

VALORISATION DES DÉJECTIONS ANIMALES - FUMIER - PURIN - LISIER

DANS LES FERMES D'ÉLEVAGE, UNE RESSOURCE TRÈS IMPORTANTE DE PRODUITS FERTILISANTS EST CONSTITUÉE PAR LES DÉJECTIONS QUI FOURNISSENT *DU FUMIER ET DU purin* lorsque le produit, mélangé à des proportions très variables de paille, de fougère, d'ajoncs ou de sciure, etc., est stocké à l'air libre sur une aire qui permet l'écoulement des jus, ou du *lisier* lorsque les bouses et les pissats sont récoltés ensemble dans une fosse avec une proportion variable d'eaux de lavage.

I. — LA COMPOSITION DES DÉJECTIONS

La méthode de stockage a de profondes conséquences sur la quantité et la qualité des produits issus des fermentations : *purin et lisier* subissent une fermentation très rapide dans laquelle une grande part de l'azote passe sous forme ammoniacale capable de se dissiper lentement au-dessus de la fosse à l'état gazeux, plus rapidement à l'occasion des brassages et de l'épandage. Mais au total, mis à part cette perte importante d'azote ammoniacal et une éventuelle évaporation d'une partie de l'eau, l'ensemble des autres constituants, matières organiques et éléments minéraux dissous, varient peu en quantité.

Le fumier, au contraire, du fait du contact inévitable avec l'air, subit des fermentations chaudes à 50-70 °C pendant plusieurs mois.

SCHMID, effectuant des essais comparatifs entre fumier et lisier, estime que, à partir d'une production annuelle de 15 m³ du mélange fécès + urine

par U.G.B., on obtient 750 kg de matières organiques et 40 kg d'azote avec le fumier (soit une perte de 50 % par rapport au point de départ), contre environ 1.400 kg de matières organiques et 80 kg d'azote pour le lisier maintenu à l'abri de l'air.

De plus, la quantité d'azote rapidement disponible pour les végétaux est de 12 kg pour le fumier et 40 kg pour le lisier (à condition que ce dernier soit stocké dans des cuves hermétiques à l'air).

Bilan de la matière organique :

	<i>Fumier</i>		
Production annuelle (kg/U.G.B.) ..	1.500		1.500
Perte par décomposition	50 %	750	8 % 120
Matière organique dans le produit final (kg/U.G.B.)		750	1.380

Bilan de l'azote :

Production annuelle (kg/U.G.B.) ..		80		80
Perte par décomposition	50 %	40	0 %	0
Quantité d'azote dans le produit final (kg/U.G.B.)		40		80
Azote rapidement disponible pour les végétaux	30 % = 12 kg		50 % = 40 kg	
Azote lié organiquement	70 % = 28 kg		50 % = 40 kg	

Cette présentation est sans doute trop pessimiste pour le fumier, car il faudrait tenir compte de l'azote contenu dans le purin (qu'il faut récolter comme un produit riche en azote et en potasse) et trop optimiste pour le lisier pour lequel les pertes d'ammoniaque gazeux sont possibles dans beaucoup d'installations et au cours de l'épandage.

En ce qui concerne l'ensemble des éléments fertilisants contenus dans le fumier, le purin et le lisier, on lira le tableau des compositions obtenues par différents auteurs.

Ce tableau fait bien ressortir les différences de composition selon l'espèce animale, c'est-à-dire en réalité sous l'influence combinée du régime alimentaire et de la physiologie de l'espèce.

Les urines sont toujours riches en azote et en potasse : elles sont très polluantes pour les eaux et leur valeur fertilisante ne doit pas être négligée même sous forme de purin plus ou moins appauvri par le dégagement partiel de l'azote ammoniacal.

Les régimes alimentaires à base de fourrages grossiers de graminées donnent un lisier riche en potasse (bovins, ovins).

Les régimes à base de concentrés additionnés de condiments minéraux créent un enrichissement en acide phosphorique et en oligo-éléments. Les porcs nourris aux pommes de terre donnent un lisier deux fois plus riche en potasse que ceux qui n'en consomment pas.

QUELQUES EXEMPLES DE COMPOSITION DES LISIERS ET FUMIERS

(en % de la matière brute pour les produits humides
et en % de la matière sèche pour les produits secs)

	M.S.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
MUNTZ et GIRARD (1895)						
<i>Fumiers de bovins :</i>						
Produit humide	32,1 (18-58)	0,64	0,32	0,90		
Produit sec	100	2,0 (1,2-2,7)	1,0 (0,6-1,8)	2,8 (1,8-4,4)		
<i>Fumiers de moutons (six résultats) :</i>						
Produit humide	35,8 (32-42)	0,75	0,43	1,40		
Produit sec	100	2,1 (1,6-2,3)	1,2 (0,6-2,6)	3,9 (1,9-5,5)		
JOUIS et HANGARD (1956)						
<i>Fumiers de bovins :</i>						
Produit humide	21,5 (17-33)	0,47	0,28	0,60	0,80	0,26
Produit sec	100	2,2 (1,3-2,9)	1,3 (0,6-2,0)	2,8 (1,6-3,9)	3,7 (1,4-7,1)	1,2 (0,2-3,6)
<i>Fumiers de bovins (stabilisation libre) :</i>						
Produit humide	22,2 (15-34)	0,38	0,22	0,51	0,49	0,11
Produit sec	100	1,7 (1,0-2,2)	1,0 (0,5-1,8)	2,3 (1,5-4,0)	2,2 (1,0-3,3)	0,5 (0,3-0,7)
<i>Moutons :</i>						
Produit humide	28,3 (18-40)	0,59	0,31	0,79	0,93	0,26
Produit sec	100	2,1 (1,6-2,6)	1,1 (0,5-1,6)	2,8 (1,7-4,5)	3,3 (1,5-5,3)	0,9 (0,3-1,5)

