



Valorisation agronomique des effluents d'élevages

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



RMT « élevages et environnement »

Brochure : « Valorisation des effluents d'élevages »

Contexte

Les effluents d'élevages ont beaucoup évolué ces dernières années au travers des progrès réalisés sur l'alimentation, la transformation des bâtiments d'élevages et le développement de nouveaux traitements (Trochard *et al.*, 2019)¹. La valeur de ces effluents est reconnue, après épandage sur les sols, pour fertiliser les cultures et amender les sols, mais également pour la production d'énergie (méthanisation).

Une valorisation optimale de ces effluents, conduite dans le respect des règles environnementales, nécessite d'avoir aujourd'hui une connaissance précise de leur composition chimique et d'autres variables d'intérêt (stabilité du carbone, cinétique de minéralisation de l'azote), au regard de la grande diversité des cas rencontrés. Les facteurs de variation sont, en effet, multiples : le type d'animaux, le mode de logement, les pratiques d'élevages (modes d'alimentation et d'abreuvement, quantité de litière par animal), les conditions de stockage (durée, dispositif), les traitements appliqués, etc.

La gestion des effluents d'élevages est régie par plusieurs réglementations : règlement sanitaire départemental (RSD) ou règles des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE, code de l'Environnement) en fonction du type d'élevage (taille de l'élevage, espèce animale). De plus, si l'élevage se situe en zone vulnérable définie au titre de la directive « nitrates », d'autres règles s'appliquent notamment sur les conditions d'épandage (périodes d'épandage et distances à respecter en fonction de la typologie des effluents), les conditions de stockage (capacités, stockage au champ). Préalablement à une mise sur le marché en vue d'une valorisation agronomique, les effluents d'élevage traités ou non doivent également répondre à des normes. Ils peuvent alors être reconnus, en fonction de leur composition, comme amendements organiques (norme NFU 44-051) ou engrais organiques (norme NFU 42-001). L'appartenance à l'une ou l'autre de ces normes s'appuie notamment sur les teneurs en macro-éléments N, P et K, ainsi que sur leur somme.

Présentation des fiches



Les fiches agronomiques apportent au lecteur des informations sur principalement le devenir de l'azote dans le cadre d'une valorisation agronomique des effluents d'élevage en général.



Les fiches produits apportent des informations sur la composition moyenne de différents types d'effluents d'élevage en distinguant les types d'animaux (bovins, ovins, caprins, porcins, volailles, lapins), les

systèmes d'élevages et les traitements appliqués sur les effluents bruts. Elles renseignent également sur les facteurs de variation de leur composition, leur valeur fertilisante et les éventuelles précautions d'usage associées à leur épandage mais aussi les autres modes de valorisation possibles.

Les données sur la composition en macro et microéléments sont des moyennes. Le nombre d'analyses disponible est parfois très réduit ce qui relativise leur représentativité. L'écart-type n'est pas indiqué en dessous de 5 analyses disponibles.

Pour citer ce document :

Levasseur P., Soulier A., Lagrange H., Trochard R., Foray S., Charpiot A., Ponchant P. et Blazy V. Valorisation agronomique des effluents d'élevages de porcs, bovins, ovins, caprins, volailles et lapins. RMT Elevage et Environnement, Paris, 83 pages.

Document réalisé avec la collaboration technique de Anne-Sophie Langlois (Chambre Régionale d'agriculture de Bretagne)

¹ Trochard R., Levasseur P., Ponchant P., Toudic A., et Foray S. Valorisation des effluents d'élevages : Comment définir les effluents d'élevages ? Pour quelles utilisations ? In : Espagnol S., Brame Coline. et Dourmad. J.Y. (coord). Pratiques d'élevage et environnement : mesurer, évaluer, agir. Paris : QUAE éditions, 2019 (sous-presses), chapitre 2 (Savoir-faire)

Fiches agronomiques

- Fiche 1 : Valorisation agronomique des effluents d'élevages
- Fiche 2 : Définition et utilisation des coefficients CAU et Keq
- Fiche 3 : Effet fertilisant NPKS des PRO l'année de l'apport
- Fiche 4 : Que devient l'azote des produits organiques après épandage ?
- Fiche 5 : Comprendre et maîtriser la volatilisation de l'azote ammoniacal des produits organiques
- Fiche 6 : La minéralisation de l'azote des produits organiques
- Fiche 7 : Effet azote de deuxième année
- Fiche 8 : Effets des apports de PRO sur le pH du sol
- Fiche 9 : Effet cumulatif des produits organiques sur le bilan humique
- Fiche 10 : Comment prendre en compte des effets long terme azote dans le calcul de la fertilisation azotée ?

Fiches produits

Type d'effluents	Effluents bruts	Coproduits de traitement
Fiches Porcins	Fiche 11 : Lisier de porcs naisseur-engraisseurs	Fiche 15 : Fumier composté de porcs charcutiers (à base de paille)
	Fiche 12 : Lisier de porcs charcutiers	Fiche 16 : Fraction solide compostée issue d'un raclage en V
	Fiche 13 : Lisier de truies gestantes	Fiche 17 : Fraction liquide issue d'un raclage en V
	Fiche 14 : Fumier de porcs charcutiers (à base de paille)	Fiche 18 : Refus de vis-compacteuse sur lisier brut
		Fiche 19 : Refus composté de décanteuse-centrifuge sur lisier de porcs
		Fiche 20 : Boues biologiques et eaux résiduaires (issues d'un traitement par nitrification/dénitrification)
Fiches Bovins	Fiche 21 : Fumier de bovins sur litière accumulée	Fiche 26 : Compost de fumier de bovins
	Fiche 22 : Fumier compact de bovins	
	Fiche 23 : Fumier mou de bovins	
	Fiche 24 : Lisier de bovins	
	Fiche 25 : Lisier dilué de bovins	
Fiche Ovins	Fiche 27 : Fumier d'ovins	
Fiche Caprins	Fiche 28 : Fumier de caprins	
Fiches Volailles	Fiche 29 : Fumier de dindes	Fiche 38 : Fientes de pondeuses - cage (tunnel de séchage)
	Fiche 30 : Fumier de pintades label	Fiche 39 : Compost de fientes de volaille avec litière
	Fiche 31 : Fumier de poulets de chair avec parcours	
	Fiche 32 : Fumier de poulets de chair conventionnel	
	Fiche 33 : Fumier de cailles	
	Fiche 34 : Fumier de coquelets	
	Fiche 35 : Fientes de pondeuses Bio	
	Fiche 36 : Lisier de canards à rôtir	
Fiche 37 : Lisier de canards gras		
Fiches Lapins	Fiche 40 : Lisier de lapins	Fiche 42 : Fraction liquide issue de la séparation de phases en élevage de lapins
	Fiche 41 : Crottes de lapins	

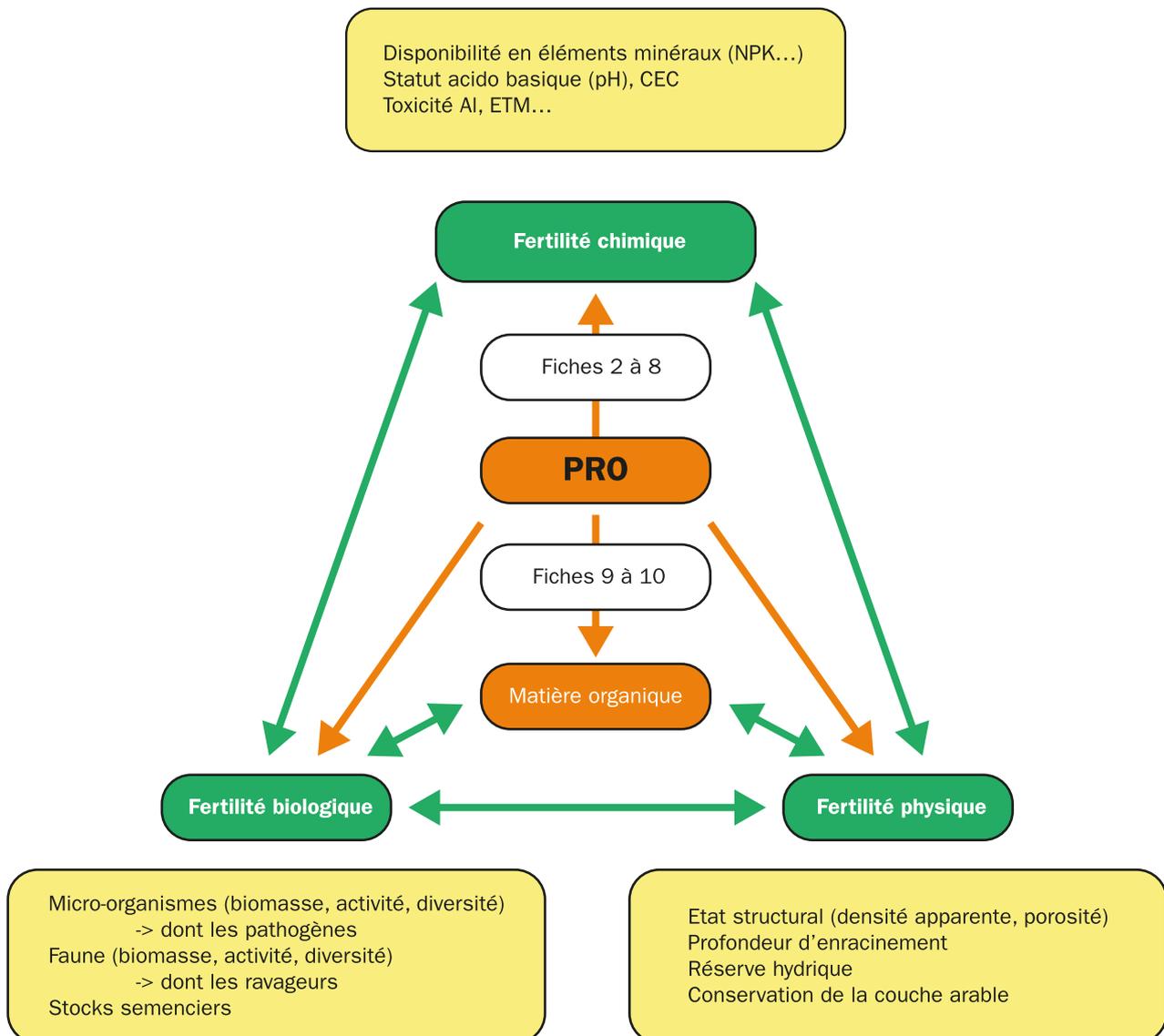
Définition

La matière organique du sol est au cœur des trois composantes de la fertilité des sols : fertilité chimique, fertilité physique et fertilité biologique.

Les effluents d'élevages, et plus largement les Produits Résiduaux Organiques (PRO), contiennent des éléments minéraux (N, P, K, Ca, Mg, S, ...) qui vont contribuer à entretenir ou améliorer la fertilité chimique du sol. Ils contiennent également des matières organiques plus ou moins évoluées qui agissent directement sur la densité et la stabilité des agrégats modifiant les propriétés physiques du sol, et qui alimentent les micro-organismes du sol favorisant ainsi leur développement, leur activité et leur diversité améliorant ainsi les fertilités biologique, chimique et physique. Ces PRO peuvent aussi avoir des effets négatifs par des apports

d'éléments ou organismes indésirables (ETM, CTO, Pathogènes), être sources de pollutions diffuses liées à une gestion inappropriée des épandages (volatilisation NH_3 , lixiviation de nitrate, ruissellement de Phosphore), être à l'origine du compactage du sol lors des épandages.

La gestion de ces restitutions organiques consiste à maximiser la valorisation des éléments minéraux contenus dans ces PRO et les effets positifs sur les fertilités chimique, biologique et physique en minimisant les effets négatifs, en cherchant la meilleure répartition possible des épandages sur l'exploitation voire même le territoire alentour.



Définition

Les effets fertilisants sur la culture réceptrice sont estimés par le pourcentage de l'élément considéré (N, P₂O₅, K₂O, MgO, SO₃) qui est apparemment utilisé par la plante (CAU) et par l'équivalence à un engrais minéral de référence pour cet élément (Keq). L'engrais minéral de référence est l'ammonitrate pour l'azote, le Super 45 pour le phosphore, le chlorure de potassium pour le potassium et le sulfate de magnésium pour le magnésium.

L'effet fertilisant azoté mais aussi celui du soufre d'un PRO, l'année de l'apport, dépend de nombreux facteurs. Pour K et Mg, sous forme soluble dans les PRO, l'efficacité est proche de l'engrais de référence et pour P cette efficacité dépend de l'origine et du traitement du produit.

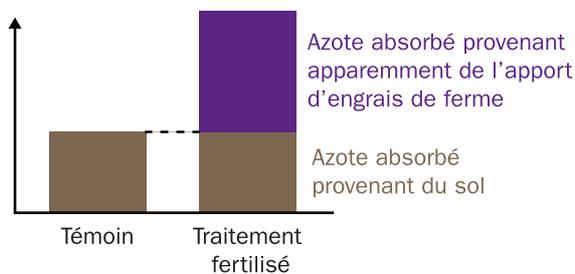
Définition et obtention de ces coefficients

Le Coefficient Apparent d'Utilisation (C.A.U.)

Le CAU correspond à la proportion de l'élément qui est absorbée par la plante et qui provient apparemment du produit appliqué. Le terme apparemment est utilisé car il n'y a pas de certitude que l'élément absorbé provienne bien du PRO épandu. Il peut provenir d'une modification de la minéralisation de l'humus du sol ou des résidus de cultures sous l'effet de l'apport de PRO. Le CAU est égal à la différence entre : la quantité d'élément absorbé par la culture ayant reçu une dose connue de l'élément considéré sous forme d'engrais minéral ou d'un PRO et la quantité d'élément absorbé par la culture en absence de fertilisation minérale ou organique, divisée par la quantité totale d'élément apporté par le PRO.

Exemple avec l'azote

Azote absorbé par la culture ou la prairie



Calcul

$$\text{CAU org} = \frac{\text{Azote absorbé provenant apparemment de l'apport d'un engrais de ferme}}{\text{Azote total de l'engrais de ferme}}$$

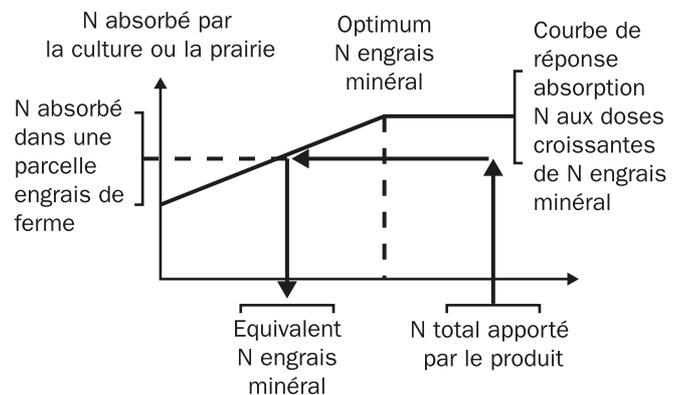
Source : adapté de la brochure : Fertiliser avec les engrais de ferme. Institut de l'élevage, ITAVI, ITCF, ITP (2001).

Pour l'obtention de ce CAU, il est nécessaire de mettre en place, au minimum, un témoin et une parcelle fertilisée avec le PRO. Toutefois, il est prudent de s'assurer que la dose d'élément appliquée par le PRO n'est pas excédentaire par rapport aux besoins de la culture. Pour cela il peut être judicieux d'appliquer 2 voire 3 doses de PRO et de réaliser une courbe de réponse de l'absorption de l'élément en fonction de doses croissantes d'engrais minéral soluble.

Le coefficient d'équivalence (Keq)

Il correspond à l'équivalence engrais de référence d'un kilogramme d'élément (N, P, K, ...) apporté par le PRO. Ce coefficient s'obtient à l'aide d'une courbe de réponse de l'absorption de l'élément en fonction de doses croissantes de cet élément appliquées sous forme d'engrais minéral soluble et de la quantité d'élément absorbé par la culture fertilisée par une dose de PRO. Comme pour les CAU, il est prudent d'appliquer 2 ou 3 doses de PRO pour s'assurer que les valeurs d'absorptions prises en compte sont bien inférieures à l'absorption de l'élément observée au maximum de la courbe de réponse à l'engrais minéral. Pour l'azote, ces coefficients sont obtenus par des essais en plein champ, pour le phosphore, le Keq P, difficile à mesurer en plein champ, est issu de mesures en laboratoire.

Exemple avec l'azote



Calcul

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

$$\text{Coefficient d'équivalence} = \frac{\text{CAU org}}{\text{CAU min}}$$

Source : Adapté du guide méthodologique Réseau PRO – mise en place d'un essai au champ pour l'évaluation agronomique, environnementale et sanitaire d'un produit résiduaire organique, ACTA/INRA (2014)

Ces coefficients sont très variables en fonction des PRO (pour N et P) mais également pour un même PRO (pour N). Ils varient en fonction de la culture, la période d'apport du PRO et en fonction des conditions climatiques suivant l'épandage et en cours de végétation de la culture. Il est donc nécessaire de mesurer plusieurs valeurs avant de diffuser une valeur de référence. Les valeurs de références des coefficients d'équivalence sont données dans chacune des fiches types « effluents d'élevage ».

Le CAU est utilisé pour déterminer la quantité d'un élément qui sera disponible après apport par exemple pour un apport de PRO de fin d'été sur culture intermédiaire qui ne reçoit pas de fertilisation minérale habituellement. Le Keq est utilisé, lorsque la dose totale d'élément fertilisant est déterminée (méthode du bilan pour l'azote ou méthode COMIFER pour P et K), pour remplacer des kg d'éléments « engrais » par des kg d'éléments « PRO » et en déduire les doses à épandre.

Utilisation des coefficients d'équivalence

Exemple 1 : Quantités d'éléments totaux et efficaces apportées par une dose de fumier ?

Epandage au printemps de 20 t/ha de fumier de bovin sur litière accumulée (fiche n°21) avant implantation d'un maïs.

	Matière sèche	N total	N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O
Composition (g/kg produit brut)	257	5.9	0.9	2.8	9.5
Coefficients d'équivalence (g/kg produit brut)		0.3		0.8	1

Quantité totale apportée (kg/ha) = 20(t/ha) * teneur (g/kg)

Quantité efficace apportée (kg/ha) = quantité totale apportée (kg/ha)*coefficient d'équivalence

	Matière sèche	N total	N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O
Apport total (kg/ha)	5140	118	18	56	190
Apport efficace (kg/ha)		35		45	190

Les 20 t de fumier appliquées au printemps avant maïs vont fournir :

- 118 kg d'azote total/ha ce qui sera équivalent à 35 kg/ha d'azote apporté sous forme d'ammonitrate,
- 56 kg de P₂O₅ qui remplaceront 45 kg de P₂O₅/ha sous forme de super 45
- 190 kg de K₂O remplaçant 190kg de K₂O sous forme de chlorure de potassium.

Exemple 2 : Quelle dose pour couvrir un besoin de la plante ?

Quelle dose faut-il appliquer à l'implantation d'un blé pour couvrir ses besoins en P₂O₅ ?

En prenant un coefficient multiplicateur des exportations de 1 (à déterminer avec la méthode COMIFER) et un objectif de production de 80 qx/ha, les besoins du blé sont :

$0,65 \text{ kg/q} * 80 \text{ qx/ha} * 1 \text{ (coefficient multiplicateur)} = 52 \text{ kg/ha de P}_2\text{O}_5 \text{ sous forme de super 45}$

$52 \text{ kg/ha} / (2,8 \text{ kg de P}_2\text{O}_5/\text{t de fumier}) / 0,80 \text{ (coefficient d'équivalence)} = 23 \text{ t/ha de fumier}$

Exemple 3 : Quelle dose d'engrais minéral complémentaire pour couvrir les besoins de la plante ?

Si on applique 23 t de fumier pour couvrir les besoins en P₂O₅ du blé, quelle est la dose d'azote à apporter sous forme d'ammonitrate pour couvrir des besoins en azote de 150 kg/ha ?

$150 \text{ kg/ha de besoin} - 23 \text{ t/ha} * 5,9 \text{ kg d'N/t} * 0,10 \text{ (KeqN apport d'automne sur blé)} = 137 \text{ kg N ammonitrate en complément de l'apport de fumier}$

Définition

L'effet fertilisant l'année de l'apport d'un PRO (effet direct) correspond à la quantité d'éléments N, P, K, Mg ou S du produit qui est absorbée par la culture. Cet effet ne correspond pas à la totalité des éléments contenus dans le PRO. L'effet fertilisant azoté mais aussi du soufre d'un PRO, l'année de l'apport, dépend de nombreux facteurs. Pour K et Mg, sous forme soluble dans les PRO, l'efficacité est proche de l'engrais de référence et pour P cette efficacité dépend de l'origine et du traitement du produit.

La fraction disponible ayant un effet équivalent à celui d'un engrais minéral de référence (ammonitrate, super45, chlorure de potassium ou $MgSO_4$) est estimée par le coefficient d'équivalence (Keq) (cf. fiche 2).

Effet direct azote

L'effet direct azote correspond à la part de l'azote total du produit qui est absorbée par la culture ayant reçu le PRO (cf. fiche 4).

Facteurs de variation de cet effet direct

L'azote minéral du PRO, essentiellement de l'azote ammoniacal, est immédiatement disponible pour les cultures s'il n'est pas perdu par volatilisation ou lixiviation après nitrification. Ces pertes vont diminuer la quantité d'azote disponible pour la culture. L'azote organique du PRO se libère progressivement (cf. figure 1). Au bout d'une année, selon les produits, de 0% à 60% de l'azote organique est rendu disponible par minéralisation.

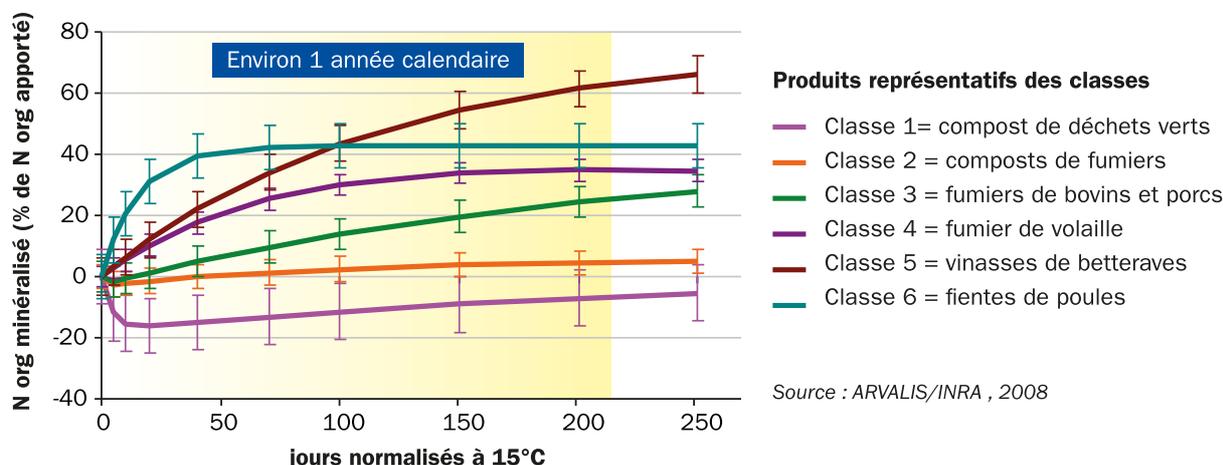
La volatilisation ammoniacale

La volatilisation ammoniacale (cf. fiche 5) est très intense dans les 24 heures qui suivent l'épandage et diminue ensuite très rapidement avec la diminution de la teneur en azote ammoniacal dans le produit épandu. Les pertes sont d'autant plus importantes que le produit a une teneur élevée en azote ammoniacal, que la température de l'air et la vitesse du vent sont élevées et que le pH du produit est élevé. Ces pertes peuvent atteindre 20 à 30% de l'azote ammoniacal pour un produit solide à faible teneur en $N-NH_4$, et 80% pour des lisiers ou digestats de méthanisation à forte teneur. L'enfouissement à l'épandage ou immédiatement après l'épandage est la méthode la plus efficace pour limiter ces pertes.

La minéralisation de l'azote organique

Chaque produit organique contient de l'azote organique qui minéralise (cf. fiche 6) et est ainsi potentiellement disponible pour être absorbé par la culture s'il n'est pas réorganisé dans l'humus produit par la décomposition du PRO. Cette minéralisation est plus ou moins rapide (l'azote uréique des fientes minéralise très vite) et importante (l'azote d'un compost mûr minéralise très peu l'année suivant l'apport, il est déjà inclus dans de l'humus stabilisé) selon les produits. La minéralisation est exprimée en proportion de l'azote organique apporté et il a été possible de regrouper l'ensemble des produits organiques en 6 classes de cinétique de minéralisation (cf. figure 1). La variabilité autour de ces cinétiques est due à la composition des PRO (proportion de paille, type de litière, état de décomposition de cette litière, etc.).

Ces variations de comportement des PRO liées à leur composition, ainsi que les variations annuelles du climat (température, pluviométrie), conduisent à une certaine variabilité annuelle de la minéralisation qui pourra être prise en compte dans la gestion de la fertilisation, au moins pour les céréales, par l'utilisation d'outils de pilotage de la fertilisation azotée au cours de la montaison.



Source : ARVALIS/INRA, 2008

Figure 1 : Cinétiques de minéralisation de l'azote organique des PRO

Estimation de l'effet direct azote (KeqN) (cf. fiche 2)

L'azote contenu dans les PRO a une équivalence ammonitrate comprise entre 0 et 0,80 (100 kg d'azote apporté par le PRO équivalent au maximum à $100 \times 0,80 = 80$ kg d'azote appliqué sous forme d'ammonitrate). Après avoir calculé la dose d'engrais à appliquer sur une culture, ces coefficients permettront de remplacer des kg d'azote engrais minéral par des kg d'azote issu du PRO. Ce coefficient est global et prend en compte la minéralisation de l'azote organique au cours du développement de la culture, les pertes par volatilisation ammoniacale à l'épandage et d'éventuelles pertes par lixiviation pour des apports d'automne. Il est donc lié à la culture et à la période d'apport (conditions d'épandage et climat après apport). Des valeurs moyennes sont donc présentées dans des tableaux ayant pour entrées : les produits, les cultures réceptrices et les périodes d'application de ces PRO (cf. fiches détaillées par produits).

Ces valeurs moyennes cachent pour certains produits une variabilité importante liée principalement à l'ampleur des pertes.

Lorsque les apports sont réalisés avant l'ouverture du bilan (méthode COMIFER) pour des cultures telles que le colza ou les céréales d'hiver, une partie de la valorisation de l'azote se retrouve à l'ouverture du bilan, dans le reliquat sortie hiver et/ou dans la plante. Cette fraction déjà comptabilisée dans d'autres postes du bilan n'est plus à prendre en compte sur la période du bilan, c'est ce qui explique les différences entre le Keq N global (de l'épandage à la récolte) et le Keq N bilan (de la sortie hiver à la récolte) (voir tableaux « équivalence engrais minéral de l'azote » dans les fiches produits).

Aujourd'hui, des outils de calcul de la dose d'azote utilisent les cinétiques de minéralisation (cf. figure 1) pour déterminer les fournitures d'azote par minéralisation de l'azote organique d'un PRO entre la sortie hiver et la récolte.

Autres éléments (P, K, S)

Le phosphore des PRO, à l'exception de ceux à base de farine d'os où le P est sous une forme très peu soluble (apatite), sera entièrement disponible pour alimenter le réservoir du sol. Par contre cette disponibilité n'est pas immédiate pour la plante, car une partie du phosphore nécessite, pour être disponible, une minéralisation des molécules organiques dans lesquelles il est inclus. L'année de l'apport, le phosphore des PRO aura donc une équivalence avec le phosphore du super45 inférieure à 1 compris entre 0,60 et 0,95 selon les produits (cf. fiches produits). Le complément alimentera le stock de phosphore disponible du sol.

