

Valorisation agronomique des engrais de ferme sur prairie de fauche

D. Ziegler

Les prairies de fauche représentent une culture privilégiée pour la valorisation des engrais de ferme : besoins importants en éléments minéraux, occupation continue du sol, risques réduits de pertes d'azote par lessivage... Comme pour les autres cultures, le raisonnement des apports doit être d'abord basé sur les fournitures en éléments fertilisants, afin de pouvoir les inclure dans le plan de fumure. Il est donc nécessaire de proposer à l'agriculteur ou à l'éleveur des éléments permettant d'établir la valeur fertilisante des engrais de ferme. En particulier, l'équivalence par rapport aux engrais minéraux sur lesquels sont basés les conseils de fumure doit être établie, dans la mesure où l'on considère que les deux formes ne sont pas directement comparables.

Des expérimentations mettant en comparaison les deux formes de fertilisants sont nécessaires pour établir ces références. Cet article présente les résultats obtenus dans un essai de moyenne durée sur prairie temporaire dans l'ouest de la France.

MOTS CLÉS

Arrière-effet, azote, évolution, fertilisation minérale, fertilisation organique, fumier, lisier, magnésium, nutrition de la plante, phosphore, potassium.

KEY-WORDS

After-effect, evolution, magnesium, manure, mineral fertilization, nitrogen, organic fertilization, phosphorus, plant nutrition, potassium, slurry.

AUTEUR

Institut Technique des Céréales et des Fourrages, F-55160 St-Hilaire-en-Woëvre.

1. Présentation de l'étude

En Loire-Atlantique (station de La Jaillière), l'I.T.C.F. a mis en place de 1982 à 1991 un dispositif expérimental sur prairie temporaire de ray-grass anglais (*Lolium perenne*) avec comparaison de fertilisations minérales et organiques à base de fumier et de lisier de bovins. Les modalités de fertilisation mises en comparaison sont les suivantes :

– trois traitements avec fumure exclusivement minérale : un témoin sans azote et deux niveaux de fertilisation azotée ;

– six traitements avec fumure organique : «lisier seul», «lisier et ammonitrate», «fumier et ammonitrate», avec deux niveaux d'apport dans chaque cas.

Le tableau 1 indique les apports moyens annuels qui ont été effectués dans les principaux traitements. Les doses de lisier et de fumier ont été calculées à chaque apport en fonction de leur teneur en azote et de coefficients d'équivalence-engrais théoriques, l'objectif étant d'obtenir le même niveau de production dans les traitements avec fumure minérale et organique. Cette dernière devait couvrir la totalité des besoins en azote dans les traitements «lisier seul», environ la moitié dans le cas du «lisier avec ammonitrate» et le tiers pour le «fumier avec ammonitrate». On notera que les doses de lisier apportées sont très élevées, à cause de la forte dilution du produit employé (4,2 % de matière sèche en moyenne).

Une fumure phosphopotassique d'entretien (compensation des exportations) a été appliquée sur les traitements «ammonitrate» et «témoin». Dans les traitements avec fumure organique, les apports par le lisier ou le fumier dépassaient en général largement le niveau des exportations. Un chaulage d'entretien a aussi été pratiqué

	Fumure minérale			Fumure organique			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Quantité	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Témoin	0	25	130	-	-	-	-
Ammonitrate 1	220	55	340	-	-	-	-
Ammonitrate 2	330	65	440	-	-	-	-
Lisier 1	-	-	-	200 m ³ /ha	380	255	720
Lisier 2	-	-	-	300 m ³ /ha	565	375	1 070
Lisier + ammonitrate 1	110	0	0	90 m ³ /ha	195	120	345
Lisier + ammonitrate 2	170	0	0	130 m ³ /ha	280	175	495
Fumier + ammonitrate 1	140	0	0	35 t/ha	200	135	340
Fumier + ammonitrate 2	210	0	0	50 t/ha	300	205	510

TABLEAU 1 : Principaux traitements de l'essai de La Jaillière et apports moyens annuels (kg/ha).

TABLE 1 : Main treatments of the trial at La Jaillière, and mean annual application rates (kg/ha).

sur la base d'un bilan annuel faisant intervenir les exportations, les pertes par lessivage estimées à 250 kg CaO/ha/an et les fournitures par les engrais de ferme.

Les traitements ont été répétés sur les mêmes parcelles pendant huit années et la prairie n'a pas fait l'objet de travail du sol ou de ressemis durant cette période. Enfin, les mesures sur la culture ont été poursuivies une neuvième année (1991) sans aucun apport de fertilisants. Les fauches, au nombre de 4 par an, sont effectuées à la même date pour toutes les parcelles de l'essai. Les mesures et observations effectuées sur l'essai consistaient essentiellement en mesures de production de matière sèche et de composition de l'herbe. On a par ailleurs fait des mesures détaillées des caractéristiques physico-chimiques du sol en début, milieu et fin d'essai sur l'ensemble des parcelles élémentaires.

Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

– des résultats portant sur l'effet azote des engrais de ferme qui constituaient l'objectif principal de l'essai. Ils ont permis de calculer les coefficients d'équivalence-engrais de l'azote des produits utilisés ;

– des résultats complémentaires sur les autres éléments fertilisants (P_2O_5 , K_2O , $MgO...$).

2. Résultats portant sur l'azote

● Productions

La figure 1 présente la production moyenne annuelle des différentes modalités de fertilisation (moyenne des deux doses d'apport). On constate que les niveaux de production des traitements fertilisés sont très proches. Le calcul a priori des doses

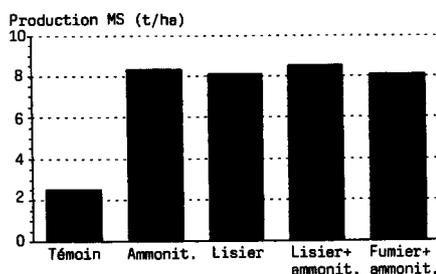


FIGURE 1 : Production moyenne annuelle selon les modalités de fertilisation.

FIGURE 1 : Average annual productions according to kinds of fertilization.

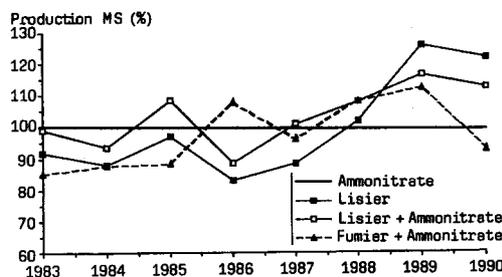


FIGURE 2 : Evolution de la production de matière sèche par rapport à celle observée avec l'ammonitrate (base 100).

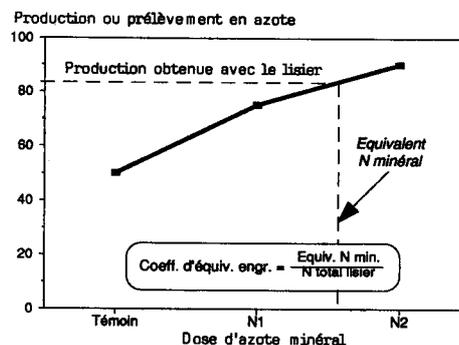
FIGURE 2 : Evolution of DM production compared to that observed with ammonitrate (base : 100).

de lisier ou de fumier à apporter en fonction de leur valeur fertilisante estimée a donc permis d'atteindre sur ce point l'équivalence avec la fertilisation minérale. La production du témoin sans azote est très inférieure (2,5 t MS/ha) et traduit le faible niveau de fourniture d'azote par le sol dans cette situation.

L'évolution des productions d'année en année (figure 2) montre que les traitements avec engrais de ferme, surtout les traitements «lisier seul» et «fumier + ammonitrate» ont des productions inférieures aux traitements minéraux en début d'essai et supérieurs en fin d'essai. Ceci met en évidence la **supériorité des arrière-effets des fertilisations organiques par rapport à ceux de la fertilisation minérale.**

Principe de calcul

On considère l'azote comme le premier facteur de production (on conduit les autres facteurs à l'optimum) et on compare les résultats obtenus dans les traitements avec fumure organique avec ceux obtenus avec des doses croissantes d'azote minéral (courbe de réponse) apportées sous une forme couramment utilisée (ammonitrate en l'occurrence). On calcule par interpolation la dose théorique d'azote minéral qui aurait produit le même résultat que l'apport d'engrais organique, puis le rapport entre cet équivalent N minéral et l'azote total contenu dans l'engrais de ferme apporté (voir schéma ci contre). Le résultat mesuré sur la plante servant de base à la comparaison sera souvent la production de matière sèche, mais pourra aussi être les prélèvements d'azote pour mieux cerner l'effet azote, voire une autre variable.



Intérêts

Le coefficient d'équivalence-engrais est souvent utilisé pour interpréter les résultats des essais avec engrais de ferme (LONG et GRACEY, 1990 ; FROSTET al., 1990). Il s'agit aussi d'un indicateur directement utilisable en pratique par l'agriculteur, contrairement à d'autres critères comme le coefficient apparent d'utilisation de l'azote. Il permet de bâtir facilement un plan de fumure comprenant à la fois des apports organiques et minéraux.

