

Effet de la date d'épandage sur l'efficacité et le devenir de l'azote du lisier appliqué en prairie permanente en Haute Ardenne

Bernard Godden ⁽¹⁾, Pierre Luxen ⁽²⁾, Jean-Pierre Destain ⁽³⁾

⁽¹⁾ Agra-Ost c/o Centre wallon de Recherches agronomiques (CRA-W). Bâtiment Petermann. Rue du Bordia, 4. B- 5030 Gembloux (Belgique). E-mail : b.godden@cra.wallonie.be

⁽²⁾ Agra-Ost. Klosterstrasse, 38. B-4780 St Vith (Belgique).

⁽³⁾ Centre wallon de Recherches agronomiques (CRA-W). Bâtiment Lacroix. Rue de Liroux, 9. B-5030 Gembloux (Belgique).

En Haute Ardenne et au Pays de Herve, régions herbagères, les lisiers sont de loin les principaux engrais de ferme produits et la première source d'azote apportée en prairie permanente. Dans cet article, l'efficacité du lisier bovin a été déterminée à différentes périodes d'épandage, comparativement aux engrais minéraux. Les résultats de deux essais de longue durée et d'un essai en micro-parcelles avec utilisation de ¹⁵N sont présentés. Il en ressort que la contribution de fertilisants minéraux ou organiques ne porte que sur 25 % en moyenne de l'azote absorbé par la prairie ; que l'efficacité des apports de lisier réalisés au printemps dans des conditions d'épandage favorables est très proche de celle de la fumure minérale et que les pertes d'azote en prairie sont très faibles et se limitent souvent à la volatilisation consécutive à l'épandage.

Mots-clés. Lisier, prairie permanente, prairie de fauche, azote, efficacité azote, efficacité d'utilisation, Belgique.

Efficiency and fate of slurry N applied to permanent grass in Ardenne (Belgium) – Effect of the choice of spreading period. In Haute Ardenne and Pays de Herve, areas devoted to grass, slurry represents the main source of nitrogen; slurry is applied on permanent pasture. This paper aims to compare the nitrogen efficiency of cattle slurry with that of mineral fertilizers and to determine the influence of the choice of spreading period on N use by grasses. Results from two long terms trials and from one in micro plots using stable ¹⁵N are presented. Results show that the fertilizers applied (organic and mineral) only affected at a mean level of 25% N absorbed by grassland. The efficiency of spring slurry applications carried out in favorable spreading conditions matched those of mineral N. From our results, it can be concluded that N losses in grasslands are very low and are due to volatilization just after the spreading of slurry.

Keywords. Slurry, permanent pastures, meadows, nitrogen, nitrogen efficiency, use efficiency, Belgium.

1. INTRODUCTION

En Haute Ardenne et au Pays de Herve, le lisier de bovin constitue le principal engrais de ferme produit et appliqué généralement en prairie permanente (Godden et al., 2013) qui représente jusqu'à 90 % de la SAU (Superficie Agricole Utile).

En application du Programme de Gestion Durable de l'Azote - PDGA (AGW15/2/2007), les épandages de lisier ne peuvent être réalisés que du 1^{er} février au 15 septembre, avec toutefois une autorisation d'une application à raison de 80 kg N·ha⁻¹ maximum sur sol non gelé et non couvert de neige à partir du 15 janvier.

L'objectif de cette étude est de mesurer l'efficacité de l'azote du lisier appliqué tant pendant ces périodes autorisées que plus précocement (décembre).

Pour cela, on va :

- comparer l'efficacité de l'azote provenant du lisier à celui d'engrais minéraux, en prairie ;
- déterminer l'incidence de la date et de la dose d'épandage sur l'utilisation de l'azote par la prairie et les risques de lessivage (lixiviation).

À cette fin, les résultats de deux types d'expérimentations, les unes de longue durée en prairie de fauche et l'autre recourant au marquage isotopique en micro-parcelles, sont exploités dans cet article.

Le lisier bovin a été marqué par incubation avec de l'urée marquée (10 At %¹⁵N) à température ambiante de septembre à novembre.

Après deux mois d'incubation, le lisier (présentant une composition initiale de 0,4 % N, il est enrichi jusqu'à 0,45 % N dont 0,27 % N-NH₄) possède un enrichissement isotopique homogène de 1,333 At%¹⁵N.

