

RMT élevages & environnement



Outils

Valorisation agronomique des effluents d'élevages

de porcs, bovins, ovins, caprins, volailles et lapins



Pascal Levasseur, IFIP et Anne-Sophie Langlois, CRAB

Journées finales des RMT « Elevages et environnement » et « Erytage » - 2 et 3 décembre 2019, Rennes



Contexte

- Evolution des bâtiments, de l'alimentation, développement de procédés de traitements (gestion, résorption, méthanisation)
→ Diversification des effluents d'élevage
- En complément de résultats d'analyses (échelle de l'exploitation), pour des simulations (à différentes échelles territoriales)
- Production de références à des fins de valorisation agronomique optimale
 - Composition et quantités (capacités de stockage)



Avec la collaboration technique de :



Présentation générale des fiches

- **Fiches agronomiques**
 - Principalement des informations sur le devenir de l'azote
- **Fiches « produits » ou « effluents » d'élevage**
 - Quantité et composition par espèce, stade physiologique...
 - Facteurs de variation
 - Equivalence engrais minéral de l'azote
 - Doses repères
 - etc

Levasseur P., Soulier A., Lagrange H., Trochard R., Foray S., Charpiot A., Ponchant P. et Blazy V.



Intérêt des fiches agronomiques



Différence entre:

**- le coefficient Apparent
d'Utilisation (C.A.U)**

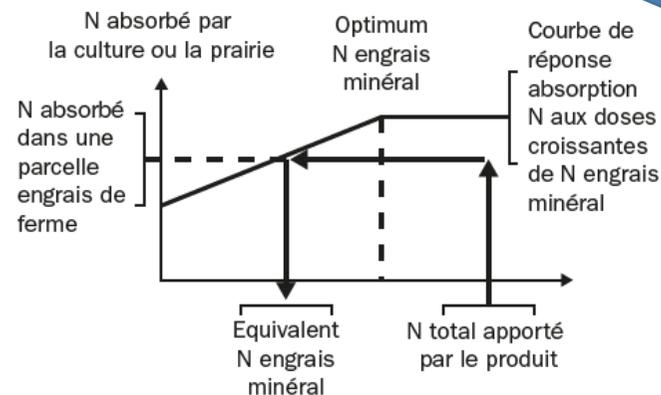
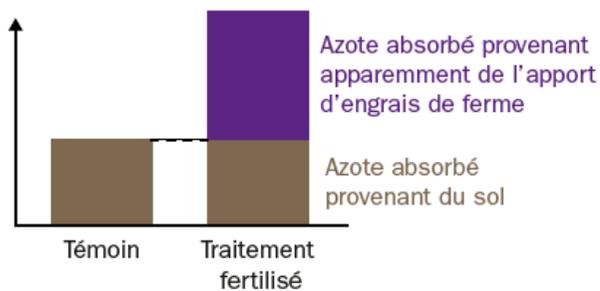
**- le Coefficient d'équivalence
engrais (Keq) ?**

Réponse...

- **CAU:** proportion de l'élément qui est absorbé par la plante et qui provient apparemment du produit appliqué

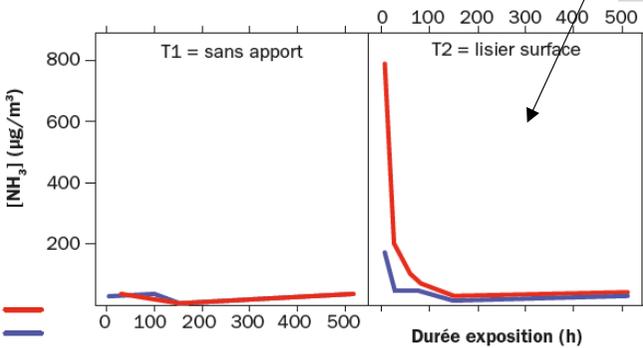
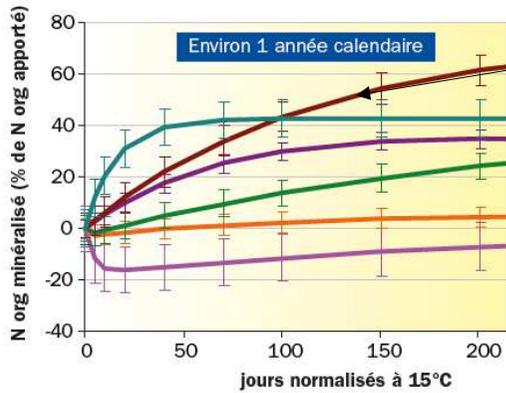
- **Le Keq:** correspond à l'équivalence engrais de référence d'un kg de d'élément (N, P, K...) apporté par le produit