Limites

- Pour être significatifs, les coefficients doivent être calculés avec une courbe de réponse à l'azote bien définie et les résultats obtenus avec les engrais de ferme compris dans la plage de variation de cette courbe.
- Il ne doit pas y avoir d'autre facteur limitant que l'azote.
- Compte tenu des arrière-effets des apports d'engrais de ferme des années précédentes, les coefficients calculés sur l'apport de l'année courante sont inutilisables si celui-ci est très différent des apports des années précédentes.
- Dans la pratique, l'utilisation des coefficients d'équivalence n'est valable que dans le domaine de réponse à l'azote dans lequel ils ont été définis.

FIGURE 3 : Principe de calcul du coefficient d'équivalence-engrais ; intérêt et limites.

FIGURE 3 : Method of calculation of the fertilizer equivalence co-efficients ; advantages and limitations.

● Coefficients d'équivalence-engrais

Ces coefficients traduisent l'efficacité comparée des fertilisations azotées organique et minérale (voir figure 3). Ils ont été calculés par rapport à la production en matière sèche (coefficient rendement) et aux prélèvements en azote (coefficient azote).

Les valeurs moyennes sur la durée de l'essai sont indiquées dans le tableau 2. Elles varient de 0,41 à 0,73. On observe les valeurs les plus élevées sur le traitement «lisier + ammonitrate», les valeurs les plus faibles pour le «fumier + ammonitrate». On constate aussi que les coefficients rendement sont plus élevés que les coefficients azote, sauf pour le fumier. Ceci est également observé dans les autres essais de ce type. Si l'on considère que l'alimentation P et K n'est pas limitante, on peut interpréter ceci comme un effet «stimulant» spécifique à la matière organique. A titre de comparaison, on trouvera les coefficients d'équivalence-engrais du fumier de bovins obtenus dans des essais menés par la Chambre d'Agriculture du Doubs à la même époque sur prairie permanente (tableau 2). Les valeurs plus élevées que dans l'essai de La Jaillière, où le trèfle blanc a été désherbé, s'expliquent probablement par un «statut azoté» du sol très différent dans les deux situations. En effet, les fournitures d'azote par le sol sont beaucoup plus élevées dans le Doubs qu'à La Jaillière, conséquence probable d'une minéralisation nette de l'azote plus importante. Les valeurs observées à La Jaillière sont toutefois cohérentes avec celles obtenues dans d'autres essais en cours ou achevés (CAMPAGNONE, 1988) et ont pu être utilisées lors de la mise au point de normes de référence.

	Coefficient azote	Coefficient rendement	Ecart
La Jaillière 1983-1990			
Lisier	0,54	0,63	0,09
Lisier + ammonitrate	0,64	0,73	0,09
Fumier + ammonitrate	0,41	0,42	0,01
Doubs 1983-1987			
Fumier	0,57	0,65	0,08

TABLEAU 2 : Coefficients d'équivalence-engrais calculés sur la production totale annuelle (moyenne sur la durée de l'essai de La Jaillière) ; comparaison avec les résultats de 4 essais sur prairie permanente dans le Doubs .

TABLE 2 : Fertilizer equivalence co-efficients calculated on the total annual production (averaged over the duration of the La Jaillière trial) ; results compared with those of 4 trials on permanent pastures in Doubs.

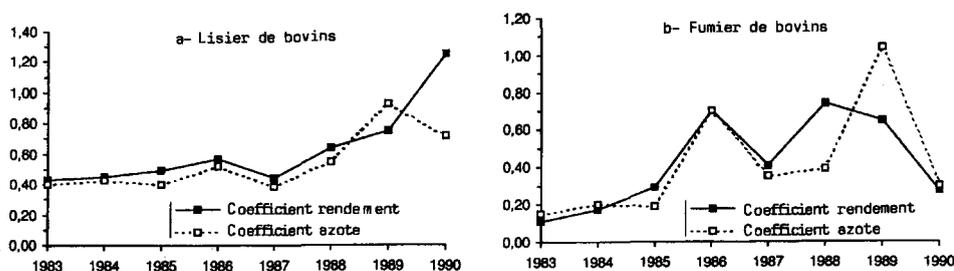


FIGURE 4 : Evolution des coefficients d'équivalence-engrais (coefficient rendement et coefficient azote), a) pour du lisier et b) pour du fumier de bovins.

FIGURE 4 : Evolution of the fertilizer equivalence co-efficients (relative to production and to nitrogen), a) for slurry, and b) for cattle manure.

