

Déjections et fertilisation organique au pâturage

A. Farruggia¹, J.C. Simon²

La fertilisation organique au pâturage concerne deux types de produits présentant des caractéristiques différentes :

– **les déjections non maîtrisables** (pissats, bouses et fèces), émises par les animaux pendant leur temps de séjour sur la prairie, et qui échappent au contrôle de l'agriculteur ;

– **les déjections maîtrisables** (lisiers, fumiers et purins) qui sont récupérées pendant le séjour des animaux sur le siège de l'exploitation (stabulation, étable, bergerie, écurie) ou qui proviennent d'autres ateliers animaux (porcheries, poulaillers). L'agriculteur peut en maîtriser la forme (brute ou avec adjonction de litière), en modifier l'état (compostage ou non) et en gérer l'utilisation (date d'épandage et quantité).

Dans une première partie, nous présenterons les principales caractéristiques des déjections non maîtrisables et nous nous bornerons à rappeler rapidement leur impact sur la pollution nitrique, ce thème ayant déjà été abordé dans les numéros

MOTS CLÉS

Comportement animal, fertilisation organique, fumier, lessivage, lisier, pâturage, restitutions

KEY-WORDS

Animal behaviour, excreta returns, grazing, leaching, manure, organic fertilization, slurry.

AUTEURS

1: Institut de l'Élevage, E.N.S.A.I.A., 2, av de la Forêt de Haye, BP 172, F-54505 Vandoeuvre-lès-Nancy cedex.

2 : Laboratoire associé I.N.R.A. - Université, Esplanade de la Paix, F-14032 Caen cedex.

précédents de la revue. Une deuxième partie développera, au travers d'essais en fermes expérimentales, la valorisation au pâturage des déjections maîtrisables et les risques de lessivage induits. Enfin, une dernière partie évoquera quelques outils disponibles pour raisonner la fertilisation des prairies pâturées.

I - Quantités et composition des déjections ; risques de lessivage

Les déjections non maîtrisables ont été l'objet de nombreux travaux au cours des dernières années, tant sur leur composition que sur leurs effets sur le couvert végétal ou l'environnement (LANÇON, 1978a ; LANÇON, 1978b ; WOLTON, 1979 ; RYDEN et al., 1984 ; LANTINGA et al., 1987 ; BRISTOW et al., 1992 ; SIMON et al., 1992...). Néanmoins, tout n'est pas connu sur ces déjections et les travaux actuels réalisés par diverses équipes, dont la Station I.N.R.A. d'Agronomie de Quimper, en collaboration avec la Station I.N.R.A. de la Vache Laitière de Rennes, ont pour objectif d'améliorer les connaissances sur les caractéristiques de ces rejets animaux dont on commence à connaître l'impact sur l'environnement (cf. diverses études sur le lessivage de l'azote nitrique au pâturage).

	Bouses	Pissats
Quantité quotidienne (kg ou litres/vache/jour)	30	40-50
Poids ou volume unitaire (kg ou litres)	1 - 2	2 - 6
Nombre par animal par jour	13-14	12-13
Teneur N moyenne (‰)	4	6,2

TABLEAU 1 : **Caractéristiques moyennes des déjections des vaches laitières** (selon PEYRAUD et DELABY, communication personnelle).

TABLE 1 : *Main characteristics of the dung and urine of dairy cows (adapted from PEYRAUD and DELABY, personal communication).*

	Bouses	Pissats
Nombre (/ha/an)	9 300	8 000
Quantité annuelle (kg ou litres/ha/an)	20 000	26 500
Teneur N moyenne (‰)	4	6,2
N restitué (kg/ha/an)	80	165

TABLEAU 2 : **Déjections émises annuellement sur un hectare de prairie** (calcul pour une prairie produisant 10 t MS/ha/an et pour un chargement voisin de 2 UGB/ha correspondant à une quantité ingérée de 15 kg MS/vache/jour).

TABLE 2 : *Annual excretion of dung and urine on a pasture of 1 hectare (yielding 10 t DM/ha/year, with a stocking rate of approximately 2 Cattle Units/ha, corresponding to the ingestion of 15 kg DM/cow/day).*

1. Rappels sommaires sur les caractéristiques des déjections des vaches laitières

Les caractéristiques moyennes des déjections de vaches laitières sont rappelées dans le tableau 1. Ce tableau, qui met en évidence l'importance des quantités émises par animal et par jour, cache en fait une très grande variabilité, comme l'avait déjà souligné LANÇON (1978a). A partir de ces chiffres, il est possible de donner une estimation des quantités d'azote restituées sur un hectare de prairie au cours d'une année, en faisant des hypothèses sur la quantité d'herbe offerte aux animaux et sur la quantité ingérée par animal et par jour. Dans l'exemple présenté tableau 2, les déjections retournant sur la prairie représentent 245 kg N/ha/an dont 80 par les bouses et 165 par les pissats. Compte tenu que ces restitutions s'ajoutent à la fertilisation azotée de la prairie et qu'elles ont un caractère localisé (en un an, elles couvriraient environ 10% de la surface de la prairie), un impact sur le lessivage d'azote est probable.

2. Azote maîtrisable et azote non maîtrisable : exemple d'une vache laitière forte productrice

Partant d'un planning annuel d'alimentation d'une vache laitière forte productrice excréant en moyenne par le lait 155 g d'azote par jour (PEYRAUD et DELABY, communication personnelle), il est possible de préciser la part de l'azote des déjections (figure 1) pour la période hivernale (stabulation ou étable) et pour la période estivale (pâturage).

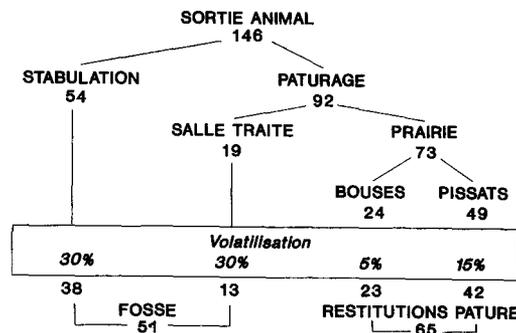


FIGURE 1 : Simulation du devenir de l'azote des déjections après émission par une vache laitière (kg/animal/an) : fraction maîtrisable (fosse) et non maîtrisable (restitutions au pâturage) ; d'après PEYRAUD et SIMON).

FIGURE 1 : Simulation of the partition of nitrogen after excretion by a dairy cow (kg/cow/year) into a controlled portion (in pit) and an uncontrolled portion (on pasture) ; adapted from PEYRAUD and SIMON).

En période hivernale (165 jours dans cet exemple), l'animal excrète 54 kg d'azote, 27 dans les bouses et autant dans les pissats. Si les animaux ne séjournent pas sur une parcelle d'exercice proche de la stabulation, ces déjections sont entièrement récupérées. Pour un stockage en fosse, une volatilisation de 30% conduit à une quantité d'azote maîtrisable par l'agriculteur égale à 38 kg N. On peut remarquer qu'une extrapolation à l'année de cette quantité conduit à une valeur proche de la norme du CORPEN (73 kg N/VL/an).

En période estivale (200 jours dans cet exemple), l'animal excrète 92 kg d'azote, 32 dans les bouses et 60 dans les urines. Une fraction est récupérée en salle de traite ou est perdue sur les chemins y conduisant. Si l'on suppose que les déjections sont uniformément réparties sur la journée (ce qui n'est pas le cas, comme nous le verrons plus loin) et que la durée journalière des traites est voisine de 5 heures, 19 kg d'azote sont ainsi soustraits des restitutions au pâturage. Restent 73 kg d'azote dont une partie se volatilise : 5% sur les bouses et 15% sur les pissats (JARVIS et al., 1989 ; JARVIS et PAIN, 1990) ; 65 kg d'azote retournent finalement au sol.