Le potassium des produits organiques est entièrement sous forme soluble et donc totalement disponible pour la culture réceptrice du PRO au même titre que le chlorure de potassium.

Pour le soufre, en l'absence de références, il est communément admis que l'équivalence est la même que pour l'azote puisque le soufre est essentiellement sous forme organique et doit minéraliser comme l'azote pour être disponible.

Que devient l'azote des produits organiques après épandage ?

Définition

Après épandage d'un Produit Résiduaire Organique (PRO), une partie de l'azote total est directement assimilable par la culture réceptrice : c'est la fraction minérale de l'azote. Une partie de l'azote organique minéralise au cours de l'année suivant l'apport. Il est alors disponible ou est stocké (« humifié »), associé à du carbone, dans la matière organique du sol. Cette fraction humifiée, minéralisera ensuite à la même vitesse que la matière organique du sol. Une part de l'azote minéral et de l'azote organique qui minéralise peut être perdue par volatilisation, lixiviation ou dénitrification.

Cette évolution des formes de l'azote contenues dans les PRO conduit à distinguer deux types d'effets pour l'alimentation azotée des cultures. Un effet à court terme qui est lié aux fractions azotées minérales et organiques minéralisées et absorbées par la culture réceptrice et éventuellement par la suivante (effet court terme d'année 2). Un effet à long terme lié à la modification du stock d'azote organique du sol et à sa vitesse de minéralisation qui ne sera perceptible sur les cultures qu'à travers le cumul d'apports réguliers pendant au moins une dizaine d'années.

C'est pendant l'année suivant l'apport que la disponibilité de l'azote des PRO est maximum.

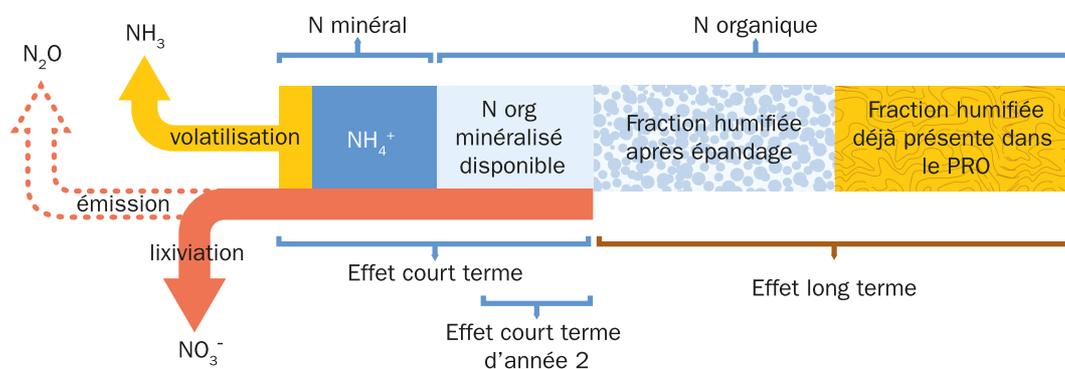


Figure 1 : Schéma du devenir de l'azote des PRO après épandage

L'azote minéral, essentiellement sous forme ammoniacale (N-NH₄) contenu dans le PRO, est très rapidement transformé en azote nitrique pour être absorbé par les plantes, lixivié, dénitrifié ou réorganisé lors de l'humification du carbone du PRO. Une partie de cette fraction ammoniacale peut être perdue par volatilisation après épandage (cf. fiche 5).

Les matières organiques non humifiées, contenant de l'azote (acides aminés, ADN, protéines de parois cellulaires ...) sont minéralisées au cours de l'année qui suit l'épandage.

Le carbone fournit l'énergie aux microorganismes qui transforment la matière organique du PRO épandu. Une partie de ce carbone est perdue sous forme de CO₂ par la respiration. Le carbone restant est associé, entre autre, à tout ou partie de l'azote total du PRO pour constituer les matières organiques humifiées. L'azote qui n'est pas organisé dans cet humus se retrouve dans le sol sous forme minérale, il est disponible. La fraction de cet azote disponible qui est absorbée par les plantes constitue l'effet azote à court terme. Cet effet court terme peut se prolonger sur la culture suivant la culture réceptrice du produit organique pour certains d'entre eux. C'est l'effet court terme d'année 2. Cet effet est parfois observé après culture réceptrice à cycle court (maïs).

Enfin, l'azote stocké dans les matières organiques humifiées se libère à la vitesse de minéralisation de l'humus du sol soit entre 2 et 6% par an selon les conditions pédo-climatiques. C'est l'effet à long terme. Cet effet n'est perceptible sur les cultures que lorsque les apports successifs de PRO ont modifié de façon notable le stock d'azote « organique » du sol.

Certains produits tels que les composts mûrs ou des fumiers stockés longtemps ont subi ces transformations lors du stockage ou du compostage et contiennent déjà une part importante de matières organiques humifiées à décomposition lente. Il ne reste alors qu'une très faible part d'azote pouvant être disponible pour la culture réceptrice. D'autres produits, tels que le lisier de porc, contiennent peu de carbone et l'azote est en grande proportion sous forme minérale, ils pourront fournir un effet court terme important et rapide.

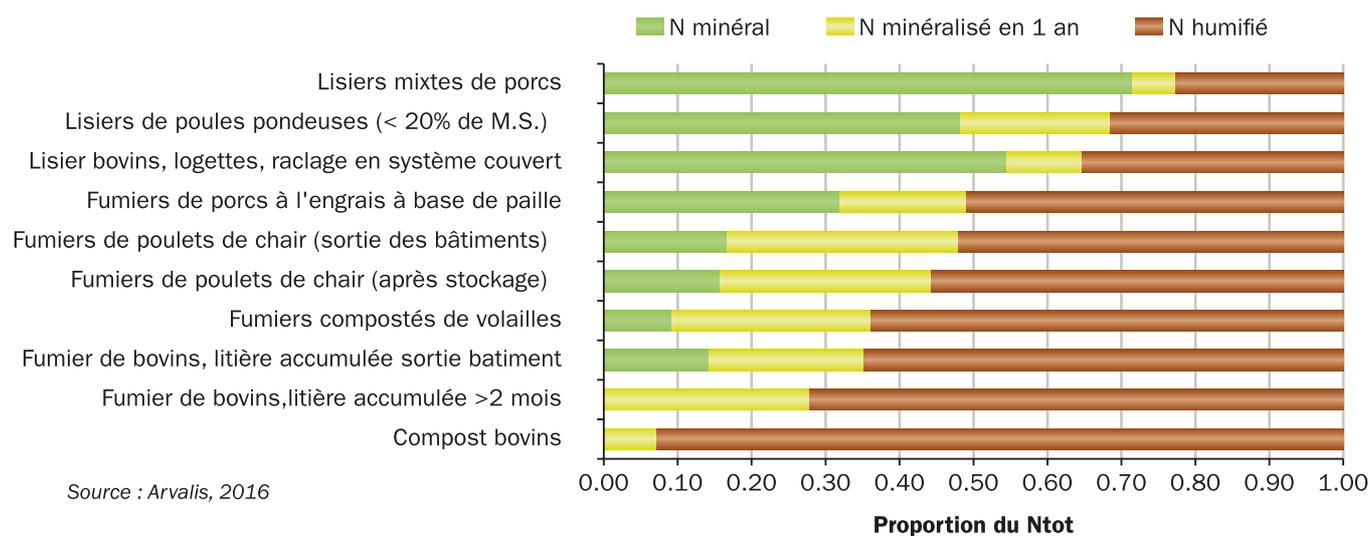


Figure 2 : Représentation schématique des formes et disponibilités de l'azote des PRO

La disponibilité immédiate de l'azote (N minéral et uréique) conditionnera la période d'apport tandis que les doses appliquées sur les cultures seront définies par l'effet court terme azote, l'effet fertilisant phosphaté ou potassique.

Définition

La perte d'azote par volatilisation ammoniacale lors de l'épandage de produits organiques est un élément explicatif important de la faible valorisation de l'azote épandu, dans certaines conditions, avec des produits contenant de fortes proportions d'azote ammoniacal. La maîtrise de ces pertes est indispensable à la maximisation de la valorisation de l'azote des PRO.

Les pertes d'azote ammoniacal sont dues à un phénomène physique de diffusion de l'ammoniac présent dans un PRO à une certaine concentration vers l'atmosphère adjacente moins concentré pour tenter d'équilibrer les concentrations. Ainsi, lorsqu'on épand des lisiers, des fientes ou des digestats fortement concentrés en azote ammoniacal, la concentration en ammoniac de l'air ambiant étant beaucoup plus faible il y a transfert d'ammoniac du PRO vers l'air. Ce phénomène est d'autant plus intense que l'air en contact avec le PRO est renouvelé par de l'air faiblement concentré en ammoniac (vent ou température élevés). Ce phénomène est immédiat dès l'épandage et s'estompe rapidement avec la diminution de la concentration en ammoniac du PRO due en grande partie à la perte par volatilisation.

L'exemple ci-dessous de mesure de concentration de l'air en ammoniac à 30 cm (en rouge) et 1m (en bleu) au-dessus du sol sur un témoin sans PRO (à gauche), après un

épandage de lisier de porcs laissé en surface (au milieu) et après épandage de lisier de porcs enfoui immédiatement après épandage (à droite) montre le pic important de volatilisation dans les heures qui ont suivi l'épandage du lisier non enfoui.

Ces pertes peuvent représenter des quantités non négligeables d'azote

Ici, dans cet essai, le lisier de porc non enfoui (au milieu) a perdu 46 kg d'azote sur les 71 kg d'azote ammoniacal épandu ce qui représente 64% de perte. L'enfouissement immédiat (à droite) a limité les pertes à 7 kg ce qui n'a représenté que 10% de l'azote ammoniacal épandu. L'enfouissement immédiat est donc une technique efficace pour limiter les pertes d'azote. Toutes les techniques d'enfouissement n'ont toutefois pas la même efficacité. Il faut rechercher la technique permettant un enfouissement homogène sur au moins 5 à 8 cm de profondeur.

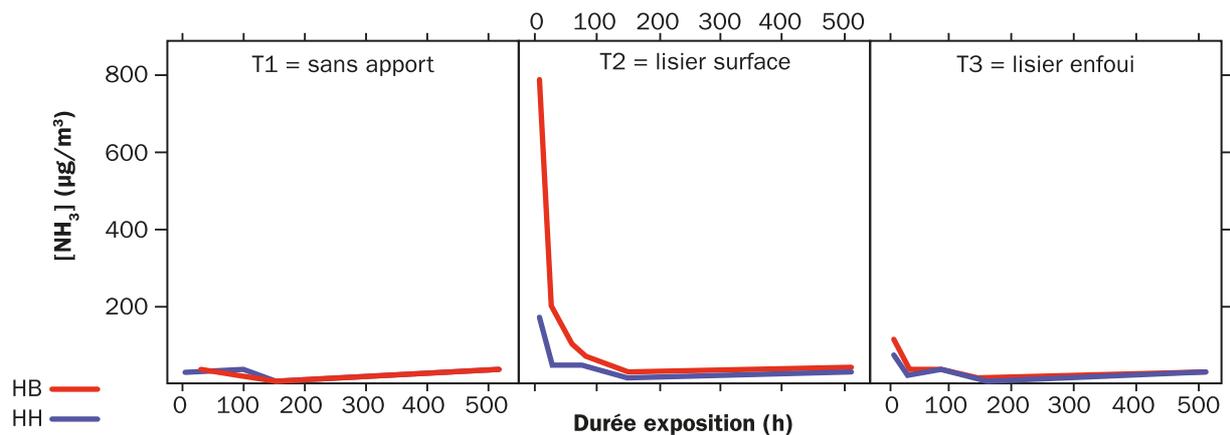


Figure 1: Mesure de la volatilisation ammoniacale au cours du temps sur un témoin sans apport et deux modalités d'apport de lisier; Issu du projet CASDAR VOLAT NH₃, Essai de Bignan (56), 2011

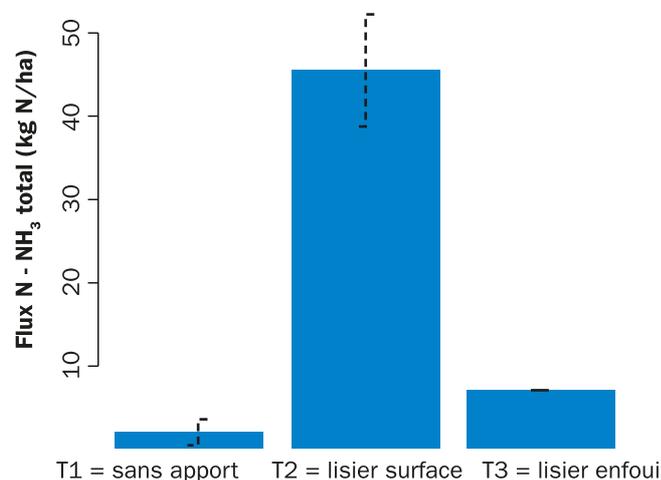


Figure 2: Quantité d'azote ammoniacal perdu par volatilisation sur un témoin sans apport et deux modalités d'apport de lisier; Issu du projet CASDAR VOLAT NH₃, Essai de Bignan (56), 2011

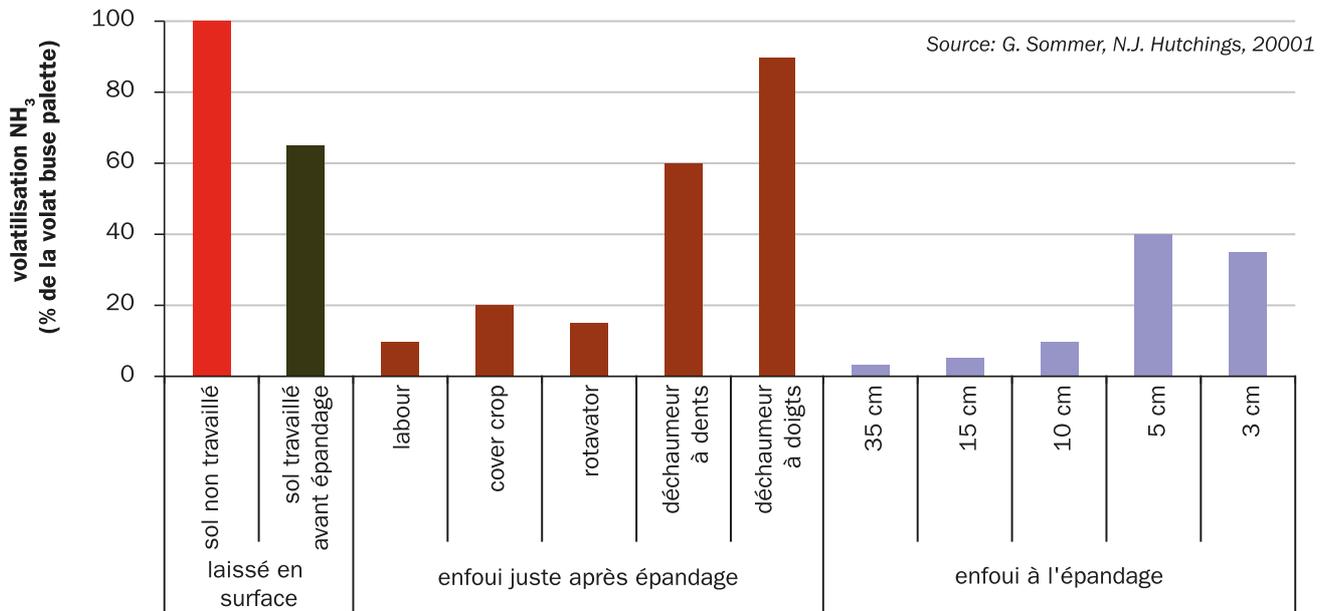


Figure 3: Effet de différents outils de travail du sol sur la volatilisation ammoniacale après apport de lisier avec buses palettes. En % de la volatilisation sur sol non travaillé.

Dans une revue bibliographique internationale Sommer et Hutchings (2001)¹ montrent que les déchaumeurs à dents ou à doigts destinés à ne travailler que les pailles sont beaucoup moins efficaces que les déchaumeurs animés ou à disques. Ils montrent également que l'épandage sur sol préalablement travaillé permet une meilleure infiltration des lisiers limitant les pertes.

Enfin, il est nécessaire de descendre à une profondeur plus importante que 5 cm pour accroître l'efficacité de cet enfouissement.

La teneur en matière sèche des lisiers : déterminante sur le potentiel de volatilisation

La teneur en matière sèche des PRO liquides joue également un rôle important en favorisant ou limitant l'infiltration de celui-ci dans le sol. Plus le lisier est liquide donc pauvre en matière sèche plus il s'infiltr vite et moins il y a de perte par volatilisation d'ammoniac. Il faudra donc être beaucoup plus vigilant lors de l'épandage de lisiers ou digestat à teneur en matière sèche élevée.

Le pH du produit : un rôle non négligeable

Le pH du produit joue un rôle important en modifiant le rapport $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dans le produit. Plus ce rapport est élevé, plus l'azote ammoniacal est susceptible de volatiliser rapidement. C'est pourquoi certaines firmes proposent des produits d'acidification du lisier pour limiter le risque de volatilisation.

¹ Sommer S.G. and Hutchings N.J., 2001. Ammonia emission from field applied manure and its reduction - invited paper. European Journal of Agronomy 15, 1-15.

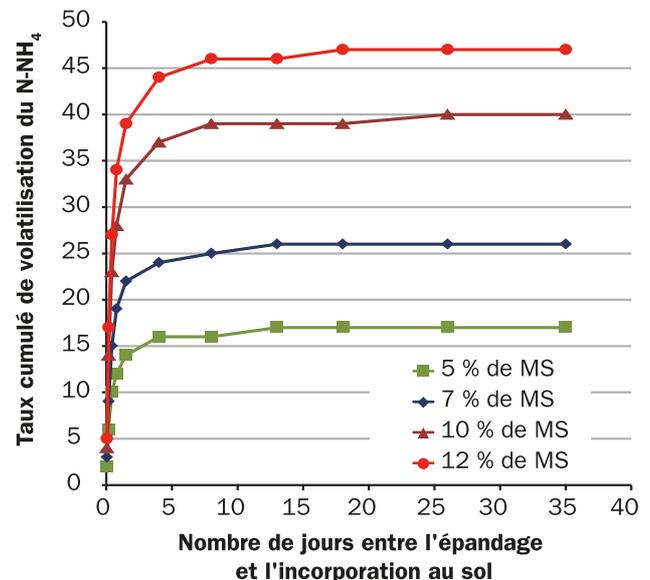


Figure 4: Taux cumulé de volatilisation ammoniacale au cours du temps en fonction de la teneur en Matière Sèche du lisier épandu

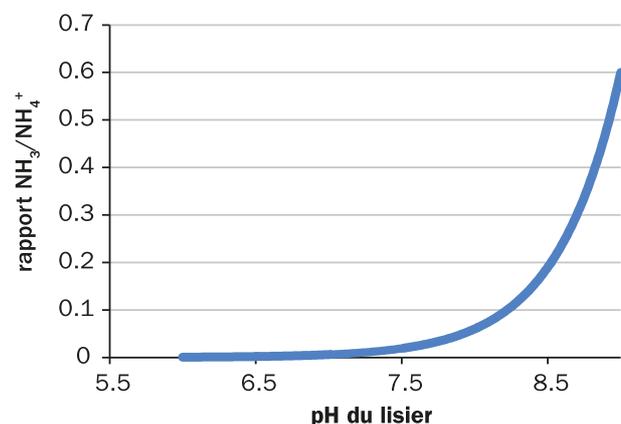


Figure 5: Modification du rapport $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ du lisier en fonction de son pH

La minéralisation de l'azote des produits organiques



Définition

L'azote organique des produits organiques subit des transformations au cours de l'année qui suit l'épandage au champ. Il est minéralisé et nitrifié par les microorganismes du sol et rendu de ce fait disponible. Cette mise à disposition de l'azote se passe à des vitesses et en proportions différentes selon les produits. Il s'agit du résultat net de minéralisation/organisation lié à la disponibilité du carbone du PRO épandu.

En fonction de la teneur et des formes d'azote du PRO ainsi que de la disponibilité de son carbone pour les microorganismes, la fraction de l'azote organique qui sera rendue disponible aux cultures réceptrices sera plus ou moins importante (cf. fiche 4) et rapide (cf. figure 1).

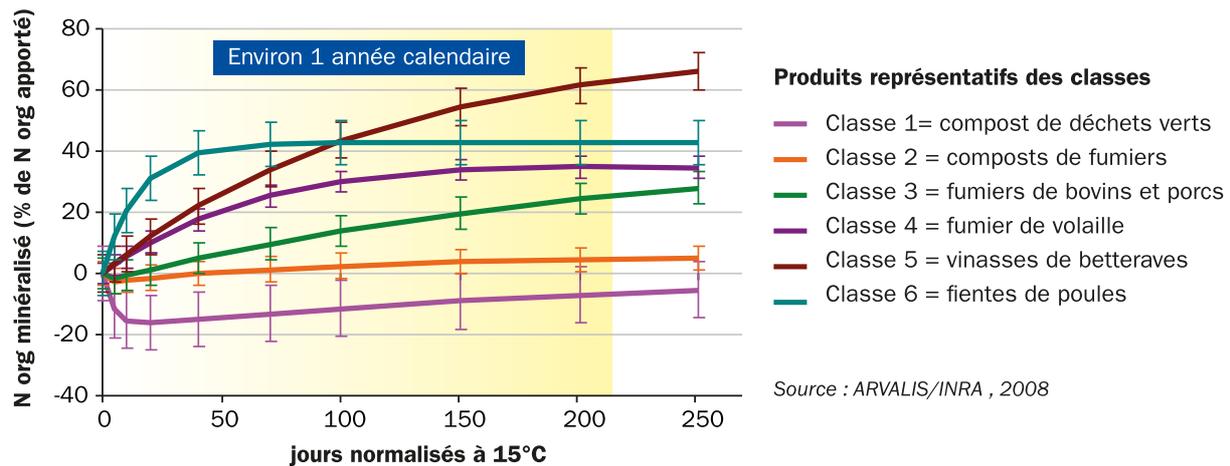


Figure 1 : Cinétiques de minéralisation de l'azote organique des PRO

Ces cinétiques sont le résultat d'un travail de synthèse de suivi de la minéralisation au champ de divers produits, par de nombreux organismes en France. La transformation du temps en jours normalisés (axe Horizontal) prenant en compte l'humidité du sol et la température du jour, permet de regrouper des cinétiques obtenues dans des conditions et lieux différents. Une année calendaire équivaut à 200-220 jours normalisés. Les descriptions de classes ci-dessous prennent en exemple un produit caractéristique de cette classe et mentionnent d'autres PRO ayant un comportement similaire.

Classe 1 : Un compost de déchet vert déjà partiellement humifié, contient encore un peu de carbone facilement disponible pour être utilisé par les microorganismes du sol mais pas assez d'azote rapidement disponible. L'utilisation du carbone va nécessiter d'aller puiser de l'azote dans l'azote minéralisé à partir des matières organiques humifiées du sol. Le résultat s'apparente à la cinétique de classe 1 présentant une organisation d'azote juste après épandage et pas de libération d'azote au cours de l'année suivant l'épandage au champ. Cette catégorie contient également des effluents de papeterie,...

Classe 2 : Les composts de fumier de bovins ou de porcs, lorsqu'ils ont subi une maturation longue (plusieurs semaines) sont très humifiés. Ils n'ont pratiquement plus de carbone facilement utilisable ni d'azote minéralisable rapidement. Ils ne présentent ni organisation ni libération d'azote au cours de l'année suivant l'épandage. Cette catégorie contient également des composts d'ordures ménagères résiduelles, des composts de champignonnière, des boues de papeterie et des fumiers stockés plusieurs mois.

Classe 3 : Les fumiers de bovins ou de porcs utilisés rapidement après la sortie du bâtiment ou après un stockage court, auront tendance à libérer progressivement de l'azote au cours de l'année suivant leur épandage. Ils contiennent des composés azotés rapidement minéralisés et du carbone facilement utilisable par les microorganismes du sol. Mais l'accessibilité de ce carbone est réduite par la longueur des brins de paille qui nécessite un travail préalable de tronçonnement par la macrofaune (vers de terre, carabes...) et/ou une colonisation longue à mettre en place par des bactéries et champignons du sol qui peut prolonger les transformations au-delà d'un an. Ils organisent peu ou pas d'azote juste après épandage et libèrent jusqu'à 30% de l'azote organique appliqué. Cette catégorie contient également des boues issues du traitement de lisiers de porcs, des lisiers de bovins ou de porcs, des digestats de méthanisation, etc.

Classe 4 : Les fumiers de volailles riches en azote minéral et en azote organique rapidement minéralisable (urée) et contenant du carbone facilement utilisable par les microorganismes du sol n'ont pas d'effet d'organisation après leur application. Ils libèrent en moins d'une année, une grosse proportion de l'azote organique qu'ils contiennent (30 à 35%). Cette catégorie contient également des boues urbaines, certains composts peu matures de fientes plus déchets verts, etc.

Classe 5 : Les vinasses de sucrerie contenant très peu de carbone et beaucoup d'azote vont libérer une très grande proportion de cet azote (70-80%) au cours de l'année qui suit leur épandage et ceci avec une rapidité plus ou moins importante certainement fonction de leur teneur en carbone.

Classe 6 : Les fientes de volailles riches en azote minéral et ne contenant que très peu de carbone libèrent très rapidement leur azote organique.

Cette libération est d'autant plus rapide que ces produits contiennent de l'azote uréique qui s'hydrolyse en quelques jours en produisant de l'azote ammoniacal. Certains fumiers de volailles sur litière de sciure ou copeaux de bois vont avoir un comportement proche des fientes car le carbone de la litière (lignine en grande partie) est difficilement attaqué par les microorganismes du sol ce qui limite la quantité d'azote libéré la première année suivant l'épandage. Cette catégorie contient également des boues urbaines, des farines de viandes, des lisiers de poules, des effluents de distillerie de mélasses, etc.

Ces cinétiques ne représentent que de façon schématique la diversité des produits et il est bien entendu possible de trouver un même type de PRO dans plusieurs classes. Par exemple, des fumiers de bovins en sortie de bâtiment, riches en pailles et organisant une proportion non négligeable d'azote juste après épandage ou des fumiers stockés plus ou moins longtemps ou compostés sans phase de maturation libérant de ce fait l'azote de façon intermédiaire entre les cinétiques de classe 2 et 3. De même certains produits utilisés en agriculture biologique et d'origine animale (soies de porcs, plume hydrolysées,...) vont avoir un comportement de type classe 6 mais avec au final, une proportion d'azote libéré plus importante (jusqu'à 70% pour certains)

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'une partie 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 (14 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).

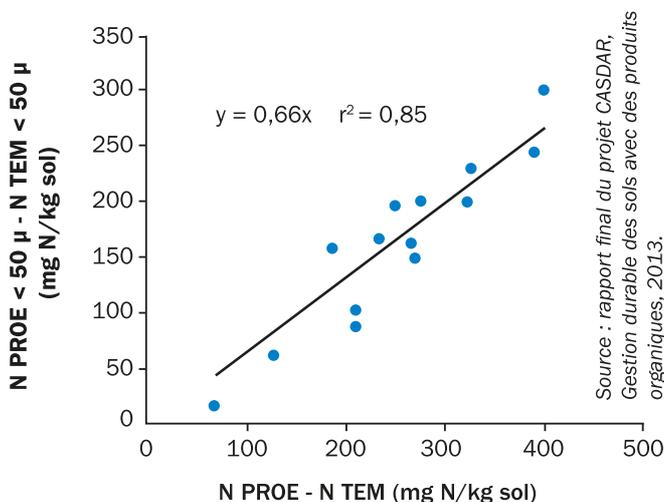


Figure 1 : Ecart de stockage de N dans la fraction fine (<50 μ) comparé à l'écart de stockage total de N

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 m 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	Ki (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 : Balesdent et Recous, 1997¹

Les valeurs de coefficients de minéralisation ki 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 suivant la culture réceptrice du PRO (cf. figure 3) appelé effet court terme de deuxième année.