Azote absorbé par la culture ou la prairie

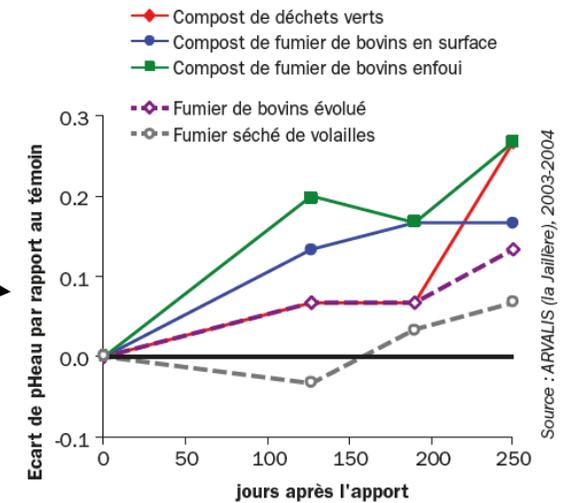
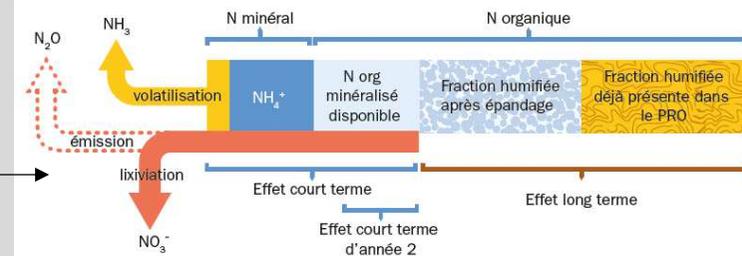


Type de culture	Semis fin été, récolte d'été			Semis automne, récolte d'été		
	Fin été	Aut.	Print.	Fin été	Aut.	Print.
KeqN global	0,22	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
KeqN bilan	0,10	0,15	0,15	0,10	0,10	0,10

Que trouve t-on d'autres ?



- Effets fertilisant NPKS des PRO l'année de l'apport
 - Que devient l'azote des PRO après épandage
 - Comprendre et maîtriser la volatilisation de l'azote ammoniacal des PRO
 - La minéralisation de l'azote des produits organiques
- Effet azote de deuxième année**
- Effets des apports de PRO sur le pH du sol**
- Effet cumulatif des PRO sur le bilan humique**
- Comment prendre en compte les effets long terme azote**



Mode de présentation des fiches agronomiques

- Un recto-verso (comme les fiches effluents d'élevage)
- Intitulé
- Définition
- Textes explicatifs
- Des illustrations (graphiques, tableaux de chiffres)

Effet azote de deuxième année



Définition

La matière organique apportée par les PRO lors des épandages, subit des transformations conduisant à une plus grande stabilisation de celle-ci. Les processus peuvent ne pas être menés à terme à la récolte de la culture réceptrice ou pour certains produits, en une année. La part de la matière organique non encore humifiée se retrouve dans une fraction grossière (50 à 200 µ voire 200 à 2000 µ) à vitesse de minéralisation plus rapide que la matière organique humifiée (< 50 µ) et pourrait donc être à l'origine d'un « effet azote de deuxième année ».