On peut donc constater que, dans l'exemple présenté ci-dessus, l'azote non maîtrisable représente une part plus importante que l'azote maîtrisable (56% contre 44%). Sachant qu'une partie des déjections comptabilisées en salle de traite est perdue sur les chemins y conduisant, ce sont vraisemblablement près des deux tiers de l'azote qui échappent ainsi au contrôle de l'agriculteur. L'expression «pollution diffuse» (qui signifie «répandue dans toutes les directions») prend ici toute sa signification.

Il serait intéressant de disposer de telles informations pour les grands types de production bovine (vaches laitières pour une gamme représentative de niveaux de production par animal, vaches allaitantes, boeufs à l'herbe, génisses...), afin de préciser pour chacun d'entre eux les fractions maîtrisables ou non et ainsi mieux cerner les risques de pollution au pâturage

3. Facteurs de variation de la composition des déjections au pâturage

● L'alimentation

Dans le paragraphe précédent, le changement d'alimentation entre période hivernale et période estivale au pâturage met nettement en évidence une différence importante de rejets azotés par vache laitière. Dans l'exemple cité plus haut, ils sont estimés à 325 g N/animal/jour en période hivernale (68% de l'ingéré) contre

	Pissats				Bouses			
	Génisses		Vaches (sur RGA)		Génisses		Vaches (sur RGA)	
	RGA	association	productrices	taries	RGA	association	productrices	taries
Extrait sec (%)	33	31	66	26	98	128	122	120
N total (%)	6,97	7,95	8,66	6,14	3,20	4,59	3,24	3,56
P₂O₅ (%)	0,03	0,14	0,04	0,03	2,43	3,92	2,40	3,76
K₂O (%)	9,84	9,26	13,62	10,85	0,93	1,37	0,49	0,64
CaO (%)	0,11	0,10	0,33	0,10	1,96	3,66	3,27	4,05
MgO (%)	0,08	0,17	0,32	0,34	0,86	1,21	2,23	2,14
Na₂O (%)	0,57	0,35	0,44	0,46	0,34	0,44	0,08	0,18
Cu (ppm)	0,34	0,43	0,50	0,22	5,00	4,60	12,50	14,60
Zn (ppm)	0,75	0,67	0,47	0,59	8,60	12,2	21,75	23,95
Mn (ppm)	0,34	0,32	0,36	0,23	50,60	51,50	44,60	46,10

TABLEAU 3 : Composition minérale des urines et des bouses (moyennes sur plus de 100 échantillons analysés à Quimper) en fonction du type d'animal (génisse ou vache laitière), de l'alimentation (ray-grass pur (RGA) ou association), et du stade de lactation (vache tarie ou en pleine production).

TABLE 3 : Mineral composition of dung and urine (means of over 100 samples analyzed in Quimper), according to kind of animal (heifer or dairy cow), feeding (pure perennial ryegrass (RGA) or mixed sward), and stage of lactation (dry cow or full production).

460 g N/animal/jour en période estivale (72 % de l'ingéré), la différence s'expliquant par une augmentation des rejets azotés urinaires (165 g N/animal/j en hiver, 300 g N/animal/j en été).

Des variations comparables peuvent être observées lors d'un **changement de ration** pour un même lot d'animaux. A titre d'illustration, le tableau 3 présente les teneurs moyennes en azote et en autres minéraux des bouses et pissats d'animaux suivis lors des expérimentations menées à Quimper sur le lessivage d'azote sous prairie.

Lors du suivi d'un lot de 7 génisses pâturant 5 jours un ray-grass anglais recevant une fertilisation azotée minérale (250 kg N) puis 5 jours une association ray-grass - trèfle blanc ne recevant pas d'azote, la concentration moyenne en azote des urines et des bouses des 7 animaux émises le dernier jour de chaque période est plus élevée avec un régime à base d'association. Une telle différence a également été observée sur des animaux nourris à l'auge (PEYRAUD et DELABY, communication personnelle). Cette différence est très sensible pour les urines dans la mesure où le changement d'alimentation s'accompagne également d'une augmentation des volumes émis par animal et par jour.

Pour les mêmes raisons (tableau 3), on observe des écarts importants de teneur en azote des pissats pour des animaux qui ont des besoins différents ou/et **des compléments azotés** différentes (génisses de 400-500 kg comparées à des laitières de 600 kg en production ; laitières de 600 kg en production comparées à des vaches taries) ; les variations de teneur en azote des bouses sont relativement moins importantes.

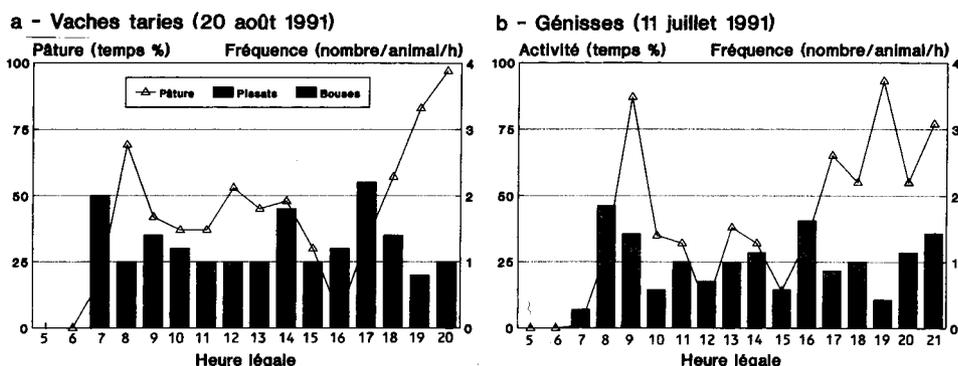


FIGURE 2 : Activité de pâture (% du temps) et fréquence d'émission des bouses et pissats (nombre/animal/heure) au cours d'une journée, a) vaches tarées, b) génisses.

FIGURE 2 : Grazing activity (% of time) and frequency of excretion of dung and urine (number/animal/hour) from sunrise to sunset, a) by dry dairy cows, b) by heifers.

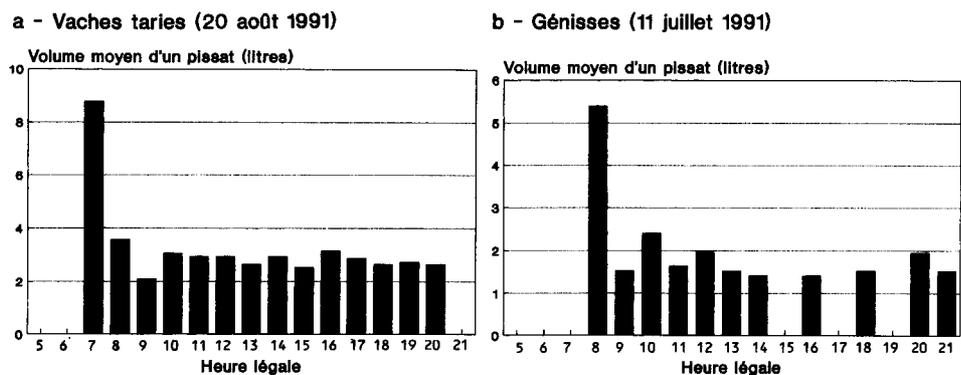


FIGURE 3 : Variations au cours de la journée du volume moyen d'un pissat, a) vaches tarées, b) génisses.

FIGURE 3 : Daily variations in the volume of urine excretion, a) by dry dairy cows, b) by heifers.