¹ Balesdent 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.

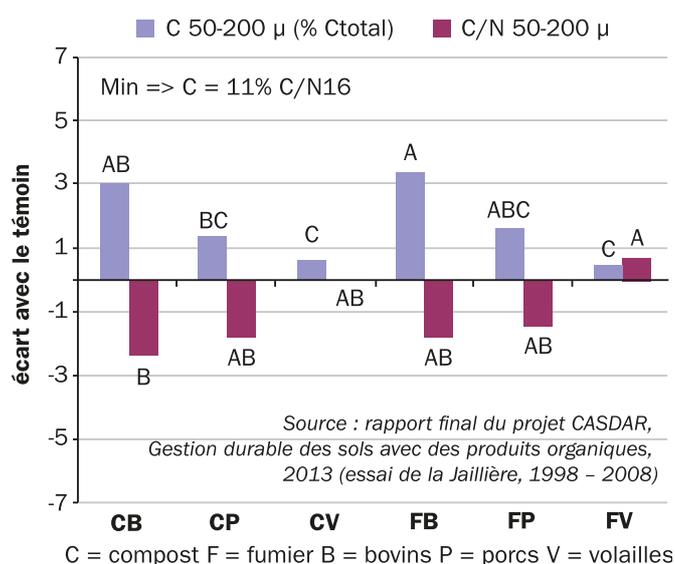


Figure 2 : Ecart de stock de C et de C/N dans la fraction 50 - 200 µ, par rapport à une fertilisation minérale

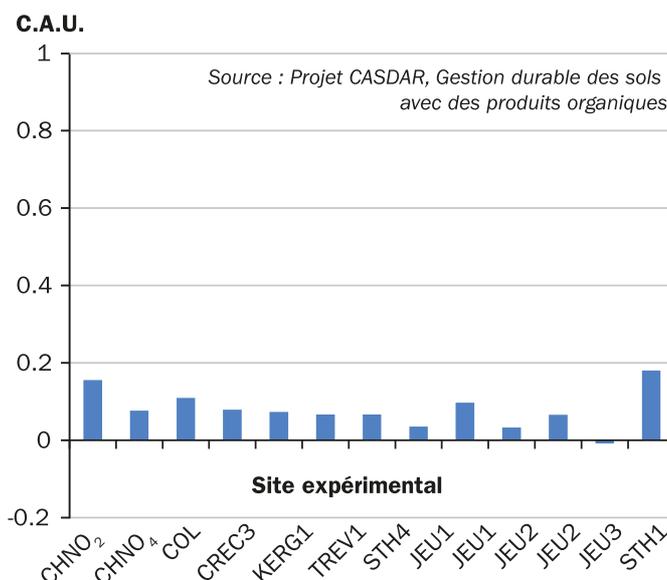


Figure 3 : CAU de 2^{ème} année de fumier de bovins sur différents sites expérimentaux

Cet effet court terme de deuxième année est de faible ampleur (cf. figure 3) et n'est pas systématiquement observé même sur un site donné (cf. figure 4). Il concerne plus spécifiquement les PRO de la classe 3 (cf. fiche 6) type fumier de bovins. Il peut être masqué par des pertes intervenant au cours de l'hiver entre la culture réceptrice et la culture suivante, ou par l'imprécision des mesures d'azote absorbé par les cultures. Pour ces raisons, cet effet n'est pour le moment pas pris en compte par les outils d'aide à la décision (OAD).

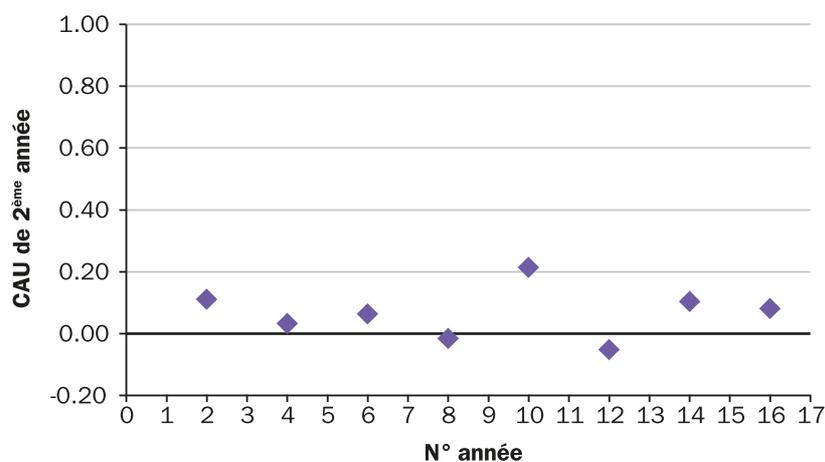


Figure 4 : Exemple de l'essai de longue durée de Trévarez 1988-2008 - CRAB

Effets des apports de PRO sur le pH du sol

Définition

Les PRO contiennent de nombreux éléments chimiques (N, P, K, Mg, Ca, S, etc.) qui ont tous un effet sur le pH. L'effet global du PRO sur le pH sera donc la résultante de tous ces effets alcalinisant ou acidifiant.

Les effets à court et moyen termes d'apports de PRO

Le graphique ci-dessous montre l'écart de pH entre une parcelle témoin sans fertilisant organique ni minéral et des parcelles ayant reçu des PRO. Dès 100 jours après l'apport le pH est supérieur au témoin pour 4 PRO et 200 jours après l'apport, le pH est supérieur au témoin pour tous les PRO.

Les effets à long terme d'apports de PRO

La mesure du pH de la couche labourée et de l'horizon sous le labour après 10 ans d'apports annuels de fumier brut (FP) ou composté (CP) de porcs à 3 doses et non complétés en azote minéral montre (figure 2) un pH plus élevé dans ces 2 horizons que dans le témoin non fertilisé (TOP) durant 10 ans et que dans le traitement ayant reçu une fertilisation minérale (MinP) pendant 10 ans.

De nombreux résultats français ou étrangers montrent que les apports de PRO ont tendance à avoir un effet alcalinisant sur le pH du sol.

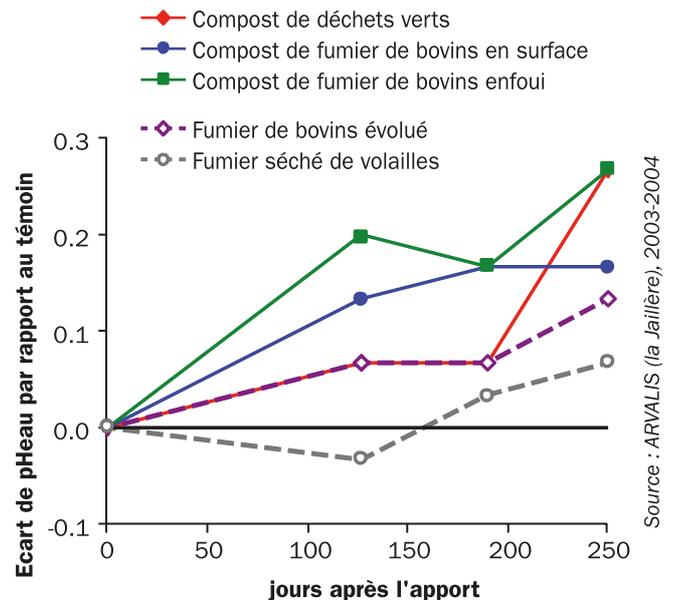


Figure 1 : Evolution du pHeau après apports de produits organiques, Essai Arvalis, La Jaillière (44), 2003-2004

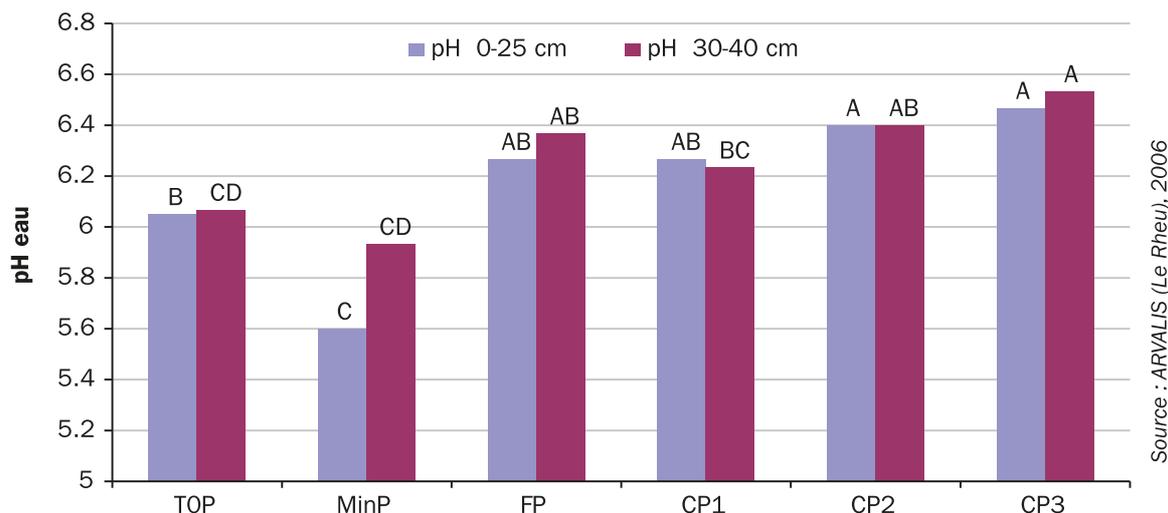


Figure 2 : Mesure du pHeau après 10 ans d'expérimentation sur des modalités avec apport de Fumier de Porcs (FP), Compost de Porcs à 3 doses (CP1, CP2, CP3), fertilisation minérale (MinP) et témoin sans fertilisation (TOP), Essai Arvalis, Le Rheu, 2006

Des effets divers et pas toujours prévisibles

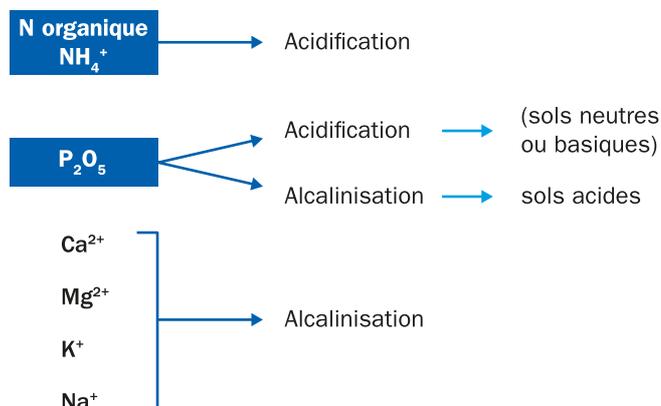


Figure 3 : Schéma des mécanismes d'acidification et alcalinisation dus aux apports de PRO

Ces effets ne peuvent être quantifiés en ne prenant en compte que la composition des PRO puisqu'ils ne sont totaux que lorsque l'ensemble des processus se sont opérés. Par exemple, pour la minéralisation de l'azote qui va se dérouler sur de nombreuses années, il est quasi impossible de définir l'effet sur

le pH. La transformation du NH_4^+ en NH_3 va acidifier mais la transformation inverse va alcaliniser. Ces transformations de l'ammoniaque ne vont donc pas avoir d'incidence sur le pH tant qu'il n'y a pas de perte par volatilisation d' NH_3 . La volatilisation va pérenniser l'acidification due au passage de NH_4^+ en NH_3 . La nitrification du NH_4^+ (qui libère 2 H^+) après minéralisation de l'azote organique (qui consomme 1 H^+) acidifie moins (bilan : libération d'un proton H^+) que la nitrification de l'ion NH_4^+ apporté directement par le produit qui libère 2 H^+ . L'acidification produite par ces transformations ne sera pérennisée qu'à la disparition du NO_3^- soit par lixiviation du nitrate soit par absorption par la plante.

Pour le phosphore l'effet sur le pH est défini par le pH du sol et donc par la forme chimique du phosphore (HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- , H_3PO_4).

Les cations (K^+ , Ca^{++} , Na^+ , Mg^{++}) présents dans les PRO vont avoir, indirectement, des effets alcalinisants. Ils sont fixés sur le sol (CEC), les anions qui leur sont associés sont des bases qui vont se lier avec des protons H^+ . La concentration en H^+ dans la solution de sol est donc diminuée et le pH augmente. Le soufre, lors de sa minéralisation, est associé à des protons H^+ ce qui conduit à un effet acidifiant.

Un test d'évaluation de l'effet pH des produits organiques est proposé par certains laboratoires. Il repose sur la comparaison d'évolution du pH lors d'incubations de sols avec produits organiques et avec produits alcalinisants (chaux).

En conclusion

La résultante sur le pH à un instant donné est donc très difficile, voire impossible à prévoir. Dans les cas où les PRO sont utilisés régulièrement sur une parcelle, il est donc plus judicieux et économique de suivre régulièrement l'évolution du pH par une analyse de sol tous les 3 à 5 ans et d'intervenir avec un apport d'amendement basique uniquement lorsque c'est nécessaire (pH en baisse et proche de 6 à 6,2).

Définition

La matière organique apportée par les PRO lors des épandages, subit des transformations dans le sol conduisant à une plus grande stabilisation de celle-ci. Cette matière organique stabilisée est stockée et participe donc positivement au bilan humique. Les apports répétés de PRO sur une parcelle modifient à moyen et long terme la teneur en matières organiques du sol.

Contribution au bilan humique : effet à long terme

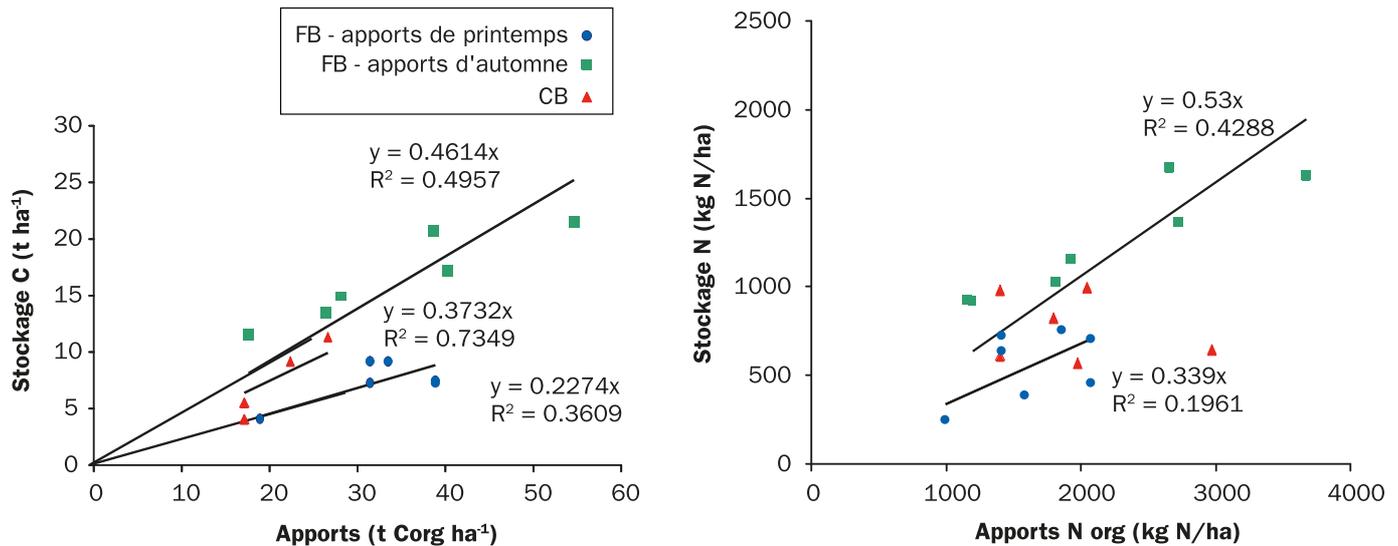


Figure 1 : Effet d'apports répétés de fumiers bruts (FB) et compostés de bovins (CB), sur les teneurs en C (a) et N (b) du sol (Morvan et al. COMIFER 2011, projet CASDAR gestion durable des sols avec des Produits résiduels organiques).

Une partie du carbone apporté par un PRO est humifiée (cf. fiche 4) et stockée dans les matières organiques du sol. L'estimation de ce stockage se fait par l'utilisation d'un coefficient d'humification (K1). Par exemple, pour le fumier de bovins, ce coefficient est en moyenne de 0,50. Ainsi, 50% de la matière organique apportée par le fumier se retrouve au bout d'un an sous forme de matière organique humifiée dans le stock matière organique du sol, contribuant ainsi positivement au bilan humique de la parcelle. 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 (2007-2011) a mis en évidence que le stockage d'azote à partir des apports par les PRO variait selon les situations entre 33 et 53% du N apporté par des fumiers de bovins.

Le coefficient d'humification du C (K1) peut être estimé au laboratoire avec le fractionnement biochimique de la matière organique du PRO et une incubation de 3 jours permettant de calculer l'indice ISMO (indice de stabilité de la matière organique) équivalant au K1. La prise en compte de ce stockage (utilisation de l'ISMO) et le calcul du bilan humique peut aujourd'hui se faire à l'aide de modèles. En France, le plus utilisé est le modèle AMG- (INRA de Laon, AgroTransfert, LDAR, Arvalis Institut du végétal).

Compte tenu du lien qui existe entre le carbone et l'azote stocké, le stockage d'azote peut être estimé à partir des quantités de carbone apporté par les produits organiques.

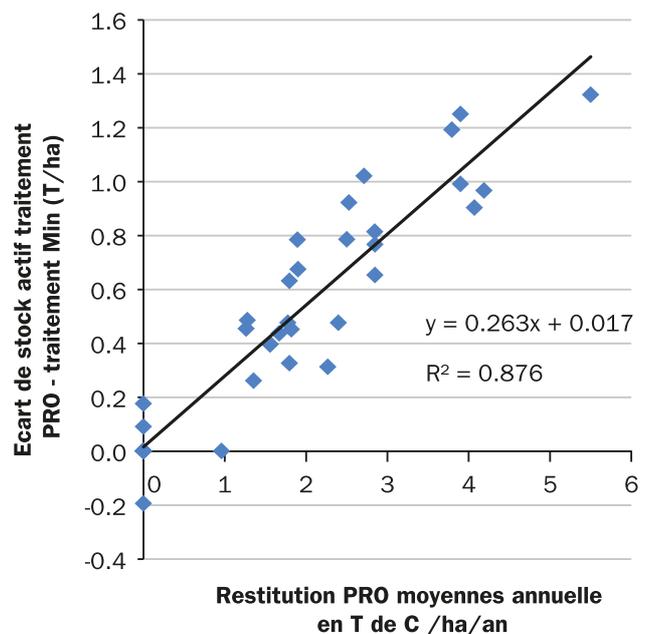


Figure 2 : Relation entre le C apporté par les PRO et la différence de stock actif d'N organique entre les traitements PRO et fertilisation minérale (COMIFER, 2015. R. Trochard, A. Bouthier et JP. Cohan)

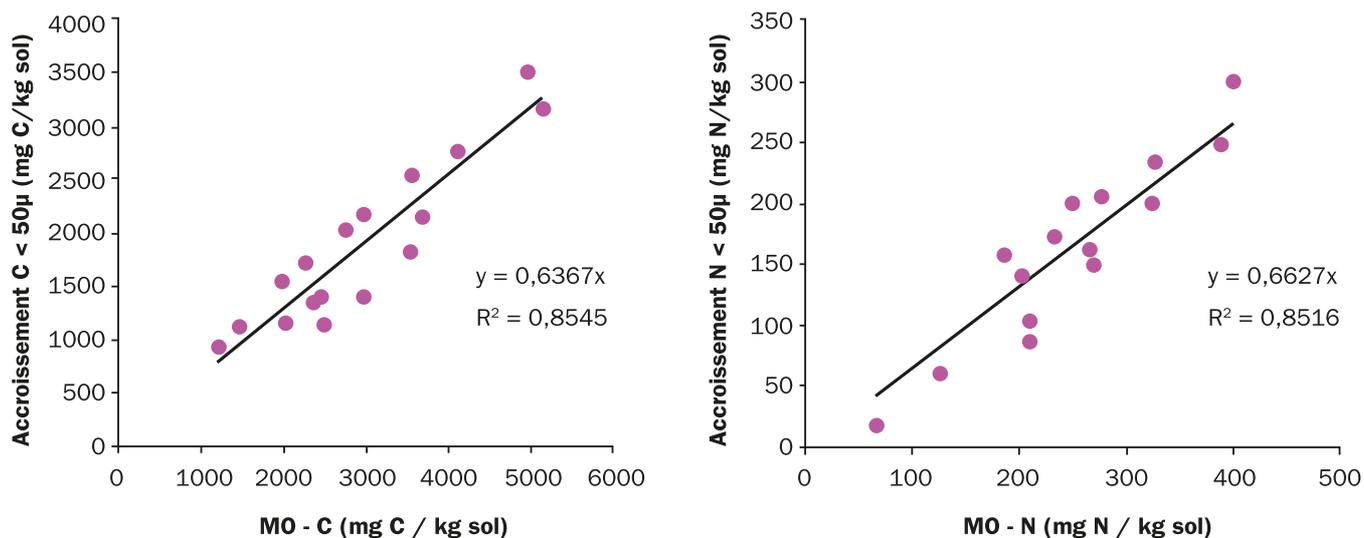


Figure 3 : Stockage de C et N dans la fraction fine (<50µ) comparé au stockage total de C et N dus aux apports répétés de fumier brut ou composté de bovins (Morvan et al. COMIFER 2011, projet CASDAR gestion durable des sols avec des Produits résiduels organiques)

L'analyse plus fine du stockage montre que plus de 60% du stockage de C et de N se font dans les fractions fines (<50 µ) du sol (cf. figure 3).

64% du stockage de carbone et 66% du stockage de N se font dans la fraction fine (correspondant aux argiles + limons), il s'agit de la matière organique humifiée.

Ce stockage dans les fractions fines du sol correspond à la fraction humifiée de la matière organique qui se minéralise à une vitesse lente (cf. tableau 1).

Ce stockage d'azote dans la fraction fine (<50 µ) libérera donc sur le long terme, par minéralisation, de petites quantités d'azote qui constitueront l'effet azote à long terme ou « arrières effets » d'apport répétés de PRO. Compte tenu du taux de minéralisation (ki) de cette fraction, les quantités supplémentaires d'azote minéralisé sont faibles et nécessitent des apports répétés sur au moins 10 ans pour être mesurables.

Tableau 1 : Exemple de répartition granulométrique du carbone du sol, de taux de minéralisation (ki) et durée de demi-vie des fractions granulométriques des matières organiques

MO	% C total	Ki (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

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

Cette notion d'effet long terme, peut être appréhendée de 2 manières différentes :

- 1) L'effet long terme est défini comme étant l'écart de fournitures d'azote par le sol entre une parcelle ayant été fertilisée pendant une longue période (supérieure à 10 ans) uniquement avec de l'engrais minéral et une parcelle ayant reçu régulièrement 1 ou plusieurs PRO. L'écart de restitutions organiques entre les 2 situations conduit à une différenciation des teneurs en matières organiques du sol (C et N) et donc à des fournitures d'azote par le sol plus élevées après fertilisation organique qu'après fertilisation minérale.
- 2) L'effet long terme est défini comme la participation des apports de PRO au bilan humique et donc au stock d'azote organique du sol. Les produits organiques participent au bilan au même titre que les résidus de cultures. On s'intéresse donc à estimer la taille de ce stock minéralisable compte tenu du régime de restitution organique sur la parcelle (résidus de cultures et PRO), pour ensuite appliquer un taux de minéralisation à ce stock minéralisable.

Raisonnement avec utilisation d'effets long terme proportionnels aux apports antérieurs moyens

Ce raisonnement considère la matière organique stockée issue des PRO comme représentant un compartiment spécifique de la matière organique du sol. Le reste de la matière organique humifiée du sol issue de l'historique ancien de restitutions organiques et des restitutions plus récentes de résidus de cultures ayant un comportement propre. Pour le calcul de la dose d'engrais azoté à appliquer sur une culture, les fournitures d'azote par le sol doivent donc correspondre à une situation sans apport de PRO depuis de nombreuses années (supérieure à 10 ans). Il est alors nécessaire d'y ajouter l'effet long terme des apports de PRO pour obtenir les fournitures totales d'azote par le sol.

Par simplification, ces effets long terme sont le plus souvent considérés comme étant proportionnels aux apports récents de produits organiques : un coefficient d'équivalence (KeqN) dépendant du type de produit, est appliqué à la dose

moyenne annuelle d'azote apporté par le PRO au cours des années précédentes. Parfois même, ils correspondent à une quantité d'azote fournie annuellement par les anciens apports de PRO, ne dépendant que du produit et pas de la dose moyenne appliquée.

Les connaissances évoluant, il est apparu que la minéralisation de la matière organique humifiée du sol, et donc de la matière organique stockée suite à des apports réguliers de PRO sur une parcelle, est liée, dans les sols cultivés, au sol et au climat et non à l'origine de la matière organique humifiée (AMG, COMIFER). Cette vision des phénomènes n'est pas compatible avec l'application d'un coefficient d'arrière effet lié uniquement au type de produit. C'est ce qui a conduit, au début des années 2000, à modifier la méthode de prise en compte des effets cumulatifs d'apports de PRO.

Raisonnement basé sur la variation de stock d'azote organique du sol au cours du temps

Dans ce raisonnement mis en œuvre dans la méthode COMIFER, les fournitures d'azote par le sol sont issues de la minéralisation d'un compartiment actif de la matière organique représentant 35% du stock total d'azote organique du sol. Cette proportion est modulée en fonction des historiques de restitution des résidus de cultures et des apports de PRO par le facteur système (Fsys). Connaissant le stock total et la fraction active, on détermine le stock actif auquel est appliqué un taux de minéralisation. Ceci permet de déterminer les fournitures d'azote par le sol en prenant en compte

l'ensemble des restitutions organiques sur la parcelle, dont les apports de PRO. Il n'est donc pas nécessaire, et il ne faut pas utiliser alors de coefficient d'arrière effet des apports de PRO pour ne pas les compter 2 fois.

Une variante de cette méthode, proposée par la chambre régionale de Bretagne, consiste à estimer les fournitures d'azote par minéralisation « basale » de la matière organique du sol sans apport de PRO (Mhb) et d'ajouter la minéralisation du stock d'azote constitué par les apports répétés de PRO sur la parcelle (Mha).

Cas particuliers dans la méthode COMIFER simplifiée

Lorsque le calcul de la dose d'engrais azoté à appliquer sur une culture se fait en utilisant des tables de fournitures d'azote par le sol en fonction des types de sols (pour prendre en compte l'effet du type de sol sur la vitesse de minéralisation) et des systèmes de cultures (avec ou sans apports réguliers de PRO), il ne faut pas utiliser de coefficients d'arrière effets des apports de PRO puisqu'ils sont déjà pris en compte dans la différenciation des systèmes.

Lorsque les systèmes de cultures ne sont pas différenciés dans les tables, la situation est ambiguë car elle ne permet pas de savoir si ces fournitures sont estimées dans des systèmes :

- sans apports de PRO, il faut alors ajouter des arrières effets (mais calculés de quelle manière?) dans les situations avec apports de PRO ;
- avec apports de PRO, il faut alors défalquer des arrières effets des PRO dans les situations sans apport ;
- ou tous systèmes confondus. Dans ce cas, les fournitures d'azote par le sol sont surestimées dans les situations sans apports de PRO et sous estimées lorsqu'il y a apport de PRO. Dans cette dernière situation l'utilisation d'arrière effets conduirait à surestimer les fournitures d'azote par le sol.