COMPOSITION DES LISIERS

FRISON (1967)

	Quantité (kg/i)	(en grammes par kilogramme)								
		M.S.	M.M.	N total	N. am.	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	pH
<i>Bovins (600 kg) :</i>										
Urine	15	70	30	7		0,05	15	0,05		
Bouse	30	170	35	4	0,4	2,3	2	5		
Lisier complet frais	45	140	33	4,5	0,5	2	6	4	1,6	6,7
Lisier liquide (20% d'eau)	55	100	28	3,5	1,7	1,6	5	3	1,3	6,9
Lisier pâteux		150	40	3,6	1	2,1	2,5	4		6,7
Fumier		220	50	4,6	0,5	3	6	6	1,4	7,9
<i>Moutons :</i>										
Urine		130		12		0,05	13			
Fèces		300		8		4,5	4,8			
Lisier		250	69	8		8	9,5	12,5	4	
<i>Poules</i>		150		13		11	6	15	1,3	

COPPENET (1974)

<i>Porc :</i>										
Urine	6,7	22 à 40		3 à 5		0 à 1	4 à 5			
Fèces	3,3	180-280		5 à 7		4 à 6	3 à 5			
Lisier non dilué ..		90-100		4 à 6,5		3 à 5	3 à 4	3 à 3,5	0,8 à 1	

II. — CONSÉQUENCE SUR LE BILAN DES ÉLÉMENTS FERTILISANTS DANS LES EXPLOITATIONS D'ÉLEVAGE

Les engrais de ferme sont utilisés largement en agriculture et ceci depuis des temps immémoriaux.

Avec l'emploi croissant d'engrais du commerce et d'aliments du bétail riches en minéraux, il convient de réfléchir à la place relative des achats extérieurs et de la récupération à la ferme dans la répartition des éléments fertilisants à appliquer aux cultures et aux prairies.

Les éléments fertilisants récupérables sur la ferme représentent une proportion variable de ce qui a été consommé par les animaux selon le type de production qu'ils assurent.

D'après GISIGER, les excréments du bétail contiennent en moyenne les proportions suivantes des éléments qu'ils ont consommés.

ÉLÉMENTS RESTITUÉS
(en % des éléments consommés)

	<i>Production</i>			
	<i>Lait</i>	<i>Engrais (viande)</i>	<i>Elevage</i>	<i>Trait</i>
Azote	80	94		
Acide phosphorique ..	80	98	83	100
Potasse	95	98	80	100
Calcium	80-95	95	95	100
Magnésium	95			
Soufre	70	95		
Oligo-éléments	80-90	100		

De 80 à 100 % des substances nutritives, pour les végétaux contenus dans le fourrage, passent dans la bouse et l'urine ; les engrais produits à la ferme sont donc extrêmement riches en regard des besoins des végétaux.

D'après GACHON, « la vente de 8.000 kg de lait et celle de 800 kg de viande sur pied, qui représentent des productions fort importantes lorsqu'elles sont obtenues en une seule année sur un seul hectare de surface fourragère, exportent chacune 16 kg de P_2O_5 et respectivement 18 et 4 kg de K_2O ». En fait, une part des éléments des déjections qui pourraient être redistribués sur la sole fourragère se trouve mal répartie au pré ou perdue le long des chemins, dans les mares et dans la cour de la ferme. Au pré, les animaux vont souvent se reposer au même endroit ; l'impact d'un pissat équivaut localement pour la potasse et pour l'azote aux exportations de la végétation prairiale pendant plusieurs années ; cette fumure présente le risque d'être en partie soustraite aux racines par lessivage au cours d'un temps aussi long (d'après ANDRE, 1974). Une fois déduites ces pertes, des fumures de l'ordre de 30 à 50 kg de P_2O_5 et de K_2O par hectare sont nécessaires pour entretenir

la fertilité pospho-potassique du sol lorsque toutes les déjections de l'étable sont recyclées sur la sole fourragère (GACHON). Dans la pratique, le retour des engrais de ferme est inégal entre les parcelles et peut se faire sur la sole labourée : la fumure doit être complétée en conséquence.