Dans cette expérimentation, une dose unique de 80 kg N·ha⁻¹ de lisier a été appliquée à différentes périodes et comparée à celle de nitrate d'ammoniac appliqué à deux périodes au printemps.

Ce nitrate d'ammoniac présentait un enrichissement isotopique de 2,161 At%¹⁵N. Les dates d'application du lisier et de l'engrais minéral marqués figurent dans le **tableau 2**.

Le nombre de répétitions de chaque objet est de quatre.

Pour la présentation de ces résultats, ceux-ci sont exprimés en :

- efficacité définie comme la quantité de matière sèche produite ramenée à l'unité d'azote apportée (kg MS·u N⁻¹) ;
- efficacité relative définie comme le rapport entre efficacité du lisier et efficacité de l'engrais minéral, exprimé en % ;
- CRU, Coefficient Réel d'Utilisation de l'azote : ce coefficient d'utilisation représente la part d'azote réellement absorbée en provenance du lisier ou de l'engrais. Il est calculé sur base du rapport des excès isotopiques (At % -0.3663) des exportations d'azote dans la partie aérienne et de l'excès isotopique de lisier ou de l'engrais minéral, suivant la formule :

$$\frac{\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ de la partie aérienne} \times (\text{excès échantillon/excès engrais}) \%}{\text{Quantité N apportée}\cdot\text{ha}^{-1}}$$

3. RÉSULTATS

3.1. Efficacité du lisier apporté en prairie

Dans l'essai GUMIKO (**Tableau 4**), l'efficacité relative à l'azote du lisier (par rapport à l'engrais minéral) s'élève à 88 % sur l'ensemble de la période expérimentale pour des apports réalisés entre avril et septembre.

Dans l'essai ERGU, comme le montre la **figure 1**, l'efficacité est fort variable selon la date d'application du lisier ; elle est maximale pour les apports de printemps et est même très légèrement négative pour l'apport de fin août, mais il faut considérer qu'il ne s'agit ici que d'un complément de fertilisation.

3.2. Coefficient d'utilisation de la fumure

Le CRU est progressivement croissant de décembre à avril et mai, et varie de 18 à 69 % (**Tableau 5**). Le CRU de l'engrais minéral est équivalent à celui du maximum observé avec le lisier pour une application en avril. Les résultats de cet essai indiquent également que l'azote de l'engrais ou du lisier est surtout prélevé en première coupe, sauf pour l'application de décembre.

Les absorptions d'azote en première coupe dans les objets avec apport de lisier de février à avril sont un peu plus faibles, mais se situent à ± 80 % des maxima observés. Par contre, pour les épandages de décembre et janvier, les valeurs sont beaucoup plus faibles et celles-ci ne sont pas compensées par une absorption plus élevée en troisième coupe.

La faiblesse du taux de récupération en deuxième et troisième coupes indique une faible disponibilité de l'azote due à une immobilisation par organisation microbienne ou un stockage important de l'azote dans les racines.

Tableau 4. Efficacité de l'azote apporté dans l'essai GUMIKO — *Efficiency of nitrogen applied in the GUMIKO trial.*

Année	MS (kg·ha ⁻¹)		Efficacité N (kg MS·kg ⁻¹ N)		Efficacité relative (%) ¹
	Lisier	N engrais minéral	Lisier	N engrais minéral	
1994	6 760	7 709	36	38	95
1995	7 942	8 651	48	43	112
1996	7 313	8 134	34	41	83
1997	7 597	9 020	30	45	67
1998	6 166	6 892	30	34	88
1999	4 786	6 822	28	38	74
2000	8 551	8 287	41	41	100
Moyenne	7 016 +1 252	7 931 + 840	35 + 7	40 + 4	88 + 15