Fiches déjections animales



10 Fiches effluents Porcins (IFIP, CRAB et ARVALIS)



6 Fiches effluents Bovins (IDELE et ARVALIS)



1 Fiche effluent Ovins (IDELE et ARVALIS)



1 Fiche effluent Caprins (IDELE et ARVALIS)



11 Fiches effluents Volailles (ITAVI et ARVALIS)



3 Fiches effluents Lapins (ITAVI et ARVALIS)

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.



Crédit photo : IFIP

Critères généraux

Quantité produite (m ³ /truite + suite/an)	18,4
pH	7,7
C/N	2,9
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	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
Matière sèche	36,3	17,0
Matière organique	25,3	9,7
C organique	11,0	4,5
N total _{Kjeldahl}	3,5	0,7
N-NH ₄ ⁺	2,5	0,6
N organique	1,1	0,4
P ₂ O ₅	2,1	0,7
K ₂ O	2,5	0,6
CaO	1,8	0,7
MgO	0,6	0,3
Na ₂ O	0,5	-
SO ₃	0,7	-

ND : élément non détectable

Source : IFIP

Micro-éléments	Moyenne mg/kg MS	Ecart-type
Cu	357	138
Zn	1046	-
Fe	2411	-
B	58	-
Al	993	-
Mn	528	-
Co	4,1	-
Mo	6,7	-
Cd	0,5	-
Cr	13,4	-
Ni	14	-
Pb	4,7	-
Hg	ND	-
As	1,2	-
Se	1,0	-

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 devraient 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 le 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 verraterie-gestante, 39 % 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 verraterie-gestantes (logées en stalles 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 extérieurs 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 maîtrisées depuis de nombreuses années.

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.
KeqN 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
KeqN bilan	0,00	0,05	0,56	0,05	0,05	0,60	0,05	0,05	0,50	0,05	0,05	0,50	0,05	0,10	0,60

Keq P₂O₅ = 0,95 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 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
MO (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

Soit : 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 Trenf (méthode COMIFER). 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 « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T 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 P, Gourmelen C, Douguet G (2007). Le parc des élevages de porcs en France : état des lieux, évaluation du besoin d'investissement. Rapport d'étude, convention IFIP/Office de l'Élevage, Ed. IFIP, 122 pages.

(2) Bertin C, Ramonet Y (2016). État des lieux des bâtiments d'élevage de porcs en Bretagne chez les naisseurs-engraisseurs en 2015. Journées de la Recherche Porcine 48, 1-7.

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 bas, très inférieur à 8 ; il s'agit qu'un fertilisant de type II 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 enfouissement plus rapide que les délais préconisés par la réglementation permettra de limiter les pertes. L'azote ammoniacal est également sensible aux pertes par lessivage (entraînement en profondeur sous l'effet de la pluviométrie).

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/t 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.



Définition

Mélange d'urines et de fèces issues de porcs charcutiers. Les analyses mentionnées ici concernent principalement un lisier collecté sous caillebotis en fin de bande.



Crédit photo : IFIP

Critères généraux

Quantité produite (kg/porc/jour)	4,1
pH	7,6
C/N	4,1
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	70
Pot. méthanogène	lisier standard 302
(m ³ CH ₄ /t MO)	lisier frais ⁽¹⁾ 353

Composition en macro et micro-éléments⁽²⁾

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	68,4	17,1
Matière organique	45,9	15,0
C organique	23,0	6,6
N total _{Kjeldahl}	5,8	1,4
N-NH ₄ ⁺	3,7	1,0
N organique	1,7	0,8
P ₂ O ₅	3,2	1,0
K ₂ O	4,8	1,1
CaO	4,4	1,4
MgO	1,2	0,5
Na ₂ O	1,3	0,3
SO ₃	1,5	0,6

ND : élément non détectable

Source : IFIP

Micro-éléments	Moyenne mg/kg MS	Ecart-type
Cu	155	40
Zn	868	276
B	44	10
Fe	1734	453
Al	570	211
Mn	530	138
Co	1,8	0,6
Mo	10,0	3,5
Cd	0,42	0,20
Cr	3,2	1,3
Ni	9,0	2,1
Pb	1,8	1,2
Hg	ND	-
As	0,52	0,47
Se	0,60	0,23

⁽¹⁾ Lisier raclé quotidiennement, voire plusieurs fois par jour.

⁽²⁾ Ces valeurs correspondent à des lisiers stockés en pré-fosse, à l'issue de la phase d'engraissement. En fosse de stockage extérieure non couverte, une légère dilution par les eaux de pluie est à prendre en compte.

Principaux facteurs de variation de leur composition

La composition d'un lisier de porcs charcutiers va principalement dépendre de la consommation d'eau des porcs. Les systèmes d'alimentation avec abreuvoir intégré à l'auge, plus économes en eau, devraient aboutir à des niveaux de concentration plus élevés que les valeurs présentées ci-dessus. Toutefois, la majorité des porcs charcutiers sont alimentés en soupe avec un abreuvoir distinct, facteur potentiel de gaspillage d'eau. Le taux de dilution de la soupe (quantité d'eau apportée dans la soupe par kilo d'aliment) varie également d'un élevage à l'autre. Lors d'une étude menée sur 18 élevages du Sud-Ouest (Royer, 2007), la dilution variait

de 2,4 à 3,2 (moyenne de 2,9) pour les porcs charcutiers. Le comportement hydrique du porc constitue également une source importante de variation du volume de lisier produit, cette dernière étant multifactorielle (saison, débit et conception des abreuvoirs, etc.). D'autres facteurs peuvent également influencer le taux de dilution du lisier : l'intensité de lavage des salles, la pluviométrie et la présence (ou non) d'une couverture sur la fosse de stockage extérieure. Ces facteurs ne sont pas pris en compte dans les données chiffrées présentées ici.

¹ Royer E, Ernandorena V, Escibano F (2007). Effects of the water-feed ratio and of a rheological sepiolite on some physical parameters of liquid feed and performances of pigs. EAAP 2007, 26-29. http://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf-documentations/58theap2007s26_09_royer.pdf. (Consulté le 28/05/2019).

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.
KeqN 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
KeqN bilan	0,00	0,05	0,56	0,05	0,05	0,60	0,05	0,05	0,50	0,05	0,05	0,60	0,05	0,10	0,60

Keq P₂O₅ = 0,95 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,51

Dose repère (cf. fiche2)

15 m³/ha de lisier de porcs charcutiers apportent en moyenne :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	1,03
MO (t/ha)	0,69
N total (kg/ha)	87
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	56
P ₂ O ₅ (kg/ha)	48
K ₂ O (kg/ha)	72

Soit : 0,35 t de matières organiques humifiées,
46 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
72 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
54 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de printemps) ou,
52 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
33 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne),
52 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport de printemps).

Une dose de 15 m³/ha couvre les besoins en P₂O₅ d'un blé ou d'un maïs produisant 75 à 80 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Dans ces conditions de sol, pour un maïs fourrage, il faudra compléter en P₂O₅ si la production est supérieure à 10-11 tMS/ha. Concernant des prairies, type prairies de fauche, cette dose couvrira les besoins en P₂O₅. Il faudra compléter pour couvrir les besoins en K₂O de ces deux dernières cultures.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

Les lisiers de porcs charcutiers présentent des similitudes par rapport aux lisiers de porcs mixtes naisseur-engraisseurs : taux de minéralisation de l'azote élevé (70 %). Ceci implique une disponibilité élevée et rapide de cet élément pour les cultures. Le C/N inférieur à 8 (fertilisant de type II) conduit à des périodes d'épandage plus restreintes que les fumiers ou autres fertilisants de type I. Les lisiers de porcs charcutiers peuvent être toutefois bien plus concentrés en éléments fertilisants que les lisiers naisseur-engraisseurs, impliquant des doses d'épandage moindres.

Précaution d'utilisation, d'épandage - Autres modes de valorisation

La proportion élevée d'azote ammoniacal relativement à la fraction organique va entraîner un risque notable de volatilisation de cet élément, notamment lorsqu'il fait chaud et venteux. Dans ces conditions climatiques, un enfouissement plus rapide que les délais préconisés par la réglementation permettra de limiter les pertes. L'azote ammoniacal est également sensible aux pertes par lessivage (entraînement en profondeur sous l'effet de la pluviométrie). Compte tenu des risques sanitaires, notamment de salmonelles, mais aussi d'appétence, il faut respecter un délai de 3 semaines entre un épandage sur prairie et le pâturage.

Le rendement méthane d'un lisier de porcs charcutiers est généralement compris entre 10 et 15 Nm³ CH₄/t matière brute. L'évacuation quotidienne des déjections, par raclage ou flushage, permet d'obtenir un lisier frais. La production de méthane correspondante peut être plus élevée, supérieure à 20 Nm³ CH₄/t matière brute compte tenu de matières organiques plus fermentescibles et présentes en quantité plus importante.

Lisier de truies gestantes



Définition

Mélange d'urines et de fèces issues de truies gestantes. Les analyses mentionnées ici concernent principalement un lisier collecté sous caillebotis.



Critères généraux

Quantité produite (kg/truie/jour)	18,9
pH	7,7
C/N	3,3
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	74
Pot. méthanogène (m ³ CH ₄ /t MO)	non connu

Composition en macro et micro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	23,3	12,2
Matière organique	11,7	4,5
C organique	5,7	2,1
N total _{Kjeldahl}	2,2	0,6
N-NH ₄ ⁺	1,7	0,4
N organique	0,6	0,3
P ₂ O ₅	1,5	0,8
K ₂ O	1,5	0,4
CaO	1,6	0,5
MgO	0,3	0,1
Na ₂ O	0,3	0,1
SO ₃	0,5	0,2

ND : élément non détectable

Source : IFIP

Micro-éléments	Moyenne mg/kg MS	Ecart-type
Cu	178	19
Zn	1390	-
B	45	-
Fe	1680	417
Al	590	-
Mn	516	46
Co	0,76	-
Mo	3,5	-
Cd	0,76	-
Cr	13,1	-
Ni	1,9	-
Pb	1,5	-
Hg	ND	-
As	1,1	-
Se	1,4	-

Principaux facteurs de variation de leur composition (d'après ANSES, 2016)¹

Le taux de dilution du lisier est le premier facteur explicatif des différences de composition observées. Elles s'expliquent par la diversité des techniques d'alimentation et d'abreuvement employées.

L'alimentation liquide (sous forme de soupe) devient prépondérante dans les élevages de truies gestantes, mais également allaitantes. En 2007, Roguet *et al.* (2007)⁽²⁾ montraient que l'alimentation liquide représentait 57 % des places en verrerie-gestante, 39 % des places en maternité. Plus récemment, les résultats d'une enquête réalisée en 2015 auprès de 30 élevages naisseurs-engraisseurs bretons (Bertin et Ramonet, 2016)⁽³⁾, indiquent que la part de l'alimentation en soupe représentait alors 72 % des places en verrerie-gestantes (logées en stalles individuelles), 60 % des places en gestantes en groupes et 52 % en maternité. Le taux de dilution de la soupe (quantité d'eau apportée dans la soupe par kilo d'aliment) varie également d'un élevage à l'autre. Lors d'une étude menée sur 18 élevages du Sud-Ouest (Royer, 2007)⁽⁴⁾, la dilution variait de 2,5 à 4,8 (moyenne de 3,7) pour les truies gestantes.

La consommation d'eau diffère selon le mode de logement des truies gestantes. Paboeuf *et al.* (2010)⁽⁵⁾ observent, en station

expérimentale, que la quantité d'eau prélevée quotidiennement est inférieure pour des truies logées en salles équipées de distributeur automatique de concentré (DAC), que pour des truies dans une loge de type réfectoire-courette (respectivement 8,2 et 12,6 l/truie). Cette différence est également observée en élevage (hors station expérimentale), alors que des abreuvoirs sont disponibles dans les salles équipées de DAC. Certaines truies se déplacent spontanément peu pour boire en dehors des repas. Afin d'éviter un abreuvement insuffisant pour leurs besoins physiologiques, les éleveurs augmentent la quantité d'eau distribuée avec l'aliment dans le DAC. En maternité, l'alimentation est plus libre. L'objectif est que la truie soit alimentée à volonté pendant la phase d'allaitement. La truie a alors toujours la possibilité de s'abreuver en permanence, via des abreuvoirs, pipettes ou bols ou avec un apport complémentaire manuel d'eau.

Pour les truies alimentées en soupe, l'éleveur distribue une quantité d'aliment déterminée en un à trois repas par jour.

Le tableau des valeurs d'analyse concerne des lisiers essentiellement prélevés sous caillebotis. Les opérations de lavage et l'eau de pluie constituent des facteurs de dilution supplémentaire à prendre en compte.

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.
KeqN global	0,31	0,20	0,56	0,40	0,42	0,62	0,40	0,40	0,50	0,40	0,48	0,50	0,20	0,38	0,60
KeqN bilan	0,00	0,05	0,56	0,00	0,05	0,60	0,00	0,05	0,50	0,00	0,05	0,50	0,00	0,05	0,60

Keq P₂O₅ = 0,95 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,51

Dose repère (cf. fiche2)

30 m³/ha de lisier de truies gestantes apportent approximativement :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	0,70
MO (t/ha)	0,35
N total (kg/ha)	66
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	51
P ₂ O ₅ (kg/ha)	45
K ₂ O (kg/ha)	45

Soit : 0,18 t de matières organiques humifiées,
43 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
45 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
40 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de printemps) ou,
33 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
25 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne),
40 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport de printemps).

Une dose de 30 m³/ha couvre les besoins en P₂O₅ et K₂O d'un blé ou d'un maïs produisant 70 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Dans ces conditions de sol, pour un maïs fourrage, il faudra compléter en P₂O₅ si la production est supérieure à 10-11 tMS/ha. Concernant des prairies, type prairies de fauche, cette dose couvrira les besoins en P₂O₅. Il faudra compléter pour couvrir les besoins en K₂O de ces deux dernières cultures.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

Les lisiers de truies gestantes sont un peu plus dilués que les lisiers de truies allaitantes, respectivement 2,3 et 3,1 % de matière sèche. Le taux de minéralisation de l'azote est élevé dans le lisier de truies gestantes (74 %). Ceci traduit la disponibilité élevée et rapide de cet élément par les cultures. Dans le lisier de truies allaitantes, l'azote ammoniacal représente 65 % de l'azote total.

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

Le risque de volatilisation de l'azote ammoniacal est le même que pour les lisiers de porcs charcutiers et de porcelets.

Compte tenu de son fort taux de dilution, les lisiers de truies présentent assez peu d'intérêt pour la production de méthane.

¹ ANSES (2016). Avis de l'ANSES - Saisine n° « 2015-SA-0061 », relative à l'abreuvement des porcs dans le cadre du bien être animal. Avis de l'ANSES, 61 pages. <https://www.anses.fr/fr/system/files/SABA2015SA0061.pdf> (consulté le 28/05/2019).

² Roguet C., Massabie P., Gourmelen C., Douguet G. (2007). Le parc des élevages de porcs en France : état des lieux, évaluation du besoin d'investissement. Rapport d'étude, convention IFIP/Office de l'Élevage, Ed. IFIP, 122 pages.

³ Bertin C., Ramonet Y. (2016). Etat des lieux des bâtiments d'élevage de porcs en Bretagne chez les naisseurs-engraisseurs en 2015. Journées de la Recherche Porcine 48, 1-7.

⁴ Royer E., Ernandorena V., Escribano F. (2007). Effects of the water-feed ratio and of a rheological sepiolite on some physical parameters of liquid feed and performances of pigs. EAAP 2007, 26-29. http://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf-documentations/58theaap2007s26_09_royer.pdf. (Consulté le 28/05/2019).

⁵ Paboeuf F., Gautier M., Meunier-Salaun MC., Cariolet R., Dourmad JY. (2010.) Elevage de porcs sur litière et sur caillebotis : influences du mode de logement et d'alimentation sur les besoins en eau. Journées de la Recherche Porcine 42, 37-38.

Fumier de porcs charcutiers

(à base de paille)



Définition

Fumier issu de l'engraissement d'une bande unique de porcs charcutiers sur une litière de paille accumulée. Il peut être utilisé à l'état frais ou après une phase de stockage/compostage sur fumière (voir fiche correspondant au compost de fumier de porcs charcutiers).



Crédit photo : IFIP

Critères généraux

Quantité produite (kg/porc charcutier produit)	240
pH	8,4
C/N	15,5
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	32
Pot. méthanogène (m ³ CH ₄ /t MO)	235

Composition en macro et micro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	308	49
Matière organique	236	34
C organique	123	19
N total _{Kjeldahl}	9,4	1,7
N-NH ₄ ⁺	3,0	1,5
N organique	6,4	1,9
P205	7,7	2,3
K ₂ O	14,0	4,8
CaO	12,8	2,4
MgO	3,4	0,8
Na ₂ O	2,3	0,6
SO ₃	5,0	1,3

ND : élément non détectable

Source : IFIP

Micro-éléments	Moyenne mg/kg MS	Ecart-type
Cu	86	57
Zn	397	121
Al	730	-
Mo	2,2	-
Cd	0,2	-
Cr	3,5	-
Ni	2,1	-
Pb	5,2	-
Hg	ND	-
As	0,7	-
Se	ND	-

Principaux facteurs de variation de leur composition

Il existe une variabilité assez importante autour de ces valeurs de composition. Elle s'explique en partie par la variabilité de la teneur en matière sèche de l'effluent qui sera fonction de la qualité de la conduite de la litière sous les animaux. A ce titre, le choix et la gestion du bâtiment jouent un rôle primordial compte tenu de l'effet de l'ambiance sur

le fonctionnement de la litière. L'absence de fuite ou de gaspillage d'eau est également une composante à ne pas négliger. La quantité de paille utilisée, généralement autour de 70 kg/porc charcutier produit, ne semble pas impacter la quantité de fumier produite (Levasseur, 2005)¹.

¹ Levasseur P (2005). Composition des effluents porcins et de leurs coproduits de traitement quantités produites. Ed. IFIP, 68 pages.

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.
KeqN global	0,35	0,20	0,15	0,12	0,12	0,20	0,15	0,15	0,40	0,15	0,15	0,45	0,25	0,40	0,40
KeqN bilan	0,10	0,10	0,15	0,05	0,10	0,20	0,05	0,10	0,40	0,05	0,15	0,45	0,05	0,20	0,40

Keq P₂O₅ = 0,95 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,61

Dose repère (cf. fiche 2)

10 t/ha de fumier de porcs apportent approximativement :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	3,08
MO (t/ha)	2,36
N total (kg/ha)	94
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	30
P ₂ O ₅ (kg/ha)	77
K ₂ O (kg/ha)	140

Soit : 1,44 t de matières organiques humifiées
 73 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
 140 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
 11 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de fin d'été ou automne)
 ou
 42 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou
 38 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne).

Une dose de 10 à 15 t/ha couvre les besoins en P₂O₅ et K₂O d'un blé ou d'un maïs grain produisant plus de 100 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Les besoins sont également couverts avec cette dose pour une prairie, type prairie de fauche, ou un maïs allant jusqu'à 15 tMS/ha.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

Le fumier de porc charcutier est un produit fertilisant pour le P₂O₅ et le K₂O. L'azote est mieux valorisé en apport de printemps sur maïs voire en fin d'été sur colza.

La richesse en paille non évoluée d'un fumier joue sur l'organisation juste après épandage. Il est donc recommandé d'épandre les produits pailleux 1 à 2 mois au moins avant l'implantation de la culture afin que la phase d'organisation ait lieu avant que la culture n'ait de forts besoins d'azote. Peu pailleux ou stocké pendant au moins 2 mois avant épandage, il pourra par contre être épandu à l'implantation de la culture, voire en couverture sur prairie. Son effet positif important sur le bilan humique en fait un produit amendement humique intéressant pour maintenir, voire améliorer la teneur en matière organique du sol. Son effet sur le pH du sol est neutre, voire positif dans un grand nombre de situations permettant ainsi de limiter les apports d'amendement basique. Enfin, comparé à une fertilisation minérale, l'apport de fumier de porcs accroît la biomasse microbienne et son activité.

L'azote minéral du fumier, essentiellement de l'azote ammoniacal, est immédiatement disponible pour les cultures s'il n'est pas volatilisé. Au bout d'une année, de 5 à 30 % de l'azote organique sont progressivement minéralisés. La fraction restante pourra être valorisée sur la culture suivante.

Autres modes de valorisation

Produit organique pouvant présenter un intérêt pour la méthanisation, le potentiel méthanogène étant de l'ordre de 235 Nm³ CH₄/t MO. Utiliser de préférence un produit frais pour éviter les pertes de carbone à la suite d'éventuelles fermentations aérobies.

Fumier composté de porcs charcutiers

(à base de paille)



Définition

Fumier issu de l'engraissement de porcs charcutiers sur une litière de paille accumulée et ayant subi une phase de compostage.



Crédit photo : IFIP

Critères généraux

Quantité produite (kg/m ³ de lisier de porc)	NC
pH	8,7
C/N	10,8
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	10
Pot. méthanogène (m ³ CH ₄ /t MO)	Non Connu

Composition en macro et micro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	453	121
Matière organique	283	83
C organique	135	43
N total <small>Kjeldahl</small>	13,3	3,4
N-NH ₄ ⁺	1,3	1,1
N organique	12,1	2,7
P ₂ O ₅	18,4	4,3
K ₂ O	24,8	6,8
CaO	23,3	6,3
MgO	7,1	1,6
Na ₂ O	4,5	1,9
SO ₃	11,1	3,7

ND : élément non détectable

Source : IFIP

Micro-éléments	Moyenne mg/kg MS	Ecart-type
Cu	120	-
Zn	602	148
Al	690	-
Mo	3,9	-
Cd	ND	-
Cr	5,5	-
Ni	3,8	-
Pb	4,9	-
Hg	ND	-
As	2,4	-
Se	0,5	-

Principaux facteurs de variation de leur composition

Il existe une variabilité assez importante de la composition des fumiers compostés. Elle s'explique en partie par les conditions de compostage (abrité ou non, nombre de retournement, saison, composition initiale du fumier...). De bonnes conditions favorisent l'élévation de température du fumier et sa déshydratation, entraînant de fait, une augmentation de la concentration en éléments fertilisants.

Par rapport à un fumier frais (voir fiche correspondante), la teneur en éléments est multipliée par deux ou trois mais seulement 1,5 fois environ pour l'azote total. Une partie de cet élément est effectivement volatilisée au cours du compostage. Le compostage, mené dans de bonnes conditions, a également pour effet de réduire la masse de fumier de 50 %.

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.
KeqN global	0,35	0,30	0,15	0,07	0,07	0,10	0,10	0,10	0,25	0,10	0,10	0,25	0,10	0,20	0,20
KeqN bilan	0,20	0,05	0,15	0,00	0,05	0,10	0,00	0,05	0,25	0,00	0,05	0,25	0,00	0,05	0,20

Keq P₂O₅ = 0,95 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,74

Dose repère (cf. fiche 2)

12t/ha de fumier composté de porcs charcutiers (à base de paille) apportent en moyenne

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	5,44
MO (t/ha)	3,4
N total (kg/ha)	160
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	16
P ₂ O ₅ (kg/ha)	221
K ₂ O (kg/ha)	298

Soit (/ha) : 2,5 t de matières organiques humifiées,
210 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
298 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
11 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de fin d'été ou automne) ou,
40 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
32 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne).

Une dose de 12 t/ha tous les 3 à 4 ans, couvre les besoins en K₂O et en P₂O₅ d'une rotation blé (80qx) paille exportée / maïs (80 qx/ha) dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Dans ces conditions de sols, les besoins sont également couverts pour un maïs fourrage ou des prairies.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Précaution spécifique d'utilisation et d'épandage

Compte tenu de l'apport important de matières organiques humifiées par ce produit, l'utilisation de ce compost aura un impact positif sur le bilan humique des sols. L'impact sur le stockage de matières organiques humifiées sera toutefois très limité compte tenu des doses moyennes annuelles applicables (12 t/ha tous les 3 à 4 ans) du fait de ses teneurs en P₂O₅ et K₂O.

Autres modes de valorisation

Nous ne disposons pas de références de potentiel méthano-gène pour un compost de fumier porcin. Il devrait toutefois être très réduit car le compostage entraîne une perte de la fraction carbonée la plus fermentescible.

Fraction solide compostée issue d'un raclage en V



Définition

Fraction solide issue du raclage, plusieurs fois par jour, du fond de préfosse sous les caillebotis. Sol en pente (généralement en V) permettant de séparer les urines par gravité. La fraction solide subit une phase de compostage (plusieurs retournements).



© crédit photo : CRAB 2006

Critères généraux

Quantité produite (kg/porc charcutier/j)	1,1
pH	non connu
C/N	10,2
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	34
Pot. méthanogène (m ³ CH ₄ /t MO)	350

Composition en macro et micro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	570	85,5
Matière organique	430	68,8
C organique	372	36,7
N total _{Kjeldahl}	20,6	2,3
N-NH ₄ ⁺	2,2	1,6
N organique	18	2,3
P ₂ O ₅	31	5,27
K ₂ O	19	2,1

ND : élément non détectable

Source : CRAB

Micro-éléments	Moyenne mg/kg MS	Ecart-type
Cu	166	58,1
Zn	820	336,2

Principaux facteurs de variation de leur composition

La quantité de solide varie de 0,9 à 1,3 kg/porc charcutier/jour notamment selon le taux de matière sèche. S'il est évacué fréquemment (par ex. toutes les trois semaines), la teneur en MS sera généralement inférieure à 25 % pour une quantité journalière supérieure à 1 kg/PC/jour. Il est probable que l'indice de consommation et la nature des matières premières alimentaires influence également la quantité de solide produit par porc charcutier.

En l'état, le solide nécessite un plan d'épandage. Une phase de compostage de 3 mois avec 2 % de paille et 2 à 3 retournements permet d'obtenir un compost conforme à la norme NF 42-001 « engrais organique » (Loussouarn et al, 2015). La perte de masse serait de l'ordre de 65 %.

Le raclage en V est le plus souvent utilisé en engraissement à des fins de résorption d'excédents en éléments fertilisants. Ce dispositif a également été installé sous des truies gestantes et en post-sevrage mais nous ne disposons pas de références pour ces stades physiologiques. La catégorie d'animal et les différences associées de mode d'alimentation, d'abreuvement et de composition des aliments (ex : teneur en fibres des aliments « truies ») pourraient faire varier la quantité et la composition de cette fraction solide.

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.
KeqN global	0,35	0,20	0,35	0,10	0,07	0,10	0,10	0,10	0,30	0,10	0,10	0,45	0,10	0,20	0,20
KeqN bilan	0,20	0,05	0,35	0,00	0,05	0,10	0,00	0,05	0,30	0,00	0,05	0,45	0,00	0,05	0,20

Keq P₂O₅ = 0,8 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,58

Dose repère (cf. fiche 2)

5 t/ha de solide composté issues d'un raclage en V apportent approximativement:

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	2,85
MO (t/ha)	2,15
N total (kg/ha)	103
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	11
P ₂ O ₅ (kg/ha)	155
K ₂ O (kg/ha)	95

Soit : 1,25 t de matières organiques humifiées,
124 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
95 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
10 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de fin d'été) ou,
31 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
21 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne).

Très riche en P₂O₅, une dose de 3 t/ha de ce produit couvrirait les besoins en P₂O₅ d'un blé ou d'un maïs grain produisant plus de 100 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Cette dose couvrirait également les besoins d'une prairie, type prairie de fauche ou d'un maïs fourrage produisant jusqu'à 20tMS/ha dans ces conditions de sol.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Si on raisonne sur une dose d'apport de 5t/ha, plus adaptée au matériel utilisé pour les épandages de ce type de produit, il couvrira les besoins de 3 ans de culture moyennement exigeante.