● Le rythme biologique de l'animal

De fortes variations des caractéristiques des déjections (fréquence d'émission, volume et concentration) ont pu être constatées lors du suivi de lots d'animaux (génisses frisonnes de 400-500 kg ou laitières frisonnes de 600 kg) sur une période allant du lever du jour au crépuscule (figures 2, 3 et 4). Si l'on considère une telle période de la vie du bovin, on remarque que l'activité de pâture des animaux présente deux pics principaux : le premier, le matin après le lever des animaux, et le

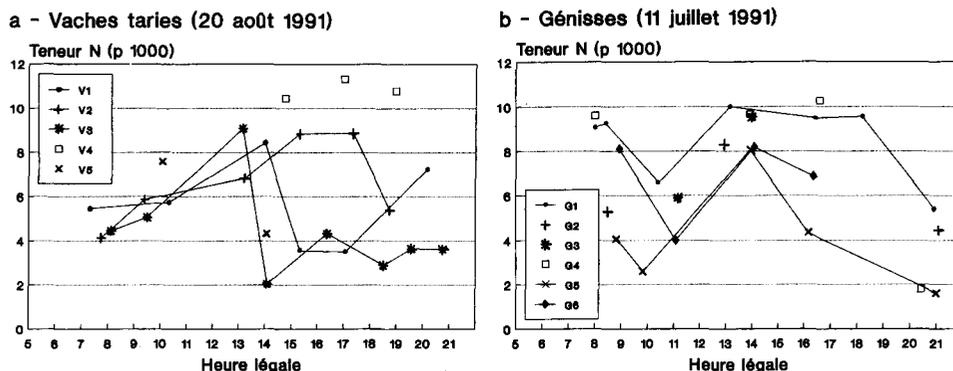


FIGURE 4 : Variations au cours de la journée de la teneur en azote des pissats (N ‰) pour différents individus, a) vaches tarées, b) génisses.

FIGURE 4 : Variation during the day in the N content of urine (N ‰) for various animals, a) dry dairy cows, b) heifers.

second, en fin d'après-midi et le soir, dans les heures précédant le coucher du soleil. Entre les deux, se succèdent des périodes de repos (couché avec ou sans rumination) et de pâture (figure 2). Les fréquences d'émission des déjections ont tendance à être plus élevées lors de chaque lever de l'animal, le matin ou l'après-midi (figure 2). Les volumes de pissats les plus importants sont enregistrés le matin après la période de repos nocturne des animaux (figure 3) : 8 à 10 litres au lever contre 3 en moyenne dans la journée pour les vaches laitières ; 5 à 6 litres contre 1,5 pour les génisses. Les différences sont moins nettes sur les bouses.

Les teneurs en azote des urines varient également dans de fortes proportions sans suivre apparemment de loi particulière, de 2 à 8‰ pour un même animal, selon l'heure de la journée (figure 4). Sur cette figure, seuls sont joints par des segments de droite les points correspondant aux animaux dont on a pu recueillir tous les pissats.

Les urines constituent les deux tiers des rejets azotés au pâturage. La période de restitution la plus importante se situant le matin lors du lever des animaux (fréquences et volumes supérieurs, concentrations moyennes ou fortes), un stationnement nocturne des animaux en stabulation (quand il est possible) diminuerait sensiblement les rejets non maîtrisables et donc les risques de pollution.

● L'individu

Un facteur «individu» joue également sur les teneurs des pissats comme le montre la figure 4. Ces variations de teneurs sont vraisemblablement en relation avec le poids de l'animal ou son état physiologique (stade de gestation des génisses, vaches tarées depuis plus ou moins longtemps).

4. Impact sur le lessivage

Différents travaux menés tant en France qu'à l'étranger commencent à préciser l'impact de ces déjections sur le lessivage de nitrate, et à mettre en évidence les principaux facteurs de variation. Nous ne rappellerons ici que les principaux résultats, d'autres articles ayant déjà été consacrés à ce thème dans *Fourrages*. La plupart de ces acquis mettent en cause les déjections non maîtrisables :

– A l'échelle globale de la parcelle, pour un même type de prairie et un même niveau de fertilisation azotée, le lessivage d'azote nitrique est nettement plus élevé en régime de pâture qu'en régime de fauche.

En Grande-Bretagne (RYDEN et al., 1984), sous ray-grass anglais recevant une fertilisation azotée de 420 kg N/ha/an, le lessivage est de 35 kg N/ha/an en fauche et de 160 kg N/ha/an quand il est pâturé par des bovins viande, soit une augmentation de 125 kg N/ha/an.

En Bretagne, après seulement deux années d'expérimentation (SIMON, 1993 et 1994), sous ray-grass anglais pur recevant 400 kg N/ha/an, le lessivage d'azote nitrique est de 55 kg N/ha/an en régime de fauche si les apports d'azote sont répartis sur toute l'année. Il est ramené à 10 kg N/ha/an si cette même quantité est épanchée sur la seule période printemps-été. En simulation de pâture (laitière), le lessivage est voisin de 100 kg N/ha/an dans les deux cas.

– A l'échelle locale, le lessivage d'azote sous un pissat peut être très important : 920 kg N/ha/an selon RYDEN et al. (1984). Il est en fait très variable car il dépend de différents paramètres dont le volume, la concentration et surtout la date d'apport. Une étude analytique de l'impact polluant des pissats devrait permettre de préciser l'importance relative de ces divers paramètres. A court terme (1 à 2 ans), les bouses n'ont pas d'incidence sur la pollution nitrique.

Conclusion

Parmi les deux types de produits organiques susceptibles de retourner au pâturage, déjections maîtrisables (lisiers, fumiers et purin) et déjections non maîtrisables (pissats et fèces), les dernières représentent une fraction très importante de l'azote annuellement restitué par les animaux. Les recherches actuellement menées pour mesurer l'impact sur l'environnement des déjections émises par les animaux pendant leur temps de séjour sur les prairies montrent que ce sont principalement les urines qui sont à l'origine des problèmes de pollution nitrique, du moins en conduite intensive.

Dans cet article, nous avons donné un aperçu de l'importante variabilité des caractéristiques de ces déjections :

- en quantités unitaires émises,
- en concentrations (donc en quantités d'azote en jeu à chaque point d'impact d'une déjection),
- en forme d'azote en présence (non évoquée ici),
- et en répartition sur la prairie.

Cette variabilité crée **une forte hétérogénéité des quantités d'azote localement disponibles pour la croissance du couvert prairial**. Les quantités en jeu sont parfois énormes (ponctuellement près de 1 000 kg N/ha sous certains pissats) et sans commune mesure avec les capacités d'absorption de la plante. Par la suite, s'il n'est pas réorganisé, l'azote non valorisé peut lessiver dès la reprise du drainage.

Parmi les diverses stratégies possibles pour limiter les pertes d'azote au pâturage (conduite de la prairie, mode d'exploitation, alimentation de l'animal, gestion du troupeau,...), celle qui vise à réduire les rejets d'azote urinaire devrait s'avérer intéressante. Il importe donc de poursuivre les travaux sur ce thème pour limiter l'impact polluant des déjections non maîtrisables.

II - La valorisation des déjections maîtrisables

Dans la pratique, les prairies pâturées bénéficient encore peu d'une fertilisation organique sous forme de lisier ou de fumier. Cependant, l'augmentation des concentrations de nitrate dans l'eau des régions d'élevage et la volonté de diminuer le coût des engrais minéraux amène les techniciens et les agriculteurs à **repenser la répartition des déjections animales sur l'exploitation, et à considérer les pâtures comme des surfaces d'épandage potentielles** intéressantes. Néanmoins, l'épandage des déjections sur les prairies de pâture suscite de nombreuses questions. Les travaux réalisés dans les fermes expérimentales par les Instituts Techniques et les Chambres d'Agriculture apportent quelques points de repère. Ils ont pour objectifs d'étudier la faisabilité de telles pratiques au niveau de la parcelle et de l'exploitation ainsi que leur impact sur les risques de lessivage (tableau 4).