¹ N lisier / N engrais minéral — *N slurry / N mineral fertilizer.*

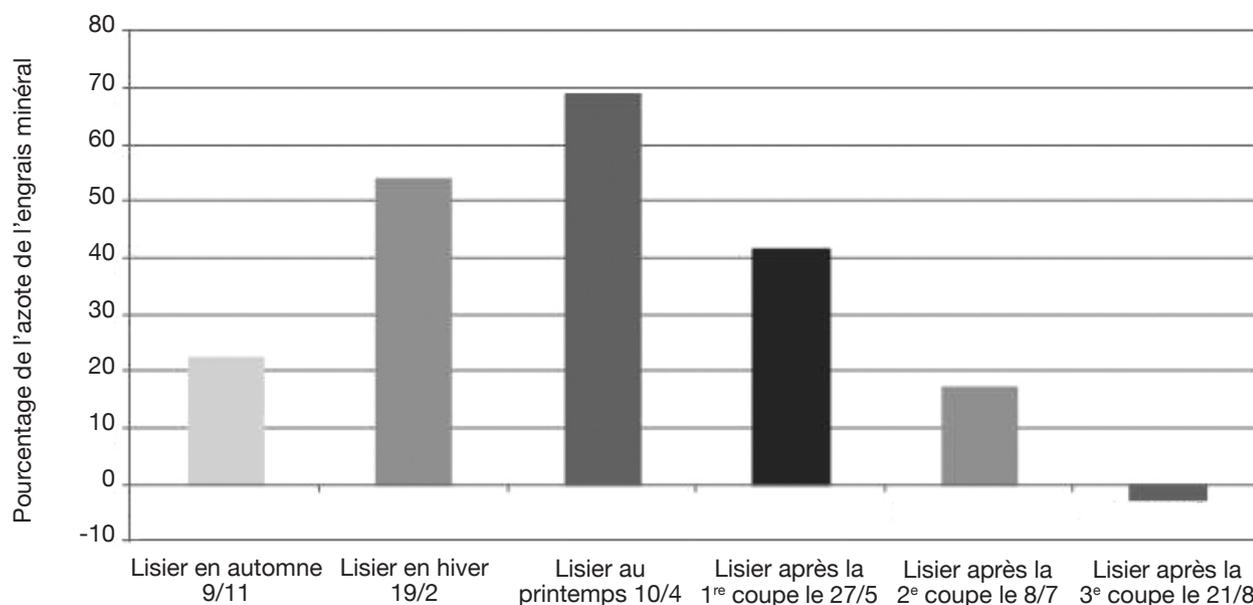


Figure 1. Efficacité relative de l'azote du lisier épandu à différentes dates (% de l'azote de l'engrais minéral) (Essai ERGU) — *Relative efficiency of the N slurry applied on different dates (% of N applied as mineral fertilizer) (ERGU experiment).*

Tableau 5. CRU : Coefficient Réel d'Utilisation (en utilisant l'isotope ^{15}N) de l'azote apporté ($80 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) par le lisier et l'engrais minéral — *CRU: Recovery using ^{15}N of slurry and fertilizer nitrogen ($80 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) by ryegrass.*

	Date d'épandage	N absorbé (% de N appliqué): CRU			
		1 ^{re} coupe	2 ^e coupe	3 ^e coupe	Total \pm DS ¹
Lisier	Décembre	6,2	4,0	8,0	18,2 ^a \pm 4,2
	Janvier	19,4	3,1	8,2	30,7 ^b \pm 8,1
	Février	42,8	3,9	3,8	50,7 ^c \pm 7,0
	Mars	38,0	4,1	5,6	47,7 ^c \pm 9,6
	Avril	45,0	4,8	5,8	55,6 ^c \pm 5,8
	Mai	54,0	12,3	3,3	69,6 ^d \pm 6,7
N minéral	Avril	50,5	16,9	2,1	69,5 ^d \pm 4,2
	Mai	52,2	10,2	1,9	64,3 ^{c,d} \pm 6,8

¹ Déviation standard : les valeurs avec la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil p de 0,95 — *Standard deviation: values with the same label are not significantly different at the probability level of 0,95.*

Il peut aussi être supposé dans le cas du lisier que la disponibilité de l'azote pour la première coupe soit liée à la teneur en N-NH_4 (60 % de l'N total).

3.3. Azote absorbé par le ray-grass et son origine

Le marquage isotopique permet de distinguer les origines de l'azote prélevé par le ray-grass, soit la fertilisation, soit la minéralisation de la matière organique du sol. La **figure 2** reprend les proportions relatives d'azote prélevé en provenance de ces deux sources.

La part provenant des engrais (**Figure 3**) est en moyenne de 25 %, ce qui apparaît beaucoup plus faible

que ce qu'on observe généralement en cultures où elle peut atteindre 60 % (Destain et al., 1990 ; Godden et al., 2007).