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

Ce produit apporte essentiellement du carbone et du phosphore avec toutefois un effet azote non négligeable en apport de printemps avant une culture de printemps.

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

Le solide issu du raclage en V est très compact et son épandage nécessite un épandeur avec table d'épandage (Loussouarn et al, 2015)¹.

Dans la plupart des cas, le solide est composté pour être exporté et ainsi réduire la pression en phosphore et en azote

sur l'exploitation. L'ajout de paille (2% de la masse de solide frais) est recommandé pour favoriser la montée en température lors du compostage. Dans ces conditions, un produit répondant à la norme NF 42-001 « engrais organique » a pu être obtenu après 3 mois de compostage et 2 à 3 retournements (Loussouarn et al, 2015). Après chaque retournement, l'utilisation d'un godet a été évitée pour ne pas tasser le produit. La perte d'azote est d'environ 40 %.

L'apport de 30 g de paille/porc/jour au bâtiment (apport de matériaux manipulables pour le bien être des porcs), correspondant à 2 % du volume de solide frais produit est compatible avec le raclage en V selon Caille et Loussouarn (2016)². Toutefois le mélange paille-solide obtenu nécessite des retournements, voire des apports de paille supplémentaire pendant le compostage pour permettre la montée en température et répondre à la norme NF 42-001 « engrais organique ».

¹ Loussouarn A., Le Bris B., Touic M. ; et Decoopman B. (2015). Transformation par compostage du solide de raclage en V. Rapport d'étude (mai 2015). Chambres d'agriculture de Bretagne, 11 pages.

² Caille M-E et Loussouarn A. (2016). Apport de paille et autres matériaux de manipulation pour des porcs charcutiers logés dans une salle équipée de racleurs en V. Rapport d'étude (janvier 2016).Chambres d'agriculture de Bretagne, 8 pages.

Fraction liquide issue d'un raclage en V



Définition

Fraction liquide issue du raclage, plusieurs fois par jour, du fond de préfosse sous les caillebotis. Le sol en pente (généralement en V) permet de collecter distinctement les urines et les eaux (lavage et gaspillage de l'abreuvement) par gravité.



Crédit photo : IFIP

Critères généraux

Quantité produite (l/porc charcutier/j)	2,7 (+/- 0,3)
pH	non connu
C/N	1,3
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	88
Pot. méthanogène (m ³ CH ₄ /t MO)	non connu

Composition en macro et micro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	16,7	5,1
Matière organique	9,2	3,6
C organique	4,9	2,2
N total _{Kjeldahl}	3,6	1,1
N-NH ₄ ⁺	3,3	0,8
N organique	0,8	-
P ₂ O ₅	0,6	0,3
K ₂ O	2,8	0,6

ND : élément non détectable

Source : IFIP, CRAB

Micro-éléments	Moyenne mg/kg MS	Ecart-type
Cu	98	61
Zn	486	218

Principaux facteurs de variation de leur composition

La quantité de liquide varie de 2,4 à plus de 3 litres/porc charcutier/jour. Le mode d'abreuvement (abreuvoir intégré dans l'auge ou non, débit des abreuvoirs, dispositif anti-gaspillage...) et le comportement hydrique du porc (variable selon la saison, l'individu,...) sont les principaux facteurs de variation de la quantité d'urine produite, mais aussi de sa composition. La teneur des aliments en matières azotées totales peut également impacter la teneur des urines en azote, la voie urinaire étant la voie privilégiée d'élimination des sources azotées excédentaires.

Le raclage en V est le plus souvent mis en œuvre en engraissement à des fins de résorption d'excédents en éléments fertilisants. Ce dispositif a également été installé sous des truies gestantes et en post-sevrage mais nous ne disposons pas de références pour ces stades physiologiques. La catégorie d'animal et les différences associées de mode d'alimentation, d'abreuvement et de composition des aliments pourraient faire varier la quantité et la composition de cette fraction liquide.

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.
KeqN global	0,31	0,20	0,56	0,40	0,42	0,62	0,40	0,40	0,50	0,40	0,48	0,50	0,20	0,38	0,60
KeqN bilan	0,00	0,05	0,56	0,05	0,05	0,60	0,05	0,05	0,50	0,05	0,05	0,50	0,05	0,10	0,60

Keq P₂O₅ = 0,95 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,51

Dose repère (cf. fiche 2)

20 m³/ha d'urine de porc issue d'un raclage en V apportent approximativement:

Eléments majeurs	Total
MS (t/ha)	0,33
MO (t/ha)	0,18
N total (kg/ha)	72
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	66
P ₂ O ₅ (kg/ha)	12
K ₂ O (kg/ha)	56

Soit : 0,09 t de matières organiques humifiées,
11 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
56 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
43 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de printemps) ou,
36 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
27 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne),
43 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport de printemps).

Une dose de 20m³/ha couvre les besoins en K₂O d'un blé ou d'un maïs grain produisant 90 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Les apports sont à compléter pour des apports de K₂O pour des prairies, type prairie de fauche ou du maïs fourrage.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Si le sol est peu pourvu en P₂O₅, il faudra compléter par d'autres apports pour survenir aux besoins des cultures.

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

L'azote est très minéralisé, pratiquement 90 % est sous forme ammoniacale. L'azote organique résiduel devrait être aisément minéralisable puisque sous forme particulière fine.

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

La couverture de la fosse de stockage est recommandée car cet effluent comporte un risque élevé de volatilisation de l'azote ammoniacal. Par contre, les pertes à l'épandage devraient être peu élevées, les urines s'infiltrant rapidement dans le sol.

En cas d'excédent élevé en éléments fertilisants sur le plan d'épandage et si l'exportation de la fraction solide s'avère insuffisante, les urines se prêtent bien au stripping de l'azote. L'azote ammoniacal doit subir un lavage acide afin de produire un sulfate (ou un nitrate) d'ammonium destiné à être exporté du plan d'épandage.

Refus de vis compacteuse sur lisier brut



Définition

Fraction solide issue d'une séparation de phases de lisier brut porcin à partir d'une vis compacteuse ou presse à vis. Le compostage peut se réaliser par des retournements au chargeur ou autre dispositif spécifique.



Crédit photo : IFIP

Critères généraux

Quantité produite (kg/m ³ de lisier traité)	43 (+/- 16)
pH	7,4
C/N	16,8
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	26
Pot. méthanogène (m ³ CH ₄ /t MO)	non connu

Composition en macro et micro-éléments

Macro-éléments	Moyenne ⁽¹⁾ g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	333 (472)	61
Matière organique	283 (319)	53
C organique	150	29
N total _{Kjeldahl}	7,9 (14,1)	2,1
N-NH ₄ ⁺	2,4 (2,2)	1,2
N organique	7,2 (11,1)	3,1
P ₂ O ₅	10,3 (22,0)	6,4
K ₂ O	3,7 (9,9)	1,6
CaO	17,5	4,5
MgO	4,9	2,1
Na ₂ O	0,5	-
SO ₃	7,0	-

(1) Chiffres entre parenthèses : valeurs moyennes obtenues après compostage et/ou bioséchage

Source : IFIP

Micro-éléments	Moyenne mg/kg MS	Ecart-type
Cu	190	88
Zn	381	127
B	43	-
Fe	1680	-
Al	460	-
Mn	390	-
Co	1,8	-
Mo	2,1	-
Cd	0,2	-
Cr	9,5	-
Ni	8,9	-
Pb	1,5	-
Hg	0,1	-
As	0,9	-
Se	0,4	-

Principaux facteurs de variation de la quantité et de la composition

La quantité de refus frais dépendra principalement de la concentration en éléments particuliers du lisier (la teneur en matières sèches du lisier constitue un bon indicateur) mais aussi du type et du réglage de la vis compacteuse (taille des mailles, force de compaction du bouchon, etc.). Le refus de vis compacteuse composte très bien en l'état.

Un bon compostage nécessite toutefois 2 à 3 retournements à 3 semaines d'intervalle environ. La déshydratation du refus qui en résulte entraîne une réduction de sa masse et une augmentation de la teneur en éléments fertilisants. Elle est d'autant plus marquée pour le phosphore et le potassium que pour l'azote dont une partie se volatilise dans l'atmosphère.

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.
KeqN global	0,30	-	-	0,15	0,15	-	0,15	0,15	0,4	0,15	0,15	0,40	0,10	0,15	0,35
KeqN bilan	0,05	-	-	0,05	0,15	-	0,05	0,10	0,4	0,05	0,15	0,40	0,05	0,15	0,35

Keq P₂O₅ = 0,95 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,63

Dose repère (cf. fiche 2)

La dose d'apport de référence en grandes cultures est de 5 t/ha, elle apporte approximativement :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	1,67
MO (t/ha)	1,42
N total (kg/ha)	40
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	12
P ₂ O ₅ (kg/ha)	52
K ₂ O (kg/ha)	19

Soit : 0,89 t de matières organiques humifiées,
49 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
19 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
6 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de fin d'été ou automne) ou,
16 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
6 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne).

Une dose de 5 t/ha couvre les besoins en P₂O₅ d'un blé et d'un maïs grain produisant plus de 80 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Dans ces conditions de sols, cette dose couvre également les besoins d'une prairie, type prairie de fauche et d'un maïs fourrage de 11-12 tMS/ha. Cette dose ne couvrira pas les besoins en K₂O dans ces conditions de sol pour les 4 cultures citées.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

Compte tenu des doses d'épandage, ce produit apporte essentiellement du carbone et du phosphore alors que les apports en azote et potassium sont très faibles. Son coefficient K1 d'humification est assez variable (0,42 à 0,92), vraisemblablement lié à la durée du compostage-maturation. Pour les produits à faible K1, il reste une part non négligeable de carbone labile qui aura un effet positif de courte durée (quelques mois) sur l'activité de la biomasse microbienne.

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

La fraction solide d'une vis compacteuse est plus concentrée en P qu'en N car une partie de l'azote s'est volatilisée lors de la phase de compostage et le taux de capture du phosphore est supérieur à celui de l'azote. Les doses d'épandage doivent en tenir compte conformément aux recommandations mentionnées précédemment (cf. « Dose repère »).

Dans le cas d'un parcellaire éloigné, la production d'une fraction solide permet de transporter des éléments fertilisants à moindre coût par rapport à un lisier de porc contenant 95 % d'eau.

Nous ne disposons pas de référence pour le potentiel méthanogène d'un refus de vis compacteuse. S'il est comparable à celui d'un lisier de porc, autour de 300 Nm³ CH₄/t MO, le rendement méthane escompté serait alors de 85 Nm³ CH₄/t matière brute pour un refus frais (tout compostage entraîne toutefois une perte de carbone fermentescible).

Refus composté de décanteuse-centrifuge sur lisier de porcs



Définition

Ce produit est issu directement de la centrifugation du lisier de porcs. Il subit ensuite un compostage qui va permettre une hygiénisation et une déshydratation du produit. Le compostage peut se réaliser en tas avec retournement au chargeur ou autre dispositif spécifique.



Critères généraux

Quantité produite (kg/m ³ de lisier de porc)	65,2 ⁽¹⁾
pH	7,7
C/N	8,5
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	30
Pot. méthanogène (m ³ CH ₄ /t MO)	non connu

(1) Le ratio de production indiqué correspond à un refus peu déshydraté (taux de matière sèche moyen à 35%).

Composition en macro et micro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	502	68
Matière organique	300	59
C organique	143	42
N total _{Kjeldahl}	16,8	3,9
N-NH ₄ ⁺	5,1	2,8
N organique	11,5	3,2
P ₂ O ₅	46,4	13,8
K ₂ O	5,6	2,6
CaO	50	-
MgO	25,3	-
SO ₃	6,2	-

Source : IFIP

Micro-éléments	Moyenne mg/kg MS	Ecart-type
Cu	486	153
Zn	1079	403
Fe	3672	-
Mn	971	-
Mo	7,4	0,4
Cd	0,33	0,15
Cr	16,8	4,4
Ni	13	2,5
Pb	7,8	3,3
Hg	0,03	-
As	1,3	-
Se	3	-

Principaux facteurs de variation de leur composition

Pour un refus composté (avec un taux de MS de 50 %), la quantité produite sera plus faible que celle indiquée ci-dessus qui correspond à un refus avec un taux de MS de 35 %. La quantité de refus obtenu va également dépendre de la concentration en éléments particuliers du lisier. Elle sera plus élevée pour un lisier d'engraissement qu'un lisier de truie compte tenu de la différence de taux de dilution. La qualité du compostage, l'ajout ou non d'un substrat ligno-cellulosique, l'existence d'un bioséchage ou non, etc. sont autant de conditions qui pourront impacter notablement la montée en température et la composition du produit final. En période hivernale et pour un refus trop humide, une ventilation forcée, voire le rajout d'une petite quantité de paille, pourra s'avérer nécessaire pour respecter les critères de la norme 42 001 (statut de produit organique pour pouvoir l'exporter hors plan d'épandage).

En cas d'excédent notable en phosphore sur un plan d'épandage, les boues issues d'un traitement biologique par nitrification/dénitrification peuvent être recyclées en mélange avec le lisier entrant dans la décanteuse-centrifuge. Cela a pour effet d'augmenter le taux de capture du phosphore (plus de 90 % au lieu de 75 % environ sans recirculation) et de réduire, voire supprimer, la présence de boues biologiques. L'augmentation de la rétention concerne également les micro-éléments. Le taux de recirculation des boues peut être assez variable ce qui entraîne une grande variabilité de la composition des refus.

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.
KeqN global	0,30	0,20	0,15	0,15	0,15	0,10	0,15	0,15	0,40	0,15	0,15	0,40	0,10	0,15	0,35
KeqN bilan	0,05	0,10	0,15	0,05	0,15	0,10	0,05	0,10	0,40	0,05	0,15	0,40	0,05	0,15	0,35

Keq P₂O₅ = 0,95 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,63

Dose repère (cf. fiche 2)

5 t/ha de refus composté de décanteuse centrifuge sur lisier de porc apportent approximativement :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	2,51
MO (t/ha)	1,50
N total (kg/ha)	84
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	26
P ₂ O ₅ (kg/ha)	232
K ₂ O (kg/ha)	28

Soit : 0,95 t de matières organiques humifiées,
220 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
28 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
8 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de fin d'été ou automne) ou,
34 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
13 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne).

Très riche en P₂O₅, une dose de 2 t/ha de ce produit couvrirait les besoins en P₂O₅ d'un blé ou d'un maïs grain produisant plus de 100 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Cette dose couvrirait également les besoins d'une prairie, type prairie de fauche ou d'un maïs fourrage produisant jusqu'à 20 tMS/ha dans ces conditions de sol.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Si on raisonne sur une dose d'apport de 5t/ha, plus adaptée au matériel utilisé pour les épandages de ce type de produit, il couvrira les besoins de 3 ans de culture moyennement exigeante.

Précautions spécifiques d'utilisation et d'épandage

Ce produit est classé comme type I dans le cadre de la directive nitrate (C/N de 9 en moyenne). C'est un fertilisant essentiellement phosphaté. Compte tenu de la dose préconisée liée à sa teneur en P₂O₅, son effet fertilisant N et K₂O est faible ainsi que son effet sur le bilan humique. Par contre, son effet sur le pH ne sera pas négligeable ainsi que l'apport de soufre. Il ne faudra pas en attendre des effets importants sur les fournitures en azote sur le long terme (à l'issue de son incorporation dans le sol) ni sur l'accroissement de la vie du sol (quantité et activité) liés au bilan humique.

Autres modes de valorisation

Produit organique qui devrait présenter un potentiel méthanogène intéressant à l'état frais. Toutefois, la mise en place d'une décanteuse-centrifuge s'avère coûteuse et a généralement pour objectif de pouvoir exporter le phosphore sous la forme d'une fraction solide respectant les critères de la norme NFU 42 001. Cette norme exige un taux de matière sèche d'au moins 40 % (bien d'autres critères étant demandés) or la méthanisation a pour effet de liquéfier les produits organiques (la fermentation anaérobie divise par deux, environ, le taux de matière sèche d'un produit organique), à fortiori si elle a lieu en phase liquide.

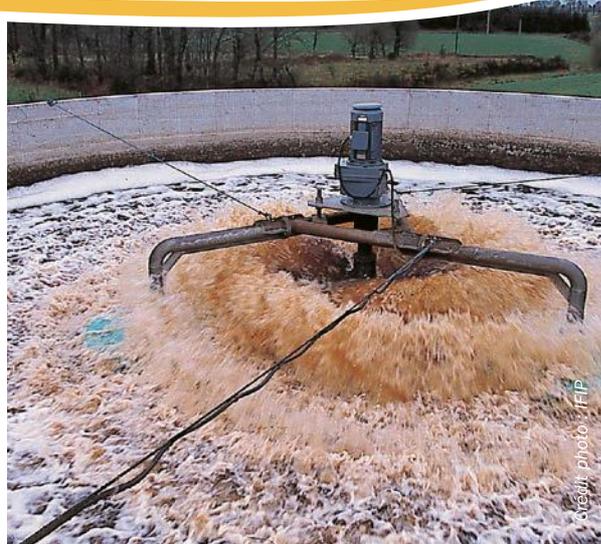
Boues biologiques et eaux résiduaires

issues d'un traitement par Nitrification/dénitrification



Définition

Après une séparation de phases par décanteuse-centrifuge puis un traitement biologique, la décantation du lisier aéré aboutit à deux fractions: une boue biologique et une eau résiduaire (la fraction surnageante). Il s'agit de boues qui n'ont pas subi de recirculation en tête.



Critères généraux⁽¹⁾

Quantité produite (litres/m ³ de lisier traité)	140 (716)
pH	8,3 (8,2)
C/N	6,6 (3,7)
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	9 (28)
Pot. méthanogène (m ³ CH ₄ /t MO)	NC

(1) Les chiffres entre parenthèses sont relatifs aux eaux résiduaires

Composition en macro et micro-éléments⁽²⁾

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	46 (6,7)	16 (2,1)
Matière organique	30,3 (2,1)	10,6 (0,8)
C organique	15,4 (0,6)	6,6
N total _{Kjeldahl}	2,3 (0,18)	0,7 (0,16)
N-NH ₄ ⁺	0,22 (0,05)	0,23 (0,04)
N organique	1,9 (0,08)	0,9 (0,03)
P ₂ O ₅	2,3 (0,27)	1,3 (0,21)
K ₂ O	2,8 (2,11)	0,6 (0,63)
CaO	(0,11)	-
MgO	(0,22)	-
Na ₂ O	(0,43)	-

ND : élément non détectable

Source : IFIP

(2) Les chiffres entre parenthèses sont relatifs aux eaux résiduaires

Micro-éléments	Moyenne mg/kg MS
Cu	(119)
Zn	(284)
B	(97)
Fe	(298)
Al	(28)
Mn	(85)
Co	(3,3)
Mo	(2,4)
Cd	(0,2)
Cr	(3,3)
Ni	(0,14)
Pb	(0,7)
Hg	(0,2)
As	(1,4)
Se	(1,0)

Principaux facteurs de variation de la quantité et de la composition

Le tableau de composition ci-dessus s'adresse à des boues biologiques après séparation de phases (par décanteuse-centrifuge en tête et sans recirculation des boues). La variabilité observée est vraisemblablement multifactorielle. Elle peut être due à la composition du lisier entrant (plus ou moins concentré), aux technologies et pratiques de traitement mises en œuvre (réglage de la décanteuse-centrifuge, etc.) et à la décantation plus ou moins prolongée des boues. En pratique, il existe des variantes de la chaîne de traitement biologique par boue activée : si la pression en phosphore sur le plan d'épandage est peu élevée, le traitement biologique peut être sans séparation de phases en tête, éventuellement avec une vis compacteuse. Inverse-

ment, une recirculation des boues biologiques dans la décanteuse-centrifuge permet d'augmenter le taux de capture en phosphore. Les teneurs en éléments solubles comme le potassium sont peu impactés par les différents types de séparation de phases en tête. Par contre, les teneurs en éléments liés aux particules comme le phosphore seront d'autant plus réduites que la séparation de phases sera poussée. Les teneurs en éléments sont faibles dans la fraction eau résiduaire, à l'exception des éléments solubles tels que le potassium.

Equivalence engrais minéral de l'azote⁽³⁾ (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.
KeqN global	0,30	0,20	0,30	0,15	0,15	0,30	0,15	0,15	0,40	0,15	0,15	0,40	0,10	0,15	0,35
KeqN bilan	0,05	0,15	0,30	0,05	0,15	0,30	0,05	0,15	0,40	0,05	0,15	0,40	0,05	0,15	0,35

(3) Seules les données relatives aux boues sont prises en compte, Les quantités d'azote présentes dans les eaux résiduaires sont trop faibles
Keq P₂O₅ = 0,95 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,51

Dose repère (cf. fiche 2)

Pour la fraction boue biologique

25 m³/ha de boues biologiques apportent en moyenne :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	1,15
MO (t/ha)	0,75
N total (kg/ha)	58
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	5,5
P ₂ O ₅ (kg/ha)	58
K ₂ O (kg/ha)	70

Soit : 0,38 t de matières organiques humifiées,
55 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
70 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
17 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de printemps) ou,
23 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
9 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne),
20 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport de printemps).

Une dose de 25 m³/ha couvre les besoins en K₂O et 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 Trenf (méthode COMIFER). Dans ces conditions de sols, les besoins en P₂O₅ seront couverts pour des prairies, type prairie de fauche ou de maïs fourrage produisant 12-13 tMS/ha. Pour ces deux dernières cultures, il faudra compléter avec d'autres apports pour couvrir les besoins en K₂O.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Pour la fraction eau résiduaire

100 m³/ha apporteront 6 kg d'azote, 29 kg de P₂O₅, et 209 kg de K₂O couvrant les besoins en P₂O₅ de 4 à 5 t de MS d'une prairie temporaire récoltée en ensilage et ces besoins totaux annuels en K₂O.

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

Les boues biologiques ont peu d'impact sur la fertilité. A 25 m³/ha/an, les besoins en P₂O₅ et K₂O d'une rotation maïs blé sont couverts mais il faut compléter en azote. La restitution en matières organiques (MO) humifiées participe positivement au bilan humique et donc au maintien des teneurs en MO des sols. La stabilité de la MO de cette boue et les faibles doses de matières organiques appliquées auront peu d'effet sur la taille et l'activité de la biomasse microbienne du sol.

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

Les boues biologiques ont un rapport N/P₂O₅ de 1,1. Ce ratio est insuffisant par rapport aux besoins des cultures. Le ratio de 2,6 pour un lisier d'engraissement est,

par exemple, plus équilibré. Les boues biologiques devront ainsi être épandues sur la base de leur teneur en phosphore. Les boues biologiques décantent aisément et elles sont relativement fluides, à ce titre, elles devraient s'homogénéiser relativement bien.

Les boues biologiques ont subi une fermentation anaérobie, la fraction carbonée la plus fermentescible a été éliminée. Nous ne disposons pas de référence de potentiel méthanogène pour des boues biologiques issues du traitement des lisiers de porc. Par analogie, le potentiel méthanogène des boues secondaires (telles qu'elles sont nommées dans le milieu industriel ou de l'épuration urbaine), semble généralement compris entre 180 et 200 Nm³ CH₄/t matières organiques soit un rendement méthane de seulement 6 Nm³ CH₄/t matière brute sur la base des teneurs mentionnées précédemment.

La fraction « eau résiduaire » présente des teneurs en éléments fertilisants et en matière sèche très faibles, excepté pour le potassium, donc elle n'aura que très peu d'impact sur la fertilité.

Fumier de bovins sur litière accumulée



Définition

Le fumier de litière accumulée est, comme son nom l'indique, le fumier issu du mélange des déjections animales et de la paille de la partie couchage (litière accumulée) des stabulations sur aire paillée, avec ou sans aire d'exercice. Ce fumier est non susceptible d'écoulements dès lors qu'il a mûri 2 mois en bâtiment et/ou sur fumières.

Critères généraux

Quantité produite (tonne/UGB/an)	13,5 ⁽¹⁾
pH	8
C/N	18,1
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	15
Pot. méthanogène (Nm ³ CH ₄ /t MO)	non connu

(1) à proratiser selon le temps de présence dans le bâtiment



Crédit photo : IDELE

Composition en macro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	257	55
Matière organique	212	57
C organique	129,2	36,2
N total _{Kjeldahl}	5,9	1,1
N-NH ₄ ⁺	0,9	0,6
N organique	5,1	1,1
P ₂ O ₅	2,8	0,9
K ₂ O	9,5	2,7
CaO	6,6	3,1
MgO	1,6	0,6

Source : IDELE

Principaux facteurs de variation de leur composition

La nature de la litière et le niveau de paillage peuvent avoir une incidence sur la composition du fumier de litière accumulée. Dans la plupart des cas, les litières sont constituées de paille de céréales. Toutefois, d'autres matériaux peuvent être utilisés seuls ou en complément de ces pailles de céréales : copeaux de bois, pailles de colza, pailles de riz, rafles ou spathes de maïs, tiges de sorgho..., influençant la composition du fumier obtenu. De même, la capacité de ces matériaux à absorber l'humidité des déjections (urine et fèces) peut varier, demandant l'utilisation d'une quantité de paillage pouvant être très différente de celle d'un paillage exclusivement composé de paille de céréales qui, selon la catégorie animale, varie de 5 à 8 kg de paille par animal et par jour.

Les quantités de déjections produites (urine, fèces) et d'éléments minéraux rejetés varient selon la catégorie animale

(vaches laitières, vaches allaitantes, génisses, bovins à l'engrais), le gabarit et/ou le niveau de production.

Les teneurs en azote sont très liées au régime alimentaire, à sa richesse en azote fermentescible et au mode de distribution de la ration. Tout excès d'alimentation azotée passe dans l'urine. L'azote non digestible et endogène (qui est relativement stable) ainsi que le phosphore se retrouvent dans les fèces. Le potassium (présent en quantité importante dans les fumiers) est apporté par les fourrages et la litière.

La composition des rejets change avec l'alimentation, notamment, le type de fourrage. Mais, compte tenu des correcteurs énergétiques ou azotés (selon la compensation à effectuer) et des restitutions directes, les variations globales à l'étable sont relativement faibles comparées à celles observées au pâturage.

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.
KeqN global	0,22	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,15	0,15	0,25	0,15	0,15	0,30	0,15	0,20	0,05
KeqN bilan	0,10	0,15	0,15	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,25	0,10	0,10	0,30	0,10	0,25	0,05

Keq P₂O₅ = 0,8 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,5

Dose repère (cf. fiche 2)

20 t/ha de fumier de bovins sur litière accumulée apportent approximativement :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	5,14
MO (t/ha)	4,24
N total (kg/ha)	118
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	18
P ₂ O ₅ (kg/ha)	56
K ₂ O (kg/ha)	190

Soit : 2,12 t de matières organiques humifiées,
45 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
190 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
12 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de fin d'été ou automne) ou,
35 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
24 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne),

Une dose de 20 t/ha couvre les besoins en P₂O₅ et K₂O d'un blé ou d'un maïs grain produisant 70 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Dans ces conditions de sol, pour un maïs fourrage, il faudra compléter en P₂O₅ si la production est supérieure à 10-11 tMS/ha. Concernant des prairies, type prairies de fauche, cette dose couvrira les besoins en P₂O₅ et K₂O si les apports sont réguliers.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

Les fumiers de litière accumulée présentent une teneur en matière organique importante, Compte tenu de la nature de ces matières organiques et des doses d'épandage appliquées, ces fumiers peuvent être considérés comme de véritables amendements organiques. Leur apport sur des sols qui voient se succéder des rotations de cultures annuelles, peut contribuer à contrebalancer les pertes d'humus de ce même sol liées à la minéralisation des matières organiques stables de la couche arable.

