lisier de BV Moy.	Compost de fumier de BV Moy.	Lisier de porc Moy.	Fiente de volaille Moy.	Fumier équin - paille
Matière sèche (%)	25	27	9	26	34	85	25
Matière organique (%)	21	35	8	16	2	63	30
C/N	18	9	11	14	3	8	25
N-total (g/kgPB)	6	9	3	6	3	39	6
pH	8	9.2	7.4	8.9	7.7	7.4	8.0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g/ kgPB)	3	9	1	3	2	38	3
K <sub>2</sub> O (g/ kgPB)	9	12	4	11	2	26	9
CaO (g/kgPB)	7	8	2	6	2	80	8
MgO (g/kgPB)	2	5	1	2	1	9	2

Source : RMT élevage environnement, IFCE, Ferme des Bordes



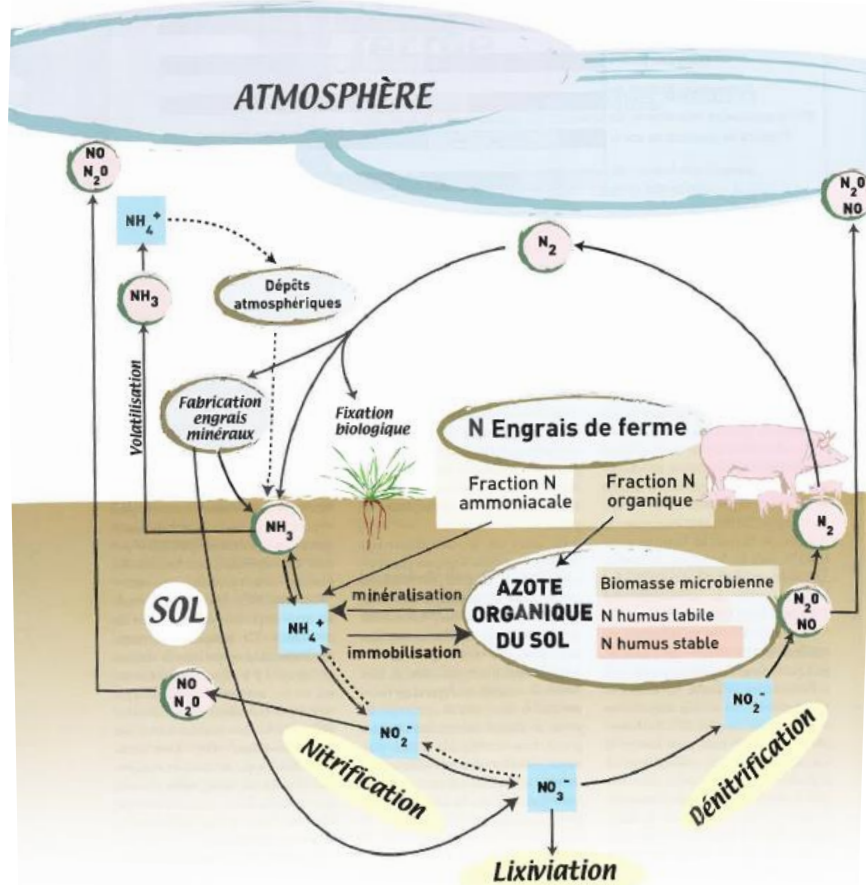
# Quelle est leur composition ?

- Pas un mais des effluents d'élevage !



# Comment les gérer avant épandage

Le devenir de l'azote d'un engrais de ferme après apport sur une parcelle agricole – D'après Cellier et Mariotti 1996.  
Les fractions gazeuses sont entourées d'un cercle.



Fertiliser avec les engrais de ferme – Institut de l'élevage, ITAVI, ITCF, ITP –  
ISBN : 2.86492.441.2 – 2001

## Pertes « vers le bas »

Pertes par **lixiviation** : perte par les eaux de drainage d'une partie des ions  $NO_3^-$  issus de la transformation des ions  $NH_4^+$  via le processus de nitrification (l'autre partie est absorbée par les plantes)

## Pertes « vers le haut »

Pertes par **volatilisation** : pertes par voie gazeuse sous forme d'ammoniac  $NH_3^+$ .  
Pertes par **dénitrification** : les ions nitrites issus de l'oxydation de  $NH_4^+$  ou de la réduction de  $NO_3^-$  peuvent être perdus par voie gazeuse sous forme d'oxydes d'azote ( $N_2O$ ,  $NO...$ ) ou de diazote  $N_2$ .



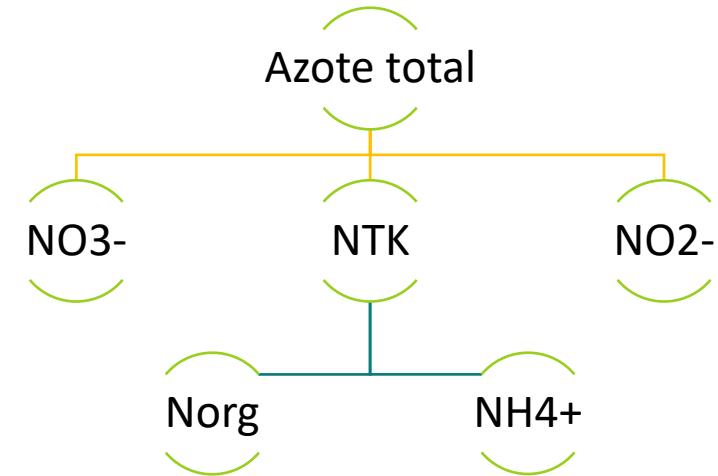
# Comment les gérer avant épandage ?