Dans le cas d'élevages faisant appel à de grosses quantités d'aliments concentrés et de minéraux de complémentations achetés à l'extérieur, le bilan peut être rapidement pléthorique et dépasser les possibilités d'absorption des plantes cultivées : d'après COPPENET, on peut se demander alors combien de lisier peut supporter un hectare de culture ou de prairie et regarder les quantités d'éléments fertilisants contenus dans les récoltes :

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
60 q de grain de maïs	100	50	30
12 t de maïs-plante entière	170	65	170
12 t de M.S. de ray-grass au stade pâturage	350	150	500
9 t de M.S. d'herbe naturelle	180	65	220

La composition du lisier de bovin est théoriquement mieux adaptée à la prairie que celle du lisier de porc trop riche en phosphore et insuffisant en potasse ; 80 m³ de lisier de bovin = 400 N, 160 P₂O₅ et 440 K₂O, ce qui correspond assez bien aux besoins d'un hectare de prairie temporaire de ray-grass (40 m³ pour 1 ha de prairie naturelle) ; la même quantité de lisier de porc apporte 440 N, 320 P₂O₅ et 240 K₂O, c'est-à-dire un large excédent d'acide phosphorique et une quantité insuffisante de potasse. Avec les deux lisiers, il faut aussi compter les pertes d'azote sous forme d'ammoniaque gazeux et l'immobilisation partielle de ce dernier dans l'humus. L'acide phosphorique en excès se fixe dans le sol et ne pollue pas, mais il n'est pas valorisé par la production.

15 m³ de lisier de porc, soit 80 N, 60 P₂O₅ et 45 K₂O, conviennent assez bien à l'entretien des parcelles de maïs-grain à ceci près que l'azote réellement assimilable risque d'être insuffisant et doit être complété par une fumure minérale en fonction du précédent cultural.

Pour le maïs-plante entière, la compensation des exportations est obtenue avec environ 40 t de lisier de bovins, tandis que 40 t de lisier de porc apportent 220 N, 160 P₂O₅ et 120 K₂O, c'est-à-dire un excédent de P₂O₅ et une quantité insuffisante de potasse.

En conclusion, les achats d'engrais du commerce dans les fermes d'élevage doivent être établis en tenant compte des éléments apportés par les lisiers, c'est-à-dire pratiquement des quantités de lisier produites, de la part respective des fourrages de graminées, des concentrés et des minéraux dans la ration et du type d'animal. S'il est possible d'émettre des recommandations pour les éléments acide phosphorique et potasse (cf. COPPENET, GACHON), cela est moins évident pour l'azote qui peut être en partie perdu dans l'atmo-

sphère ou stocké dans l'humus : des essais à l'échelon local et, à défaut, une observation attentive de la part du cultivateur ou de l'herbager sont nécessaires pour ajuster les fumures complémentaires d'azote minéral, surtout pour la prairie temporaire intensive de graminées dans les fermes laitières.

Bien entendu, pour des raisons d'accès ou de temps de travaux par exemple, toutes les parcelles d'une exploitation ne peuvent recevoir la quantité de lisier qui apporterait le phosphore et la potasse nécessaires à la culture qu'elles supportent. Mais il faut tout de même éviter la surfertilisation au lisier sur un petit nombre de parcelles, éviter en particulier d'accumuler au-delà des besoins des cultures le phosphore ou la potasse sur les mêmes parcelles facilement accessibles, en oubliant que ces éléments peuvent faire croître les rendements sur d'autres surfaces : plus le sol est pauvre, plus l'effet des épandages est efficace et plus visible est la réponse de la végétation.

Nous allons maintenant apporter quelques illustrations de cette valeur fertilisante des lisiers et des fumiers, principalement pour éclairer le problème de la valeur azotée.

III. — L'EFFICACITÉ DE LA FERTILISATION ORGANIQUE

(Gains observés après une fertilisation au lisier ou au fumier)

A. — Prairies permanentes d'Auvergne.

1) *Saint-Yvoine (altitude 500 m) :*

Coteaux argilo-calcaires de Limagne.

Etude de l'apport de 10 t/ha de fumier par an de 1952 à 1955 (COLLIER et GACHON).

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS DE LA PREMIÈRE COUPE

(en q/ha de foin à 15 % d'eau)

	1952	1953	1954	1955
Témoin (0, 0, 0)	45	37	47	18
P ₂ O ₅ (100)	45	40	60	19
P ₂ O ₅ + K ₂ O (100, 100)	41	40	56	19
NPK (40, 100, 100)	55	43	61	23
Fumier seul (40, 13, 66)	50	41	51	—
Fumier PK (40, 113, 166)	46	42	57	22

Observations :

— Le sol ne manque pas de P₂O₅ au départ, puis la fumure P devient de plus en plus efficace. La potasse n'est pas efficace dans ce sol qui en est riche.

- Le fumier seul apporte un gain régulier de 4 à 5 q/ha par rapport au témoin.
- Fumier + PK est inférieur à NPK, bien que la quantité totale d'azote soit égale à 40 kg/ha dans les deux cas : l'azote du fumier est moins disponible que l'azote minéral parce qu'une fraction est sous forme d'humus stable.