Il apparaît que la fourniture d'azote par le sol contribue pour 66 à 90 % de l'azote absorbé selon la date d'apport des fertilisants.

Le sol de prairie constitue un réservoir très important d'azote organique.

3.4. Bilan des apports azotés dans l'essai d'Elsenborn : système sol – plante

Afin d'évaluer les risques de pertes d'azote en prairie, on peut également mesurer l'azote marqué résiduel

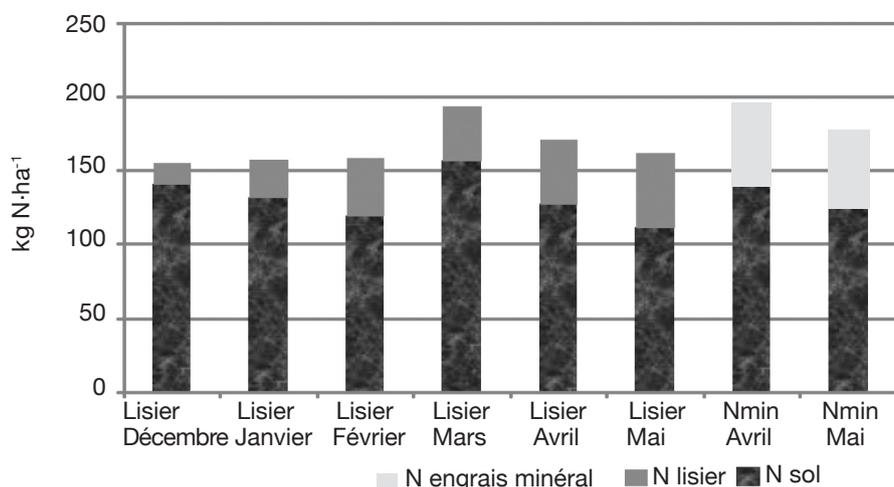


Figure 2. Azote absorbé par le ray-grass et son origine (essai ^{15}N) — Nitrogen absorbed by the ryegrass and its origin (trial ^{15}N).

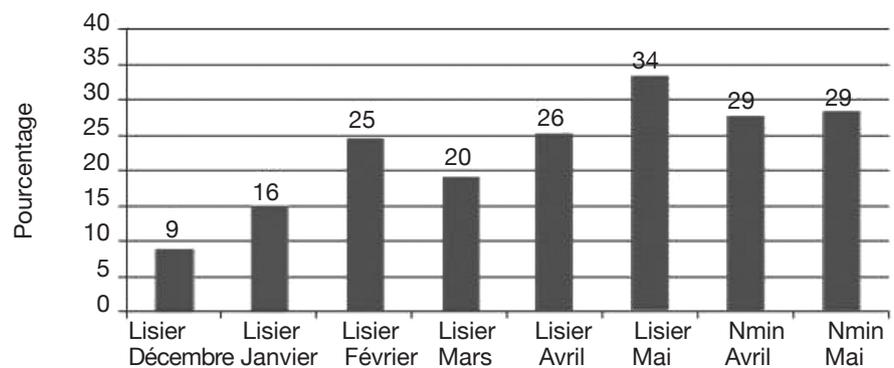


Figure 3. Part de l'azote de l'engrais dans l'azote total exporté par la partie aérienne du ray-grass (essai ^{15}N) (%) — Nitrogen derived from fertilizer in the aerial part of ryegrass (trial with ^{15}N) (%).

contenu dans le sol et ce, jusque 30 cm de profondeur (la couche échantillonnable étant limitée à 30 cm) et il est dès lors possible d'établir le bilan de l'azote du lisier ou de l'engrais minéral (Tableau 6). Le stockage dans le sol est plus important quand le prélèvement par la plante est minimal et, dans ce cas, les pertes sont plus élevées.

Pour le lisier, la part d'azote restant dans le sol décroît de décembre (70 %) à mai (26 %). Pour l'engrais minéral azoté, il subsiste 32 et 35 % de l'azote dans le sol pour les applications d'avril et mai, respectivement.

Les bilans atteignent 100 % pour l'azote minéral et 90 % pour le lisier, indépendamment de la date d'épandage.

Le solde peut être attribué aux pertes par volatilisation et représente ici moins de 10 %. C'est inférieur à ce qui est observé en conditions agricoles réelles (Agra-Ost, 2010). Il faut rappeler qu'au cours de ces essais, les apports ont toujours été réalisés en conditions optimales (le rinçage à l'eau des ffoles contenant les engrais marqués favorisant une répartition immédiate sur le sol).