## Les pertes « vers le bas »

2 études conduites en parallèle

**1** Analyse et quantification des lixiviats collectés séparément sur 3 andains stockés en plein air sur des bâches imperméables

**2** Analyse des reliquats avant et après mise en dépôt du fumier sur prairie et sur CIPAN comparé à un témoin sans stockage de fumier



Composition du fumier (moyenne et (écart-type) ; n=9) à la mise en tas le 30 novembre 2017

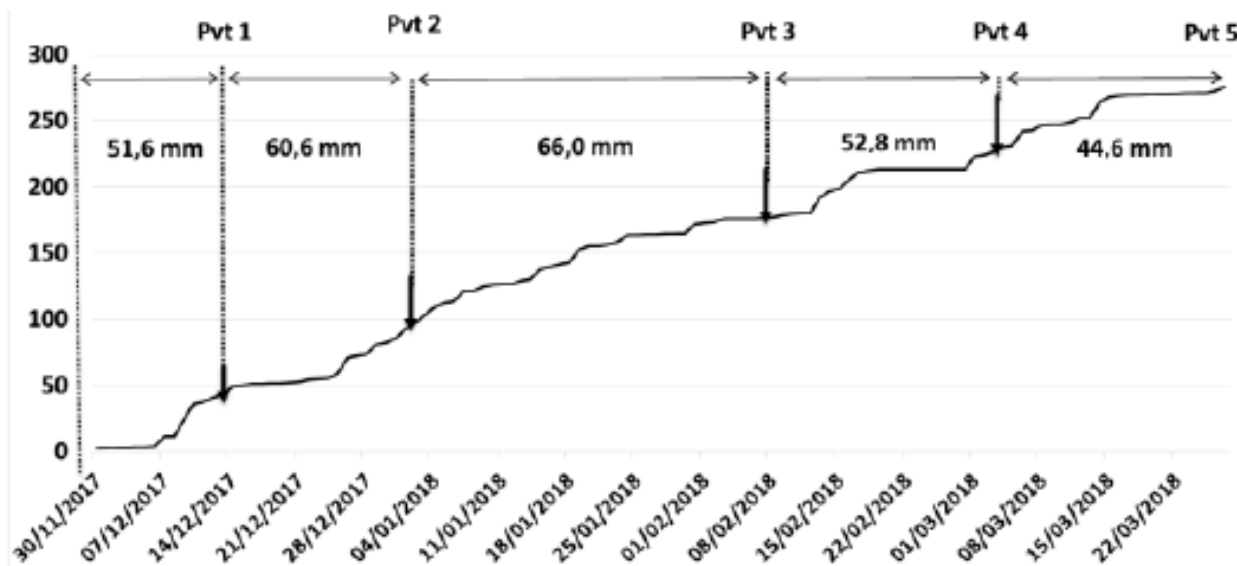
MS (g/kg brut)	MO (g/kg brut)	Ctot (g/kg brut)	N-NTK (g/kg brut)	C/N	Norg (g/kg brut)	N-NH <sub>4</sub> (g/kg brut)	N-NO <sub>3</sub> (g/kg brut)	K <sub>2</sub> O (g/kg brut)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g/kg brut)
304 (22)	256 (20)	128 (10)	7.8 (0.8)	16.6 (1.7)	6.1 (0.7)	1.7 (0.2)	1.5 (1.9)	12.2 (0.8)	2.6 (0.3)

# Comment les gérer avant épandage ?

## Les pertes « vers le bas »

**1** Récolte des lixiviats (conservés à -18°C) à 5 reprises (tous les 50-60 mm de précipitations)

*Pluviométrie cumulée et date de prélèvements des échantillons de lixiviat*



*Quantité d'azote transféré par lixiviation et rapport entre ces transferts et la quantité d'azote initialement présente dans les tas de fumier*

N° andains	N total (kg N-NTK)	Ntotal percolé (kg Ntotal)	Transfert N par lixiviation (%)
1	42.1	0.66	1.56
2	54.1	1.08	1.99
3	35.3	0.83	2.36
<b>Moy</b>	43.9	0.86	<b>1.97</b>

Perte de 1.97% d'N-NTK entre la mise en tas (30 novembre 2017) et l'épandage (27 mars 2018)

Lorinquer et al., 2017 : entre 1.5% et 4.5% - Shah et al., 2016 : 4.9% - Petersen et al., 1998 : 4.3%

# Comment les gérer avant épandage ?

## Les pertes « vers le bas »

**2** Prélèvements de sol pour l'analyse des reliquats azotés en début (la veille de la mise en tas) et en fin (le lendemain de l'épandage) d'essai sur les horizons 0-30 cm et 30-60 cm.