Les comparaisons de FPK et PK d'une part et de NPK et PK d'autre part font ressortir les gains dus à l'azote : 11 q au total en quatre ans pour le fumier + PK et 26 q au total pour NPK ; on peut estimer à 17 kg d'azote par hectare la dose d'azote équivalente à l'apport de fumier (compte tenu que P et K sont largement pourvus dans les trois traitements et que seule la fourniture d'azote les distingue.)

2) *Saint-Amand-Roche-Savine (altitude 800 m) :*

Région granitique.

Etude de l'apport de 10 t/ha de fumier par an et de 6.000 l/ha de purin par an de 1952 à 1956 (COLLIER et GACHON).

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS DE LA PREMIÈRE COUPE
(en q/ha de foin à 15 % d'eau)

	1951	1952	1953	1954	1955	1956
Témoin (0, 0, 0)	66	56	47	48	42	41
P ₂ O ₅ (0, 100, 0)	66	59	54	52	48	49
P + K (0, 100, 100)	66	62	56	54	51	59
NKP (40, 100, 100)	69	73	58	63	60	75
Témoin bis (0, 0, 0)		65	56	61	56	47
Fumier et purin (30, 13, 45) + (23, 5, 60)		65	63	71	66	74

Observations :

- Les rendements ne cessent de baisser d'année en année sur les témoins ; la baisse est légèrement freinée avec P et plus nettement avec P et K : les réserves de ce sol sont donc peu importantes.
- Les rendements avec NPK et avec fumier + purin sont très comparables et stables par rapport au point de départ (environ 65 q en première coupe chaque année). On voit que l'azote du purin est particulièrement efficace.

3) *Saint-Genès-Champanelle* (altitude 900 m) :

Zone granitique.

Etude de l'apport de 20 t/ha de lisier par an, en 1970, 1973, 1974
(GACHON, F. de MONTARD).

Apports en hiver : novembre-décembre.

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS DE LA PREMIÈRE COUPE

(en q/ha de foin à 15 % d'eau)

(Arrière-effets en 1971 et 1972, années sans lisier)

	1970	(1971)	(1972)	1973	1974
Fumure générale PK/an	00	0-0	150-500	150-500	150-500
Témoin (sans, puis avec PK)	36	(67)	(66)	60	45
Lisier (N = 74)	42	(63)	(65)	61	59
Azote (N = 50)	44	(74)	(68)	69	76
Lisier + azote	36	(82)	(62)	90	67

Observations :

- L'effet direct du lisier observé en 1970, 1973 et 1974 est très variable et équivalent en moyenne à celui de 22 kg d'azote minéral de l'ammonitrate : c'est donc seulement 29 % de l'azote du lisier qui s'est trouvé utilisable par la végétation.
- L'arrière-effet a été nul en 1971 et en 1972.
- L'addition de lisier à une fumure complète NPK donne un résultat variable, mais faible en moyenne.

ARRIÈRE-EFFETS SUR LES COUPES ULTÉRIEURES

(2 + 3 + 4)

(en q/ha de foin)

	1970	(1971)	(1972)	1973	1974
Témoin sans azote	37	(67)	(69)	37	35
Lisier (d'hiver)	34	(69)	(62)	51	35
Azote (50 kg/ha) deux à trois fois	50	(77)	(70)	63	56
Azote (+ lisier en hiver)	65	(106)	(81)	81	74
Azote (+ lisier en hiver) avec irrigation	103	(100)	(96)	102	81

Observations :

- L'arrière-effet du lisier se fait peu sentir lorsqu'il est employé seul.
- L'azote est apparemment plus efficace en été lorsque du lisier a été épandu l'hiver précédent (1).
- L'irrigation permet de gagner 16 q en moyenne pendant l'été.

(1) La composition botanique est assez différente dans les divers traitements.

	<i>Proportions de Dactyle dans le recouvrement</i>		<i>Ray-grass</i>	
	1971	1975	1971	1975
1. Témoin	9	5	1	2
2. Lisier	6	8	11	5
3. Azote	11	6	7	7
4. Azote + lisier	22	21	1	2
5. Azote + lisier + irrigation	16	13	6	5

Les fortes fumures azotées (azote ou azote + lisier) favorisent le dactyle qui est nettement plus résistant à la sécheresse que le ray-grass : il n'est donc pas surprenant d'observer une productivité estivale accrue lorsque le dactyle atteint 22 %.

4) *Rochefort-Montagne (altitude 850 m) :*

Zone basaltique.

Etude de l'apport de 40 t/ha de lisier par an en 1967, 1968, 1969, 1970 et 1971 (réf. BLANCHON, GACHON, BURBAU, de MONTARD).

Apport en hiver.

Combinaisons entre différentes doses d'azote et la fumure PK :

— sans lisier 150 - 150,

— avec lisier 100 - 0.

Apports moyens par an du lisier : 150 N dont 60 ammoniacal, 37 P₂O₅, 136 K₂O. Cet essai est conçu pour faire ressortir l'effet « azote » du lisier, P et K ne différenciant pas les traitements avec et sans lisier.

