

BILAN DES ÉLÉMENTS FERTILISANTS SUR LES EXPLOITATIONS D'ÉLEVAGE *

LES ANIMAUX PRÉLEVENT POUR LEUR CROISSANCE OU LEUR PRODUCTION LAITIÈRE UNE FRACTION DES ÉLÉMENTS FERTILISANTS CONTENUS DANS LES PLANTES FOURRAGÈRES. Le reste — qui est la fraction la plus importante — se retrouve dans les déjections ; leur retour aux parcelles de production fourragère permet de limiter l'appauvrissement du sol et d'économiser sur les apports d'engrais minéraux.

La notion de « bilan des éléments fertilisants d'une exploitation agricole » est donc très importante et les bilans seront très différents suivant le système de culture, l'importance et la nature du cheptel.

D'autre part, la participation importante des aliments du bétail et des compléments minéraux modifie ces bilans dans le sens d'un enrichissement, notamment en azote et phosphore.

1. Éléments d'un bilan.

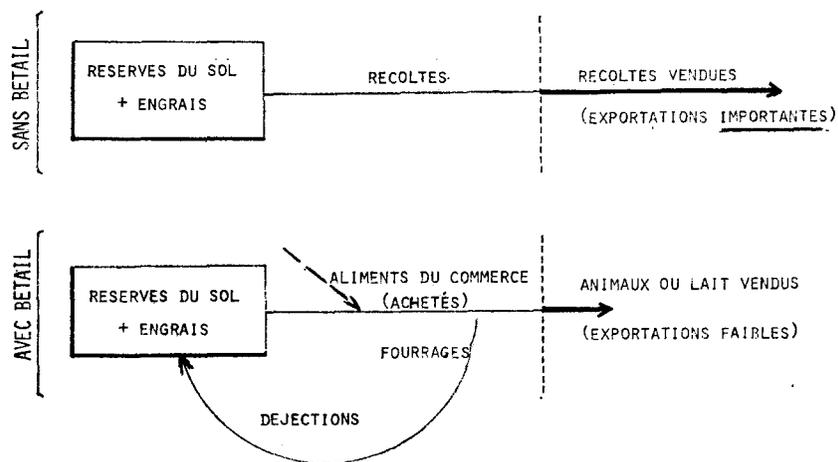
Les gains sont :

- achats d'engrais et d'amendements ;
- achats d'aliments du bétail ;
- achats de compléments minéraux.

- Les pertes sont, en exploitation d'élevage, composées par :
- les ventes d'animaux et de lait. Les exportations en minéraux ainsi réalisées sont faibles par rapport à celles correspondant à la vente de récoltes de produits végétaux (Figure n° 1) :

FIGURE N° 1

MOUVEMENTS DES FERTILISANTS
AU NIVEAU DES EXPLOITATIONS AGRICOLES



<i>Exportations entraînées par la vente de</i>	<i>Unités N</i>	<i>P₂O₅</i>	<i>K₂O</i>
10.000 litres de lait	60	25	30
1.000 kg de poids vif (bovins)	24	16	5
1.000 kg de poids vif (porcins)	24	10	5

- le lessivage des éléments minéraux (N, K, Mg, Ca), d'autant plus notable que les sols sont légers et la pluviométrie élevée surtout en période hivernale. En moyenne, on peut admettre que les pertes sous culture fourragère intensive sont (par ha et par an) : 20 à 30 kg N, 5 à 30 kg K₂O et MgO, 200 à 400 kg CaO ;

- les pertes d'azote par volatilisation (gaz ammoniac et oxydes d'azote). Ces pertes sont difficiles à évaluer ; elles concernent la parcelle (dénitri-fication, libération d'ammoniac des engrais en pH élevé), mais aussi et surtout les étables, les fosses à lisier, les pertes entre l'épandage et l'enfouissement.

2. La différence entre fumier et lisier.

L'intensification de l'élevage a amené l'agriculteur au système du lisier et, en épandant ce produit plus ou moins liquide, il a l'impression de ne plus apporter autant de matière organique qu'en enfouissant du fumier. S'il est bien connu qu'une tonne de fumier de ferme contient 200 kg de matière organique sèche, il faut savoir qu'une tonne de lisier non dilué en contient 70 à 80 kg. Tout le problème est donc d'établir le bilan de matière organique au niveau de l'exploitation tout entière, en supposant une répartition uni-forme, et ceci nous amène à suivre le devenir des pailles récoltées.