Un stockage de carbone et d'azote

Le carbone apporté par les PRO est utilisé en partie, par les micro-organismes du sol ce qui conduit à un dégagement de gaz carbonique. Le reste est stocké dans les matières organiques humifiées du sol au cours de l'année qui suit l'apport. Cette matière organique humifiée contient entre autre chose du carbone et de l'azote. La synthèse d'essais de longue durée réalisée pendant le projet CASDAR, Gestion Durable des Sols avec des PRO, a mis en évidence qu'au bout de 10 ans d'apports annuels de fumier de bovins à la dose de 100 kg d'azote/ha, le stockage d'azote organique représentait 330 kg/ha soit 1/3 de l'azote apporté.

Un stockage différencié

L'analyse fine de la composition de la matière organique du sol après apports répétés de PRO pendant au moins 10 ans fait apparaître un stockage d'une partie de la matière organique des PRO dans une fraction granulométrique du sol correspondant aux sables fins (50 à 200 µ). La matière organique stockée dans cette fraction (environ 30 % du C et de l'N stocké) a un C/N (1,4 à 17) et une vitesse de minéralisation plus élevée que la matière organique de la fraction plus fine (<50 µ) (C/N 9 à 11) correspondant aux matières organiques humifiées stockées dans les argiles et limons (cf. tableau 1).

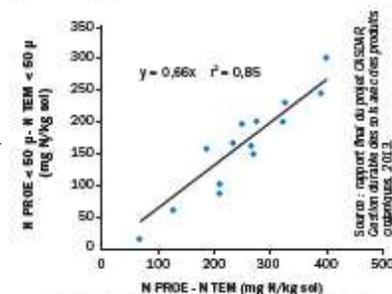


Figure 1 : Ecart de stockage de N dans la fraction fine (<50 µ) comparé à l'écart de stockage total de N

Comme on peut le voir sur la figure 1, 66 % du stockage de N se fait dans la fraction fine (correspondant aux argiles + limons), 30 % se fait dans la fraction 50 - 200 µ (correspondant aux sables fins) et la part de l'azote contenu dans la fraction 200 - 2000 µ correspondant aux sables grossiers n'est pas modifiée et représente 4 à 5 % du stock total d'azote du sol.

A l'origine d'effets courts termes de 2^e année ?

Les 30 % de carbone ou d'azote stockés dans la fraction 50 - 200 µ correspondent à une fraction de la matière organique du PRO qui est fragmentée mais n'est pas encore humifiée au bout d'un an. Elle va donc conserver une évolution propre, différente de la minéralisation de la matière organique humifiée (cf. tableau 1).

Tableau 1 : Exemple de vitesse de minéralisation et durée de demi-vie des fractions granulométriques des matières organiques

MO	% C total	K1 (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

Source : Balcedent et Recous, 1997

Les valeurs de coefficients de minéralisation K1 correspondent au site d'expérimentation mais ne sont pas transposables en tant que tel, à d'autres situations.

Le stockage de C et N dans cette fraction se traduit par une diminution du C/N de cette fraction (cf. figure 2) ce qui va accroître la minéralisation nette de l'azote de celle-ci. Cette fraction pourrait donc être responsable, au moins en partie, d'un effet résiduel parfois mesurable sur la culture suivante la culture réceptrice du PRO (cf. figure 3) appelé effet court terme de deuxième année.

¹ Balcedent J et Recous S. (1997) Les temps de résidence du carbone et le potentiel de stockage de carbone dans quelques sols cultivés français. Canadian Journal of Soil Science 77, 187-193.