L'évolution des coefficients dans le temps (figure 4) montre une tendance à l'augmentation liée aux arrière-effets. Les coefficients sont néanmoins beaucoup plus irréguliers avec le fumier qu'avec le lisier. On peut penser qu'il s'agit d'une conséquence de la variation des conditions de minéralisation de l'azote d'année en année, qui intervient plus dans le cas du fumier que du lisier (proportion d'azote organique plus importante). La valeur particulièrement faible en dernière année s'explique toutefois en bonne partie par une dose d'apport anormalement élevée et qui n'a pu être correctement valorisée.

● Arrière-effet

On considère que la pratique d'apports réguliers d'engrais de ferme sur une parcelle entraîne généralement l'apparition d'arrière-effets sous la forme d'une augmentation des fournitures d'azote par le sol. Ceci est dû à l'accumulation dans le sol d'azote organique provenant des engrais de ferme et ne se minéralisant pas l'année de l'épandage. Cet effet est surtout marqué dans le cas des fumiers, alors que les lisiers (surtout de porcs et de volailles) contiennent une plus grande proportion de formes d'azote rapidement disponibles.

L'augmentation des coefficients d'équivalence-engrais observée d'année en année est vraisemblablement une conséquence de cet arrière-effet. La mesure des productions et des prélèvements en azote pendant une année supplémentaire en fin d'essai, sans apport de fertilisants, a confirmé cette hypothèse. On observe en effet un supplément de fournitures d'azote par le sol dans les traitements fertilisés par rapport au témoin sans azote (figure 5). Cet écart, qui peut être attribué à l'arrière-effet de la fertilisation azotée des années précédentes, est nettement plus élevé pour la fertilisation organique que pour la fertilisation minérale. Cet arrière-effet mesuré

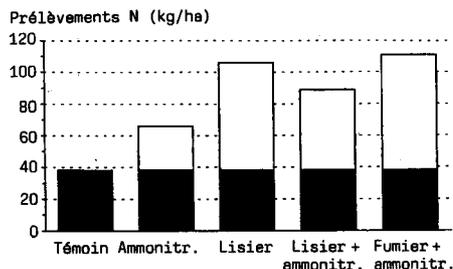


FIGURE 5 : Prélèvements d'azote en fin d'essai. Arrière-effets des modalités de fertilisation.

FIGURE 5 : Nitrogen uptake at the end of the trial. After-effects of the kinds of fertilization.

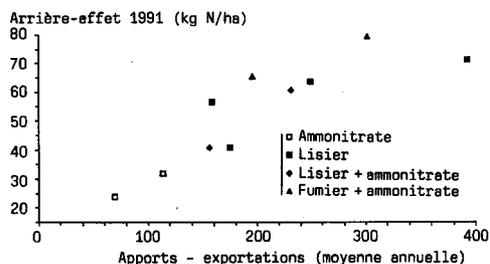


FIGURE 6 : Arrière-effets en 1991 et bilan de l'azote.

FIGURE 6 : After-effects in 1991 and nitrogen balance.

est en étroite relation avec le bilan moyen annuel de l'azote (apports – exportations) quelle que soit la forme de l'engrais (figure 6). Le cas particulier du bilan le plus excédentaire correspond à la dose la plus élevée de lisier et l'on peut penser qu'il y a des pertes accrues (lessivage, dénitrification,...) dans ce cas. Les apports de N minéral ont un arrière-effet positif bien que plus réduit que celui des apports organiques. Dans un système de culture avec prairie temporaire sur sol granitique, LOISEAU et al. (1990) ont observé aussi, après 20 ans d'apports, un arrière-effet positif du lisier mais pas des fertilisants minéraux.

3. Résultats portant sur les éléments autres que l'azote

● Composition de l'herbe

La composition moyenne de l'herbe (tableau 3) ne fait pas apparaître de grandes différences entre traitements, mis à part le témoin non fertilisé. On notera toutefois que les traitements avec fumure organique ont une teneur légèrement plus faible en potasse, et dans une moindre mesure en azote, que le traitement minéral. On observe le phénomène inverse pour le phosphore et le calcium.

Pour juger de l'état de nutrition de la plante en phosphore et potassium, on a calculé des indices de nutrition basés sur les relations entre les teneurs en P ou K et N (THÉLIER-HUCHÉ et al., 1992) :

$$I_P = 1000 [P - (0,15 + 0,065.N)]$$

$$I_K = 100 [K - (1,6 + 0,525.N)]$$

Un indice proche de 0 correspond à un état de nutrition satisfaisant. S'il est inférieur à -50 ou supérieur à 50 les états de nutrition seront considérés respectivement comme insuffisants ou excédentaires.