EFFETS DU LISIER SUR LA PREMIÈRE COUPE

<i>Azote minéral apporté en fin d'hiver</i>	<i>Rendements en 1^{re} coupe (moyenne de 4 ans)</i>		<i>% de légumineuses</i>	
	<i>Sans lisier</i>	<i>Lisier (40 t/ha en hiver)</i>	<i>sans lisier</i>	<i>avec lisier</i>
0	45	59	28	25
50	65	69	22	8
100	71	78	11	5
150	76	85	3	2

L'effet moyen du lisier est à peu près équivalent à 60 kg/ha d'azote minéral et correspond assez bien à la proportion d'azote ammoniacal dans le lisier, c'est-à-dire à l'azote rapidement disponible pour la végétation. Dans cet essai fauché au rythme « ensilage », les légumineuses se maintiennent lorsqu'on apporte 50 kg/ha d'azote et s'effondrent lorsqu'on y associe le lisier : dans ce dernier cas, il faut supprimer soit l'azote, soit le lisier ou passer à des doses supérieures.

ARRIÈRE-EFFET EN DEUXIÈME COUPE

<i>Apport minéral apporté après la première coupe</i>	<i>Rendements en q/ha (moyenne de cinq ans)</i>	
	<i>sans lisier</i>	<i>Lisier (40 t/ha en hiver)</i>
0	28	28
25	29	30
50	32	33
75	36	36

Il n'y a pas d'arrière-effet du lisier apporté en hiver sur les rendements en été.

Donc, que ce soit en zone granitique ou sur basalte, on n'observe pas d'arrière-effet du lisier. Ces sols de prairie, riches en humus (4,5 % de *déjections animales* 51

matière organique de 0 à 30 cm de profondeur à Rochefort-Montagne) sont capables de libérer chaque année près de 200 kg d'azote, dont 30 à 50 % proviennent de l'activité du trèfle blanc ; en regard, le lisier épandu en hiver a apporté environ 90 kg d'azote organique à Rochefort et 40 kg à Saint-Genès, dont la libération doit être très lente puisqu'il n'y a pas d'arrière-effet observable que ce soit en été (Rochefort et Saint-Genès) ou l'année suivante au printemps (Saint-Genès en 1971). L'enrichissement organique n'a guère d'effet même au terme de quatre ou cinq ans sur une prairie dont le sol a un taux élevé d'humus actif (C/N = 9,5) et dont la végétation assure une honnête contribution du trèfle blanc (15 à 20 % en été). En prairie de fauche bien drainée, les fortes doses d'azote au printemps (azote + lisier, à Saint-Genès) peuvent favoriser le dactyle au point de permettre une meilleure résistance à la sécheresse estivale.

5) *Autres aspects de la fertilisation au fumier, au purin et au lisier.*

La plupart des essais ne permettent pas d'isoler l'action de fumure phosphatée ou de fumure potassique exercée par le lisier : il faudrait pour cela imiter parfaitement les effets « azote » du lisier avec l'azote minéral pour écarter ce facteur. Cela est imparfaitement réalisé dans l'essai de Rochefort-Montagne, qui permet de se rendre compte que la différence de fertilisation potassique minérale qui a été pratiquée entre les traitements *avec* et *sans* lisier ne semble entraîner aucune conséquence sur la production. Sur un essai voisin situé sur la même prairie et recevant une faible dose de potasse annuelle (NPK 150-80-60), les fourrages sont nettement plus riches en phosphore et surtout en potasse avec lisier que sans :

Teneur du fourrage en première coupe (*moyennes de trois ans*)

	<i>Sans lisier</i>	<i>Avec 40 t/ha de lisier de bovin</i>
P % M.S.	0,30	0,33
K	2,33	3,00
Ca	0,33	0,33
Mg	0,25	0,25

On observe aussi un enrichissement significatif en calcium et magnésium, mais seulement *la troisième année* :

Ca	0,36	0,42	} après trois ans d'épandage hivernal, à raison de 40 t/ha/an de lisier de bovin.
Mg	0,23	0,31	

6) Régions autres que l'Auvergne.

Il faut remarquer que nos références sont situées à des altitudes comprises entre 500 et 1.000 mètres et on peut s'interroger sur leur validité pour des régions plus basses où la saison de végétation est plus longue. En réalité, les prairies inventoriées en Auvergne constituent des milieux où l'activité biologique est très grande pendant six mois de l'année : elles peuvent produire 9 à 11 t/ha/an de M.S. ; par conséquent, la libération d'éléments fertilisants par minéralisation de la matière organique atteint probablement des niveaux comparables à ceux observés dans les prairies de plaine où la sécheresse sévit davantage et peut, aussi bien que le froid en montagne, freiner ces processus. (C/N est fréquemment compris entre 9 et 10 dans les sols de prairie de fauche.)

Quoi qu'il en soit, la vitesse de minéralisation en plaine ne peut être qu'égale ou supérieure à ce que nous avons observé en montagne, ce qui est un argument en faveur d'une utilisation des fertilisants organiques. Peut-être faut-il prêter une attention plus grande aux risques de pertes d'azote ammoniacal dans ces conditions plus chaudes.

B. — Efficacité des lisiers et des fumiers sur les cultures.

(Pour les paragraphes 1°, 2° et 3°, voir aussi C. JUSTE, *B.T.I.*, décembre 1973.)