Imaginons deux fermes identiques avec les mêmes récoltes dont l'une passe au système lisier. L'enfouissement direct des pailles dans cette dernière exploitation, au lieu d'un enfouissement après avoir servi de litière et de support à la fabrication du fumier, procurera sensiblement la même restitution d'humus. Les déjections solides, des bovins surtout, contiennent aussi des substances capables de se transformer en humus stable dans le sol. Du point de vue des éléments minéraux, phosphore, potasse, chaux, magnésie et oligo-éléments, il est bien certain que l'enfouissement direct des pailles procurera le même bilan, que celles-ci retournent au sol après transformation ou non en fumier. Pour l'azote, dont les pertes par volatilisation sont mal connues, il n'est pas possible de dire lequel des deux systèmes présente les pertes les moins élevées.

Forme des éléments fertilisants. — La présence des urines dans le lisier complet fait que celui-ci contient de l'azote ammoniacal en beaucoup plus grande proportion que le fumier qui, lui, contient essentiellement de l'azote organique. Le lisier de bovin contient environ 50 % de son azote total sous forme ammoniacale alors que le lisier de porc en contient jusqu'à 70 %. Il est, dès alors, normal qu'à égalité d'unités d'azote total, le lisier ait une action beaucoup plus rapide que le fumier.

Diverses expérimentations ont montré que l'acide phosphorique des lisiers, comme celui des fumiers d'ailleurs, était assimilable pour une fraction com-

prise entre 50 et 75 % par la première culture. Mais, lorsque nous calculons un bilan pluriannuel, il y a lieu de considérer la quantité totale de P_2O_5 puisqu'elle est susceptible de devenir utilisable en totalité par les récoltes. Les autres éléments minéraux contenus dans les matières organiques tels que la potasse, la magnésie, le soufre, etc. sont libérés dans les sols au fur et à mesure des actions microbiennes et sont alors mis à la disposition des récoltes.

TABLEAU N° 1

COMPOSITION CHIMIQUE MOYENNE DES DÉJECTIONS ANIMALES

	% ₀ ou kg par tonne			
	Matière sèche	N	P_2O_5	K_2O
Bovins :				
— urine	70-80	8-10	Traces à 0,1	14-15
— bouse	160-170	3-4	2-2,5	1-2
Porcins :				
— urine	22-40	3-5	Traces à 1	4-5
— fèces	180-250	5-7	4-6	3-5
Purin		4-5	0,1-0,25	5-7
Fumier de ferme	180-220	5	3	6
Fumier de volailles	500	15	15-25	15
Lisier de volailles	250	10	15	7
Fientes de volailles déshydratées	1.000	40	50-70	30
Lisier de bovins non dilué :				
— (analyses)	120-150	4-6	1,5-2	5,5-7
— (calcul)		6	2,5	4,7
Lisier de porcins non dilué :				
— (analyses)	80-100	4-6,5	3-5	3-3,5
— (calcul) 0,7 m ³ /porc.		6,75	3,75	2,8
0,8 m ³ /porc.		7,70	4,40	3,2

Le tableau n° 1 donne la composition moyenne des déjections animales. On remarque que :

- le fumier de volailles est trois fois plus riche en azote et cinq à six fois plus riche en acide phosphorique que le fumier de ferme : il faut donc être très prudent pour son utilisation ;
- une tonne de lisier non dilué de bovins ou de porcins équivaut sensiblement, du point de vue des éléments N, P, K, à une tonne de fumier traditionnel ;
- le lisier de porc est plus riche en acide phosphorique qu'en potasse, contrairement au lisier de bovin.

Ces chiffres peuvent être pris comme base :

Il n'est guère possible d'engager l'éleveur à effectuer des analyses étant donné leur coût et les difficultés de prélèvement qui obligent à multiplier le nombre d'échantillons. Pour les lisiers, cependant, on peut envisager au moins la détermination du taux de matière sèche en sachant bien qu'il n'est pas toujours facile d'obtenir l'échantillon représentatif d'une fosse donnée.

3. Quelques exemples d'utilisation.

Cas de sols pauvres en P et K. — Ce sont les cas où une fumure de redressement est indispensable.

Donnons deux exemples :

Exemple n° 1 :

Pour une fumure nécessitant 200 P_2O_5 et 200 K_2O , comprenant 25 m^3 /ha de lisier de porc, nous enfouirons par deux façons culturales distinctes dont l'une pourra n'être que superficielle :

- 25 m^3 /ha de lisier de porc apportant 100 P_2O_5 et 90 K_2O ;
- 550 kg/ha de scories à 18 % apportant 100 P_2O_5 avec 185 kg/ha de chlorure de potasse apportant 110 K_2O .