*Remarque : Pas d'évolution des teneurs en azote minéral pour les 2 placettes témoins sur la période de l'essai*

Résultats de l'analyse statistique sur l'effet du fumier et du couvert sur les reliquats azotés en fin de période d'essai

	Effet fumier
N-NO3 hz1	*
N-NO3 hz2	**
N-NO3 total	**
N-NH4 hz1	NS
N-NH4 hz2	***
N-NH4 total	*
N-MINtot hz1	*
N-MINtot hz2	***
N-MINtot total	**

+ Pas d'effet couverture

Rapport entre l'azote transférée vers le sol pendant la période de dépôt au champ du fumier et la quantité d'azote initialement présente dans les tas de fumier

Modalités	N surplus / N fumier (%)
Herbe 1	0.94
Herbe 2	0.40
Herbe 3	0.25
CIPAN 1	0.73
CIPAN 2	0.78
CIPAN 3	0.52
Moyenne	0.60



# Comment les gérer avant épandage ?

Les pertes « vers le haut »

3 modalités  
Sur plateforme de stockage  
Du 13/02/2013 au 22/04/2013



\*Polypropylène  
(Gangloff® Toptex)

- Température à 3 hauteurs du tas (30, 60 et 90 cm) avec des thermocouples reliés à une centrale d'acquisition CR3000 (Campbell Scientific).
- Emissions gazeuses pendant 48h chaque semaine durant 11 semaines.
- Concentration de gaz à l'entrée et à la sortie de la chambre dynamique avec analyseur photoacoustique infrarouge (INNOVA 1412).
- Taux de ventilation contrôlé avec un ventilateur mécanique Fancom.
- Lixiviats collectés, pondérés et analysés en fonction des précipitations.

# Comment les gérer avant épandage ?

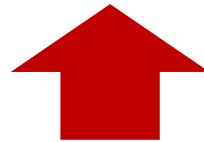
## Les pertes « vers le haut »

N-NH3	12%	7%	4%
N-N2O	0.1%	0.08%	0.2%
N-N2	<b>24%</b>	<b>28%</b>	<b>4%</b>

**36.1%**



**28.38%**



**8.2%**



Tas témoin

Tas couvert\*

Tas couvert\*  
compacté

**0.7%**



Les pertes se produisent principalement au cours du premier mois de stockage :

- 97 à 100% pour le N-NH3
- 41 à 56% pour le N-N2O

### Remarque :

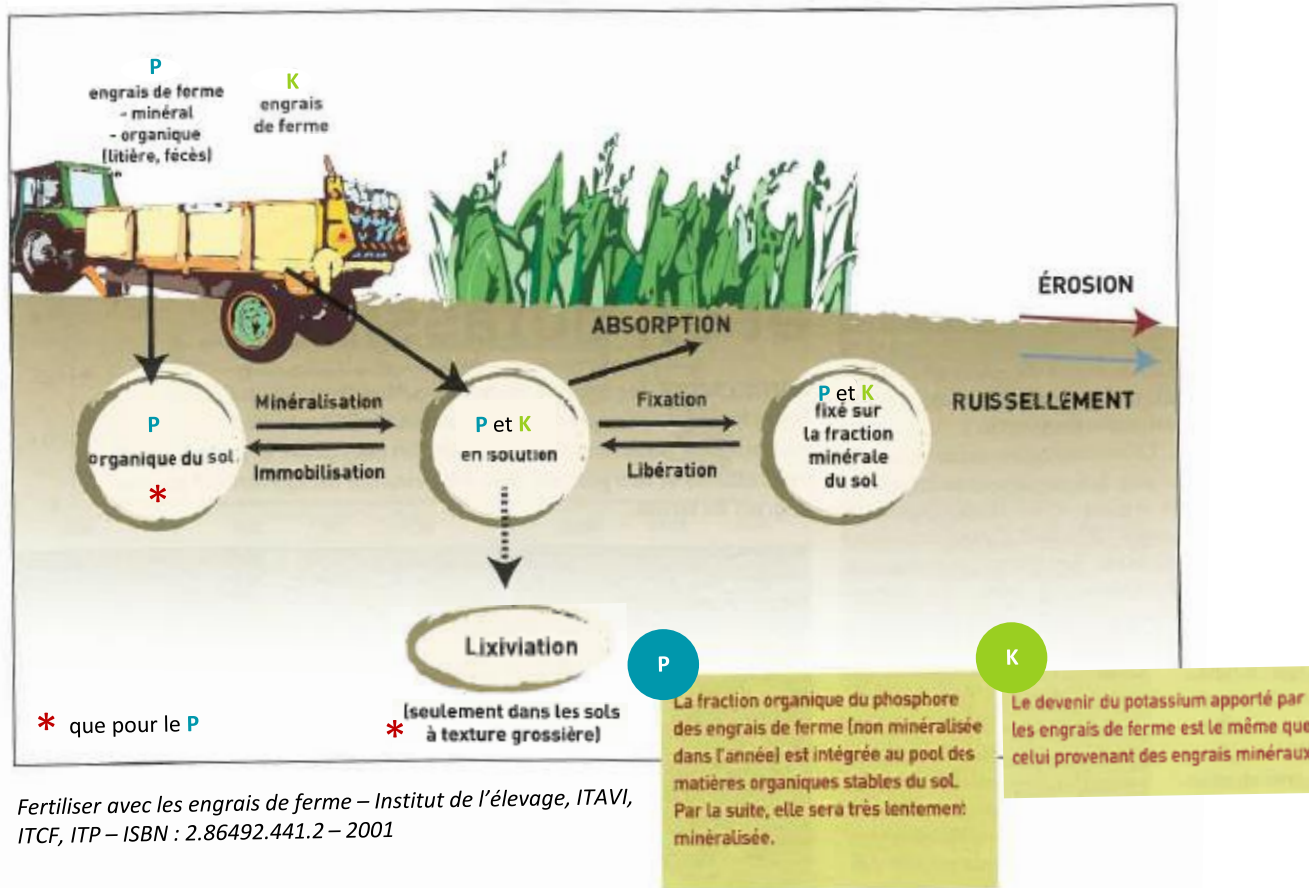
- La couverture des tas a induit une **diminution de l'activité biologique** en limitant l'humidification par les eaux de pluie.
- La couverture et le compactage a **multiplié par 10 la quantité de méthane** émise.
- Des **pertes** peuvent avoir lieu au **moment même de l'épandage**.