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Témoin	21,8	7,2	27,1	12,0	2,5
Ammonitrate	21,7	7,0	38,8	8,6	2,3
Lisier	19,3	8,5	37,5	7,2	2,8
Lisier + ammonitrate	20,3	8,1	35,9	7,9	2,7
Fumier + ammonitrate	21,1	8,2	35,7	7,4	2,8

TABLEAU 3 : Composition moyenne de l'herbe (en ‰).

TABLE 3 : Average composition of herbage (‰).

Les indices de nutrition ont été calculés pour la deuxième coupe au printemps, au stade début épiaison (figure 7). Dans le cas du phosphore, on constate un écart important entre le témoin et le traitement minéral d'une part et la fumure organique d'autre part. Les valeurs observées dans ce dernier cas sont très élevées (75 à 90). Dans le cas du potassium, les valeurs d'indice sont élevées dans tous les traitements sauf le témoin. Il n'apparaît pas de différences significatives entre les différentes modalités de fumure organique.

Bien entendu, les doses de phosphore ou de potassium appliquées sont très différentes selon les traitements et il n'est pas possible de déduire de ces résultats des renseignements précis sur l'équivalence-engrais du phosphore et du potassium des engrais de ferme. On peut toutefois en conclure que le niveau de nutrition P-K est au moins aussi bon, sinon meilleur, dans le cas de la fumure organique que dans celui de la fumure minérale. Plusieurs auteurs (AMBERGER, 1982 ; VAN FAASSEN et al., 1987) ont montré que la plus grande partie du phosphore des effluents d'élevage

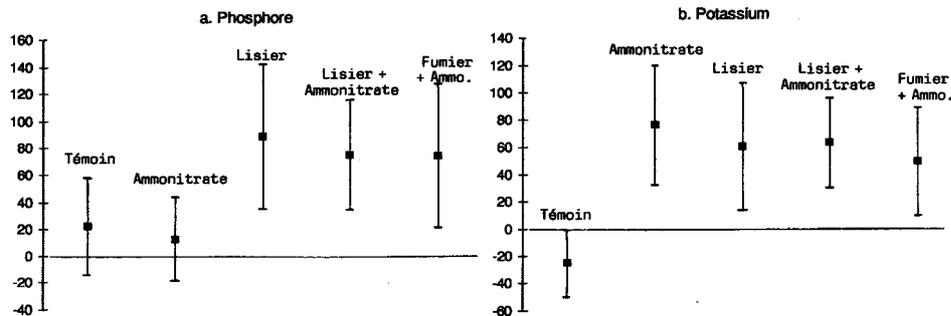


FIGURE 7 : Indices de nutrition au stade début épiaison (moyenne ± écart-type).

FIGURE 7 : Nutritive indices at beginning of heading stage (mean ± standard deviation).

(80 à 90%) et la totalité du potassium sont sous forme minérale, sensiblement équivalente à celle des engrais minéraux. Ceci explique probablement la bonne efficacité du phosphore et du potassium des engrais de ferme dans notre essai.

● Caractéristiques du sol

Des profils de teneurs du sol sur les vingt premiers centimètres ont été établis sur tous les traitements en début, milieu et fin d'essai. Ils permettent d'observer les conséquences des apports successifs, parfois massifs, de lisier et de fumier.

Pour les trois principaux éléments observés on constate une augmentation considérable de la teneur du sol entre le début et la fin de l'essai (figure 8), consécutive aux apports organiques. Dans le cas du phosphore, l'augmentation est surtout significative dans les 10 premiers cm, alors qu'elle est présente au moins sur 20 cm dans le cas du potassium et du magnésium qui sont plus sensibles au lessivage. On notera, dans le cas du magnésium, que la teneur moyenne baisse dans le traitement ammonitrate qui ne reçoit pas de fumure magnésienne d'entretien. Le profil de pH du sol (figure 8d) révèle aussi une augmentation de plus d'une demi-unité entre le