1. Apports de lisier sur pâture de vaches et de génisses laitières

Les essais mis en place à Kerlavic et à Trévarez dans le Finistère ont pour objet de **comparer les effets d'apports de lisier et d'ammonitrate pendant la période de pâturage sur les performances animales, la production fourragère et les risques de lessivage de nitrate**.

Lieu	Trévarez (29)		Kerlavic (29)		La Courtaçon (10)		Crécom (22)	
Partenaires	CA - EDE - Institut de l' Elevage		CA - EDE - ITCF		UNCEIA - Institut de l'Elevage		CA - EDE - Institut de l'Elevage	
Animaux	Vaches laitières		Génisses 6-13 mois		Vaches allaitantes		Vaches allaitantes	
Chargement	15-20 ares/VL au printemps		8,7-10 ares/génisse au printemps		1,2 et 1,8 UGB/ha		1,2 et 1,7 UGB/ha	
Couvert	RGA		RGA		PP+PT	PP	RGA-TB	RGA
Type de fumure	Ammo-nitrate	Lisier de porcs	Ammo-nitrate	Lisier de bovins	Ammo-nitrate	Fumier (10 t/ha/an)	Ammo-nitrate	Lisier de porcs
kg N "efficace"/ha	315	315	250	250	150		de 10 à 25	100
Mesures :								
- de production fourragère	Prélèvements d'herbe avec moto-faucheuse ou minitondeuse. Hauteur entrée + sortie des animaux				Prélèvements d'herbe (minitondeuse ou moto faucheuse) ou estimation par hauteur d'herbe		Prélèvements (motofaucheuse) et hauteur d'herbe	
- des performances animales	- Lait: quantité + taux - Poids + note d'état		Gain de poids /génisse et /ha		- Veaux: gain de poids - Vaches: poids et état		- Veaux: gain de poids - Vaches: poids et état	
Fuites de nitrates	Prélèvements de sol (15 à 20 "profils"/parcelle, 4 à 5 fois/an)				Prélèvements de sol + bougies (7 bougies en étoile/parcelle)		Prélèvements de sol	

TABLEAU 4 : Utilisation de lisiers et fumiers au pâturage : présentation des protocoles d'essais.
TABLE 4 : Use of manure and slurry on grazed pastures : description of the trials.

● Rappel des conditions expérimentales

Pendant toute la saison de pâturage, deux lots d'animaux (génisses laitières de 6 mois ou animaux en croissance à Kerlavic ; vaches laitières à Trévarez) sont affectés (tableau 4) à l'un des deux traitements expérimentaux suivants :

– Le traitement témoin : les prairies de ray-grass anglais sont fertilisées à l'ammonitrate :

- à Kerlavic : 5 passages de 50 unités N/ha (250 N/ha au total),
- à Trévarez : 7 passages de 30 à 50 unités N/ha (315 N/ha au total).

– Le traitement lisier : les prairies de ray-grass anglais reçoivent :

- à Kerlavic, 4 apports de lisier de bovins au printemps et un ou deux apports d'ammonitrate, soit 210 à 250 unités d'azote efficace par ha,

- à Trévarez, 7 apports de lisier de porcs, soit 310 unités N-NH₄/ha pendant toute la saison de pâturage, à la même fréquence que les apports d'ammonitrate.

La quantité de lisier a été calculée pour que la fertilisation organique permette à la production fourragère d'être équivalente et d'encadrer le potentiel accessible avec la fertilisation minérale. A Kerlavic, elle a été définie pour des apports d'azote «efficace» identiques à ceux du traitement avec ammonitrate en utilisant les coefficients de 0,4 de l'azote total du lisier en 1991 et 0,6 en 1992 et en 1993 (ZIEGLER, 1991). A Trévarez, on a considéré que l'équivalence était obtenue en ne prenant en compte que l'azote ammoniacal du lisier de porcs.

Le pâturage est conduit en rotation. Les productions fourragères et les performances animales sont mesurées par lot. Le suivi de l'azote minéral du sol (NO_3^- , NH_4^+) est effectué par la technique des profils à la tarière à partir d'échantillons de sol prélevés sur les 60 ou 90 premiers centimètres, sur une à trois parcelles par traitement, pendant toute la période de drainage, tous les 100 mm de pluie environ.

Une troisième étude sur l'utilisation du lisier de porcs au pâturage est engagée à Crécom avec un troupeau de vaches allaitantes (cf. article de MOURIER et al., même numéro) mais nous ne disposons pas encore de suffisamment de résultats portant sur le taux de nitrate pour en tirer des tendances.

● Les performances fourragères et animales

– A Kerlavic, des performances moindres les deux premières années

Avec une fertilisation azotée minérale de 250 N/ha, les prairies du traitement ammonitrate ont produit 11,3 t en 1991, 10,9 t en 1992 et 12,5 t MS/ha en 1993 (tableau 5). Sur la même période, la production des prairies du lot lisier a atteint 8,3 t en 1991, 9,8 t en 1992 et 11,7 t MS/ha en 1993 avec 40 unités sous forme d'ammonitrate et 100 à 125 m³ de lisier de bovins à une teneur moyenne en azote total de 2,7 à 4,4 kg/m³. Les apports totaux d'azote représentent de 320 à 415 kg à l'hectare soit 210 - 250 unités N efficace/ha en tenant compte d'une efficacité de l'azote de 40% en première année, 60% en 2^e et 3^e année (RIVIÈRE, 1994).

En première année, le lisier de bovins n'a donc pas permis d'atteindre le même niveau de production fourragère qu'avec l'ammonitrate et la quantité d'herbe offerte aux animaux a été inférieure. L'hypothèse avancée par les expérimentateurs est que le délai de réponse de la végétation serait plus long avec du lisier de bovins qu'avec la fumure minérale. En 2^e et 3^e année, l'avancement de la date du premier apport, associé à une dose plus élevée, a permis de réduire les écarts de production.

Le lisier de bovins épandu après chaque exploitation n'a pas entraîné de problèmes d'appétence de l'herbe ; les génisses ont pâturé jusqu'à une hauteur résiduelle identique sur le lot témoin et sur le lot lisier. En 1991, la vitesse de croissance des animaux a été pénalisée fortement sur la période de pâturage pour le lot lisier en rai-

	Année	Kerlavic		Trévarez	
		Ammonitrate	Lisier bovins	Ammonitrate	Lisier porcs
Dose d'azote annuelle et (N lisier total) (kg/ha)	1991	250	210 (390)	300	280
	1992	250	246 (469)	300	300
	1993	275	258 (430)	310	275
Azote lessivé (kg/ha, modèle de BURNS)	1991	58	8	40	22
	1992	31	30	43	110
	1993	15	16		
Production annuelle (t MS/ha)	1991	11,3	8,3	12,9	11,7
	1992	10,9	9,8	12,6	12,8
	1993	12,5	11,7	9,25	9,2
Performances animales		GMQ (g)		Lait 4%	
	1991	876	703	23,9	23,5
	1992	703	597	23,4	23,0
	1993	584	704	(2 ans de mesure)	

TABLEAU 5 : Utilisation du lisier en pâture : principaux résultats obtenus à Kerlavic et à Trévarez (NIGGEL, 1991 ; LAVEST, 1992 ; ITCF et EDE 29, 1991, 1992 ; Institut de l'Élevage et EDE 29, 1992, 1993).