Tableau 6. Bilan de l'azote apporté dans l'essai avec ^{15}N — Balance sheet of N applied in the trial using ^{15}N .

Période d'épandage		N absorbé par l'herbe CRU (% d'N appliqué)	N dans l'horizon 0-30 cm du sol (% d'N appliqué)	Bilan (% d'N appliqué)
		Moyenne \pm DS ¹	Moyenne \pm DS ¹	Moyenne \pm DS ¹
Lisier	Décembre	18,0 ^a \pm 4,2	70,1 \pm 12,1 ^c	88,3
	Janvier	30,7 ^b \pm 8,1	61,0 \pm 6,2 ^c	91,7
	Février	50,7 ^c \pm 7,0	42,1 \pm 8,1 ^b	92,6
	Mars	47,7 ^c \pm 9,6	44,4 \pm 4,6 ^b	92,1
	Avril	55,6 ^c \pm 5,8	35,1 \pm 7,2 ^{a, b}	90,7
	Mai	69,6 ^d \pm 6,7	26,0 \pm 4,8 ^a	95,6
N minéral	Avril	69,5 ^d \pm 4,2	32,1 \pm 6,2 ^{a, b}	101,6
	Mai	64,3 ^{c, d} \pm 6,8	34,8 \pm 3,2 ^{a, b}	99,1

¹ Déviation standard : les valeurs avec la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil p de 0,95 — Standard deviation: values with the same label are not significantly different at the probability level of 0,95 ; CRU : Coefficient Réel d'Utilisation — Recovery Using Nitrogen.

Ces résultats confirment que la prairie est un système où les pertes d'azote peuvent être très faibles et où, en tout cas, le lessivage de nitrate est limité.

4. CONCLUSION

Dans les prairies, le sol, *via* sa minéralisation, contribue pour plus des 2/3 de l'azote absorbé par l'herbe. Par conséquent, l'azote apporté par la fertilisation (organique et minérale) n'alimente l'herbe que pour maximum 1/3. Dans une prairie où de la légumineuse serait présente, la contribution de l'engrais serait encore plus faible.

Le bilan azoté de l'essai d'Elsenborn avec utilisation d'azote marqué (^{15}N) met en évidence l'absence de pertes susceptibles de concourir à une pollution nitrique, la prairie ayant un pouvoir tampon et de stockage très important ; les pertes ne peuvent résulter que de la volatilisation.

Les applications d'azote, que ce soit sous forme organique dans le lisier ou minéral dans l'engrais, s'avèrent les plus efficaces au printemps (mars, avril, mai dans ce cas) et conduisent au meilleur bilan total. À cette époque aussi, le coefficient d'utilisation de l'azote est quasi similaire, quel que soit son origine (lisier ou engrais minéral) à la dose appliquée ($80 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Remerciements

Ces recherches ont été financées par le Service public de Wallonie (SPW - DGO3).

Bibliographie

- Agra-Ost, 2010. *Étude des pertes ammoniacales par volatilisation. Rapport de synthèse 1990-2008*, http://www.glea.net/AGRAOST/doc/PERTESparVOLATIL_Rapport_90-08_Fpdf.pdf, (23.05.12).
- Destain J.-P., François E. & Guiot J., 1990. Fertilizer nitrogen budgets of Nitrogen-15-labelled sugar beet beta-vulgaris tops and nitrogen-15-labeled sodium nitrate dressings split-applied to winter wheat *Triticum-Aestivum* in microplots on a loam soil. *Plant Soil*, **124**(2), 257-260.
- Godden B., Destain J.-P. & Luxen P., 2007. Efficiency and recovery of different cattle manure applied on arable crops in rotation. In: Leroy B., De Neve S., Reheul D. & Moens M., eds. *Proceedings of the 16th CIEC Symposium on Mineral versus organic fertilizers - Conflict or synergism?*, September 16-19, 2007, Universiteit Gent, Belgium. International Scientific Centre of Fertilizers, 229-234.
- Godden B. & Luxen P., 2013. *Les engrais de ferme : les lisiers*. Les Livrets de l'agriculture. Namur, Belgique: Service public de Wallonie, DGARNE.

(4 réf.)