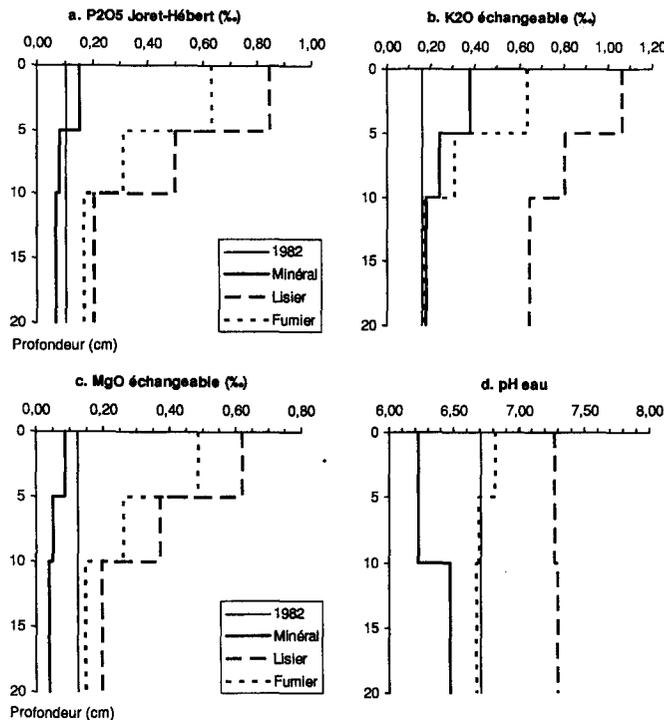


FIGURE 8 : Evolution des caractéristiques du sol de 1982 à 1990.

FIGURE 8 : Evolution of soil characteristics from 1982 to 1990.

début et la fin de l'essai dans les traitements fertilisés uniquement au lisier. Comparativement, le pH ne bouge pas dans les traitements «fumier + ammonitrate» et baisse de 0,3 unité dans le traitement tout minéral, malgré un chaulage d'entretien de plus de 300 kg de CaO par hectare et par an. Ceci confirme bien l'effet alcalinisant des engrais de ferme qui compense largement l'effet acidifiant de l'azote ammoniacal.

● Bilans d'éléments minéraux

Le suivi simultané des flux d'éléments fertilisants et des teneurs du sol a permis d'établir et de comparer les bilans culturaux (apports – exportations sur la durée de l'essai) et les bilans analytiques établis pour les principaux éléments à partir des variations des teneurs dans le sol et des mesures de sa densité avec le gamma densimètre. Ces résultats (figure 9) permettent en particulier de **calculer le taux de recouvrement à l'enrichissement**, c'est-à-dire la proportion de l'excès de fumure par rapport aux exportations que l'on retrouve à l'analyse de sol, et de le comparer aux valeurs observées dans les essais de longue durée de fertilisation minérale.

Dans le cas du phosphore (figure 9a), les analyses de sol ont été faites avec les trois méthodes les plus utilisées. Les droites de régression obtenues entre bilan analytique (Y) et bilan cultural (X) sont les suivantes :

– Dyer	$Y = 0,618X - 143$	$r^2=0,87$
– Joret-Hébert	$Y = 0,485X - 23$	$r^2=0,89$
– Olsen	$Y = 0,266X + 6$	$r^2=0,86$

Ces résultats confirment les différences de capacité d'extraction des trois méthodes. Dans tous les cas, on observe une très bonne relation entre les deux bilans. L'absence d'apport de phosphore minéral à forte dose ne permet pas de faire une comparaison directe entre les deux formes d'engrais. Toutefois, les coefficients de recouvrement, donnés par la pente de la droite de régression, sont proches des valeurs couramment observées dans des essais similaires à base d'engrais minéraux (BONIFACE et TROCMÉ, 1988). **Les deux traitements avec fumier semblent néanmoins s'écarter de la tendance des traitements «lisier»** (pour Joret-Hébert et Olsen), avec un meilleur taux de recouvrement. On peut penser qu'il s'agit d'un effet de l'interaction entre le phosphore et la matière organique apportée par le fumier.

Les bilans calculés **pour le potassium** (figure 9b) indiquent **un comportement différent de cet élément selon qu'il est apporté par le fumier ou par le lisier**. Ce fait pourrait s'interpréter comme la résultante d'une augmentation de la capacité d'échange du sol par l'apport organique du fumier permettant de fixer plus de potassium (DELAS et al., 1983) et dans le cas du lisier par une modification des équilibres cationiques qui auraient accentué le lessivage du potassium (TAUREAU et al., 1987).