TABLE 5 : Use of slurry on grazed pastures : main results of the trials at Kerlavic and Trévarez (NIGGEL, 1991 ; LAVEST, 1992 ; ITCF and EDE 29, 1991, 1992 ; Institut de l'Élevage and EDE 29, 1992, 1993).

son d'une quantité d'herbe offerte inférieure. En 1992, cette tendance persiste sans que l'on puisse avancer d'hypothèse explicative. En revanche, en 1993, la tendance s'est inversée en faveur du lot lisier, peut-être en raison d'une meilleure qualité de l'herbe (voir article de CAZES et al., même ouvrage).

– A Trévarez, des productions fourragères et laitières semblables

Sur les trois années de suivi, le lisier de porcs épandu à une fréquence de 6 à 7 apports sur la saison de pâturage a permis une production de matière sèche équivalente à la fertilisation minérale (tableau 5). Avec une fertilisation supérieure à celle de Kerlavic (300 N/ha pour l'ammonitrate et 275 à 300 N-NH₄/ha pour le lisier de porcs), les prairies ont produit de 9,2 à 12,8 -12,9 t MS/ha pour le lot témoin comme pour le lot lisier. L'apport de lisier de l'ordre de 150 m³ a représenté de 430 à 470 kg d'azote total avec un lisier dilué à relativement faible teneur en azote (1,9 kg N/m³).

La production laitière (quantité et taux) ainsi que le poids et l'état des animaux ont été équivalents sur les deux années de suivi. Par ailleurs, le lisier épandu n'a pas entraîné de problème d'appétence ; les hauteurs d'herbe ont été sensiblement les mêmes sur les deux lots de parcelles (voir article FARRUGGIA et al., même numéro).

● Des risques de lessivage de nitrate semblables

Sur les deux essais et sur les trois hivers de suivi, le lisier épandu aux mêmes doses d'azote efficace que l'azote minéral ne semble pas avoir augmenté le risque de lessivage. A Kerlavic, en 1992 et 1993, la quantité d'azote lessivé estimée d'après le modèle de BURNS* a été du même ordre de grandeur que les prairies reçoivent du lisier ou de l'azote minéral. A Trévarez, les quantités d'azote nitrique du sol et de l'azote lessivé ont été, selon les années, plus ou moins élevées sur les parcelles du lot lisier ou sur les parcelles du lot témoin, les variabilités interparcelles et interannuelles étant très importantes.

2. Apports de fumier sur prairies pâturées par des vaches allaitantes

L'objectif de cet essai réalisé à la ferme expérimentale de La Courtançon en Champagne humide (Aube) est différent : on cherche à **obtenir l'autonomie fourragère d'un système «extensif» comprenant des prairies naturelles pâturées par des vaches allaitantes en utilisant presque exclusivement le fumier produit par les vaches** comme fertilisation azotée. Le système témoin est à base de prairies temporaires fertilisées avec des engrais minéraux ou conduites avec du trèfle blanc.

● Conditions expérimentales : une conduite autonome de chaque système

Le premier système, dit «extensif», compte 27,3 ha de prairies naturelles de qualité bonne à moyenne (1/3 inondable), ce qui pour 30 vaches charolaises correspond à un chargement annuel de 1,1 à 1,2 vache par hectare (GRENET, 1993). Le second, dit «intensif», totalise 16,5 ha de prairies dont 2/3 de prairies temporaires et 1/3 de prairies naturelles de bonne qualité ; le chargement est de l'ordre de 1,8 vaches par ha, avec un troupeau de 30 mères également. Les vêlages sont précoces. Les couples mère+veau sont sortis fin avril et rentrent à l'étable mi-novembre. Une à deux coupes peuvent être réalisées sur les parcelles selon la production du printemps. Le fumier est curé une première fois fin décembre et est épandu, après un mois de séjour sur la plate-forme, sur des prairies de fauche ou de pâture si la portance des sols le permet. Le deuxième et le troisième curage ont lieu en février et

* : modèle de lessivage dont les paramètres sont la capacité au champ et la lame d'eau drainante ; il a été mis au point sur sol nu pour les cultures annuelles.

en avril-mai, après la sortie des animaux. En juin, ce fumier «fait» est épandu après l'ensilage sur les repousses, les vaches passant 3 semaines après l'épandage mais sans raser la parcelle. Le dernier épandage est effectué en août-septembre sur des prairies qui peuvent être ou non pâturées par la suite.

Pour évaluer les risques de lessivage de l'azote, les deux dispositifs ont été équipés de bougies poreuses. Par ailleurs, des prélèvements de sols ont été réalisés au cours des hivers 1992-1993 et 1993-1994.

● De bonnes performances animales

Les croissances des veaux à la pâture sont très élevées, voisines de 1,5 kg/jour pour les veaux mâles sur les deux dispositifs. Sur le dispositif le plus chargé, les performances individuelles sont un peu inférieures sur trois ans et ont été obtenues avec une complémentation un peu plus conséquente. La reprise de poids des vaches est identique. Avec 1 780 kg de matière sèche utile récoltée par vache et par an en moyenne sur les trois ans, le dispositif extensif est plus qu'autonome, mais l'absence de fertilisation minérale fait perdre de la souplesse au système et la sécurité des stocks fourragers doit être pluriannuelle. La productivité du dispositif à 1,8 vache/ha en terme de gain de poids vif par ha est logiquement supérieure, puisque les croissances sont peu différentes, alors qu'il est beaucoup plus chargé. La quantité de matière sèche récoltée en première coupe comme en deuxième coupe est supérieure mais reste insuffisante pour couvrir les besoins pour l'hiver avec 1 300 kg de matière sèche par vache. Enfin, ce système a nécessité plus d'intrants, tant pour la complémentation des veaux et des vaches que pour la fertilisation minérale azotée (voir article de GRENET et al.; même numéro).

● Des risques de lessivage de nitrate peu élevés

Les concentrations moyennes en nitrate dans les bougies poreuses sont peu importantes. Elles varient de 0 à 30 mg/l. Paradoxalement, c'est sous la prairie naturelle recevant du fumier qu'on a relevé les concentrations les plus importantes avec une moyenne autour de 30 mg/l les deux premiers hivers. Ce constat ne s'est pas répété au cours de l'hiver 1993-1994. Il faut néanmoins rester prudent quant à l'interprétation de ces résultats car il existe sans doute des circulations latérales d'eau dans ce type de sol, circulations qui peuvent diluer le nitrate à proximité des bougies. Les prélèvements de sol effectués les deux derniers hivers confirmeraient cependant ces tendances. Les quantités d'azote nitrique du sol sont peu élevées dans les deux dispositifs.

3. Discussion

L'emploi de lisier pour fertiliser des prairies pâturées est possible, qu'il s'agisse de lisier de bovins pour des pâtures de jeunes bovins en croissance ou de lisier de porcs pour des pâtures de vaches laitières. Sur le court terme, quand le lisier est épandu aux mêmes doses d'azote efficace que l'azote minéral, nous n'avons pas pu mettre en évidence, sur la saison de pâturage, de différences de production, de performances animales ni de risques de lessivage. Ces résultats signifient qu'un éleveur peut procéder à un ou plusieurs épandages de lisier au pâturage sans problème. Ceci est également confirmé par l'essai réalisé à Crécom avec un troupeau allaitant (cf. article FARRUGGIA et al., même ouvrage).

Cependant, des questions méthodologiques demeurent, comme par exemple la prise en compte de l'azote du lisier dit efficace ou bien la fiabilité des mesures d'azote nitrique du sol sous pâture. Par ailleurs, des problèmes de mise en oeuvre de ces pratiques n'ont pas tous été résolus : problèmes sanitaires, problèmes d'épandage (dégâts de roues de tonne, brûlure d'herbe, respect des doses d'épandage...).