\*Polypropylène  
(Gangloff® Toptex)



# Comment les gérer avant épandage ?

Devenir du phosphore et du potassium des engrais de ferme après retour au sol



Evolution de la composition moyenne de fumiers de bovins lors du stockage

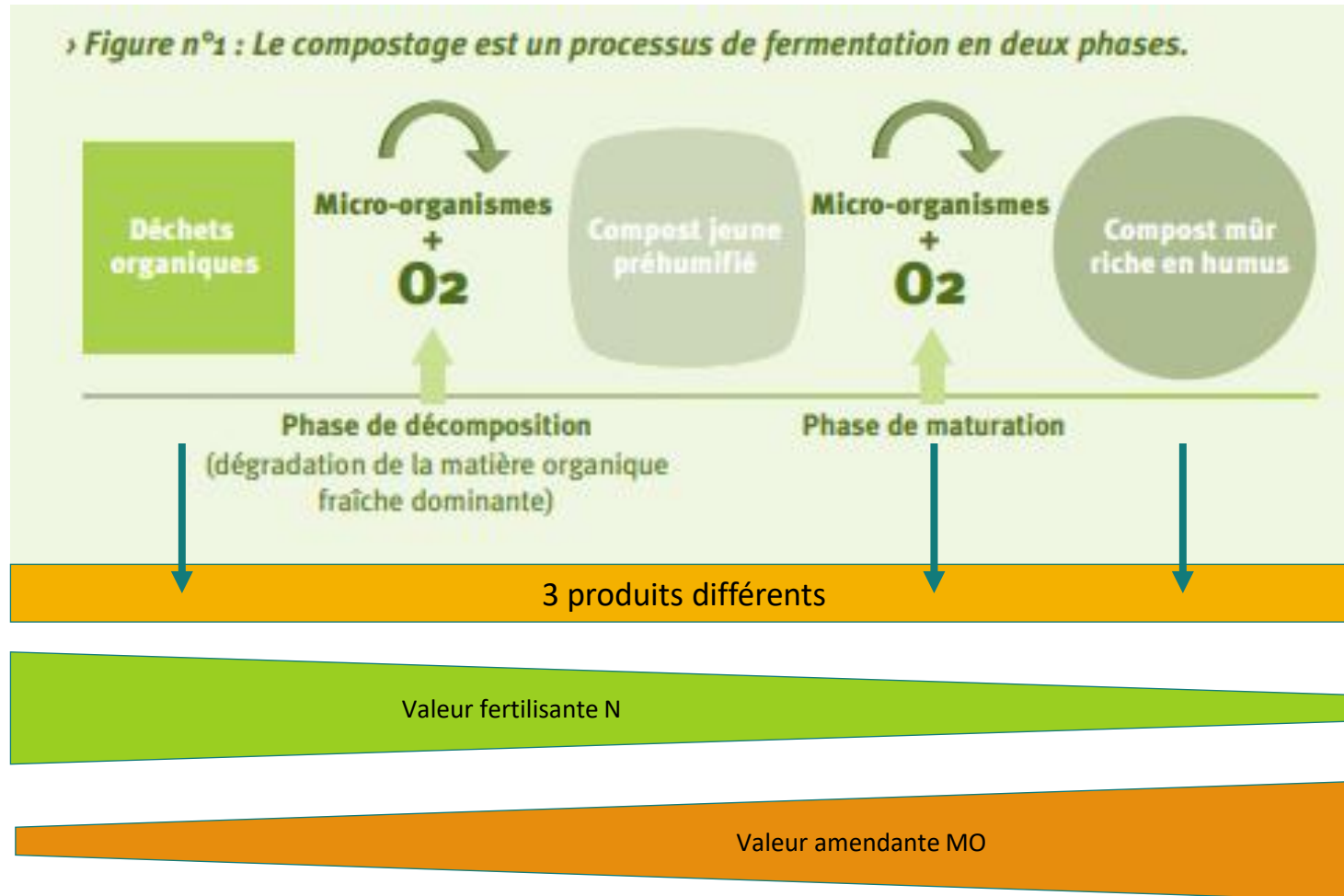
		MS	N tot	P2O5	K2O
		%	g/kg frais		
Fumiers frais (24)	Moy	20.7	4.8	2.8	8.1
	Min	15.3	3.2	1.2	4.5
	Max	28.8	6.5	6.9	18.2
Fumiers évolués 9 mois de stockage (13)	Moy	24.0	5.7	4.5	8.4
	Min	17.2	2.1	1.5	1.5
	Max	37.9	8.7	10.9	15.9

Source : Arvalis – Institut du végétal – CRA Limousin



# Comment les gérer avant épandage ?

## Effet du compostage



N

Le risque principal est une perte sous forme **NH<sub>3</sub>** : **à chaque retournement**, les quantités de NH<sub>3</sub> peuvent être très importantes (**jusqu'à 50%** sur toute la période de compostage).

P

**Pertes très limitées** car non présent sous forme gazeuse ni en solution mais contenu dans la MO ou dans les microorganismes du compost.

K

**En fin de maturation**, si le tas est laissé trop longtemps au **lessivage** des pluies, des pertes peuvent avoir lieu jusqu'à 50% également.