1) L'assolement betteraves-blé de la Station de Grignon (Yvelines).

Dispositif de longue durée. Fumier 10 t/ha/an.

Résultats moyens 1967-1972 des indices de rendements :

	<i>En blé</i>	<i>En betteraves</i>
Sans engrais depuis 1875	100	100
Sans engrais depuis 1902	102	123
Sans engrais depuis 1931	126	156
Fumure minérale complète depuis 1902 (N = 87 kg/ha, P ₂ O ₅ = 92, K ₂ O = 90)	262	294
Fumier d'étable seul depuis 1929 (N = 50 kg/ha, P ₂ O ₅ = 20, K ₂ O = 60)	204	277
Fumier + complément minéral depuis 1964 (N = 87 kg/ha, P ₂ O ₅ = 92, K ₂ O = 90)	260	280

Ainsi, sous le climat parisien, après trois ans d'application d'une fumure minérale complémentaire du fumier, on atteint pratiquement le niveau permis par la fertilisation minérale seule : le fait que les apports soient faits en partie sous forme de fumier n'entraîne pas de handicaps par rapport à la fumure entièrement minérale, car celle-ci stimule la minéralisation du stock organique du sol.

Constatons que le fumier seul, insuffisamment dosé, donne des blés nettement inférieurs aux blés de fumure minérale ; la nutrition azotée correspondante serait d'environ 56 kg/ha (estimation grossière par règle de trois), ce qui signifie qu'à *long terme*, après quarante ans d'entretien fidèle au fumier, l'azote régulièrement disponible par minéralisation de l'humus est en quantité égale à celui qu'on ajoute annuellement du fait de l'apport de fumier. Les betteraves de fumier sont très proches des betteraves de fumure minérale ; le très bon entretien de l'humus sous le régime du fumier seul permet d'améliorer la structure du sol et de compenser en bonne partie le handicap créé par le déficit d'éléments fertilisants par rapport à la fumure minérale complète dans le cas de la betterave.

MOREL (1968) a comparé les teneurs en azote du sol selon le traitement appliqué et leur évolution.

	<i>Azote (0/00 de terre sèche)</i>			<i>Diminution</i>
	<i>En 1938</i>	<i>En 1952</i>	<i>En 1962</i>	<i>1938 - 1962</i>
Sans engrais depuis 1902	1,40	1,31	1,23	0,17
N, P, K depuis 1902 ..	1,50	1,38	1,38	0,12
Fumier seul depuis 1929	1,66	1,62	1,57	0,09

Ce type d'assolement affaiblit progressivement la réserve en azote total du sol.

L'absence d'apport d'azote crée une perte importante aux dépens du sol : 0,17 0/00 par les récoltes et le drainage.

La fertilisation minérale freine les pertes du sol mais cet azote importé est facilement disponible et entraîné par les récoltes ou le drainage.

Le fumier employé seul assure des récoltes moindres, par conséquent une moindre exportation d'azote, et fournit le sol en azote humique : les pertes du sol sont encore plus faibles.

MOREL a estimé les taux annuels de minéralisation de l'azote du sol :

Sans engrais depuis 1902	0,73 %	du stock d'azote organique		
NPK depuis 1902	1,50 %		—	—
Fumier seul depuis 1929	0,90 %		—	—

La minéralisation du stock d'azote organique est nettement stimulée par la fertilisation NPK qui active l'activité biologique en apportant des éléments nutritifs facilement assimilables.

En résumé, sous ce climat et dans ce type de sol, la forme de la fumure influe peu au bout de quelques années pourvu que les quantités d'éléments fertilisants soient égales. La mobilisation des éléments du fumier est facilitée par l'apport d'une fumure minérale complémentaire.

2) *Effet du fumier sur la production de la vigne (LATRESNE, Morbihan).*

La comparaison porte sur sept années de fumure apportées selon deux méthodes : d'un côté 30 t/ha de fumier tous les trois ans, de l'autre une quantité égale d'éléments fertilisants sous une forme exclusivement minérale.

Les résultats, exprimés en indices moyens de production sur sept ans, sont les suivants :

100 pour la fumure minérale,
103 pour le fumier.

La différence n'est significative en faveur du fumier qu'une année sur sept. On peut soupçonner à terme une affirmation de la tendance favorable au fumier dans la mesure où l'entretien humique favorise une amélioration des propriétés physico-chimiques du sol : meilleure structure, meilleure rétention de l'eau et des éléments minéraux, etc. Mais on voit de quels délais il s'agit : probablement quinze à trente ans seront nécessaires pour voir apparaître de nettes différences.

3) *Influence des apports de fumier sur les récoltes en sol argilo-calcaire de Limagne.*

Ces sols sont très riches en humus, phosphore et potasse et présentent un cas extrême où le fumier a peu d'effet sur les récoltes.