Pour les systèmes fourragers plus extensifs avec pâturage de vaches allaitantes, l'autonomie du système fourrager à la fois en matière sèche et en éléments fertilisants peut être obtenue en utilisant essentiellement pour la fertilisation le fumier produit par les animaux. En l'épandant après stockage pendant quelques mois sur la plate-forme, il n'y a pas eu de problème d'appétence pour la pâture ni de problème de salissement des récoltes pour les prairies de fauche. Le système est alors peu chargé (1,2 couple mère+veau/ha) mais les croissances individuelles des veaux sont excellentes si la conduite du pâturage est bien maîtrisée.

III - Le raisonnement de la fertilisation azotée au pâturage

Nous présenterons dans ce paragraphe deux démarches de raisonnement de la fertilisation azotée sur les pâtures, démarches encore peu connues mais qui nous semblent être des outils intéressants et prometteurs pour le conseil de fumure.

1. Le bilan minéral prévisionnel

La démarche de raisonnement est la même que celle appliquée aux cultures annuelles : on cherche à équilibrer les besoins de la prairie, estimés à partir des objectifs de production de l'agriculteur en relation avec le potentiel accessible, avec

les sources d'azote disponible. Une adaptation aux systèmes d'élevage a été proposée par DE MONTARD (INRA de Clermont-Ferrand, 1986). Ces adaptations portent sur :

- la minéralisation du stock organique du sol qui varie selon l'entretien humique, le type de sol, la profondeur et l'humidité du sol ;
- les effets directs des déjections épandues ;
- les restitutions «utiles» au pâturage calculées en fonction du temps réel de séjour des animaux, du type de pâturage et du climat ;
- la fixation symbiotique par les légumineuses ; elle est évaluée dans les prairies temporaires par la contribution pondérale en matière sèche de la légumineuse présente ; pour les prairies naturelles, elle est estimée de 0 à 150 kg N/ha selon le type de sol et la fumure minérale phospho-potassique ;
- l'azote minéral apporté pour lequel on adopte un coefficient apparent d'utilisation de 60%.

La figure 5 récapitule les différents postes de ce bilan.

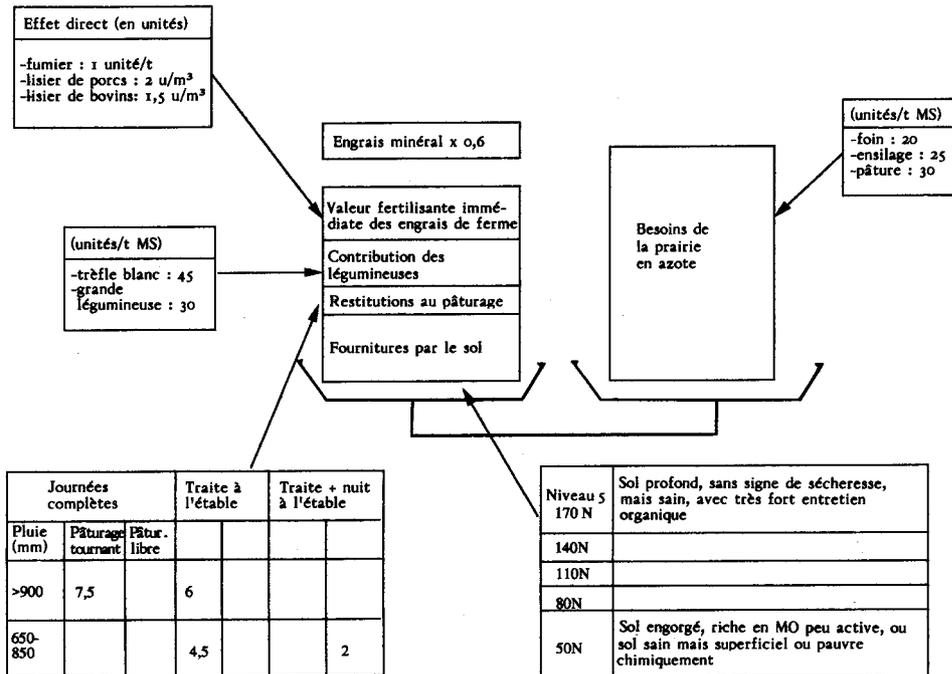


FIGURE 5 : Postes du bilan prévisionnel azoté sur prairies proposé par DE MONTARD.

FIGURE 5 : Items of estimated nitrogen balance of a pasture, as proposed by DE MONTARD.

Cependant, afin de vérifier que ce calcul théorique n'entraîne pas à terme des baisses de production indésirées, un contrôle du diagnostic par l'analyse végétale est proposé. Les équipes de l'I.N.R.A. d'Angers et de Lusignan ont en effet mis au point des méthodes d'analyse de l'état nutritionnel au travers d'indices de nutrition et de positionnement par rapport à une courbe de dilution optimale (SALETTE et LEMAIRE, 1981). Cette démarche est en train d'être validée dans plusieurs régions dont les Monts du Lyonnais et les Monts du Beaujolais par la Chambre d'Agriculture du Rhône (Référence Rhône-Alpes, 1992). Elle devrait déboucher sur une méthode de conseil de fertilisation azotée des prairies aux agriculteurs. Les étapes de travail retenues ont été les suivantes :

- typologie des exploitations et enquêtes sur les systèmes de culture avec approfondissement des pratiques de fertilisation ;
- paramétrage du modèle du bilan avec constitution d'une grille de minéralisation ;
- élaboration de bilans azotés sur l'année écoulée sur un grand nombre de prairies représentatives des différentes situations obtenues en couplant les différents systèmes de culture aux diverses conditions pédoclimatiques. On a ainsi calculé les rapports (apports totaux/exportations par la prairie) pour 33 prairies en 1991 et 98 en 1992, une bonne couverture des besoins correspondant à un indice 100 ;
- contrôle de ces résultats par l'analyse végétale sur l'année en cours et comparaison aux rapports issus des bilans précédemment cités.

En tendance générale, on a pu observer une assez bonne cohérence entre les résultats des bilans et les analyses végétales (figure 6). Il y a confirmation des excès

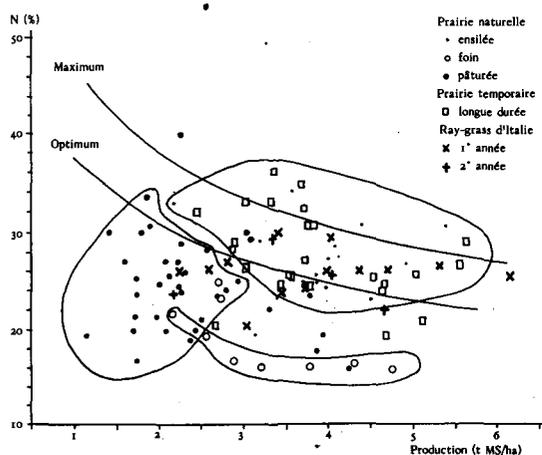


FIGURE 6 : Courbes de dilution et teneurs en azote selon le type de prairie dans les Monts du Lyonnais (printemps 1992 ; BONNET, communication personnelle).

FIGURE 6 : Dilution curves and nitrogen concentrations according to type of pasture in the Monts du Lyonnais (Spring 1992 ; BONNET, personal communication).

de fertilisation azotée sur les prairies temporaires et naturelles d'ensilage et des déficits sur les prairies de fauche et certaines prairies de pâture comme le montraient les bilans. Cette cohérence est moins évidente si l'on examine les résultats parcelle par parcelle (BONNET, communication personnelle).