# Comment les gérer avant épandage ?

- Ce qu'il faut retenir :
  - La quantité maximale d'azote lixiviée lors de la phase de stockage d'un fumier compact ayant mûri au moins 2 mois dans des installations est inférieure à 2% de l'azote total contenu initialement dans le fumier (source : Derval)
  - 1/3 de l'azote total contenu initialement dans le fumier peut être perdu par voie gazeuse. Un moyen d'y pallier : la couverture du tas ! (source : Derval)

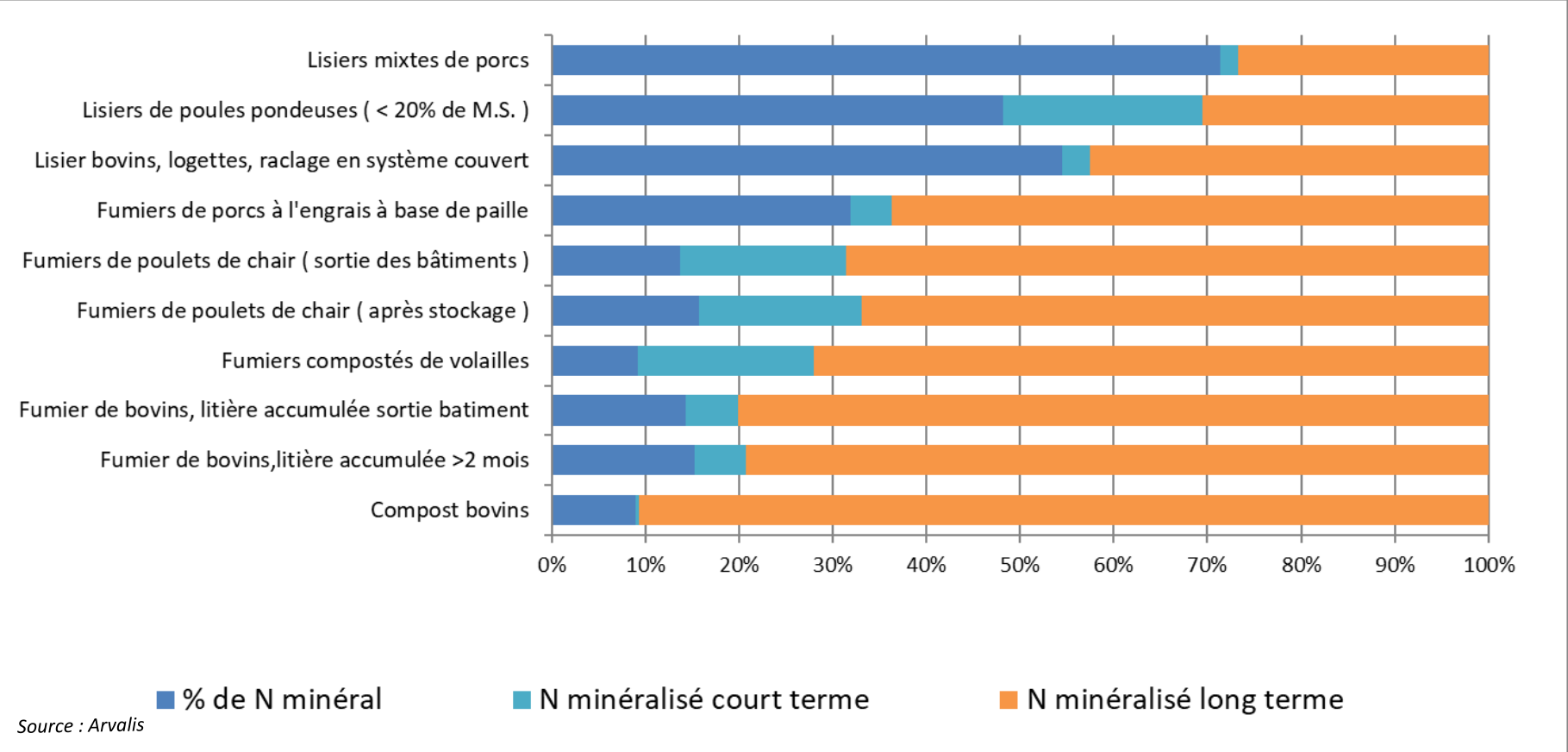
**Faire analyser son effluent d'élevage  
au plus près de la date d'épandage !**





# Sont-ils facilement valorisables par la plante ?

- Pourcentage des fractions azotées dans différents engrais de ferme



# Sont-ils facilement valorisables par la plante ?

- Coefficient d'équivalence de l'azote des engrais de ferme pour prairie

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

Type de produit	Période d'apport			
	Automne		Printemps	
Fumier de bovins et ovins	0.3	0.2	0.1	0.05
Compost de fumier bovins/ovins	0.25	0.15	0.05	0
Fumier de porcins	0.4	0.4	0.4	0.4
Compost de fumier de porcins	0.2	0.2	0.2	0.2
Lisier de bovins			0.6	0.5
Lisier de porcins			0.6	0.5
Fiente de volaille			0.6	0.5

Source : Brochure Comifer, 2013

Région régulièrement arrosée
  Région à déficit estival marqué

Coefficient d'équivalence P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> compris entre 0.6 et 0.95 ; coefficient d'équivalence de K<sub>2</sub>O = 1