Caractéristiques du sol :

	<i>De 0 à 40 cm</i>	<i>De 40 à 70 cm</i>
Matière organique	41 0/00	21 0/00
pH	8,2	8,2
P ₂ O ₅ Dyer	1,30	2,15
K ₂ O échangeable	0,40	0,23

Rendements des cultures annuelles :

	<i>Témoin</i>	<i>Retour de résidus de récolte</i>	<i>Fumier</i>
Total de 1952 à 1957 :			
M.S. (en q/ha)	460	505	481
azote importé (kg/ha) ..	0	336	270

Rendements d'une luzerne-dactyle :

	<i>Témoin</i>	<i>Retour de résidus de récolte</i>	<i>Fumier</i>
Total de 1958 à 1960 (en q/ha de M.S.)	217	226	219
N fixation symbiotique + N minéral (kg/ha)	805	829	821

*4) Efets de l'azote du lisier en sol granitique sur les cultures annuelles
à Saint-Genès-Champanelle (altitude 900 mètres).*

	<i>1970</i>	<i>1971</i>	<i>1972</i>	<i>1973</i>	<i>1974</i>	
Fumure PK uniforme	nulle	nulle	200 - 500	100 - 600	120 - 500	
Apports d'azote minéral	80	120	80	100	100	
Apports du lisier: NPK (kg/ha) ..	72 - 38 - 77	nuls	20 - 8 - 24	70 - 31 - 94	81 - 40 - 85	
N ammoniacal ..	?		10	36	38	
Nature de la culture	<i>Vesce-avoine</i>	<i>Seigle f.-maïs</i>	<i>Choux f.</i>	<i>P. de terre</i>	<i>Orge</i>	
Rendements (en q/ha de M.S.)					<i>grain</i>	<i>paille</i>
Témoin sans azote ni lisier	77	103	57	62	23	20
Lisier	85	100	51	74	34	31
Azote	91	140	87	107	45	49
Lisier + azote	99	137	87	108	47	50
Lisier + azote (irrigué)	102	147	86	134	54	66

Le lisier non dilué (1970, 1973 et 1974) a un effet toujours positif qui s'explique par l'action de l'azote rapidement disponible.

Le lisier n'a pas d'arrière-effet un an après (1971) et le lisier dilué n'a aucune action significative sur la production de l'année 1972, contrairement à la prairie permanente où entre en jeu l'effet particulier des différences de composition botanique sur la production estivale.

5) *Effet du lisier sur cultures annuelles en sol basaltique, à Marcenat (Cantal), altitude 1.000 mètres, source: LOUYOT.*

Fumure minérale azotée dégressive avec les doses de lisier croissantes.

Fumure P₂O₅ uniforme (100) et fumure K₂O compensée en fonction des apports de lisier (pas de potasse à 200 m³ de lisier).

	Orge (1973)		Vesce-avoine (1973) (% de vesce)	
	Sans lisier	+ 50 N = 27 q/ha de grain	58 q/ha 55 % (avec 66 N)	
100 m ³ de lisier/ha	+ 40 N = 32	62 q/ha 40 % (avec 37 N)		
200 m ³ de lisier/ha	0 = 30	74 q/ha 16 % (sans N minéral)		

	Pomme de terre (1972)	Vesce-avoine (1972) (% de vesce)	Orge (1972)
	Sans lisier	18 t/ha	90 q/ha 33 % (65 N)
100 m ³ de lisier/ha	26 t/ha	90 q/ha 31 % (30 N)	26 q/ha (2 apports 35 N)
200 m ³ de lisier/ha	24 t/ha	93 q/ha 22 % (0 N)	42 q/ha (aucun apport N)

L'optimum se trouverait entre 100 et 200 m³/ha (ce lisier de bovin est dilué et comprend environ une part de lisier entier pour deux parts d'eau), soit 30 à 60 m³ de lisier non dilué.

Conclusions sur l'efficacité de la fertilisation organique.

Les chercheurs ont surtout étudié la disponibilité de l'azote qui est l'élément le plus actif sur la croissance végétale dans beaucoup de situations. En pratique, on peut considérer que la majeure partie de l'azote du purin,

entre 40 et 60 % de celle du lisier, de 15 à 25 % de celle du fumier sont rapidement disponibles pour la végétation. L'arrière-effet de l'azote organique restant dépend étroitement des conditions de sol : la culture sur des sols riches en humus et de bonne activité biologique, bien structurés, bien aérés, à bon drainage, bénéficie peu de cet apport supplémentaire d'azote et d'humus à minéralisation lente car la fourniture annuelle de ces sols en azote minéral est déjà importante. C'est le cas des sols argilo-calcaires de Limagne et des sols des prairies qui ont reçu des amendements organiques de longue date.

En sol mal drainé, les apports organiques doivent rester dans la couche aérée ou en surface pour ne pas asphyxier davantage les racines.

Dans les sols sableux et les limons battants, les apports organiques ont des effets très bénéfiques pour améliorer les propriétés physiques et chimiques du sol à un terme plus ou moins long.

L'amélioration du pH et de la fertilité en P, K, Ca, Mg et oligo-éléments est certaine et fait moins problème dans la mesure où la préoccupation dominante est l'adaptation de la fumure azotée. Les risques de pertes sont d'ailleurs beaucoup plus réduits qu'avec l'azote. L'évolution des teneurs du fourrage à Rochefort-Montagne a montré l'effet bénéfique du lisier pour les éléments P, K, Ca et Mg par effets cumulatifs sur plusieurs années.