Les effluents par filière d'élevage

Porcs	Ruminants	Volailles	Lapins
Lisier naisseur-engraisseurs	Lisier de bovins	Lisier de canards à rôtir	Lisier de lapins
Lisier de porcs charcutiers	Lisier dilué de bovins	Lisier de canards gras	Crottes de lapins
Lisier de truies gestantes	Fumier bovins litière accumulée	Fientes de pondeuses bio	Liquide issue sép. phases
Fumier (paille) de charcutiers	Fumier compact bovins	Fumier de dindes	
Fumier composté (Paille – PC)	Fumier mou bovins	F. poulets chair av. parcours	
Solide composté raclage V	Fumier d'ovins	F. poulets chair conventionn.	
Liquide raclage V	Fumier de caprins	Fumier de cailles	
Refus solide vis-compacteuse	Compost de fumier bovins	Fumier de coquelets	
Refus sol. décanteuse-centrif.		Fientes séchée pondeuses	
Boue N/D et eaux résiduaires		Compost fientes avec litière	

Que trouve t-on dans une fiche effluents d'élevage ?

Fiche effluent 11

Lisier de porcs naisseur-engraisseurs



Définition
Effluent prélevé en fosse de stockage extérieure. Il résulte du mélange des urines et des fèces des truies, porcelets et porcs charcutiers, des eaux de lavage et des précipitations atmosphériques sur les ouvrages de stockage non couverts.

Critères généraux

Quantité produite (m ³ /truite + suite/an)	18,4
pH	7,7
C/N	2,9
N-NH ₄ ⁺ /N sat (%)	70
Pot. méthanogène (m ³ CH ₄ /t MO)	302

Composition en macro et micro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type	Micro-éléments	Moyenne mg/kg MS	Ecart-type
Matière sèche	36,3	17,0	Cu	357	138
Matière organique	25,3	9,7	Zn	1046	-
C organique	11,0	4,5	Fe	2411	-
N total _{total}	3,5	0,7	B	58	-
N-NH ₄ ⁺	2,5	0,6	Al	993	-
N organique	1,1	0,4	Mn	526	-
P ₂ O ₅	2,1	0,7	Co	4,1	-
K ₂ O	2,5	0,6	Mo	6,7	-
CaO	1,8	0,7	Cd	0,5	-
MgO	0,6	0,3	Cr	13,4	-
Na ₂ O	0,5	-	Ni	14	-
SO ₄	0,7	-	Pb	4,7	-
			Hg	10	-
			As	1,2	-
			Se	1,0	-

ND : élément non détectable. Source : IFP

Fiche effluent 13

Lisier de porcs naisseur-engraisseurs

Equivalence engrais minéral de l'azote (cf. fiches 2 et 3)

Type de culture	Semis fin été, récolte d'été			Semis automne, récolte d'été			Semis printemps, récolte d'été			Semis printemps, récolte d'automne			Prairie		
	Fin été	Aut.	Print.	Fin été	Aut.	Print.	Fin été	Aut.	Print.	Fin été	Aut.	Print.	Fin été	Aut.	Print.
KgqN global	0,31	0,2	0,56	0,4	0,42	0,62	0,40	0,40	0,50	0,40	0,48	0,50	0,20	0,38	0,60
KgqN bilan	0,00	0,06	0,56	0,06	0,06	0,60	0,05	0,05	0,50	0,05	0,05	0,50	0,05	0,10	0,60

Kgq P₂O₅ = 0,95 ; Kgq K₂O = 1 ; Coefficient d'humidification = 0,51

Dose repère (cf. fiche 2)

25 m³/ha de lisier de porcs naisseur-engraisseurs apportent en moyenne :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	0,91
MD (t/ha)	0,63
N total (kg/ha)	88
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	63
P ₂ O ₅ (kg/ha)	53
K ₂ O (kg/ha)	63

Solt : 0,32 t de matières organiques humifiées, 50 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport, 63 kg de K₂O disponible l'année de l'apport, 54 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de printemps) ou, 44 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou, 33 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne) ou, 53 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport de printemps).