# Sont-ils facilement valorisables par la plante ?

- Quantité d'éléments totaux et efficaces apportées par dose de fumier
  - Exemple : épandage à l'automne de 15t/ha de fumier de bovins sur litière accumulée sur une prairie

	N total	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Composition (g/kg produit brut)	5.9	2.8	9.5
Coefficient d'équivalence (g/kg produit brut)	0.25	0.8	1

↓ ↓ ↓

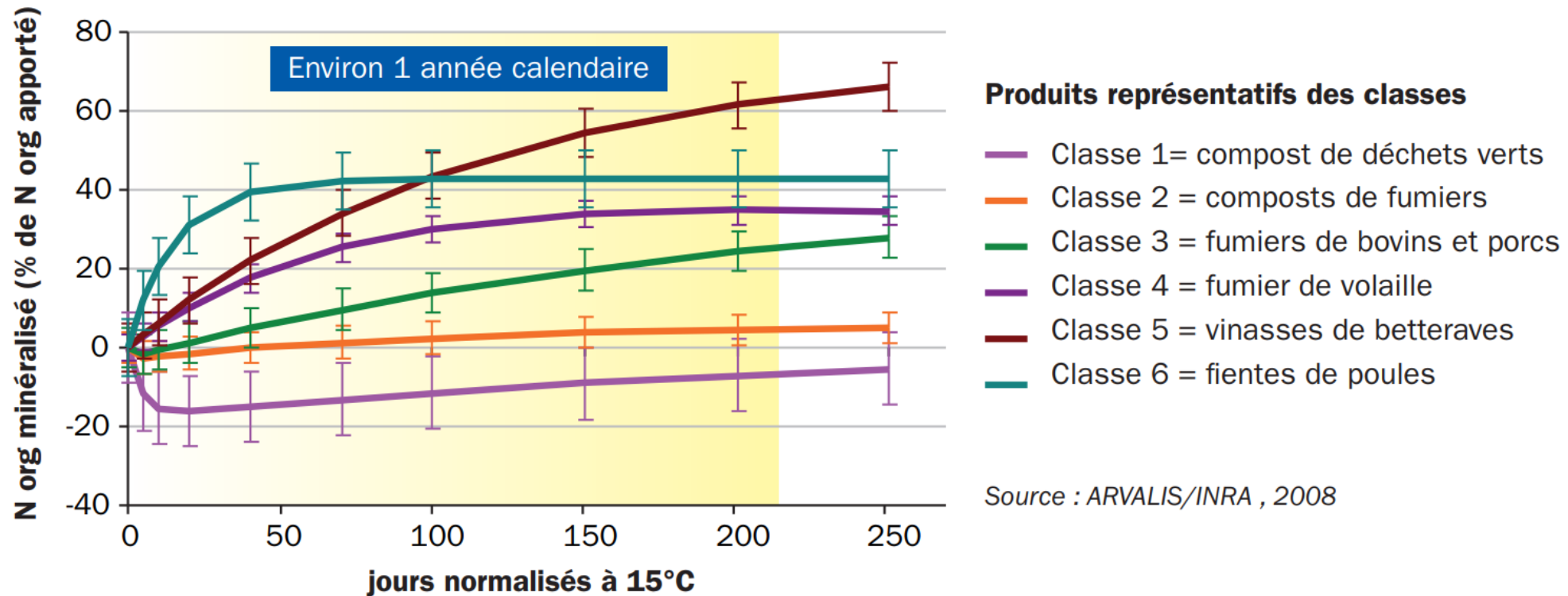
Apport efficace      22 kg/ha      33 kg/ha      142 kg/ha

Equivalent à l'apport de 67 kg/ha d'ammonitrate 33 + 75 kg de super 45 + 235 kg de chlorure de potasse 60



# Sont-ils facilement valorisables par la plante ?

- Des cinétiques de minéralisation de l'azote organique différentes en fonction des effluents



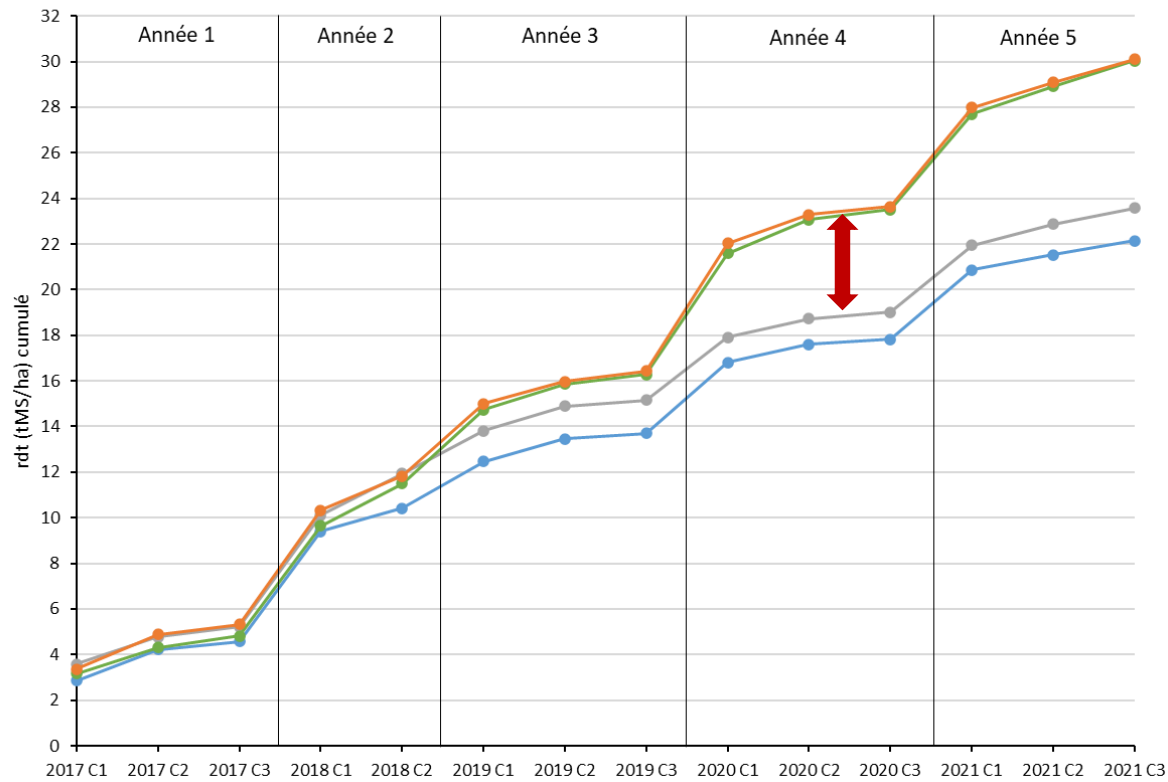
Effluents avec azote rapidement minéralisé → effet fertilisant