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

La majeure partie de l'azote contenue dans le fumier de litière accumulée est sous forme organique, La minéralisation de cet azote est sous la dépendance de l'humidité et de la température du sol, Il convient d'appliquer ce fumier sur des cultures capables d'absor-

ber l'azote minéral provenant de la minéralisation de cet azote organique pendant la ou les périodes de minéralisation intense suivant l'apport.

Sur maïs, si des fumiers doivent être épandus tard, après le 15 mars, il est nécessaire de s'assurer qu'ils soient sortis depuis au moins deux mois du bâtiment pour que les pailles et les bouses aient eu le temps de s'équilibrer, Dans le cas contraire, le maïs sera en concurrence avec les pailles sur l'azote disponible (faim d'azote), De plus, ces pailles équilibrées l'été fourniront de l'azote à l'automne avec le retour des pluies alors que le maïs ne sera plus apte à le valoriser, Cet azote sera donc perdu lors du drainage hivernal.

Si le fumier est sorti du bâtiment après le 15 mars, il est préférable de le conserver pour l'épandre soit l'été avant une culture dérobée, soit à l'automne sur pâture, Sur prairie de fauche, le fumier mûr permet d'apporter la fumure de fond, phosphore et potasse ce qui remplace l'engrais complet.

S'il n'y a aucune possibilité de report d'épandage de ce fumier avant maïs, il est préférable de limiter la quantité épandue par hectare (15 tonnes au lieu de 30) et de compléter avec du lisier, ou du minéral, qui permettra un équilibre plus rapide et une disponibilité de l'azote pour le maïs.

Les épandeurs à hérissons verticaux sont les plus adaptés aux fumiers de litière accumulée.



Définition

Les fumiers compacts correspondent aux fumiers pailleux d'étable entravée, aux fumiers de pente paillée et au raclage des aires d'exercices et couloirs de logettes fortement paillées.

Critères généraux

Quantité produite (tonne/UGB/an)	15 ⁽¹⁾
pH	7
C/N	19,8
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	19
Pot. méthanogène (Nm ³ CH ₄ /t MO)	non connu

(1) à proratiser selon le temps de présence dans le bâtiment



Crédit photo : IDELE

Composition en macro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	196	24
Matière organique	168	25
C organique	87,1	13
N total _{Kjeldahl}	4,7	0,7
N-NH ₄ ⁺	0,8	0,3
N organique	3,8	0,6
P ₂ O ₅	2,3	0,8
K ₂ O	5,6	1,8
CaO	3,4	1
MgO	1,7	0,6

Source : IDELE

Principaux facteurs de variation de leur composition

La nature de la litière et le niveau de paillage peuvent avoir une incidence sur la composition du fumier. Dans la plupart des cas, les litières sont constituées de paille de céréales. Toutefois, d'autres matériaux peuvent être utilisés seuls ou en complément de ces pailles de céréales : copeaux de bois, pailles de colza, pailles de riz, rafles ou spathes de maïs, tiges de sorgho... influençant la composition du fumier obtenu. De même, la capacité de ces matériaux à absorber l'humidité des déjections (urine et fèces) peut varier, demandant l'utilisation d'une quantité de paillage pouvant être très différente de celle d'un paillage exclusivement composé de paille de céréales qui, selon la catégorie animale, varie de 5 à 8 kg de paille par animal et par jour.

Les quantités de déjections produites (urine, fèces) et d'éléments minéraux rejetés varient selon la catégorie animale

(vaches laitières, vaches allaitantes, génisses, bovins à l'engrais), le gabarit et/ou le niveau de production.

Les teneurs en azote sont très liées au régime alimentaire, à sa richesse en azote fermentescible et au mode de distribution de la ration. Tout excès d'alimentation azotée passe dans l'urine. L'azote non digestible et endogène (qui est relativement stable) ainsi que le phosphore se retrouvent dans les fèces. Le potassium (présent en quantité importante dans les fumiers) est apporté par les fourrages et la litière.

La composition des rejets change avec l'alimentation, notamment, le type de fourrage. Mais, compte tenu des correcteurs énergétiques ou azotés (selon la compensation à effectuer) et des restitutions directes, les variations globales à l'étable sont relativement faibles comparées à celles observées au pâturage.

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.
KeqN global	0,22	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,15	0,15	0,25	0,15	0,15	0,30	0,15	0,20	0,05
KeqN bilan	0,10	0,10	0,10	0,05	0,10	0,10	0,05	0,10	0,25	0,10	0,10	0,30	0,05	0,20	0,05

Keq P₂O₅ = 0,8 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,5

Dose repère (cf. fiche 2)

20 t/ha de fumier bovin compact apportent approximativement :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	3,92
MO (t/ha)	3,36
N total (kg/ha)	94
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	16
P ₂ O ₅ (kg/ha)	46
K ₂ O (kg/ha)	112

Soit : 1,68 t de matières organiques humifiées,
37 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
112 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
9 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de fin d'été ou automne) ou,
28 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
19 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne),

Une dose de 20 t/ha couvre les besoins en P₂O₅ et K₂O d'un blé ou d'un maïs produisant 60 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Dans ces conditions de sol, pour un maïs fourrage, il faudra compléter en P₂O₅ et K₂O. Concernant des prairies, type prairies de fauche, cette dose couvrira à peine les besoins en P₂O₅ et K₂O, il pourra être nécessaire de compléter

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

Les fumiers compacts présentent une teneur en matière organique importante. Compte tenu de la nature de ces matières organiques et des doses d'épandage appliquées, ces fumiers peuvent être considérés comme de véritables amendements organiques. Leur apport sur des sols qui voient se succéder des rotations de cultures annuelles peut contribuer à contrebalancer les pertes d'humus de ce même sol liées à la minéralisation des matières organiques stables de la couche arable.

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

Ces fumiers compacts sont non susceptibles d'écoulement dès lors qu'ils ont mûri 2 mois en bâtiment et/ou sur une fumière.

La majeure partie de l'azote contenue dans ce fumier compact est sous forme organique. La minéralisation de cet azote est sous la dépendance de l'humidité et de la tem-

pérature du sol. Il convient d'appliquer ce fumier sur des cultures capables d'absorber l'azote minéral provenant de la minéralisation de cet azote organique pendant la ou les périodes de minéralisation intense suivant l'apport.

Sur maïs, si des fumiers doivent être épandus tard, après le 15 mars, il est nécessaire de s'assurer qu'ils soient sortis depuis au moins deux mois du bâtiment pour que les pailles et les bouses aient eu le temps de s'équilibrer. Dans le cas contraire, le maïs sera en concurrence avec les pailles sur l'azote disponible (faim d'azote). De plus, ces pailles équilibrées l'été fourniront de l'azote à l'automne avec le retour des pluies alors que le maïs n'est plus apte à le valoriser. Cet azote sera donc perdu lors du drainage hivernal.

Si le fumier est sorti du bâtiment après le 15 mars, il est préférable de le conserver pour l'épandre soit l'été avant une culture dérobée, soit à l'automne sur pâture. Sur prairie de fauche, le fumier mûr permet d'apporter la fumure de fond, phosphore et potasse ce qui remplace l'engrais complet.

S'il n'y a aucune possibilité de report d'épandage de ce fumier avant maïs, il est préférable de limiter la quantité épandue par hectare (15 tonnes au lieu de 30) et de compléter avec du lisier, ou du minéral, qui permettra un équilibre plus rapide et une disponibilité de l'azote pour le maïs.

Les épandeurs à hérissons verticaux sont les plus adaptés aux fumiers compacts.



Définition

Les fumiers mous sont issus des aires d'exercice et des couloirs de logettes peu paillées.

Critères généraux

Quantité produite (tonne/UGB/an)	17 ⁽¹⁾
pH	7,5
C/N	16,5
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	31
Pot. méthanogène (Nm ³ CH ₄ /t MO)	non connu

(1) à proratiser selon le temps de présence dans le bâtiment



Crédit photo : IDELE

Composition en macro et micro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	174	31
Matière organique	144	31
C organique	78,1	16,2
N total _{Kjeldahl}	4,5	0,8
N-NH ₄ ⁺	1,4	0,4
N organique	3,1	0,7
P ₂ O ₅	2,2	0,6
K ₂ O	4,9	1,4
CaO	3	1,4
MgO	1,2	0,3

Source : IDELE

Principaux facteurs de variation de leur composition

La nature de la litière et le niveau de paillage peuvent avoir une incidence sur la composition du fumier. Dans la plupart des cas, la paille de céréales est utilisée. Toutefois, d'autres matériaux peuvent être employés : copeaux de bois, pailles de colza, pailles de riz, rafles ou spathes de maïs, tiges de sorgho... influençant la composition du fumier obtenu. De même, la capacité de ces matériaux à absorber l'humidité des déjections (urine et fèces) peut varier, demandant l'utilisation d'une quantité de paillage pouvant être très différente de celle d'un paillage exclusivement composé de paille de céréales.

Les quantités de déjections produites (urine, fèces) et d'éléments minéraux rejetés varient selon la catégorie animale (vaches laitières, vaches allaitantes, génisses, bovins à l'engrais), le gabarit et/ou le niveau de production.

Les teneurs en azote sont très liées au régime alimentaire, à sa richesse en azote fermentescible et au mode de distribution de la ration. Tout excès d'alimentation azotée passe dans l'urine. L'azote non digestible et endogène (qui est relativement stable) ainsi que le phosphore se retrouvent dans les fèces. Le potassium (présent en quantité importante dans les fumiers) est apporté par les fourrages et la litière.

La composition des rejets change avec l'alimentation, notamment, le type de fourrage. Mais, compte tenu des correcteurs énergétiques ou azotés (selon la compensation à effectuer) et des restitutions directes, les variations globales à l'étable sont relativement faibles comparées à celles observées au pâturage.

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.
KeqN global	0,22	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,15	0,15	0,25	0,15	0,15	0,30	0,15	0,20	0,05
KeqN bilan	0,10	0,10	0,10	0,05	0,10	0,10	0,05	0,10	0,25	0,10	0,10	0,30	0,05	0,20	0,05

Keq P₂O₅ = 0,8 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,5

Dose repère (cf. fiche 2)

20 t/ha de fumier bovin mou apportent approximativement :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	3,48
MO (t/ha)	2,88
N total (kg/ha)	90
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	28
P ₂ O ₅ (kg/ha)	44
K ₂ O (kg/ha)	98

Soit : 1,44 t de matières organiques humifiées,
35 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
98 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
9 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de fin d'été ou automne) ou,
27 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
18 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne).

Une dose de 20 t/ha couvre les besoins en P₂O₅ et K₂O d'un blé ou d'un maïs produisant 60 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Dans ces conditions de sol, pour un maïs fourrage, il faudra compléter en P₂O₅ et K₂O. Concernant des prairies, type prairies de fauche, cette dose couvrira à peine les besoins en P₂O₅ et K₂O, il pourra être nécessaire de compléter.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

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

Les fumiers mous sont des produits difficiles à gérer, il s'agit de produits pâteux contenant peu de litière, intermédiaire entre les lisiers et les fumiers compacts.

Ils sont difficilement stockables en fumière, ils demandent en effet des surfaces de stockage importantes car ils ne peuvent tenir correctement en tas (1 mètre en moyenne avec une fumière 3 murs).

Aucun matériel d'épandage n'est disponible pour garantir un épandage satisfaisant.

Il est toutefois possible de faire évoluer ces fumiers mous vers des fumiers mous à compacts ou des fumiers compacts en procédant à leur égouttage, en les mélangeant avec du fumier de litière accumulée, ou en augmentant le paillage.



Définition

Les lisiers correspondent aux déjections produites par les bovins sur des aires de raclage pas ou peu paillée, sur les caillebotis, ... et sont stockés sous forme liquide dans des fosses. Ils intègrent également les purins (jus de constitution des fumiers), ainsi que les jus d'ensilage.



Crédit photo : IDELE

Critères généraux

Quantité produite (l/UGB/jour)	60 ⁽¹⁾
pH	7,4
C/N	11,4
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	42
Pot. méthanogène (Nm ³ CH ₄ /t MO)	non connu

(1) pour une vache laitière produisant entre 6000 et 8000 kg de lait par an

Composition en macro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	91	34
Matière organique	78	29
C organique	39,6	16,4
N total _{Kjeldahl}	3,4	1
N-NH ₄ ⁺	1,3	0,5
N organique	2,1	0,6
P ₂ O ₅	1,5	0,5
K ₂ O	3,6	0,9
CaO	2,4	0,9
MgO	1,1	0,4

Source : IDELE

Principaux facteurs de variation de leur composition

Le type de bâtiment, le type d'animal, la ration alimentaire et la présence de paille sont les 4 facteurs de variations, qui, combinés à d'autres éléments liés aux pratiques de l'éleveur (fréquence de raclage/curage, temps de présence des animaux, tri des déjections, etc.), génèrent différents types de lisiers.

Les quantités de déjections produites (urine, fèces) et d'éléments minéraux rejetés varient selon la catégorie animale (vaches laitières, vaches allaitantes, génisses, bovins à l'engrais), le gabarit et/ou le niveau de production.

Les teneurs en azote sont très liées au régime alimentaire, à sa richesse en azote fermentescible et au mode de distribution de la ration. Tout excès d'alimentation azotée passe dans l'urine.

L'azote non digestible et endogène (qui est relativement stable) ainsi que le phosphore se retrouvent dans les fèces. Le potassium (présent en quantité importante dans les fumiers) est apporté par les fourrages et la litière.

La composition des rejets change avec l'alimentation, notamment, le type de fourrage. Mais, compte tenu des correcteurs énergétiques ou azotés (selon la compensation à effectuer) et des restitutions directes, les variations globales à l'étable sont relativement faibles comparées à celles observées au pâturage.

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.
KeqN global	0,35	0,15	0,40	0,15	0,15	0,50	0,15	0,15	0,50	0,15	0,15	0,50	0,20	0,30	0,50
KeqN bilan	0,10	0,05	0,40	0,05	0,10	0,50	0,05	0,05	0,50	0,05	0,10	0,50	0,05	0,10	0,50

Keq P₂O₅ = 0,8 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,53

Dose repère (cf. fiche 2)

30 m³/ha de lisier de bovin apportent approximativement:

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	2,73
MO (t/ha)	2,34
N total (kg/ha)	102
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	39
P ₂ O ₅ (kg/ha)	45
K ₂ O (kg/ha)	108

Soit : 1,24 t de matières organiques humifiées,
36 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
108 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
51 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de printemps) ou,
51 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
31 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne),
51 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport de printemps).

Une dose de 30 m³/ha couvre les besoins en P₂O₅ et K₂O d'un blé ou d'un maïs produisant 60 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Dans ces conditions de sol, pour un maïs fourrage, il faudra compléter en P₂O₅ et K₂O. Concernant des prairies, type prairies de fauche, cette dose couvrira à peine les besoins en P₂O₅ et K₂O, il pourra être nécessaire de compléter.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

La majeure partie de l'azote des lisiers de bovins est constituée d'azote ammoniacal ainsi que d'azote organique minéralisable dans l'année suivant l'épandage. Ces effluents sont concentrés en éléments nutritifs.

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

En période d'épandage, le brassage du lisier juste avant le pompage permet la mise en suspension des particules sédimentées et le pompage d'un produit homogène. Lorsque le lisier est pailleux, le brassage doit être suivi d'un broyage au pompage avec un broyeur suffisamment efficace pour réduire en fines particules le foin ou l'ensilage qui sont plus difficiles à affiner que la paille. L'épandage de lisier de bovin sur prairie peut poser des problèmes d'appétence au pâturage. Il est ainsi préférable de réserver ces lisiers de bovins aux prairies exploitées en fauche. Mélangés aux eaux de salle de traite, aux lixiviats ou aux eaux brunes provenant de fumières ou de surfaces découvertes (eau de pluie souillée et effluents dilués par la pluie), ces lisiers peuvent évoluer vers des lisiers dilués. Il est aujourd'hui fortement recommandé d'épandre ces lisiers avec une tonne munie d'une rampe à pendillards.



Définition

Les lisiers dilués correspondent au mélange entre les déjections produites par les bovins sur les aires de raclage pas ou peu paillée et sur les caillebotis, le purin et jus d'ensilage, et les effluents peu chargés issus de la salle de traite (eaux de lavage), les lixiviats et/ou eaux brunes provenant de fumières ou de surfaces découvertes (eau de pluie souillée et effluents dilués par la pluie).

Critères généraux

Quantité produite (m ³ /UGB/an)	non connue
pH	7,3
C/N	7,7
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	49
Pot. méthanogène (Nm ³ CH ₄ /t MO)	non connu

Composition en macro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	38	20
Matière organique	30	17
C organique	13,2	0,2
N total _{Kjeldahl}	1,4	0,5
N-NH ₄ ⁺	0,8	0,2
N organique	0,8	0,2
P ₂ O ₅	0,7	0,4
K ₂ O	2,1	0,6
CaO	0,8	0,5
MgO	0,4	0,2

Source : IDELE

Principaux facteurs de variation de leur composition

Le type de bâtiment, le type d'animaux, la ration alimentaire et la présence de paille sont les 4 facteurs de variations, qui, combinés à d'autres éléments liés aux pratiques de l'éleveur (fréquence de raclage/curage, temps de présence des animaux, tri des déjections, etc.), génèrent différents types de lisiers.

Les quantités de déjections produites (urine, fèces) et d'éléments minéraux rejetés varient selon la catégorie animale (vaches laitières, vaches allaitantes, génisses, bovins à l'engrais), le gabarit et/ou le niveau de production.

Les teneurs en azote sont très liées au régime alimentaire, à sa richesse en azote fermentescible et au mode de distribution de la ration. Tout excès d'alimentation azotée passe dans l'urine.

L'azote non digestible et endogène (qui est relativement stable) ainsi que le phosphore se retrouvent dans les fèces. Le potassium (présent en quantité importante dans les fumiers) est apporté par les fourrages et la litière.

La composition des rejets change avec l'alimentation, notamment, le type de fourrage. Mais, compte tenu des correcteurs énergétiques ou azotés (selon la compensation à effectuer) et des restitutions directes, les variations globales à l'étable sont relativement faibles comparées à celles observées au pâturage.

Selon les pratiques de nettoyage de la salle de traite en système laitier, selon les surfaces découvertes de l'exploitation et la pluviométrie, la dilution peut être plus ou moins importante.

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.
KeqN global	0,35	0,15	0,40	0,15	0,15	0,50	0,15	0,15	0,50	0,15	0,15	0,50	0,20	0,30	0,50
KeqN bilan	0,10	0,15	0,40	0,10	0,10	0,50	0,10	0,15	0,50	0,10	0,10	0,50	0,10	0,25	0,50

Keq P₂O₅ = 0,8 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,53

Dose repère (cf. fiche 2)

30 m³/ha de lisier bovin dilué apportent approximativement :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	1,14
MO (t/ha)	0,90
N total (kg/ha)	42
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	24
P ₂ O ₅ (kg/ha)	21
K ₂ O (kg/ha)	63

Soit : 0,48 t de matières organiques humifiées,
17 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
63 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
21 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de printemps) ou,
21 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
13 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne),
21 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie.

Une dose de 30 m³/ha permet de couvrir les besoins en K₂O pour un blé ou un maïs grain mais ne fournit pas assez de P₂O₅. Il faudrait compléter les apports pour les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Dans ces conditions de sol, pour un maïs fourrage ou des prairies, type prairies de fauche, il faudra aussi compléter en P₂O₅ et K₂O.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

La majeure partie de l'azote des lisiers de bovins est constituée d'azote ammoniacal ainsi que d'azote organique minéralisable dans l'année suivant l'épandage. Du fait de la dilution, ces lisiers présentent des teneurs en éléments nutritifs faibles à très faibles.

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

En période d'épandage, le brassage du lisier juste avant le pompage permet la mise en suspension des particules sédimentées et le pompage d'un produit homogène. Lorsque le lisier est pailleux, le brassage doit être suivi d'un broyage au pompage avec un broyeur suffisamment efficace pour réduire en fines particules le foin ou l'ensilage qui sont plus difficiles à affiner que la paille. L'épandage de lisier de bovin sur prairie peut poser des problèmes d'appétence au pâturage. Il est ainsi préférable de réserver ces lisiers de bovins aux prairies exploitées en fauche. Il est aujourd'hui fortement recommandé d'épandre ces lisiers avec une tonne munie d'une rampe à pendillards.

Compost de fumier de bovins



Définition

Les fumiers compacts ou très compacts de litières accumulées peuvent être compostés grâce à deux aérations mécaniques. Le produit obtenu est plus stable que le fumier d'origine. Ce compost est un véritable amendement organique.



Critères généraux

Quantité produite (tonnes/UGB/an)	non connue
pH	8,9
C/N	14,4
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	8
Pot. méthanogène (Nm ³ CH ₄ /t MO)	non connu

Composition en macro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	262	39
Matière organique	160	22
C organique	81,6	23,3
N total _{Kjeldahl}	6,7	1,2
N-NH ₄ ⁺	0,6	0,4
N organique	6,4	1,5
P ₂ O ₅	3,6	1,1
K ₂ O	10,8	3,4
CaO	6,4	1,2
MgO	2	0,5

Source : IDELE

Principaux facteurs de variation de leur composition

La teneur en matière sèche des composts est très dépendante des conditions de stockage. Il peut s'avérer utile de la connaître dans le cas d'un stockage de longue durée en

période pluvieuse qui peut faire baisser la matière sèche à moins de 20 % et diluer d'autant les éléments fertilisants.

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.
KeqN global	0,20	0,11	0,11	0,15	0,11	0,11	0,15	0,15	0,25	0,15	0,15	0,20	0,10	0,15	0,10
KeqN bilan	0,12	0,05	0,05	0,00	0,05	0,05	0,00	0,05	0,25	0,00	0,05	0,20	0,00	0,05	0,10

Keq P₂O₅ = 0,7 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,78

Dose repère (cf. fiche 2)

20 t/ha de compost de fumier de bovins apportent approximativement :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	5,24
MO (t/ha)	3,20
N total (kg/ha)	134
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	12
P ₂ O ₅ (kg/ha)	72
K ₂ O (kg/ha)	216

Soit : 2,50 t de matières organiques humifiées,
50 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
216 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
7 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de fin d'été ou automne) ou,
27 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
20 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne).

Une dose de 20 t/ha couvre les besoins en P₂O₅ et K₂O d'un blé ou d'un maïs produisant 65 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Pour un maïs fourrage, il faudra compléter en P₂O₅ si la production est supérieure à 11-12 tMS/ha. Concernant des prairies, type prairies de fauche, cette dose couvrira les besoins en P₂O₅ et K₂O si les apports sont réguliers.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

Les composts de fumier ne contiennent pratiquement pas d'azote minéral. Ils comportent également généralement moins d'azote organique rapidement minéralisable que les « fumiers mûrs » correspondants. Ils présentent ainsi peu de risques de modifications de la dynamique de l'azote (pas d'augmentation de la lixiviation des nitrates, pas de blocage de l'azote minéral du sol pendant la première phase de minéralisation) au cours de l'année suivant leur épandage.

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

La friabilité des composts de fumier et leur texture fine permettent de les apporter sans danger sur les couverts en place, notamment les prairies.

Ils peuvent être incorporés sans difficulté aux tout premiers centimètres de sol dans les systèmes de semis direct ou de travail superficiel en continu.

Leur épandage est assuré par un épandeur à hérissons verticaux. Pour une bonne répartition de ce compost, l'épandeur peut être équipé d'une hotte et d'une table d'épandage.



Définition

Le fumier d'ovins est issu du mélange des déjections animales et de la paille accumulées en bâtiment. Ce fumier est non susceptible d'écoulements dès lors qu'il a mûri 2 mois en bâtiment et/ou sur fumière.

Critères généraux

Quantité produite (tonnes/UGB/an)	13,5 ⁽¹⁾
pH	non connu
C/N	non connu
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	non connu
Pot. méthanogène (Nm ³ CH ₄ /t MO)	non connu

(1) à proratiser selon le temps de présence dans le bâtiment



Crédit photo : CIRPO

Composition en macro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	300	-
Matière organique	230	-
C organique	-	-
N total _{Kjeldahl}	6,7	-
N-NH ₄ ⁺	-	-
N organique	-	-
P ₂ O ₅	4	-
K ₂ O	12	-

Source : IDELE

Principaux facteurs de variation de leur composition

La nature de la litière et le niveau de paillage peuvent avoir une incidence sur la composition du fumier. Dans la plupart des cas, les litières sont constituées de paille de céréales. Toutefois, d'autres matériaux peuvent être utilisés seuls ou en compléments de ces pailles de céréales : copeaux de bois, pailles de colza, pailles de riz, rafles ou spathes de maïs, tiges de sorgho... influençant la composition du fumier obtenu. De même, la capacité de ces matériaux à absorber l'humidité des déjections (urine et fèces) peut varier, demandant une

utilisation de quantité de paillage pouvant être très différente d'un paillage exclusivement composé de paille de céréales.

Les teneurs en azote sont très liées au régime alimentaire, à sa richesse en azote fermentescible et au mode de distribution de la ration. Tout excès d'alimentation azotée passe dans l'urine. L'azote non digestible et endogène (qui est relativement stable) ainsi que le phosphore se retrouvent dans les fèces.

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.
KeqN global	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,25	0,15	0,15	0,20	0,15	0,20	0,20
KeqN bilan	0,10	0,10	0,10	0,05	0,10	0,10	0,05	0,10	0,25	0,15	0,15	0,20	0,05	0,15	0,20

Keq P₂O₅ = 0,8 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,53

Dose repère (cf. fiche 2)

20 t/ha de fumier d'ovin apportent approximativement:

Eléments majeurs	Total
MS (t/ha)	6,00
MO (t/ha)	4,60
N total (kg/ha)	134
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	Non renseigné
P ₂ O ₅ (kg/ha)	80
K ₂ O (kg/ha)	240

Soit : 2,44 tonnes de matières organiques humifiées,
64 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
240 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
13 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de fin d'été ou automne) ou,
27 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
27 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne).

Une dose de 20 t/ha couvre les besoins en P₂O₅ et K₂O d'un blé ou d'un maïs grain produisant 100 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Dans ces conditions de sol, pour un maïs fourrage, il faudra compléter en P₂O₅ si la production est supérieure à 15 tMS/ha. Concernant des prairies, type prairies de fauche, cette dose couvrira les besoins en P₂O₅ et K₂O.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

Le fumier d'ovins est un produit bien pourvu en matières organiques. Compte tenu de la nature de ces matières organiques et des doses d'épandage appliquées, ces fumiers peuvent être considérés comme de véritables amendements organiques.

Il est assez bien équilibré en éléments fertilisants, avec une teneur en potassium intéressante en lien avec la présence de paille.

L'azote présent est principalement sous forme organique, avec un effet direct assez faible.

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

La minéralisation de cet azote est sous la dépendance de l'humidité et de la température du sol. Il convient d'appliquer ce fumier sur des cultures capables d'absorber l'azote minéral provenant de la minéralisation de cet azote organique pendant la ou les périodes de minéralisation intense suivant l'apport.

Les épandeurs à hérissons verticaux sont les plus adaptés aux fumiers de litière accumulée.

Pour une bonne répartition de ce fumier, l'épandeur peut être équipé d'une hotte et d'une table d'épandage.



Définition

Le fumier de caprins est issu du mélange des déjections animales et de la paille accumulées en bâtiment. Ce fumier est non susceptible d'écoulements dès lors qu'il a mûri 2 mois en bâtiment et/ou sur fumières.