Exemple n° 2 :

Il peut être envisagé, sans inconvénient d'ordre technique, d'enrichir plus rapidement une terre en P_2O_5 . C'est ainsi que nous proposerons, pour un maïs, 50 m^3 de lisier de porc à enfouir dans le mois qui précède le semis et apportant 200 P_2O_5 et 180 K_2O .

Le maïs réagissant très bien à la fumure starter, surtout en zones limites de culture, la localisation, en plus, de 100 kg/ha de phosphates diammonique 18-46 portera la fumure phosphatée à 246 unités. Le lisier ayant apporté aux environs de 250 unités d'azote dont 175 sous forme ammoniacale, l'engrais azoté minéral paraît superflu.

Bilans dans le cas des sols bien pourvus.

Dans ces cas, c'est une simple fumure d'entretien qui suffira et des bilans peuvent être établis : le « niveau d'entretien » peut se définir comme le niveau qui permet d'obtenir au moins une récolte sans engrais phospho-potassique et sans diminution du rendement, à condition, bien entendu, de fournir les engrais azotés nécessaires.

L'analyse chimique des sols est le seul moyen de contrôle précis de l'état d'un sol. Les laboratoires qualifiés donneront, avec le résultat analytique et selon les régions, une interprétation qui peut varier sensiblement d'un type de sol à un autre.

Selon les types d'élevage, les bilans d'éléments minéraux seront différents.

En élevage traditionnel (6.000 l de lait ; 800 kg de viande), même en tenant compte du fait que, dans le type d'exploitation dont nous parlons, une partie des déjections est perdue dans les chemins et les cours et du fait que, sous pâturage, la répartition irrégulière des déjections (forte concentration de potasse à l'emplacement des pissats) provoque des drainages accrus de K_2O , de nombreuses exploitations d'élevage peuvent entretenir leur bilan phospho-potassique avec 40 unités P_2O_5 et 40 unités K_2O .

Dans les meilleures fermes laitières de l'ouest atteignant des productions de 10.000 litres de lait/ha/an grâce au pâturage du ray-grass d'Italie et à l'ensilage de la plante entière de maïs, les exportations sont alors de 60 N, 25 P_2O_5 et 30 K_2O .

Pour réaliser ces performances, il est nécessaire d'acheter au commerce des aliments azotés et phosphatés, soit des tourteaux de soja, des farines de céréales et des compléments minéraux qui laisseront dans les déjections solides et liquides un supplément par hectare d'environ 30 N, 25 P_2O_5 et 10 K_2O .

(*) En région de sols très calcaires, il y a lieu de prévoir une majoration de 15 à 20 unités par suite de la rétrogradation qui rend inassimilable une partie des engrais phosphatés.

Nous voyons que le bilan phosphaté d'une ferme exclusivement laitière sera maintenu grâce aux achats d'aliments concentrés et sans aucun apport d'engrais phosphatés, tout au moins si les sols ne sont pas calcaires*. En ce qui concerne la potasse, le déficit est de 30 K₂O si l'on tient compte d'un lessivage de 10 K₂O, mais de 40 K₂O si le lessivage est de 20 unités.

Le tableau n° 2 présente le calcul d'un bilan pour un élevage de porcs charcutiers consommant du tourteau de soja. Le bilan est positif, sans aucun apport d'engrais phosphaté ou potassique. Il y a un gain théorique d'azote qui peut être compensé par les pertes par volatilisation.

TABLEAU N° 2
BILAN DES FERTILISANTS
POUR UN ÉLEVAGE DE PORCS CHARCUTIERS

	<i>Kilogrammes par hectare</i>			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
<i>Gains :</i>				
— Tourteau de soja, 23 q	153	36	63	
— Complément minéral 8-24, 2,5 q ..	0	48	0	
TOTAL	153	84	63	
<i>— Pertes :</i>				
— Vente des porcs, 2,5 t	60	24	12	12
— Pertes par lessivage	50	1	10	20
TOTAL	110	25	22	32
<i>= Gain pour l'exploitation</i>	<u>+ 43 ?</u>	<u>+ 59</u>	<u>+41*</u>	<u>+31*</u>

(*) Les pertes de potasse par lessivage varient en fonction de la texture du sol et de la pluviométrie.

Le tableau n° 3 présente un calcul analogue pour un élevage de taurillons, et montre le gain réalisable notamment en P et K.