Effluents avec peu de libération d'azote (voire captation de l'azote du sol) → effet amendement

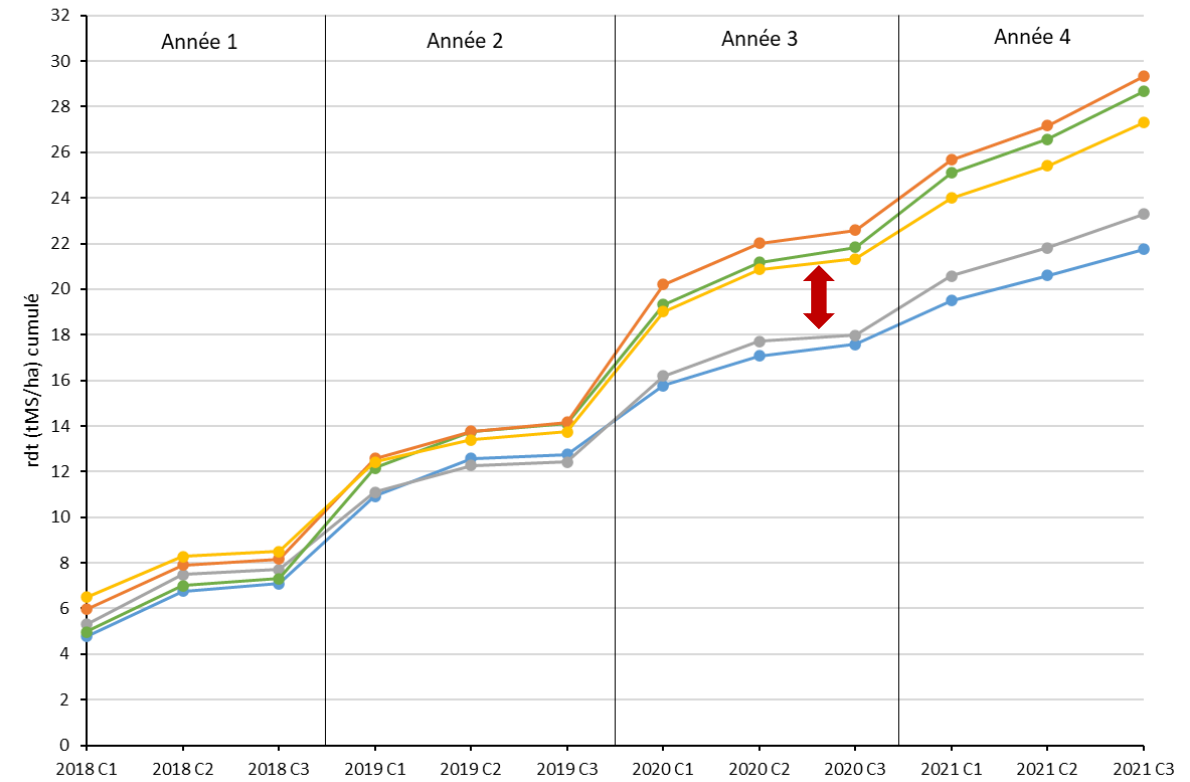
# Quels sont leurs effets sur la culture et le sol ?

- Effet bénéfique sur le rendement...