Crédit photo : PRADEL

Critères généraux

Quantité produite* (tonnes/UGB/an)	13,5 ⁽¹⁾
pH	non connu
C/N	non connu
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	non connu

(1) à proratiser selon le temps de présence dans le bâtiment

Composition en macro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	450	-
Matière organique	360	-
C organique	-	-
N total _{Kjeldahl}	6,1	-
N-NH ₄ ⁺	-	-
N organique	-	-
P ₂ O ₅	5,2	-
K ₂ O	12	-

Source : IDELE

Principaux facteurs de variation de leur composition

La nature de la litière et le niveau de paillage peuvent avoir une incidence sur la composition du fumier. Dans la plupart des cas, les litières sont constituées de paille de céréales. Toutefois, d'autres matériaux peuvent être utilisés seuls ou en compléments de ces pailles de céréales : copeaux de bois, pailles de colza, pailles de riz, rafles ou spathes de maïs, tiges de sorgho... influençant la composition du fumier obtenu. De même, la capacité de ces matériaux à absorber l'humidité des déjections (urine et fèces) peut varier, demandant une utilisation de quantité de paillage pouvant être très

différente d'un paillage exclusivement composé de paille de céréales.

Les teneurs en azote sont très liées au régime alimentaire, à sa richesse en azote fermentescible et au mode de distribution de la ration. Tout excès d'alimentation azotée passe dans l'urine. L'azote non digestible et endogène (qui est relativement stable) ainsi que le phosphore se retrouvent dans les fèces.

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.
KeqN global	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,25	0,15	0,15	0,20	0,15	0,20	0,20
KeqN bilan	0,10	0,10	0,15	0,05	0,10	0,10	0,05	0,10	0,25	0,15	0,20	0,20	0,05	0,20	0,20

Keq P₂O₅ = 0,8 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,5

Dose repère (cf. fiche 2)

15 t/ha de fumier de caprin apportent approximativement :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	6,75
MO (t/ha)	5,40
N total (kg/ha)	92
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	Non renseigné
P ₂ O ₅ (kg/ha)	78
K ₂ O (kg/ha)	180

Soit : 2,70 t de matières organiques humifiées,
62 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
180 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
9 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de fin d'été ou automne) ou
18 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
18 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne)

Une dose de 15 t/ha couvre les besoins en P₂O₅ et K₂O d'un blé ou d'un maïs grain produisant 100 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Dans ces conditions de sol, pour un maïs fourrage, il faudra compléter en P₂O₅ et K₂O si la production est supérieure à 15 tMS/ha. Concernant des prairies, type prairies de fauche, cette dose couvrira les besoins en P₂O₅ et K₂O si les apports sont réguliers

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil «T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil «T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

Le fumier de caprins est un produit bien pourvu en matières organiques. Compte tenu de la nature de ces matières organiques, et des doses d'épandage appliquées, ces fumiers peuvent être considérés comme de véritables amendements organiques.

Il est assez bien équilibré en éléments fertilisants, avec une teneur en potassium intéressante en lien avec la présence de paille.

L'azote présent est principalement sous forme organique, avec un effet direct assez faible.

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

La minéralisation de cet azote est sous la dépendance de l'humidité et de la température du sol. Il convient d'appliquer ce fumier sur des cultures capables d'absorber l'azote minéral provenant de la minéralisation de cet azote organique pendant la ou les périodes de minéralisation intense suivant l'apport.

Les épandeurs à hérissons verticaux sont les plus adaptés aux fumiers de litière accumulée.



Définition

Effluents composés d'un mélange de fientes et de litières (paille broyée et/ou copeaux). Les échantillons sont réalisés à la fin de la bande (après le départ des animaux et le lavage du bâtiment), lors du curage du bâtiment.

Critères généraux

Quantité produite (kg/m ² /bande)	82,3
pH	non connu
C/N	7,9
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	29
Pot. méthanogène (m ³ CH ₄ /t MO)	non connu

Composition en macro et micro-éléments (1)

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut
Matière sèche	493
Matière organique	405
C organique	202,5
N total _{Kjeldahl}	25,5
N-NH ₄ ⁺	7,4
N organique	18,1
P ₂ O ₅	15,9
K ₂ O	16,6

Micro-éléments	Moyenne mg/kg MS
Cu	62
Zn	178

(1) Source : ITAVI, 2003

Principaux facteurs de variation de leur composition

La composition des fumiers de dinde dépend de plusieurs facteurs. Dans la plupart des cas, c'est le taux de matière sèche qui est affecté. Or, la teneur en matière sèche influence la concentration en éléments fertilisants.

Le taux de matière sèche est principalement influencé par la régulation du bâtiment, le matériel d'abreuvement, l'état sanitaire de l'élevage. En effet, les dindes vont émettre au cours de leur vie de grandes quantités d'eau (par leurs excréta ou leur respiration, sous forme de vapeur).

De plus, selon le type d'équipement installé pour l'abreuvement et son réglage, un gaspillage plus ou moins important de l'eau de boisson peut avoir lieu. Les quantités d'eau ainsi produites, sont à évacuer du bâtiment au risque d'aboutir à une humidification importante de la litière avec des conséquences au niveau du confort des animaux (et de leurs performances zootechniques) et de la production d'ammoniac, et donc de la teneur en azote du fumier.

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.
KeqN global	0,50	0,30	0,45	0,20	0,22	0,45	0,20	0,20	0,50	0,20	0,20	0,50	0,10	0,15	0,50
KeqN bilan	0,17	0,15	0,45	0,00	0,10	0,45	0,00	0,15	0,50	0,00	0,15	0,50	0,00	0,15	0,50

Keq P₂O₅ = 0,85 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,51

Dose repère (cf. fiche 2)

5 t/ha de fumier de dinde apportent approximativement :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	2,47
MO (t/ha)	2,03
N total (kg/ha)	128
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	37
P ₂ O ₅ (kg/ha)	80
K ₂ O (kg/ha)	83

Soit : 1,03 t de matières organiques humifiées,
68 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
83 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
57 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de fin d'été ou automne) ou,
64 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
19 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne),

Une dose de 5 t/ha couvre les besoins en P₂O₅ et K₂O d'un blé ou d'un maïs grain produisant 100 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Dans ces conditions de sols, les besoins en P₂O₅ seront également couverts pour une prairie, type prairie de fauche ou un maïs fourrage produisant 15-16 tMS/ha. Il faudra compléter avec d'autres apports pour compléter les besoins en K₂O de ces deux dernières cultures.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

Les engrais de ferme issus d'élevages de volailles se caractérisent par un taux de matière sèche élevé et une grande concentration du produit brut en éléments fertilisants (azote, phosphore et potassium) comparés à ceux provenant des autres filières animales. La fraction d'azote ammoniacale est également importante. Il est donc primordial d'en connaître le niveau pour la valoriser de façon optimale. Enfin, le stockage fait varier la concentration en éléments et induit des pertes d'azote par volatilisation qu'il faut prendre en compte pour la fertilisation. Les effluents des élevages de volailles sont classés en tant que fertilisant de type II, impliquant des périodes d'épandage, en zones vulnérables, plus restreintes que pour les fertilisants de type I.

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

Les effluents issus d'élevage de volailles n'ayant pas fait l'objet d'un assainissement au préalable, doivent être enfouis immédiatement après épandage.

Pour assainir les effluents avicoles, un délai de 42 jours (assainissement naturel) doit être respecté ou un traitement thermique (compostage, chaulage) peut être appliqué avant épandage. Après assainissement, l'enfouissement immédiat n'est plus obligatoire.

Fumier de pintade label



Définition

Effluents composés d'un mélange de fientes et de litières (paille). Les échantillons sont réalisés à la fin de la bande (après le départ des animaux et le lavage du bâtiment), lors du curage du bâtiment.

Critères généraux

Quantité produite (kg/m ² /bande)	37,5
pH	7,1
C/N	9,1
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	10
Pot. méthanogène (Nm ³ CH ₄ /t MO)	non connu

Composition en macro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut
Matière sèche	692
Matière organique	562
C organique	247
N total _{Kjeldahl}	27
N-NH ₄ ⁺	2,7
N organique	24,3
P ₂ O ₅	10,6
K ₂ O	16,5
CaO	20,2
MgO	7,1

Source : ITAVI, 2005

Principaux facteurs de variation de leur composition

La composition des fumiers de pintade dépend de plusieurs facteurs. Dans la plupart des cas, c'est le taux de matière sèche qui est affecté. Or, la teneur en matière sèche influence la concentration en éléments fertilisants.

Le taux de matière sèche est principalement influencé par la régulation du bâtiment, le matériel d'abreuvement, l'état sanitaire de l'élevage. En effet, les pintades vont émettre au cours de leur vie de grandes quantités d'eau (par leurs excréta ou leur respiration, sous forme de vapeur). De plus, selon le type d'équipement installé pour l'abreuvement et son réglage, un gaspillage plus ou moins important de l'eau de boisson peut avoir lieu. Les quantités d'eau ainsi produites, sont à évacuer du bâtiment au risque d'aboutir à une humidification importante de la litière avec des conséquences au

niveau du confort des animaux (et de leurs performances zootechniques) et de la production d'ammoniac, et donc de la teneur en azote du fumier.

Pour les productions ayant accès à un parcours, la variabilité de la composition des fumiers est également soumise à la fréquentation du parcours par les animaux. Plus les animaux vont fréquenter le parcours, moins les effluents seront chargés en éléments fertilisants, car une part de l'excrétion se fait à l'extérieur du bâtiment. En fonction de l'aménagement du parcours, des conditions climatiques, la fréquentation du parcours est variable.

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.
KeqN global	0,50	0,30	0,45	0,20	0,22	0,45	0,20	0,20	0,50	0,20	0,20	0,50	0,10	0,15	0,50
KeqN bilan	0,17	0,10	0,45	0,00	0,10	0,45	0,00	0,10	0,50	0,00	0,15	0,50	0,00	0,15	0,50

Keq P₂O₅ = 0,85 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,51

Dose repère (cf. fiche 2)

5 t/ha de fumier de pintade label apportent approximativement :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	3,46
MO (t/ha)	2,81
N total (kg/ha)	135
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	14
P ₂ O ₅ (kg/ha)	53
K ₂ O (kg/ha)	83

Soit : 1,43 t de matières organiques humifiées,
45 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
83 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
61 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de fin d'été ou automne) ou,
68 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
20 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne).

Une dose de 5 t/ha couvre les besoins en P₂O₅ et K₂O d'un blé ou d'un maïs grain produisant 70 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode CÔMIFER). Dans ces conditions de sols, les besoins en P₂O₅ seront également couverts pour une prairie, type prairie de fauche ou un maïs fourrage produisant 10-11 tMS/ha. Il faudra compléter avec d'autres apports pour compléter les besoins en K₂O de ces deux dernières cultures.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

Les engrais de ferme issus d'élevages de volailles se caractérisent par un taux de matière sèche élevé et une grande concentration du produit brut en éléments fertilisants (azote, phosphore et potassium) comparés à ceux provenant des autres filières animales. La fraction d'azote ammoniacale est également importante. Il est donc primordial d'en connaître le niveau pour la valoriser de façon optimale. Enfin, le stockage fait varier la concentration en éléments et induit des pertes d'azote par volatilisation qu'il faut prendre en compte pour la fertilisation. Les effluents des élevages de volailles sont classés en tant que fertilisant de type II, impliquant des périodes d'épandage, en zones vulnérables, plus restreintes que pour les fertilisants de type I.

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

Les effluents issus d'élevage de volailles n'ayant pas fait l'objet d'un assainissement au préalable doivent être enfouis immédiatement après épandage.

Pour assainir les effluents avicoles, un délai de 42 jours (assainissement naturel) doit être respecté ou un traitement thermique (compostage, chaulage) peut être appliqué avant épandage. Après assainissement, l'enfouissement immédiat n'est plus obligatoire.

Fumier de poulet de chair

avec accès à un parcours



Définition

Effluents composés d'un mélange de fientes et de litières (paille broyée). Les échantillons sont réalisés à la fin de la bande (après le départ des animaux et le lavage du bâtiment), lors du curage du bâtiment.

Critères généraux

Quantité produite (kg/m ² /bande)	32,9
pH	7,8
C/N	14,6
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	13,5
Pot. méthanogène (m ³ CH ₄ /t MO)	non connu

Composition en macro et micro-éléments

Macro-éléments (1)	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	735	12
Matière organique	591	15,7
C organique	301	1,2
N total _{Kjeldahl}	20,6	5,6
N-NH ₄ ⁺	2,8	0,5
N organique	17,7	5,3
P ₂ O ₅	18,4	4,3
K ₂ O	19	1,6
CaO	21,4	10,4
MgO	7,3	2,2
Na ₂ O	3,7	0,6
SO ₃	7,6	3

(1) Source : ITAVI, 2015

(2) Source : ITAVI, 2003

Micro-éléments(2)	Moyenne mg/kg MS	Ecart-type
Cu	41	-
Zn	195	-

Principaux facteurs de variation de leur composition

La composition des fumiers de poulets avec accès à un parcours dépend de plusieurs facteurs. Dans la plupart des cas, c'est le taux de matière sèche qui est affecté. Or, la teneur en matière sèche influence la concentration en éléments fertilisants.

Le taux de matière sèche est principalement influencé par la régulation du bâtiment, le matériel d'abreuvement, l'état sanitaire de l'élevage. En effet, les animaux vont émettre au cours de leur vie de grandes quantités d'eau (par leurs excréta ou leur respiration, sous forme de vapeur). De plus, selon le type d'équipement installé pour l'abreuvement et son réglage, un gaspillage plus ou moins important de l'eau de boisson peut avoir lieu.

Les quantités d'eau ainsi produites, sont à évacuer du bâtiment, au risque d'aboutir à une humidification importante de la litière avec des conséquences au niveau du confort des animaux (et de leurs performances zootechniques) et de la production d'ammoniac, et donc de la teneur en azote du fumier.

Pour les productions ayant accès à un parcours, la variabilité de la composition des fumiers est également soumise à la fréquentation du parcours par les animaux. Plus les animaux vont fréquenter le parcours, moins les effluents seront chargés en éléments fertilisants, car une part de l'excrétion se fait à l'extérieur du bâtiment. En fonction de l'aménagement du parcours, des conditions climatiques, la fréquentation du parcours est variable.

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.
KeqN global	0,50	0,30	0,45	0,20	0,22	0,45	0,20	0,20	0,50	0,20	0,20	0,50	0,10	0,15	0,50
KeqN bilan	0,17	0,15	0,45	0,00	0,10	0,45	0,00	0,15	0,50	0,00	0,15	0,50	0,00	0,15	0,50

Keq P₂O₅ = 0,85 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,51

Dose repère (cf. fiche 2)

5 t/ha de fumier de poulet de chair avec accès à un parcours apportent approximativement :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	3,68
MO (t/ha)	2,96
N total (kg/ha)	103
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	14
P ₂ O ₅ (kg/ha)	92
K ₂ O (kg/ha)	95

Soit : 1,51 t de matières organiques humifiées,
78 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
95 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
46 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de fin d'été ou automne) ou,
52 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
15 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne),

Une dose de 5 t/ha couvre les besoins en P₂O₅ et K₂O d'un blé ou d'un maïs grain produisant plus de 100 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Dans ces conditions de sols, les besoins en P₂O₅ seront également couverts pour une prairie, type prairie de fauche ou un maïs fourrage produisant jusqu'à 18 tMS/ha. Il faudra compléter avec d'autres apports pour compléter les besoins en K₂O de ces deux dernières cultures.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

Les engrais de ferme issus d'élevages de volailles se caractérisent par un taux de matière sèche élevé et une grande concentration du produit brut en éléments fertilisants (azote, phosphore et potassium) comparés à ceux provenant des autres filières animales. La fraction d'azote ammoniacale est également importante. Il est donc primordial d'en connaître le niveau pour la valoriser de façon optimale. Enfin, le stockage fait varier la concentration en éléments et induit des pertes d'azote par volatilisation qu'il faut prendre en compte pour la fertilisation. Les effluents des élevages de volailles sont classés en tant que fertilisant de type II, impliquant des périodes d'épandage, en zones vulnérables, plus restreintes que pour les fertilisants de type I.

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

Les effluents issus d'élevage de volailles n'ayant pas fait l'objet d'un assainissement au préalable doivent être enfouis immédiatement après épandage.

Pour assainir les effluents avicoles, un délai de 42 jours (assainissement naturel) doit être respecté ou un traitement thermique (compostage, chaulage) peut être appliqué avant épandage. Après assainissement, l'enfouissement immédiat n'est plus obligatoire.

Fumier de poulet de chair conventionnel (lourd)



Définition

Effluents composés d'un mélange de fientes et de litières (paille broyée et/ou copeaux). Les échantillons sont réalisés à la fin de la bande (après le départ des animaux et le lavage du bâtiment), lors du curage du bâtiment.

Critères généraux

Quantité produite (kg/m ² /bande)	38,5
pH	7,3
C/N	12
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	13,7
Pot. méthanogène (m ³ CH ₄ /t MO)	non connu

Composition en macro et micro-éléments

Macro-éléments ⁽¹⁾	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	622	9,4
Matière organique	518	8,2
C organique	263	1,2
N total Kjeldahl	21,9	5,3
N-NH ₄ ⁺	3	0,6
N organique	18,9	5,1
P ₂ O ₅	14,7	2,9
K ₂ O	19	3,9
CaO	17,9	7,8
MgO	9,1	3,7
Na ₂ O	3	0,6
SO ₃	9,6	2,5

(1) Source : ITAVI, 2015

(2) Source : ITAVI, 2003

Micro-éléments	Moyenne ⁽²⁾ mg/kg MS	Ecart-type
Cu	39	-
Zn	174	-

Principaux facteurs de variation de leur composition

La composition des fumiers de poulets conventionnel dépend de plusieurs facteurs. Dans la plupart des cas, c'est le taux de matière sèche qui est affecté. Or, la teneur en matière sèche influence la concentration en éléments fertilisants.

Le taux de matière sèche est principalement influencé par la régulation du bâtiment, le matériel d'abreuvement, l'état sanitaire de l'élevage. En effet, les animaux vont émettre au cours de leur vie de grandes quantités d'eau (par leurs excré-

tas ou leur respiration, sous forme de vapeur). De plus, selon le type d'équipement installé pour l'abreuvement et son réglage, un gaspillage plus ou moins important de l'eau de boisson peut avoir lieu. Les quantités d'eau ainsi produites, sont à évacuer du bâtiment au risque d'aboutir à une humidification importante de la litière avec des conséquences au niveau du confort des animaux (et de leurs performances zootechniques) et de la production d'ammoniac, et donc de la teneur en azote du fumier.

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.
KeqN global	0,50	0,30	0,45	0,20	0,22	0,45	0,20	0,20	0,50	0,20	0,20	0,50	0,10	0,15	0,50
KeqN bilan	0,17	0,15	0,45	0,00	0,10	0,45	0,00	0,15	0,50	0,00	0,15	0,50	0,00	0,15	0,50

Keq P₂O₅ = 0,85 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,51

Dose repère (cf. fiche 2)

5 t/ha de fumier de poulet de chair conventionnel (lourd) apportent approximativement :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	3,11
MO (t/ha)	2,59
N total (kg/ha)	110
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	15
P ₂ O ₅ (kg/ha)	74
K ₂ O (kg/ha)	95

Soit : 1,32 t de matières organiques humifiées,
62 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
95 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
49 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de fin d'été ou automne) ou,
55 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
16 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne).

Une dose de 5 t/ha couvre les besoins en P₂O₅ et K₂O d'un blé ou d'un maïs grain produisant 100 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Dans ces conditions de sols, les besoins en P₂O₅ seront également couverts pour une prairie, type prairie de fauche ou un maïs fourrage produisant jusqu'à 15 tMS/ha. Il faudra compléter avec d'autres apports pour compléter les besoins en K₂O de ces deux dernières cultures.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

Les engrais de ferme issus d'élevages de volailles se caractérisent par un taux de matière sèche élevé et une grande concentration du produit brut en éléments fertilisants (azote, phosphore et potassium) comparés à ceux provenant des autres filières animales. La fraction d'azote ammoniacale est également importante. Il est donc primordial d'en connaître le niveau pour la valoriser de façon optimale. Enfin, le stockage fait varier la concentration en éléments et induit des pertes d'azote par volatilisation qu'il faut prendre en compte pour la fertilisation. Les effluents des élevages de volailles sont classés en tant que fertilisant de type II, impliquant des périodes d'épandage, en zones vulnérables, plus restreintes que pour les fertilisants de type I.

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

Les effluents issus d'élevage de volailles n'ayant pas fait l'objet d'un assainissement au préalable doivent être enfouis immédiatement après épandage.

Pour assainir les effluents avicoles, un délai de 42 jours (assainissement naturel) doit être respecté ou un traitement thermique (compostage, chaulage) peut être appliqué avant épandage. Après assainissement, l'enfouissement immédiat n'est plus obligatoire.



Définition

Effluents composés d'un mélange de fientes et de litières (paille broyée). Les échantillons sont réalisés à la fin de la bande (après le départ des animaux et le lavage du bâtiment), lors du curage du bâtiment.

Critères généraux

Quantité produite (kg/m ² /bande)	23,3
pH	7,7
C/N	7,3
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	11,3
Pot. méthanogène (Nm ³ CH ₄ /t MO)	non connu

Composition en macro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	639	6,3
Matière organique	547	5,6
C organique	285	2,8
N total _{Kjeldahl}	38,8	9
N-NH ₄ ⁺	4,4	1
N organique	34,4	9,3
P ₂ O ₅	20,3	3,3
K ₂ O	18,8	1,7
CaO	20	3,4
MgO	6,2	1
Na ₂ O	3,5	0,3
SO ₃	10,4	1,6

Source : ITAVI, 2015

Principaux facteurs de variation de leur composition

La composition des fumiers de cailles dépend de plusieurs facteurs. Dans la plupart des cas, c'est le taux de matière sèche qui est affecté. Or, la teneur en matière sèche influence la concentration en éléments fertilisants.

Le taux de matière sèche est principalement influencé par la régulation du bâtiment, le matériel d'abreuvement, l'état sanitaire de l'élevage. En effet, les animaux vont émettre au cours de leur vie de grandes quantités d'eau (par leurs excréta ou leur respiration, sous forme de vapeur).

De plus, selon le type d'équipement installé pour l'abreuvement et son réglage, un gaspillage plus ou moins important de l'eau de boisson peut avoir lieu. Les quantités d'eau ainsi produites, sont à évacuer du bâtiment au risque d'aboutir à une humidification importante de la litière avec des conséquences au niveau du confort des animaux (et de leurs performances zootechniques) et de la production d'ammoniac, et donc de la teneur en azote du fumier.

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.
KeqN global	0,50	0,30	0,45	0,20	0,22	0,45	0,20	0,20	0,50	0,20	0,20	0,50	0,10	0,15	0,50
KeqN bilan	0,17	0,10	0,45	0,00	0,10	0,45	0,00	0,10	0,50	0,00	0,15	0,50	0,00	0,15	0,50

Keq P₂O₅ = 0,85 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,51

Dose repère (cf. fiche 2)

3 t/ha de fumier de caille apportent approximativement :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	1,92
MO (t/ha)	1,64
N total (kg/ha)	116
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	13
P ₂ O ₅ (kg/ha)	61
K ₂ O (kg/ha)	56

Soit : 0,84 t de matières organiques humifiées,
52 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
56 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
52 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de fin d'été ou automne) ou,
58 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
17 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne),

Une dose de 3 t/ha couvre les besoins en P₂O₅ et K₂O d'un blé ou d'un maïs grain produisant 90 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Dans ces conditions de sols, les besoins en P₂O₅ seront également couverts pour une prairie, type prairie de fauche ou un maïs fourrage produisant jusqu'à 12 tMS/ha. Il faudra compléter avec d'autres apports pour compléter les besoins en K₂O de ces deux dernières cultures.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

Les engrais de ferme issus d'élevages de volailles se caractérisent par un taux de matière sèche élevé et une grande concentration du produit brut en éléments fertilisants (azote, phosphore et potassium) comparés à ceux provenant des autres filières animales. La fraction d'azote ammoniacale est également importante. Il est donc primordial d'en connaître le niveau pour la valoriser de façon optimale. Enfin, le stockage fait varier la concentration en éléments et induit des pertes d'azote par volatilisation qu'il faut prendre en compte pour la fertilisation. Les effluents des élevages de volailles sont classés en tant que fertilisant de type II, impliquant des périodes d'épandage, en zones vulnérables, plus restreintes que pour les fertilisants de type I.

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

Les effluents issus d'élevage de volailles n'ayant pas fait l'objet d'un assainissement au préalable doivent être enfouis immédiatement après épandage.

Pour assainir les effluents avicoles, un délai de 42 jours (assainissement naturel) doit être respecté ou un traitement thermique (compostage, chaulage) peut être appliqué avant épandage. Après assainissement, l'enfouissement immédiat n'est plus obligatoire.



Définition

Effluents composés d'un mélange de fientes et de litières (paille broyée). Les échantillons sont réalisés à la fin de la bande (après le départ des animaux et le lavage du bâtiment), lors du curage du bâtiment.

Critères généraux

Quantité produite (kg/m ² /bande)	21,4
pH	7,7
C/N	10
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	13,6
Pot. méthanogène (Nm ³ CH ₄ /t MO)	non connu

Composition en macro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	644	3,7
Matière organique	538	2,8
C organique	272	1,4
N total _{Kjeldahl}	27,2	3,7
N-NH ₄ ⁺	3,7	0,6
N organique	23,6	3,6
P ₂ O ₅	17,6	1,8
K ₂ O	18,1	1,7
CaO	19,1	4,1
MgO	6,6	0,5
Na ₂ O	3,5	0,7
SO ₃	11,1	1,4

Source : ITAVI, 2015

Principaux facteurs de variation de leur composition

La composition des fumiers de coquelets dépend de plusieurs facteurs. Dans la plupart des cas, c'est le taux de matière sèche qui est affecté. Or, la teneur en matière sèche influence la concentration en éléments fertilisants.

Le taux de matière sèche est principalement influencé par la régulation du bâtiment, le matériel d'abreuvement, l'état sanitaire de l'élevage. En effet, les animaux vont émettre au cours de leur vie de grandes quantités d'eau (par leurs excréta ou leur respiration, sous forme de vapeur).

De plus, selon le type d'équipement installé pour l'abreuvement et son réglage, un gaspillage plus ou moins important de l'eau de boisson peut avoir lieu. Les quantités d'eau ainsi produites, sont à évacuer du bâtiment au risque d'aboutir à une humidification importante de la litière avec des conséquences au niveau du confort des animaux (et de leurs performances zootechniques) et de la production d'ammoniac, et donc de la teneur en azote du fumier.

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.
KeqN global	0,50	0,30	0,45	0,20	0,22	0,45	0,20	0,20	0,50	0,20	0,20	0,50	0,10	0,15	0,50
KeqN bilan	0,17	0,15	0,45	0,00	0,10	0,45	0,00	0,15	0,50	0,00	0,15	0,50	0,00	0,15	0,50

Keq P₂O₅ = 0,85 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,51

Dose repère (cf. fiche 2)

5 t/ha de fumier de coquelets apportent approximativement :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	3,22
MO (t/ha)	2,69
N total (kg/ha)	136
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	19
P ₂ O ₅ (kg/ha)	88
K ₂ O (kg/ha)	91

Soit : 1,37 t de matières organiques humifiées,
75 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
91 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
61 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de fin d'été ou automne) ou,
68 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
20 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne).

Une dose de 5 t/ha couvre les besoins en P₂O₅ et K₂O d'un blé ou d'un maïs grain produisant plus de 100 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Dans ces conditions de sols, les besoins en P₂O₅ seront également couverts pour une prairie, type prairie de fauche ou un maïs fourrage produisant jusqu'à 18 tMS/ha. Il faudra compléter avec d'autres apports pour compléter les besoins en K₂O de ces deux dernières cultures.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

Les engrais de ferme issus d'élevages de volailles se caractérisent par un taux de matière sèche élevé et une grande concentration du produit brut en éléments fertilisants (azote, phosphore et potassium) comparés à ceux provenant des autres filières animales. La fraction d'azote ammoniacale est également importante. Il est donc primordial d'en connaître le niveau pour la valoriser de façon optimale. Enfin, le stockage fait varier la concentration en éléments et induit des pertes d'azote par volatilisation qu'il faut prendre en compte pour la fertilisation. Les effluents des élevages de volailles sont classés en tant que fertilisant de type II, impliquant des périodes d'épandage, en zones vulnérables, plus restreintes que pour les fertilisants de type I.