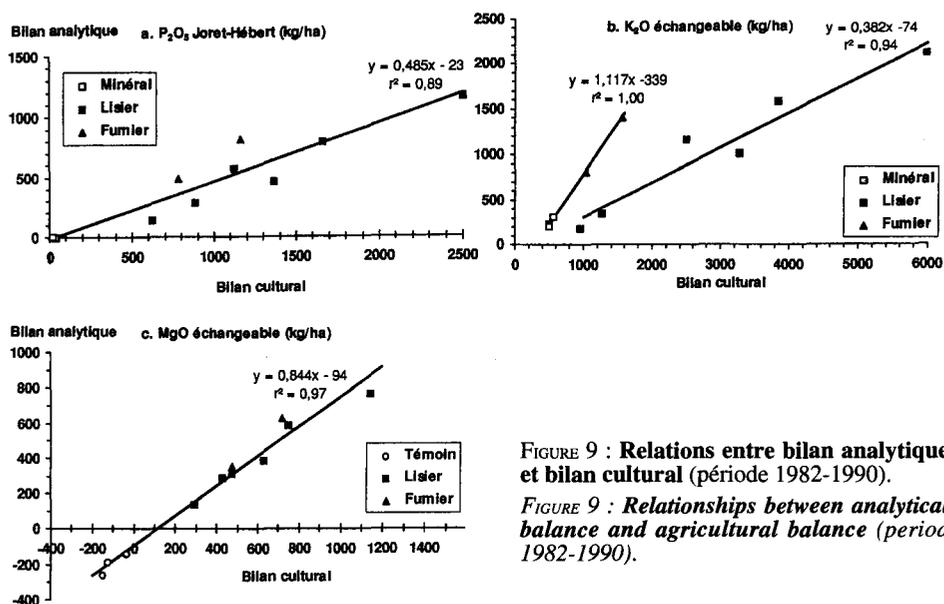


FIGURE 9 : Relations entre bilan analytique et bilan cultural (période 1982-1990).

FIGURE 9 : Relationships between analytical balance and agricultural balance (period 1982-1990).

Dans le cas du magnésium (figure 9c), la relation est excellente, avec un taux de recouvrement de 0,84 et des pertes à l'entretien d'une centaine de kg/ha, soit 12 kg/ha/an, ce qui pourrait correspondre aux pertes par lessivage. On confirme ici que les variations de la réserve en Mg des sols consécutives aux excès ou défauts de bilan concernent essentiellement sa fraction échangeable.

Conclusion

Les résultats de l'essai de La Jaillière confirment la possibilité d'utiliser le fumier et lisier de bovins en complément ou remplacement de la fumure minérale de la prairie. La connaissance de la composition des produits et le raisonnement des doses d'apport à partir des coefficients d'équivalence-engrais ont permis d'obtenir les mêmes niveaux de production et d'alimentation minérale de la culture qu'avec les engrais de synthèse. Toutefois, le remplacement intégral d'une fumure minérale intensive par la fumure organique peut conduire à des apports très importants de lisier ou de fumier, entraînant des surfertilisations, notamment en phosphore. Mais le risque principal pour l'environnement serait de ne pas tenir compte des arrière-effets des fumures organiques (LOISEAU et al., 1990).

L'étude détaillée de l'effet azote du fumier et du lisier a permis de calculer les coefficients d'équivalence-engrais de l'azote qu'ils contiennent dans différentes situations. On a mis en évidence l'importance des arrière-effets, mais aussi la forte variabilité des fournitures en azote. Cette variabilité de la dynamique de l'azote organique, associée à des pertes lors de l'épandage qui peuvent aussi varier fortement, a pour conséquence une imprécision inévitable dans l'estimation a priori des fournitures en azote. Celles-ci, qu'elles proviennent des engrais de ferme anciennement épandus ou de la matière organique du sol, sont en effet tributaires des conditions du sol mais aussi des conditions climatiques de l'année.

Concernant les autres éléments fertilisants (phosphore, potassium, magnésium...), les observations ont montré que la fertilisation organique permettait d'assurer un niveau de nutrition de la plante au moins aussi bon que les engrais minéraux. Comme dans d'autres essais du même type, on a mis en évidence l'enrichissement considérable du sol consécutif aux très fortes doses de phosphore et de potassium apportées par les engrais de ferme. L'évolution comparée des bilans minéraux et des teneurs du sol ne semble pas différente de celle observée dans des essais utilisant des engrais minéraux. Enfin, l'évolution du pH du sol dans les différents traitements montre l'absence d'effet acidifiant du lisier et du fumier de bovins.

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

- AMBERGER A. (1982) : «Gülle - ein schlechtgenutzter Dünger», *DLG Mitteilungen*, 97, 78-80.
- BONIFACE R., TROCME S. (1988) : «Enseignements fournis par des essais de longue durée sur la fumure phosphatée», *Phosphore et potassium dans les relations sol-plante : conséquences sur la fertilisation*, INRA ed., Paris, 279-402.
- CAMPAGNONE N. et P. (1988) : *Valorisation des fumures organiques sur prairies permanentes des plateaux et montagne du Doubs (1983-1987)*, SUAD du Doubs, synthèse des résultats d'essais.
- DELAS J., MOLOT C. (1983) : «Effet de divers amendements organiques sur les productions du maïs et de la pomme de terre cultivés en sol sableux», *Agronomie*, 3 (1), 19-26.
- FROST J.P., STEVENS R.J., LAUGHLIN R.J. (1990) : «Effect of separation and acidification of cattle slurry on ammonia volatilization and on the efficiency of slurry nitrogen for herbage production», *J. of Agricult. Sci.*, 115, 49-56.
- LOISEAU P., DELPY R. (1990) : *Leaching of nitrates in bare soils resulting from different forage cropping systems*, Proc. of the first cong. of the ESA. Paris, 2p.
- LONG F.N.J., GRACEY H.I. (1990) : «Herbage production and nitrogen recovery from slurry injection and fertilizer nitrogen application», *Grass and Forage Science*, 45, 77-82.