TABLEAU N° 3

BILAN DES FERTILISANTS POUR UN ÉLEVAGE DE TAURILLONS
 CONSOMMANT LE MAÏS PLANTE-ENTIERE
 PRODUIT SUR L'EXPLOITATION

	Kilogrammes par hectare			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
+ Contenus dans les aliments :				
Maïs-ensilage, 11 t de M.S.	150	60	150	
Poudre de lait, 1,7 q	8	3	3	
Granules et concentrés, 6 q	12	6	4	
Tourteau de soja, 17 q	120	27	40	
Complément minéral 8-16, 2,1 q	0	38	0	
TOTAL	290	134	197	
— Ventes des animaux :				
Poids vif acquit, 2,1 t	50	34	10	
= Contenus dans les déjections :				
(dans 40 m ³ de lisier)	240	100	187	
+ Contenus dans le lisier	240	100	187	
— Provenant du maïs	150	60	150	
— Pertes par lessivage	50	1	10	20
TOTAL	200	61	160	170
= Gain pour l'exploitation	+ 40 ?	+ 39	+27*	+17*

126 (*) Les pertes de potasse par lessivage varient en fonction de la texture du sol et de la pluviométrie ; nous avons fait deux hypothèses : 10 ou 20 kg.

Enfin, le cas de production mixte de bovins et porcins, les porcs étant en élevage hors sol, est intéressant à examiner.

En Bretagne, dans de nombreuses exploitations, les bovins sont nourris avec les productions fourragères et les porcins grâce à des achats d'aliments au commerce.

En élevage traditionnel, nous avons vu que les doses d'entretien sont au maximum de 40 P_2O_5 et de 40 K_2O . Ces doses sont fournies par 10 m³ de lisier de porc, soit par 5 porcs charcutiers logés par hectare de S.A.U. Ce chargement est faible puisque la recommandation ministérielle est de 10 porcs logés/ha et que des chargements de 20 à 30 porcs logés/ha sont fréquents. Dans ce type d'exploitation mixte, ce sont les aliments des porcs qui, transformés en lisier tiendront lieu de fertilisation. *Le tableau n° 4* permet de mieux connaître ce qu'apporte en fertilisants un élevage de porcs entièrement hors-sol.

TABLEAU N° 4

ÉLÉMENTS FERTILISANTS APPORTÉS
PAR UN ÉLEVAGE DE PORCS ENTIÈREMENT HORS-SOL

Porcs logés	Porcs produits/an	Lisier non dilué produit	Éléments fertilisants en kg		
			N	P_2O_5	K_2O
5	12	10 m ³	55	40	35
10	25	20 m ³	110	80	70
20	50	40 m ³	220	160	140

4. L'exemple du Finistère.

Dans ce département on assiste, depuis une vingtaine d'années, à un accroissement considérable du nombre des animaux, soit comme conséquence des élevages hors-sol, soit comme conséquence de l'intensification fourragère et, notamment, de la culture du ray-grass d'Italie. Le nombre de porcs présents a été multiplié par 5 entre 1950 et 1972 et c'est, bien sûr, à une concentration des élevages que l'on assiste puisque 80 % de la production porcine totale est le fait des exploitations possédant plus de 100 porcs. La densité porcine est aujourd'hui d'environ 2,8 porcins par hectare de S.A.U.

Si l'on fabrique dans les usines finistériennes 500.000 tonnes d'aliments du bétail, cet aliment est destiné pour moitié aux élevages de volailles.

Les bovins à viande étaient deux fois plus nombreux en 1973 qu'en 1960, mais si le nombre des vaches laitières est assez stable depuis cette date, la production par animal est passée de 1.500 à 3.100 litres par lactation.

Le Finistère possède 1,7 U.G.B. par hectare de Surface Fourragère Principale, la moyenne française se situant aux alentours de l'unité d'U.G.B. par hectare de S.F.P.

Le département du Finistère est caractérisé par un rapport S.F.P./S.A.U. égal à 60 % et par un rapport cultures fourragères/S.F.P. égal à 72 %. Les cultures fourragères sont, aujourd'hui, essentiellement à base de ray-grass d'Italie et de maïs.

La consommation des engrais qui était de 150 unités (N + P₂O₅ + K₂O) en 1965-66 est passée à 267 unités en 1972-73, soit une consommation qui se situe parmi celle des vingt premiers départements français avec la répartition suivante :

$$N = 99, \quad P_2O_5 = 103, \quad K_2O = 65.$$

Une estimation très grossière nous fait penser qu'en plus de ces 103 unités P₂O₅, les apports moyens dus aux entrées dans le département de farines, de tourteaux de soja et de compléments minéraux peuvent se chiffrer à une vingtaine d'unités.