Une dose de 25 m³/ha couvre les besoins en P₂O₅ d'un blé ou d'un maïs grain produisant 80 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Tref (méthode COMFER). Dans ces conditions de sol, pour un maïs fourrage et les prairies, il faudra compléter en K₂O. Un complément en P₂O₅ pourra aussi être nécessaire si la production de maïs fourrage est supérieure à 10-11 tMS/ha.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur seuil - f impose - pour un élément est la teneur du sol en cet élément au delà de laquelle il est possible de faire une épaisse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur seuil - f renforcement - est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

(1) Roguet C, Massabie R, Courmelon C, Dougnot C (2007). Le porc des élevages de porcs en France : état des lieux, évaluation du besoin d'investissement. Rapport d'étude, commission IFP/Office de l'élevage, 114 pp, 122 pages.

(2) Bertin C, Ramonet Y (2016). Etat des lieux des éléments d'élevage de porcs en Bretagne chez les naisseurs-engraisseurs en 2015. Journées de la Recherche Porcine 48, 17.

- Quantité et composition par espèce, stade physiologique...
- Facteurs de variation
- Equivalence engrais minéral de l'azote
- Doses repères
- Principaux éléments d'impact sur la fertilité
- Précautions d'utilisation et autres modes de valorisation

Principaux facteurs de variation de leur composition

Ces données sont issues d'élevages naisseur-engraisseurs (NE) totaux et partiels, représentatifs des élevages rencontrés sur le terrain.

La proportion de chacun des stades physiologiques des porcs (truies, porcs charcutiers, porcelets) va influencer le niveau de concentration des lisiers. Ainsi, pour les élevages NE totaux, les lisiers bruts devaient présenter des concentrations plus élevées que les moyennes figurant dans ce tableau compte tenu d'une plus forte proportion en lisier de porcs charcutiers (stade physiologique présentant les lisiers les plus concentrés). D'autres paramètres comme le mode d'alimentation et d'abreuvement et la maîtrise (ou non) des fuites d'eaux des abreuvoirs peuvent impacter notablement les taux de dilution des lisiers. En 2007, Roguet et al. (2007)⁽¹⁾ montraient que l'alimentation liquide (sous forme de soupe) représentait 65,6 % des places en engraissement, 57 % des places en verrerie-gestante, 30 % des places en maternité et 1,8 % des places en post-sevrage. Plus récemment, les résultats d'une enquête réalisée en 2015 auprès de 30 élevages naisseurs-engraisseurs bretons (Bertin et Ramonet, 2016)⁽²⁾, indiquent que la part de l'alimentation en soupe représente désormais 81 % des places en engraissement, 72 % des places en verrerie-gestante (logées en stables individuelles), 60 % des places en gestantes en groupes, 52 % en maternité et 7 % des places en post-sevrage.

L'optimisation du lavage et la couverture des ouvrages de stockage extérieure permettent de réduire cette dilution. Les teneurs en matières azotées totales et en phosphore des aliments peuvent également impacter la composition des lisiers, mais dans une moindre mesure, car maitrisées depuis de nombreuses années.

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

La composition des lisiers de porc varie fortement selon les caractéristiques de l'élevage. L'analyse du lisier sera donc un préalable indispensable pour pouvoir apporter la bonne dose. Les lisiers se caractérisent par un taux de minéralisation de l'azote élevé, ce qui implique une disponibilité élevée de cet élément, rapidement utilisable par les cultures. Le rapport C/N est en fait très inférieur à 8 ; il s'agit qu'un fertilisant de type N impliquant des périodes d'épandage plus restreintes que les fumiers ou autres fertilisants de type I.

Précaution d'utilisation, d'épandage et autres modes de valorisation

Compte tenu de la forte proportion d'azote ammoniacal relativement à la fraction organique, le risque de volatilisation de l'azote est élevé, notamment lorsqu'il y a du vent et qu'il fait chaud. Dans ces conditions climatiques, un enroulement plus rapide que les délais préconisés par le règlementation permettra de limiter les pertes. L'azote ammoniacal est également sensible aux pertes par lessivage (entraînement en profondeur sous l'effet de la pluviosité).