En 1993, des bilans prévisionnels ont été réalisés sur une centaine de prairies afin de proposer aux agriculteurs un conseil de fertilisation. L'analyse végétale a permis par la suite de contrôler la validité du conseil. Ainsi, en 1994, le bilan «paramétré» ou réajusté est devenu l'outil de conseil de fertilisation à grande échelle et l'analyse végétale n'est réalisée que sur un réseau de parcelles de référence constituant en quelque sorte des parcelles de «veille» de la validité du bilan.

2. L'analyse d'herbe pour caler les préconisations de fertilisation

Une démarche inverse s'appuyant uniquement sur l'analyse végétale a été développée à l'échelle d'un département par VIOLLEAU (Chambre d'Agriculture du Puy-de-Dôme, 1992). Elle est utilisée en tant qu'outil de diagnostic a posteriori de l'état nutritionnel des prairies et aboutit à des recommandations d'apport d'azote par petite région naturelle pour la première coupe d'ensilage chez les éleveurs laitiers. C'est en effet sur cette coupe que des excès d'azote sous forme d'ammonitrate ou de lisier de porcs avaient été observés. La démarche de travail se décompose ainsi :

– mesure de la production de la prairie avant l'ensilage (pesée géométrique) et prélèvement d'un échantillon pour l'analyse minérale ;

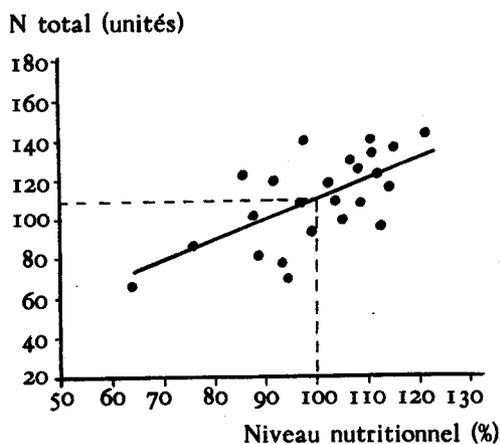


FIGURE 7 : Niveau nutritionnel et fertilisation azotée dans les petites régions du Bas Livradois et des Bois Noirs dans le Puy-de-Dôme (VIOLLEAU, communication personnelle).

FIGURE 7 : Nutrition level and nitrogen fertilization in Bas Livradois and Bois Noirs (small regions in Puy-de-Dôme ; VIOLLEAU, personal communication).

- analyse des teneurs en azote, phosphore et potasse de l’herbe, et interprétation individuelle des niveaux de nutrition (DE MONTARD, 1988) ;
- comparaison avec les pratiques de fertilisation relevées sur chaque prairie et interprétation collective, à partir de l’état de nutrition optimum par secteur pédoclimatique homogène pour un même type de prairie, un même type de récolte et une même conduite, afin d’aboutir au conseil de fertilisation (figure 7 ; VIOLLEAU, communication personnelle). On trouvera un plus grand développement de cette démarche dans l’article de VIOLLEAU de ce même numéro.

3. Discussion

La démarche de bilan proposée permet d’éviter l’oubli de sources d’azote importantes, oubli qui peut entraîner des surconsommations d’engrais minéraux et la disparition ou la réduction des légumineuses. Elle ne permet pas cependant d’aboutir à une estimation précise de la dose d’azote à apporter; notre connaissance des différentes sources d’azote est encore beaucoup trop grossière : fixation symbiotique, restitutions «efficaces», etc. Mais les éleveurs n’ont pas forcément besoin de calculs complexes et précis ; la variabilité climatique et spatiale relativise ce type de démarche. En revanche, ils ont **besoin d’une base de raisonnement** qui intègre la connaissance semi-quantitative des différentes sources d’azote et ils peuvent par la suite **réguler leurs apports en fonction de leurs observations concrètes de l’état de leurs prairies** (DE MONTARD, communication personnelle).

Il conviendrait de développer ce type de démarche dans d’autres régions, ce qui nécessiterait d’adapter la grille d’estimation de la fertilité azotée du sol. DE MONTARD propose de distinguer les zones atlantiques des zones semi-continentales, ou de demi-montagne ou méditerranéennes (tableau 6), et les sols calciques des sols acides. Ces distinctions recourent trois facteurs de variation de la minéralisation : température, eau et saturation du complexe absorbant.

	Hiver froid	Hiver tiède
Été humide	exemples : Auvergne, Monts du Lyonnais	exemple : Grand ouest
Été sec	exemple : montagne méditerranéenne	exemples : plaines et collines méditerranéennes

TABLEAU 6 : Grille utilisée pour la méthode d’estimation de la fertilité azotée des sols (d’après DE MONTARD)

TABLE 6 : Grid for the estimation of the nitrogen fertility of soils (after DE MONTARD).

Par ailleurs, ce bilan aboutit à **un raisonnement de la dose annuelle** d'azote minéral à apporter alors que l'apport d'azote sur une prairie se raisonne par cycle ou par exploitation. Il faudrait par conséquent étudier l'adaptation de ce modèle par cycle de production.

L'analyse végétale et les mesures de fuites de nitrate constituent des outils de diagnostic a posteriori qui peuvent s'articuler avec le modèle du bilan, dans la phase de recherche en participant à sa mise au point et à son adaptation (cas des Monts du Lyonnais), mais aussi à titre préventif une fois que le bilan est devenu un outil de conseil. On peut en effet vérifier régulièrement sur des parcelles de référence que la moindre consommation d'engrais azotés induite par le bilan n'entraîne pas à terme de baisse de production puisque les indices de nutrition chutent avant la baisse de production. On peut également contrôler les risques de fuites de nitrate et réajuster le bilan en conséquence si des incohérences apparaissent.

Dans les essais en fermes expérimentales qui ont été présentés, on tente de **tester la cohérence de ces trois outils** au niveau du groupe de parcelles et sur plusieurs années, compte tenu de la variabilité interannuelle et interparcellaire. A titre d'exemple, à Trévarez, malgré des doses d'apports azotés importantes, les bilans sur le traitement ammonitrate comme sur le traitement lisier sont équilibrés du fait de productions élevées et d'une contribution assez faible de la minéralisation du sol (estimée à partir de parcelles "zéro azote"). Les états de nutrition azotée au printemps sont corrects, voire peu élevés, pour certaines parcelles ; enfin, les quantités d'azote lessivé estimées par le modèle de BURNS sont modérées.

Conclusion

Les restitutions au pâturage par les animaux, et plus particulièrement les pis-sats, représentent des quantités d'azote localisé très importantes, qui varient selon l'alimentation, le rythme biologique et l'individu, et dont les répercussions sur la pollution nitrique peuvent être importantes. Ce risque de pollution est d'autant plus grand que le nombre de journées de pâturage ou le chargement, et donc l'azote qui retourne au sol, est plus important. Les mesures de fuite de nitrate confirment bien que le lessivage est nettement plus élevé en régime de pâture qu'en régime de fauche. Le système de pâture à fort chargement est par conséquent un système à risque.

Des travaux récents semblent montrer que, dans certaines conditions pédoclimatiques critiques, la fertilisation minérale azotée sur pâtures ne devrait pas dépasser 150 à 250 kg N/ha si l'on veut respecter les concentrations de 50 mg/l en nitrate (RIVIÈRE et al., 1994). Ces quantités sont, bien sûr, à valider selon les milieux et les chargements, mais le principe de seuils d'azote sur pâture à respecter est à développer et à préciser.