- TAUREAU J.C., CHEVERRY C., DE POUS M., COUTARD J.P. (1987) : «Essai de Mauron : Influence du lisier de porc sur le sol et l'environnement», *Perspectives Agricoles*, n°109 et 110.
- THÉLIER-HUCHÉ L., HUBERT F., SALETTE J. (1992) : «Diagnostic par analyse minérale du végétal : application à des prairies permanentes en Pays de Loire», *Fourrages*, numéro hors-série, 168-169.
- VAN FAASSEN H.G., VAN DIJK H. (1987) : «Manure as source of nitrogen and phosphorus in soils», *Animal Manure on Grassland and Fodder Crops*, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 351-353.

RÉSUMÉ

La valeur fertilisante du fumier et du lisier de bovins a été étudiée sur un essai mis en place de 1982 à 1991 dans l'ouest de la France sur une prairie temporaire de ray-grass anglais. Les différentes modalités de fertilisation minérale, organique ou mixte sont équivalentes pour la production de matière sèche, en moyenne sur la durée de l'essai. L'efficacité des apports de fumier et de lisier a tendance à augmenter d'année en année. De même, les mesures effectuées en fin d'essai ont confirmé un arrière-effet plus important de la fumure organique. L'étude détaillée de l'effet azote des engrais de ferme a permis de calculer des coefficients d'équivalence-engrais entre le lisier ou le fumier et l'ammonitrate, soit par rapport à la production de matière sèche, soit par rapport aux prélèvements en azote. Les valeurs observées vont de 0,41 à 0,73. Elle sont plus élevées pour le lisier que pour le fumier et le «coefficient rendement» est généralement supérieur au «coefficient azote».

Les mesures de composition de l'herbe ont permis de calculer des indices de nutrition. Pour le phosphore, tous les traitements ont un niveau de nutrition satisfaisant mais les indices sont significativement plus élevés dans les traitements organiques. Pour le potassium, seul le témoin sans azote présente un indice assez faible et significativement différent des autres traitements. Les analyses de sol ont permis d'étudier l'évolution des caractéristiques du sol selon les traitements. On observe un enrichissement important consécutif aux très fortes doses d'éléments fertilisants (P, K, Mg,...) apportées par les engrais de ferme. L'évolution comparée des bilans (apports - exportations) et des teneurs du sol ne semble pas différente de celle observée dans des essais utilisant des engrais minéraux. Enfin, l'application d'une fumure organique a permis de maintenir, voire d'augmenter le pH.

SUMMARY

Agricultural value of farm fertilizers applied on a mown pasture

The fertilizing value of farmyard manure and slurry from cattle was studied from 1982 to 1991 in a trial set up in Western France on a perennial ryegrass ley. The various kinds of fertilization, mineral, organic, or mixed, were on average equivalent over the duration of the trial, as regards dry matter production. The efficiency of the organic dressings tended to increase from year to year. Measurements made at the end of the trial also confirmed that there was a larger after-effect of the farm fertilizers. The detailed study of the nitrogen effect of the farm fertilizers made possible the calculation of the co-efficients of nutrient value equivalence between slurry or far-

myard manure and ammonitrate, either relatively to dry matter production or to nitrogen uptake. Observed values ranged from 0.41 to 0.73. They were higher for slurry than for farmyard manure, and the «dry matter co-efficient» was generally larger than the «nitrogen co-efficient».

Nutritive indices were calculated on the basis of measurements of herbage composition. For phosphorus, all treatments gave satisfactory nutritive levels, although they were higher with the organic treatments. For potassium, the control without nitrogen alone gave a rather low index, significantly lower than those of the other treatments. The evolution of soil characteristics according to the different treatments was followed through soil analyses. With the very high rates of nutrients (P, K, Mg...) supplied by the farm fertilizers, considerable increases in the concentrations of the elements were observed. The nutrient balances (inputs - removals) and the soil contents did not appear to evolve differently from trials with mineral fertilizers. Lastly, the application of organic fertilizers maintained or even increased the pH levels.