Compte tenu des risques sanitaires (notamment de salmonelles) mais aussi de perte d'appétence de l'herbe, il faut respecter un délai de 3 semaines entre un épandage sur prairie et le pâturage.

Même si les lisiers sont peu méthanogènes (5 à 10 Nm³ CH₄/N matière brute) en raison de leur taux de dilution élevé, ils peuvent être employés pour faire de la méthanisation en phase liquide en complément d'autres intrants à forte teneur en matière sèche. Les lisiers procurent de plus un effet tampon intéressant (s'opposant aux brusques variations de pH) pour le digesteur.

Fiches effluents: critères généraux

- **Quantité pour les effluents bruts**
 - Difficilement comparable entre espèces
 - S'exprime en volume ou masse/animal produit ou présent ou UGB
 - Mais aussi en masse / m² de bâtiment/bande (volailles)
- **Quantité pour les issus de traitement**
 - / effluent brut
 - Plus rarement / à l'animal
- **Autres éléments renseignés: pH, C/N, proportion de minéralisation de l'azote et le potentiel méthanogène**

Fiches effluents: composition en macro et micro-éléments

- **Jusqu'à 12 macro-éléments et 15 micro-éléments pour les effluents les mieux connus**
- **A minima MS, MO, N_{tot}, N_{ammo}, P₂O₅ et K₂O pour les moins connus**
- **La teneur en matière sèche (MS) est le premier facteur de variation de la composition en élément**
 - LISIERS: Jusqu'à 10 % de MS (ex: lisier de canard à rôtir)
 - FUMIERS: De 20 (ex: fumier compact de bovin) à 73 % de MS (ex: fumier poulet de chair avec parcours)
 - Fumier mou de bovin à 17 % de MS

Facteurs de variation de la quantité et de la composition

- **Espèce animale**
- **Facteurs de variation communs à l'ensemble des productions animales**
 - mais +/- selon le mode d'élevage et l'espèce animale
 - De nombreux liens entre facteurs de variation
 - Stade physiologique
 - Nature de la litière et quantité apportée
 - Matériel d'abreuvement (gaspillage)
 - Niveau de production
 - Régime alimentaire
 - Pluviométrie (selon surfaces découvertes)
 - Régulation du bâtiment
 - Fréquentation des parcours

Principaux éléments d'impacts sur la fertilité

- **De manière générale: recommandations de fertilisation selon les caractéristiques de composition**
- **Effet amendant (apport de MO) ou fertilisant**
- **Apport principal : N ou P**
- **Disponibilité de l'azote ammoniacal**

Précautions d'utilisation, d'épandage et autres modes de valorisation

- **Selon les produits épandus:**

- Préconisations pour limiter le lessivage, la « faim » d'azote
- Risques de volatilisation de l'azote
- Recommandations sur les matériels d'épandage
- Risques sanitaires
- Problèmes d'appétence
- Intérêt éventuel pour de la méthanisation

Conclusion

- **Brochure constituée de fiches recto-verso**
 - 10 fiches agronomiques
 - 42 fiches effluents d'élevage
- **Téléchargement sur le site du RMT EE**
- **Prochaine révision: les potentiels méthanogènes – critère demandé mais peu renseigné à ce jour**

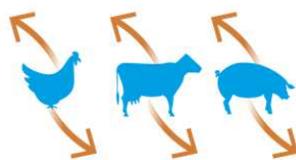
Merci de votre attention

Evaluation environnementale multicritère des élevages

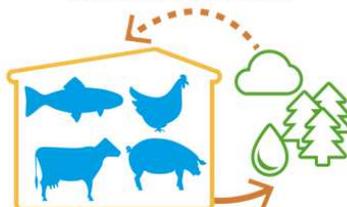
Matières premières



Réduire les émissions polluantes



Ingénierie écologique de la gestion territorialisée des élevages



Tous les résultats du RMT sont accessibles sur le site

<http://rmtelevagesenvironnement.org>