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

Les effluents issus d'élevage de volailles n'ayant pas fait l'objet d'un assainissement au préalable doivent être enfouis immédiatement après épandage.

Pour assainir les effluents avicoles, un délai de 42 jours (assainissement naturel) doit être respecté ou un traitement thermique (compostage, chaulage) peut être appliqué avant épandage. Après assainissement, l'enfouissement immédiat n'est plus obligatoire.



Définition

Effluents composés de fientes de poules. Les échantillons sont réalisés à la fin de la bande (après le départ des animaux et le lavage du bâtiment), lors du curage du bâtiment.

Critères généraux

Quantité produite (kg/poule)	19,8
pH	7,4
C/N	7,9
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	10,6
Pot. méthanogène (Nm ³ CH ₄ /t MO)	non connu

Composition en macro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	632	11,5
Matière organique	348	8,3
C organique	174	4,2
N total _{Kjeldahl}	22	4,7
N-NH ₄ ⁺	1,9	0,5
N organique	20,1	4,6
P ₂ O ₅	35,1	4,9
K ₂ O	22,2	2,7
CaO	48,5	8,7
MgO	9,7	1,3
Na ₂ O	3,9	0,9
SO ₃	10	1,6

Source : ITAVI, 2015

Principaux facteurs de variation de leur composition

La composition des fientes de poules poudeuses biologiques dépend de plusieurs facteurs. Dans la plupart des cas, c'est le taux de matière sèche qui est affecté. Or, la teneur en matière sèche influence la concentration en éléments fertilisants.

Le taux de matière sèche est principalement influencé par la régulation du bâtiment, le matériel d'abreuvement, l'état sanitaire de l'élevage. En effet, les animaux vont émettre au cours de leur vie de grandes quantités d'eau (par leurs excréta ou leur respiration, sous forme de vapeur). De plus, selon le type d'équipement installé pour l'abreuvement et son réglage, un gaspillage plus ou moins important de l'eau de boisson peut avoir lieu.

Les quantités d'eau ainsi produites, sont à évacuer du bâtiment, grâce au système de ventilation, complété par des brasseurs d'air à l'intérieur du bâtiment. Le séchage des fientes excrétées au cours du lot permet également de limiter les émissions d'ammoniac.

Pour les productions ayant accès à un parcours, la variabilité de la composition des fumiers est également soumise à la fréquentation du parcours par les animaux. Plus les animaux vont fréquenter le parcours, moins les effluents seront chargés en éléments fertilisants, car une part de l'excrétion se fait à l'extérieur du bâtiment. En fonction de l'aménagement du parcours, des conditions climatiques, la fréquentation du parcours est variable.

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.
KeqN global	0,40	0,30	0,60	0,20	0,22	0,45	0,20	0,20	0,60	0,30	0,30	0,55	0,20	0,30	0,60
KeqN bilan	0,00	0,00	0,40	0,00	0,10	0,45	0,00	0,00	0,60	0,00	0,10	0,55	0,00	0,00	0,60

Keq P₂O₅ = 0,85 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,4

Dose repère (cf. fiche 2)

5 t/ha de fientes de pondeuses biologiques apportent approximativement:

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	3,16
MO (t/ha)	1,74
N total (kg/ha)	110
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	10
P ₂ O ₅ (kg/ha)	176
K ₂ O (kg/ha)	111

Soit : 0,70 t de matières organiques humifiées,
149 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
111 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
50 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de printemps) ou,
61 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
33 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne),
66 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport de printemps).

Très riche en P₂O₅ et K₂O, une dose de 2 t/ha de ce produit couvrirait les besoins en P₂O₅ et K₂O d'un blé ou d'un maïs grain produisant 90 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Dans ces conditions de sol, les besoins en P₂O₅ seront largement couverts pour des prairies, type prairie de fauche ou des maïs fourrage. Les apports pourront nécessiter un complément en K₂O pour couvrir les besoins.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Si on raisonne sur une dose d'apport de 5t/ha, plus adaptée au matériel utilisé pour les épandages de ce type de produit, il couvrira les besoins de 3 ans de culture moyennement exigeante.

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

Les engrais de ferme issus d'élevages de volailles se caractérisent par un taux de matière sèche élevé et une grande concentration du produit brut en éléments fertilisants (azote, phosphore et potassium) comparés à ceux provenant des autres filières animales. La fraction d'azote ammoniacale est également importante. Il est donc primordial d'en connaître le niveau pour la valoriser de façon optimale. Enfin, le stockage fait varier la concentration en éléments et induit des pertes d'azote par volatilisation qu'il faut prendre en compte pour la fertilisation. Les effluents des élevages de volailles sont classés en tant que fertilisant de type II, impliquant des périodes d'épandage, en zones vulnérables, plus restreinte que les fertilisants de type I.

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

Les effluents issus d'élevage de volailles n'ayant pas fait l'objet d'un assainissement au préalable doivent être enfouis immédiatement après épandage.

Pour assainir les effluents avicoles, un délai de 42 jours (assainissement naturel) doit être respecté ou un traitement thermique (compostage, chaulage) peut être appliqué avant épandage. Après assainissement, l'enfouissement immédiat n'est plus obligatoire.



Composition en macro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	104	-
Matière organique	88,4	-
C organique	19,6	-
N total _{Kjeldahl}	6,1	-
N-NH ₄ ⁺	2,8	-
N organique	3,3	-
P ₂ O ₅	2,7	-
K ₂ O	2,4	-
CaO	2,2	-
MgO	0,9	-
Na ₂ O	0,7	-
SO ₃	0,6	-

Source : ITAVI, 2015

Définition

Effluent prélevé en fosse de stockage extérieure. Il est issu des fientes de canards, des eaux de lavage et des précipitations atmosphériques sur les ouvrages de stockage non couverts

Critères généraux

Quantité produite (l/canard)	17,2 ⁽¹⁾
pH	5,9
C/N	7
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	45,9
Pot. méthanogène (Nm ³ CH ₄ /t MO)	non connu

(1) sans les eaux de lavage. Rajouter 9 litres d'eau de lavage / canard produit (source : ITAVI, 2003)

Principaux facteurs de variation de leur composition

La composition du lisier de canard à rôtir dépend de plusieurs facteurs. Dans la plupart des cas, c'est le taux de matière sèche qui est affecté. Or, la teneur en matière sèche influence la concentration en éléments fertilisants.

Le taux de matière sèche est principalement influencé par le niveau de consommation de l'eau de boisson (et son gaspillage) variable selon les saisons, ainsi que de l'eau utilisée pour le lavage du bâtiment et le nettoyage des équipements.

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.
KeqN global		0,50	0,30	0,60	0,20	0,40	0,70	0,40	0,40	0,80	0,40	0,40	0,80	0,20	0,30	0,70
KeqN bilan		0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,70	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,70

Keq P₂O₅ = 0,85 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,4

Dose repère (cf. fiche 2)

15 m³/ha de lisier de canard à rôtir apportent approximativement :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	1,56
MO (t/ha)	1,33
N total (kg/ha)	92
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	42
P ₂ O ₅ (kg/ha)	41
K ₂ O (kg/ha)	36

Soit : 0,53 t de matières organiques humifiées,
34 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
36 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
64 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de printemps) ou,
73 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
27 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne),
64 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport de printemps).

Ce produit étant très riche en azote ammoniacal, la dose à apporter est limitée par les risques de pertes d'azote. Une dose de 15 m³/ha sera à compléter pour couvrir les besoins en P₂O₅ et K₂O d'un blé ou d'un maïs grain produisant plus de 50 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). La dose sera également à compléter pour couvrir les besoins de prairies, type prairies de fauche et maïs fourrage.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

Les lisiers de ferme issus d'élevages de canards se caractérisent par un taux de MS assez élevé comparé à ceux des espèces porcines. Le lisier peut être plus ou moins dilué selon son mélange avec les eaux de lavages après la sortie du bâtiment. L'azote qu'il contient est pour moitié sous forme ammoniacal. Cela implique une disponibilité élevée et rapide, mais également des pertes d'azote par volatilisation qu'il faut prendre en compte lors de la fertilisation et du stockage. Les effluents des élevages de canards à rôtir sont classés en tant que fertilisant de type II, impliquant des périodes d'épandage, en zones vulnérables, plus restreintes que pour les fertilisants de type I.

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

Les lisiers issus d'élevage de palmipèdes n'ayant pas fait l'objet d'un assainissement au préalable doivent être enfouis immédiatement après épandage.

Pour assainir les lisiers, un délai de 60 jours (assainissement naturel) doit être respecté ou un traitement thermique (méthanisation, chaulage) peut être appliqué avant épandage. Après assainissement, l'enfouissement immédiat n'est plus obligatoire.



Définition

Effluent prélevé en fosse de stockage extérieure. Il est issu des fientes de canards, des eaux de lavage et des précipitations atmosphériques sur les ouvrages de stockage non couverts

Critères généraux

Quantité produite (l/canard)	26,5
pH	4,9
C/N	6,6
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	28,3
Pot. méthanogène (Nm ³ CH ₄ /t MO)	non connu

Composition en macro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	69	-
Matière organique	61,1	-
C organique	30,6	-
N total _{Kjeldahl}	4,6	-
N-NH ₄ ⁺	1,3	-
N organique	3,3	-
P ₂ O ₅	1	-
K ₂ O	1,3	-

Source : Pingel et al., 2012¹

Principaux facteurs de variation de leur composition

La composition du lisier de canard gras dépend de plusieurs facteurs. Dans la plupart des cas, c'est le taux de matières sèches qui est affecté. Or, la teneur en matière sèche influence la concentration en éléments fertilisants.

Le taux de matière sèche est principalement influencé par le niveau de consommation de l'eau de boisson (et son gaspillage) variable selon les saisons, ainsi que de l'eau utilisée pour le lavage du bâtiment et le nettoyage des équipements.

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

	Période de semis	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.
KeqN global		0,50	0,30	0,60	0,20	0,40	0,70	0,40	0,40	0,80	0,40	0,40	0,80	0,20	0,30	0,70
KeqN bilan		0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,70	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,70

Keq P₂O₅ = 0,85 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,4

Dose repère (cf. fiche 2)

15 m³/ha de lisier de canard gras apportent approximativement:

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	1,034
MO (t/ha)	0,92
N total (kg/ha)	69
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	17
P ₂ O ₅ (kg/ha)	15
K ₂ O (kg/ha)	20

Soit : 0,37 t de matières organiques humifiées,
13 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
20 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
48 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de printemps) ou,
55 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
21 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne),
48 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport de printemps).

Ce produit étant très riche en azote ammoniacal, la dose à apporter est limitée par les risques de pertes d'azote. Une dose de 15 m³/ha sera à compléter pour couvrir les besoins en P₂O₅ et K₂O d'un blé ou d'un maïs dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). La dose sera également à compléter pour couvrir les besoins de prairies, type prairies de fauche et maïs fourrage.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

¹ Pingel H., Guy G. et Baéza E. 2012. Production de Canards. Collection Savoir Faire. Editions Quae 2012. 250p

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

Les lisiers de ferme issus d'élevages de canards gras se caractérisent par un taux de MS plus faible qu'un lisier de canards à rôtir. Le lisier peut être plus ou moins dilué selon son mélange avec les eaux de lavages après la sortie du bâtiment. L'azote des lisiers de canards est constituée d'azote ammoniacal ainsi que d'azote organique minéralisable dans l'année suivant l'épandage. Les effluents des élevages de canards gras sont classés en tant que fertilisant de type II, impliquant des périodes d'épandage, en zones vulnérables, plus restreintes que pour les fertilisants de type I.

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

Les lisiers issus d'élevage de palmipèdes n'ayant pas fait l'objet d'un assainissement au préalable doivent être enfouis immédiatement après épandage.

Pour assainir les lisiers, un délai de 60 jours (assainissement naturel) doit être respecté ou un traitement thermique (méthanisation, chaulage) peut être appliqué avant épandage. Après assainissement, l'enfouissement immédiat n'est plus obligatoire.

Fientes de pondeuses en cage

(tunnel de séchage)



Définition

Effluents composés de fientes de poules. Les échantillons sont réalisés en cours d'élevage, lors de la sortie des fientes du tunnel de séchage.

Critères généraux

Quantité produite (kg/poule)	11,6
pH	non connu
C/N	7,9
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	8,1
Pot. méthanogène (m ³ CH ₄ /t MO)	non connu

Composition en macro et micro-éléments (1)

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	848	-
Matière organique	628	-
C organique	314	-
N total Kjeldahl	39,5	-
N-NH ₄ ⁺	3,2	-
N organique	36,3	-
P ₂ O ₅	37,8	-
K ₂ O	25,7	-
CaO	79,6	-
MgO	8,7	-

Micro-éléments	Moyenne mg/kg MS	Ecart-type
Cu	69,4	-
Zn	417	-
Fe	968	-
Co	385	-

(1) Source : ITAVI, 2003

Principaux facteurs de variation de leur composition

La composition des fientes sèches de poules pondeuses dépend de plusieurs facteurs. Dans la plupart des cas, c'est le taux de matières sèches qui est affecté. Or, la teneur en matière sèche influence la concentration en éléments fertilisants.

Le taux de matière sèche est principalement influencé par la fréquence d'évacuation des fientes vers le tunnel de

séchage, l'hygrométrie, la température et le débit de l'air envoyé dans le sécheur et également l'état sanitaire de l'élevage. De plus, selon les caractéristiques du système de séchage des fientes, une volatilisation importante de l'azote ammoniacal peut-être observée dans le tunnel de séchage et ainsi influencer sur la composition en azote de l'effluent.

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

	Période de semis	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.
KeqN global		0,25	0,30	0,60	0,20	0,22	0,40	0,20	0,20	0,40	0,20	0,20	0,40	0,20	0,30	0,60
KeqN bilan		0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,60

Keq P₂O₅ = 0,85 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,4

Dose repère (cf. fiche 2)

5 t/ha de fientes de pondeuses en cage (tunnel de séchage) apportent approximativement :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	4,24
MO (t/ha)	3,14
N total (kg/ha)	198
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	16
P ₂ O ₅ (kg/ha)	189
K ₂ O (kg/ha)	129

Soit : 1,26 t de matières organiques humifiées,
161 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
129 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
79 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de printemps) ou,
79 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
59 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne),
119 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport de printemps).

Très riche en P₂O₅ et K₂O, une dose de 2 t/ha de ce produit couvrirait les besoins en P₂O₅ et K₂O d'un blé ou d'un maïs grain produisant 100 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Dans ces conditions de sol, les besoins en P₂O₅ seront largement couverts pour des prairies, type prairie de fauche ou des maïs fourrage. Les apports pourront nécessiter un complément en K₂O pour couvrir les besoins de ces deux dernières cultures.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil « T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Si on raisonne sur une dose d'apport de 5t/ha, plus adaptée au matériel utilisé pour les épandages de ce type de produit, il couvrira les besoins de 3 ans de culture moyennement exigeante.

Principaux éléments d'impact sur la fertilité

Les engrais de ferme issus d'élevages de volailles se caractérisent par un taux de MS élevé et une grande concentration du produit brut en éléments fertilisants (azote, phosphore et potassium) comparés à ceux provenant des autres filières animales. La fraction d'azote ammoniacale est également importante. Il est donc primordial d'en connaître le niveau pour la valoriser de façon optimale. Enfin, le stockage fait varier la concentration en éléments et induit des pertes d'azote par volatilisation qu'il faut prendre en compte pour la fertilisation. Les effluents des élevages de volailles sont classés en tant que fertilisant de type II, impliquant des périodes d'épandage, en zones vulnérables, plus restreintes que pour les fertilisants de type I.

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

Les effluents issus d'élevage de volailles n'ayant pas fait l'objet d'un assainissement au préalable doivent être enfouis immédiatement après épandage.

Pour assainir les effluents avicoles, un délai de 42 jours (assainissement naturel) doit être respecté ou un traitement thermique (compostage, chaulage) peut être appliqué avant épandage. Après assainissement, l'enfouissement immédiat n'est plus obligatoire.

Compost de fiente de volaille avec litière



Critères généraux

Quantité produite (tonne/UGB/an)	non connue
pH	non connu
C/N	9,8
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	non connu
Pot. méthanogène (Nm ³ CH ₄ /t MO)	non connu

Composition en macro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	370	-
Matière organique	240	-
C organique	120	-
N total _{Kjeldahl}	12,2	-
N-NH ₄ ⁺	-	-
N organique	-	-
P ₂ O ₅	14,3	-
K ₂ O	19,3	-

Source : De Guardia, 2019 ¹

Principaux facteurs de variation de leur composition

Les principaux facteurs de variation qui vont modifier la teneur en matière sèche sont les conditions climatiques (pluviométrie) ainsi que la quantité d'eau rajoutée au moment du compostage pour provoquer l'activité bactérienne.

Les teneurs en azote et MS sont également susceptibles de varier selon le tassement de l'andain destiné au compostage.

Un tas trop tassé ne permettra pas la circulation de l'oxygène et l'activité bactérienne sera fortement limitée. La technique de compostage (par retournement, par aération forcé) est aussi un facteur de variation des teneurs en azote, en carbone et en MS du compost produit.

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.
KeqN global	0,35	0,45	0,45	0,10	0,14	0,30	0,20	0,20	0,50	0,20	0,20	0,45	0,10	0,35	0,40
KeqN bilan	0,12	0,15	0,45	0,00	0,05	0,30	0,00	0,15	0,50	0,00	0,15	0,45	0,00	0,15	0,40

Keq P₂O₅ = 0,75 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,8

Dose repère (cf. fiche 2)

5 t/ha de compost de fiente de volaille avec litière apportent approximativement :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	1,85
MO (t/ha)	1,20
N total (kg/ha)	61
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	Non renseigné
P ₂ O ₅ (kg/ha)	72
K ₂ O (kg/ha)	97

Soit : 0,96 t de matières organiques humifiées,
54 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
97 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
18 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de fin d'été ou automne) ou,
15 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
21 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne).

Une dose de 5 t/ha couvre les besoins en P₂O₅ et K₂O d'un blé ou d'un maïs grain produisant 80 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Dans ces conditions de sols, les besoins en P₂O₅ seront également couverts pour une prairie, type prairie de fauche ou un maïs fourrage produisant 11-12 tMS/ha. Il faudra compléter avec d'autres apports pour compléter les besoins en K₂O de ces deux dernières cultures.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil «T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil « T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).



Composition en macro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	106	-
Matière organique	86,7	-
C organique	43,4	-
N total _{Kjeldahl}	3,3	-
N-NH ₄ ⁺	1	-
N organique	2,3	-
P ₂ O ₅	2,5	-
K ₂ O	4,3	-
CaO	3,4	-
MgO	1,3	-

Source : Association Interprofessionnelle du Lapin des Hauts de France (AILHF), Chambre d'agriculture (85)

Définition

Effluents liquides (crottes + urines) issus de systèmes d'évacuation fréquente (raclage quotidien).

Critères généraux

Quantité produite (m ³ /IA/an)	1,5
pH	7,4
C/N	13,3
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	30,3
Pot. méthanogène (Nm ³ CH ₄ /t MO)	non connu

Principaux facteurs de variation de leur composition

La composition des lisiers de lapins dépend de plusieurs facteurs. Dans la plupart des cas, c'est le taux de matière sèche qui est affecté. Or, la teneur en matière sèche influence la concentration en éléments fertilisants.

Le taux de matière sèche est principalement influencé par le gaspillage d'eau au niveau de l'abreuvement et par l'état sanitaire de l'élevage.

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.
KeqN global	0,30	0,20	0,40	0,20	0,20	0,35	0,20	0,20	0,50	0,25	0,25	0,50	0,20	0,15	0,30
KeqN bilan	0,05	0,10	0,40	0,05	0,10	0,35	0,05	0,10	0,50	0,05	0,15	0,50	0,05	0,15	0,30

Keq P₂O₅ = 0,85 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,4

Dose repère (cf. fiche 2)

20 m³/ha de lisier de lapin apportent approximativement :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	2,12
MO (t/ha)	1,73
N total (kg/ha)	66
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	20
P ₂ O ₅ (kg/ha)	50
K ₂ O (kg/ha)	86

Soit : 0,69 t de matières organiques humifiées,
43 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
86 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
23 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de printemps) ou,
33 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
10 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne),
20 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport de printemps).

Une dose de 20 m³/ha couvre les besoins en P₂O₅ et K₂O d'un blé ou d'un maïs grain produisant 70 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Dans ces conditions de sol, les besoins en P₂O₅ seront également couverts pour des prairies type prairie de fauche et un maïs fourrage produisant 10-11 tMS/ha. Pour ces deux dernières cultures il faudra compléter en K₂O pour couvrir les besoins.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil «T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil «T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Crottes de lapin



Définition

Effluents solides issus de systèmes en fosse profonde (effluents stocké pendant la durée d'élevage sous les animaux) ou de systèmes d'évacuation fréquente associée à une séparation de phase.

Critères généraux

Quantité produite (tonne/UGB/an)	0,74
pH	7,6
C/N	13,3
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	18,5
Pot. méthanogène (Nm ³ CH ₄ /t MO)	non connu

Composition en macro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	261	-
Matière organique	215	-
C organique	107	-
N total _{Kjeldahl}	8,1	-
N-NH ₄ ⁺	1,5	-
N organique	6,6	-
P ₂ O ₅	7,5	-
K ₂ O	10,3	-
CaO	8,6	-
MgO	3,2	-

Source : Association Interprofessionnelle du Lapin des Hauts de France (AILHF), Chambre d'agriculture (85)

Principaux facteurs de variation de leur composition

La composition des crottes de lapins dépend de plusieurs facteurs. Dans la plupart des cas, c'est le taux de matière sèche qui est affecté. Or, la teneur en matière sèche influence la concentration en éléments fertilisants.

Le taux de matière sèche est principalement influencé par la fréquence d'évacuation des crottes, par la présence ou non d'un séparateur de phase et également l'état sanitaire de l'élevage. Un temps long de stockage dans le bâtiment va permettre à l'humidité des déjections de s'évaporer peu à peu.

Cette évaporation peut être plus importante en fonction de la production de chaleur par les animaux, la présence de systèmes de chauffage et de ventilation. Pour obtenir des crottes, il est également possible de combiner un système d'évacuation rapide (raclage quotidien) à un système de séparation de phase.

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.
KeqN global	0,30	0,20	0,40	0,20	0,20	0,35	0,20	0,20	0,50	0,25	0,25	0,50	0,20	0,15	0,30
KeqN bilan	0,05	0,10	0,40	0,05	0,10	0,35	0,05	0,10	0,50	0,05	0,15	0,50	0,05	0,15	0,30

Keq P₂O₅ = 0,85 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,4

Dose repère (cf. fiche 2)

10 t/ha de crottes de lapin apportent approximativement :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	2,61
MO (t/ha)	2,15
N total (kg/ha)	81
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	15
P ₂ O ₅ (kg/ha)	75
K ₂ O (kg/ha)	103

Soit : 0,86 t de matières organiques humifiées,
64 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
103 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
28 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de printemps) ou,
41 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
12 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne).

Une dose de 10 t/ha couvre les besoins en P₂O₅ et K₂O d'un blé ou d'un maïs grain produisant 100 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER). Dans ces conditions de sol, les besoins en P₂O₅ seront également couverts pour des prairies type prairie de fauche et un maïs fourrage produisant 15tMS/ha. Pour ces deux dernières cultures il faudra compléter en K₂O pour couvrir les besoins.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil «T impasse» pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil «T renforcement» est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Fraction liquide issue de la séparation de phase, en élevage de lapins



Définition

Jus issus de la fraction liquide des systèmes de séparation de phase associé à un raclage quotidien.

Critères généraux

Quantité produite (m ³ /IA/an)	0,2
pH	8,1
C/N	2,4
N-NH ₄ ⁺ /N _{tot} (%)	58,8
Pot. méthanogène (Nm ³ CH ₄ /t MO)	non connu

Composition en macro-éléments

Macro-éléments	Moyenne g/kg produit brut	Ecart-type
Matière sèche	19	-
Matière organique	8,2	-
C organique	4,1	-
N total _{Kjeldahl}	1,7	-
N-NH ₄ ⁺	1	-
N organique	0,7	-
P ₂ O ₅	0,3	-
K ₂ O	5	-
CaO	0,3	-
MgO	0,3	-

Source : Association Interprofessionnelle du Lapin des Hauts de France (AILHF), Chambre d'agriculture (85)

Principaux facteurs de variation de leur composition

La composition des jus de lapins dépend de l'efficacité du système de séparation de phases.

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.
KeqN global		0,30	0,20	0,20	0,20	0,20	0,30	0,20	0,20	0,60	0,20	0,20	0,60	0,20	0,30	0,60
KeqN bilan		0,10	0,15	0,20	0,10	0,15	0,30	0,10	0,15	0,60	0,10	0,25	0,60	0,10	0,25	0,60

Keq P₂O₅ = 0,8 ; Keq K₂O = 1 ; Coefficient d'humification = 0,53

Dose repère (cf. fiche 2)

15 m³/ha de liquide issu de séparation de phase de raclage (lapin) apportent approximativement :

Éléments majeurs	Total
MS (t/ha)	0,285
MO (t/ha)	0,12
N total (kg/ha)	26
N-NH ₄ ⁺ (kg/ha)	15
P ₂ O ₅ (kg/ha)	5
K ₂ O (kg/ha)	75

Soit : 0,07 t de matières organiques humifiées,
4 kg de P₂O₅ disponible l'année de l'apport,
75 kg de K₂O disponible l'année de l'apport,
8 kg d'N équivalent ammonitrate sur blé (apport de printemps) ou,
15 kg d'N équivalent ammonitrate sur maïs (apport de printemps) ou,
8 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport d'automne),
15 kg d'N équivalent ammonitrate sur prairie (apport de printemps).

Très pauvre en azote et phosphore, ce produit apportera du K₂O; 15 m³/ha couvriront les besoins en K₂O d'un blé ou d'un maïs grain produisant plus de 100 qx/ha dans les sols dont la teneur est comprise entre Timp et Trenf (méthode COMIFER), les besoins pour des maïs fourrage ou prairies type prairie de fauche ne seront pas couverts.

(En tenant compte du type de sol et de l'exigence de la culture, la teneur-seuil «T impasse » pour un élément est la teneur du sol en cet élément au-delà de laquelle il est possible de faire une impasse de fertilisation sans affecter les rendements, et la teneur-seuil «T renforcement » est la teneur en dessous de laquelle un apport plus important peut être nécessaire pour satisfaire les exigences de la culture).

Valorisation agronomique des effluents d'élevages de porcs, bovins, ovins, caprins, volailles et lapins



+ de **40** fiches pratiques

Pour répondre à toutes les questions sur la valorisation des effluents d'élevage, les Instituts Techniques Agricoles proposent 42 fiches à télécharger gratuitement :

- **10 fiches agronomiques** apportent au lecteur des informations sur principalement **le devenir de l'azote dans le cadre d'une valorisation agronomique des effluents** d'élevage en général.
- **32 fiches 'déjections animales'** qui apportent des informations sur la composition moyenne de différents types d'effluents d'élevage en distinguant les **types d'animaux** (bovins, ovins, caprins porcs, volailles, lapins), les **systèmes d'élevages** et les **traitements** appliqués sur les effluents bruts. Elles renseignent également sur les facteurs de variation de leur composition, leur valeur fertilisante et les éventuelles précautions d'usage associées à leur épandage mais aussi les autres modes de valorisation possibles.

Fiches téléchargeables en fichier pdf (accès libre) sur le site du RMT Elevages et Environnement

www.rmtelevagesenvironnement.org

Fiches coproduites dans le cadre du RMT élevages et environnement par