Les essais en fermes expérimentales ont montré que l'épandage des déjections à quantité égale d'azote «efficace» ne semblait pas augmenter sur le court terme les risques de lessivage ; sur les prairies pâturées, les performances fourragères et animales n'en étaient pas non plus affectées. Les prairies de pâture pourraient donc bien constituer, tant pour le lisier que pour le fumier, des surfaces d'épandage qui permettraient de repenser la répartition des déjections maîtrisables sur l'exploitation et d'éviter ainsi leur concentration sur les seules cultures annuelles. Cependant, des études supplémentaires sont nécessaires pour confirmer ces résultats sur le long terme.

Les travaux en fermes expérimentales doivent être accompagnés en parallèle d'études sur le raisonnement de la fertilisation azotée. Les outils présentés dans cet article, et plus particulièrement la démarche du bilan, devront être adaptés aux différentes zones pédoclimatiques et à un raisonnement par cycle ou par exploitation.

Travail présenté aux Journées d'information de l'A.F.P.F.,
«Valorisation des engrais de ferme par les prairies»,
les 29 et 30 mars 1994.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BRISTOW A.W., WHITEHEAD D.C., COCKBURN J.E. (1992) : «Nitrogenous constituents in the urine of cattle, sheep and goats», *J. Sci. Food Agric.*, 59, 387-394.
- CHAMBRE D'AGRICULTURE DU PUY-DE-DÔME (1992) : *Fourrages Références-Méthodes. Bilan expérimentation.*
- JARVIS S.C., PAIN B.F., HATCH D.J., THOMPSON R.B. (1989) : «Ammonia volatilisation and loss from rangeland systems», *XVIth Int. Grassl. Cong.*, Nice (France), 157-158.
- JARVIS S.C., PAIN B.F. (1990) : «Ammonia volatilization from agricultural land», *Proc. Fert. Proc.*, 298, 1-35.
- GRENET N. (1993) : *Etude de deux systèmes fourragers répondant à des logiques différentes*, documents Portes Ouvertes La Courtaçon.
- INSTITUT DE L'ELEVAGE, E.D.E. DU FINISTÈRE (1992 et 1993) : *Suivi d'azote minéral sous prairies pâturées. Comptes-rendus d'expérimentation à Trévarez.*
- I.T.C.F. - E.D.E. DU FINISTÈRE (1991 et 1992) : *Valorisation du lisier de bovins sur prairies de ray grass anglais pâturées par des génisses. Comptes-rendus d'expérimentation à Kerlavic.*
- LANÇON J. (1978A) : «Les restitutions du bétail au pâturage et leurs effets (I)», *Fourrages*, 75, 55-88.
- LANÇON J. (1978B) : «Les restitutions du bétail au pâturage et leurs effets (II)», *Fourrages*, 76, 91-122.
- LANTINGA E.A., KEUNING J.A., GROENWOLD J., DEENEN P.A.G. (1987) : «Distribution of excreted nitrogen by grazing cattle and its effects on sward quality, herbage production and utilization», *Animal manure on grassland and fodder crops : fertilizer or waste ?*, eds VAN DER MEER H.G., UNWIN R J., VAN DIJK T A. & ENNIK G C., NIJHOFF, DORDRECHT, pp 103-117.

- LAVEST E. (1992) : *Incidence de l'utilisation du lisier de porcs sur du ray-grass anglais pâturé par des vaches laitières : deuxième année d'essai*, mémoire de fin d'études ÉNITA de Clermont-Ferrand, EDE de Bretagne, Chambre d'Agriculture du Finistère.
- DE MONTARD F.X. (1986) : «Raisonnement de la fertilisation des prairies et du plan de fumure dans les exploitations d'élevage», *Forum Fourrage Auvergne*, 85-110.
- DE MONTARD F.X. (1988) : «Fumure des prairies», *Perspectives Agricoles*, 127, 103-113.
- NIGGEL C. (1991) : *Incidence de l'utilisation du lisier de porcs sur du ray-grass anglais pâturé par des vaches laitières*, mémoire de fin d'études ENITA de Clermont-Ferrand, EDE de Bretagne, Chambre d'Agriculture du Finistère.
- RÉFÉRENCE RHÔNE-ALPES (1992) : *Fertilisation azotée des prairies*, Programme de Recherche-Développement, Massif Central.
- RIVIÈRE F. (1994) : *Limitation des risques de fuite de nitrates en exploitation de polyculture-élevage*, document de travail ACTA-MRT.
- RYDEN J.C., BALL P.R., GARWOOD E.A. (1984) : «Nitrate leaching from grassland», *Nature*, 311, 50-53.
- SALETTE J., LEMAIRE G. (1981) : «Sur la variation de la teneur en azote des graminées fourragères pendant leur croissance : formulation d'une loi de dilution», *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 292, 875-878.
- SIMON J.C., VERTÈS F., LE CORRE L. (1992) : «Contamination des eaux par les déjections animales au pâturage», *Séminaire Altération et restauration de la qualité des eaux continentales, Les dossiers de la Cellule Environnement I.N.R.A.*, 4, 121-125.
- SIMON J.C. (1993) : «Conduite des associations : maîtrise du taux de trèfle blanc et des risques de pollution nitrique», *Fourrages*, 135, 481-497.
- SIMON J.C. (1994) : «Le lessivage d'azote sous cultures et prairies», *A La Pointe de l'Elevage Bovin*, n° 273-35, 48-50.
- WOLTON K.M. (1979) : «Dung and urine as agents of sward change : a review», *Br. Grassld. Soc. Occ. Symp.*, 10, 131-135.
- ZIEGLER D. et al. (1991) : *Engrais de ferme, valeur fertilisante, gestion, environnement*, brochure ITP, ITCF, ITEB.

RÉSUMÉ

L'azote non maîtrisable des déjections émises au pâturage représente une fraction très importante de l'azote restitué annuellement par les animaux. Ces déjections se caractérisent par une très grande variabilité de leurs caractéristiques (volumes, concentrations, répartition, ...) qu'il conviendrait de mieux connaître. Si, à court terme (1 ou 2 ans), les bouses ont peu d'effet sur le lessivage de nitrate, les pissats, principale source d'excrétion des excédents d'azote, sont à l'origine des problèmes de pollution nitrique sous pâture en conduite intensive.

Diverses expérimentations ont montré que, à quantités égales d'azote efficace, l'épandage des déjections maîtrisables (fumiers, lisiers, purins) était équivalent à une fertilisation minérale, tant pour les performances fourragères et animales que pour le lessivage d'azote. En épandant ces déjections sur les prairies (de fauche ou de pâture), on pourrait limiter leur concentration sur les cultures annuelles et limiter ainsi les risques de pollution nitrique. Le raisonnement de la fumure azotée des prairies pâturées est fondamental ; deux outils sont présentés.

SUMMARY

Excreta, organic fertilization, grazing

Uncontrolled nitrogen from dung and urine during grazing periods constitutes an important part of the nitrogen returned annually by the animals. The characteristics of these uncontrolled excreta are very variable (volumes, concentrations, distribution...) and should be better known. Dung patches have little short-term (1 or 2 years) effects on nitrate leaching, but urine patches are the main source of nitrogen surplus excretion and lead to problems of nitrate pollution under intensive grazing.

It was shown in various trials that the application of controlled animal excreta (farmyard manure, slurry, liquid manure) is equivalent to the dressing of mineral fertilizers of equal nitrogen content, as regards both the performances of the grass and of the animals, and the leaching of nitrogen. If the animal excreta were applied on pastures (mown or grazed), the concentration of nitrogen on annual crops would be limited, and the risk of pollution thus reduced. It is essential that the nitrogen fertilization of grazed pastures be based on a rationale ; two tools are presented to this purpose.