IV. — LES LIMITES D'UTILISATION DU FUMIER ET DU LISIER

A la différence du fumier, le lisier ne subit pas de fermentations chaudes et par conséquent des germes, indésirables pour les prairies ou dangereux pour l'homme ou le bétail, peuvent être transmis par les lisiers.

Parmi les germes nuisibles du lisier de porc, cités par BALLAY et CATROUX :

- les germes générateurs d'odeurs,
- les germes de la brucellose qui survivent plus de deux mois dans le lisier sont sans doute les plus redoutables. Des moyens de prévention sont à l'étude pour supprimer certains germes microbiens des lisiers. L'efficacité du Xylène a été prouvée dans les fosses restant hors circuit pendant trois semaines à un mois, à la dose de 1 pour 1.000.

L'épandage des lisiers trouve sa limite dans la quantité d'azote épandue qui ne devrait pas dépasser les exportations par les récoltes.

Il faut tenir compte principalement dans ce calcul des 40 à 60 % d'azote rapidement assimilable. Avec le fumier, l'excès est rarement atteint sauf en terres mouilleuses par enfouissement.

Il existe un risque de pollution directe des eaux courantes et des nappes par entraînement de la matière organique ou de l'azote.

L'enfouissement du lisier par injection à 10 ou 20 cm permet de réduire les odeurs, mais il faut des terrains sans cailloux et sans pente et un tracteur puissant.

Sur prairie, l'utilisation du lisier peut entraîner un défaut d'appétence de la part du bétail et des refus importants. L'observation du comportement du bétail doit permettre d'adapter les délais nécessaires.

Des excès d'épandage de lisiers très riches (porcs) peuvent provoquer des excès de salinité dans le sol. Le remède consiste à arrêter l'épandage et à cultiver une graminée fourragère.

A très long terme, les régimes enrichis en cuivre ou en zinc (condiments minéraux particulièrement riches en ces éléments) peuvent entraîner un enrichissement excessif du sol, capable de diminuer les rendements de façon notable au bout d'un siècle environ (COPPENET).

Le passage répété d'engins lourds (tonnes à lisier, épandeurs de fumier) dégrade la structure du sol et fait baisser les rendements à terme.

Le salissement des prairies par épandages répétés de lisier est indéniable : les prairies recevant du lisier sont davantage fauchées, ce qui facilite les venues à graines des plantes indésirables (rumex, anthriscue, grande berce...) lorsque le foin est coupé tard ; elles augmentent le taux des refus de pâturage qui sont eux aussi une occasion de multiplication des mauvaises graines. Des récoltes précoces et la pâture à ras par des animaux d'élevage ou à l'engrais facilitent le nettoyage mais ne suffisent pas à détruire les plantes déjà installées. Si leur proportion est importante, le désherbage chimique ou la culture peuvent devenir nécessaires.

Il faut comprendre que le moteur de l'envahissement est la fertilisation et l'enrichissement du sol provoqués par le lisier ; on limite les envahissements en évitant les occasions de multiplication et de dispersion des mauvaises graines. A partir d'un certain niveau de fertilité (lorsque la charge de l'exploitation atteint 1,5 ou 2 U.G.B. à l'hectare), la surveillance doit être attentive.

F. de MONTARD,
I.N.R.A., Station d'Agronomie de Clermont-Ferrand.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

L. GACHON (1974) : « Réflexions sur l'utilisation des engrais », *B.T.I.*, n° 295, pp. 839-849.

« La Pollution », numéro spécial des *Annales Agronomiques*.

Articles sur les effluents de l'élevage :

BALLAY et CATROUX : « Nuisances du lisier de porc. »

RIVIERE : « Evolution du lisier de porc. »

COPPENET : « Utilisation du lisier de porc. »

BLANCHON et al. : « Lisier de bovin sur prairie. »

ANDRE J.P. : « Entraînement du potassium sous prairie. »

J. DELAS, C. JUSTE, J.-P. GOULAS (décembre 1973) : *B.T.I.*, n° 285, pp. 841-855.

E. JOUIS, E. HANGARD (1957) : « Enquête sur la composition des fumiers français », *Ann. Agron.*, n° 8, pp. 904-944.

Confédération Nationale Laitière - 5, rue Scribe, Paris 9° : « Compte rendu des journées d'information (21 et 22 novembre 1967, à Lyon) sur la : « Conception des stabulations sans paille et les techniques d'utilisation du lisier. »

Revue *L'Elevage*, 1974, numéro hors série : « Les déjections animales, déchets indésirables ou sous-produits rentables. »

COLLIER et GACHON (1957) : « Fumier et lisier sur prairies d'Auvergne », *Ann. Agron.*, 6, pp. 867-902.

MOREL (1968) : « Evolution de l'azote organique du sol avec et sans apports de fumier », *Ann. Agron.*, 19, pp. 153-174.

COLLIER (1966) : « La fertilisation azotée dans les assolements en Auvergne », *Ann. Agron.*, 17, pp. 219-249.