Rendement total cumulé  
Prairie permanente - sol non drainé



Rendement total cumulé  
Prairie temporaire - sol drainé



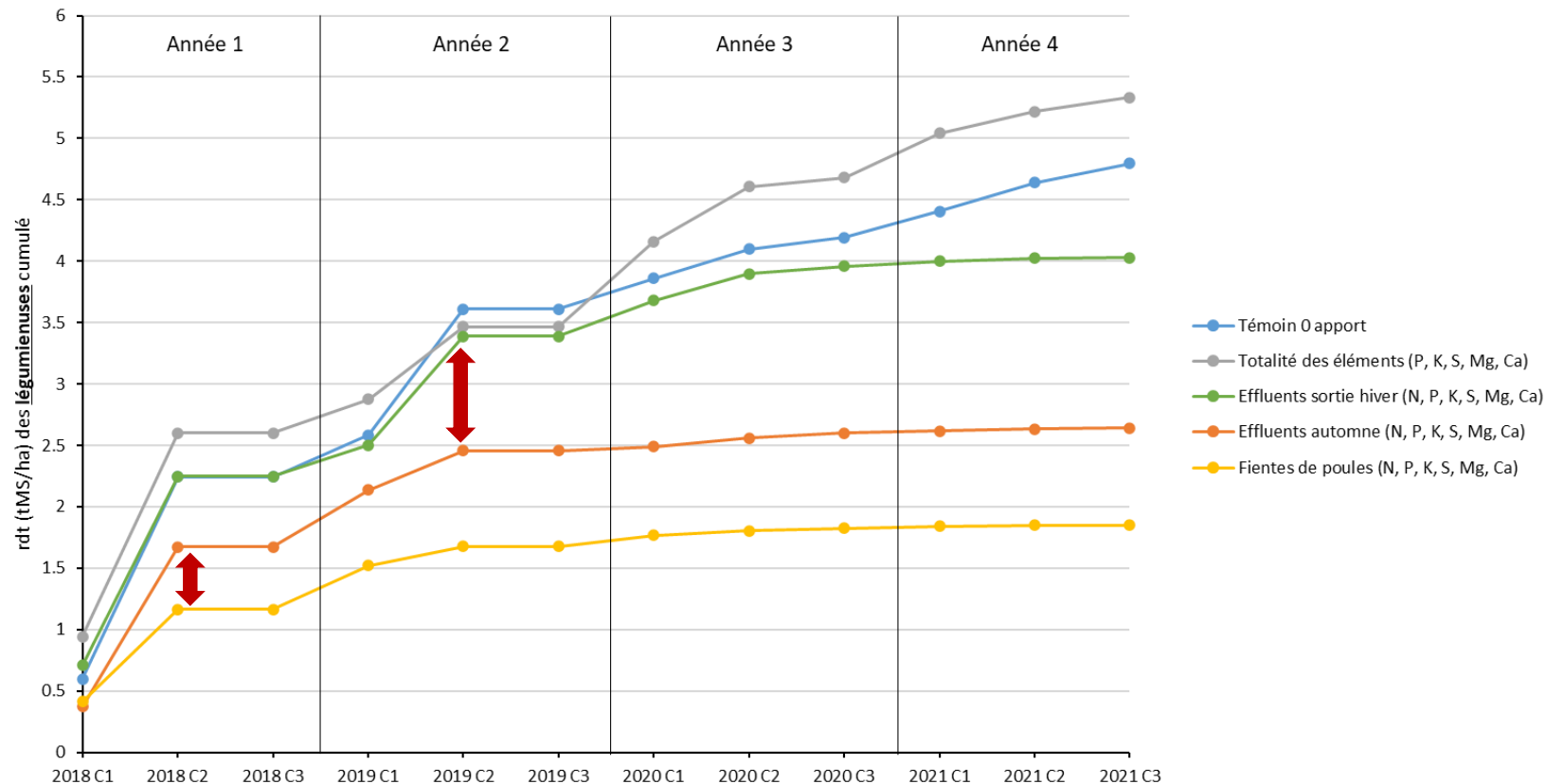
● Témoïn 0 apport   
 ● Totalité des éléments (P, K, S, Mg, Ca)   
 ● Effluents sortie hiver (N, P, K, S, Mg, Ca)   
 ● Effluents automne (N, P, K, S, Mg, Ca)   
 ● Fientes de poules (N, P, K, S, Mg, Ca)

Source : Ferme Expérimentale des Bordes, 2017-2021

# Quels sont leurs effets sur la culture et le sol ?

- ...mais attention aux légumineuses !

Rendement cumulé des légumineuses  
Prairie temporaire - sol drainé



- L'apport en **sortie d'hiver** est moins bien minéralisé d'où un effet moins négatif que l'apport **d'automne**.
- Effet très négatif pour les **fientes de poules** → **Attention**, double dose la première année.
- Réfléchir la **dose** et la **fréquence** des apports sur une prairie multi-espèce pour conserver les **légumineuses**.



# Quels sont leurs effets sur la culture et le sol ?

## ● Effet sur le sol par rapport à des apports minéraux

Essai longue durée Les Grandes Règes (1999-2016)

« Effets à moyen terme sur la fertilité d'un sol de limon sableux d'apports répétés d'effluents d'élevage dans une rotation colza – blé tendre d'hiver et sur fétuque »

### Fertilité chimique

- Stock MO de la couche arable (0-25cm)
- Stock C et N<sub>org</sub> :  
Jusqu'à +25% sur les 0-25 cm sous colza et blé tendre  
Jusqu'à +34% sur les 0-10 cm sous prairie
- Caractéristiques chimiques (pH et CEC<sub>Metson</sub>)
- Biodisponibilité en éléments nutritifs (P, K et Mg)

### Fertilité biologique

+ Taille de la biomasse microbienne et lombricienne

### Fertilité physique

Pas de modification significativement de la stabilité structurale de l'horizon de surface (moyennement à peu sensible à la battance).

➤ % de macroporosité



Stand G195 - Hall 1

# Effluents d'élevage : une mine d'or à valoriser

Carole GIGOT – [carole.gigot@arvalis.fr](mailto:carole.gigot@arvalis.fr)

Avec  
la contribution  
financière du compte  
d'affectation spéciale  
développement  
agricole et rural  
CASDAR

 **MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
ET DE LA SOUVERAINETÉ  
ALIMENTAIRE**  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