L'analyse chimique des sols et, spécialement, la teneur en P₂O₅ assimilable doivent refléter cette situation ; c'est ainsi que nous présentons dans le *tableau n° 5* une évolution des teneurs en P₂O₅ et K₂O à partir de quelques points de repère constitués soit par des études de commune, soit par les échantillons arrivant au laboratoire pour analyse.

Dans le tableau 5 nous constatons :

1. Entre 1950 et 1974, une diminution très importante des parcelles pauvres et très pauvres en P₂O₅. La disparition des parcelles pauvres chez les éleveurs intensifs.
2. L'apparition de parcelles très riches (> 0,40 % de P₂O₅ citrique) chez les éleveurs à qui nous pouvons conseiller la suppression de tout engrais phosphaté étant donné que leur exploitation est déjà en bilan positif grâce au retour au sol des déjections.
3. Un accroissement très net des parcelles bien pourvues en K₂O échangeable.

TABLEAU N° 5
ÉVOLUTION DES TENEURS EN P₂O₅ ET K₂O ASSIMILABLES
DES TERRES DU FINISTÈRE

	P ₂ O ₅ citrique		K ₂ O échangeable Sols bien pourvus
	Sols pauvres et très pauvres	Sols très riches	
Région de Châteaulin (1950)	88 % < 0,15 ‰	0	
Commune de Locarn (22) (1958)	79 % < 0,15 ‰	0	39 % ≥ 0,20 ‰
Commune de Kerfeunten (1963)	79 % < 0,15 ‰	0	35 % > 0,15 ‰
Pour 600 terres arrivant à la Station (1969)	58 % < 0,25 ‰	15 % > 0,40 ‰	63 % > 0,15 ‰
Pour 600 terres arrivant à la Station (1974)	35 % < 0,25 ‰	26 % > 0,40 ‰	75 % > 0,15 ‰
	dont		
	8 % < 0,15 ‰		
Pour 200 terres d'élevages intensifs (1973)	13 % < 0,25 ‰	50 % > 0,40 ‰	75 % > 0,20 ‰

La sélection d'élevages intensifs dont il est question dans la dernière ligne du tableau correspond à une enquête faite par le S.U.A.D. auprès de 61 élevages dont 51 élevages de porcs ayant le plus souvent un chargement compris entre 20 et 30 porcs à l'engrais par hectare de S.A.U.

Le niveau de P₂O₅ assimilable atteint dans les sols de ces élevages est, bien sûr, encore assez rare, mais il nous indique en tout cas la direction vers laquelle évoluent les sols de Bretagne puisque les départements des Côtes-du-Nord et du Morbihan ont des productions animales très comparables.

Conclusions.

L'introduction d'animaux sur une exploitation permet une réduction des achats d'engrais et une forte intensification de l'élevage conduit à l'achat au commerce de compléments azotés et phosphatés qui peuvent permettre une suppression des engrais minéraux. Si les animaux sont entièrement nourris par des aliments achetés (élevages hors-sol), les déjections peuvent tenir lieu, à plus forte raison, d'engrais azotés, phosphatés et potassiques.

Pour un certain nombre de types théoriques d'exploitation (*tableau n° 6*), on a calculé les achats moyens d'engrais nécessaires par hectare et par an, en supposant :

TABLEAU N° 6
ACHATS MOYENS D'ENGRAIS NÉCESSAIRES
POUR DIVERS MODÈLES D'EXPLOITATIONS AGRICOLES

	<i>unités/an</i>		
	P ₂ O ₅	K ₂ O	N
1. Assolement sans bétail (type nord de la France), collets de betteraves et pailles enfouies	60	100	130
2. Cultures légumières sans bétail (artichauts, choux-fleurs, petits pois), résidus de récolte enfouis ..	35	50	120
3. Laitières 3/4 S.A.U. + pommes de terre 1/4 S.A.U., achats de farines, tourteaux et C.M. * ..	15	80	150
4. Laitières sur toute l'exploitation (10.000 l/ha), achats de farines, tourteaux et C.M.	0	30	250
5. Viande bovine :			
— poids vif produit : 500 kg/ha/an	10	13	80
— poids vif produit : 1.000 kg/ha/an	20	15	160
6. Laitières 1/2 S.A.U. + maïs-grain 1/2 S.A.U. pour les porcs :			
— 7 porcs logés/ha S.A.U., soit 17 porcs produits par an et par ha S.A.U. <i>Gains</i>	+ 30	+ 0	125
Achats de compléments au commerce			
7. Porcs sur toute l'exploitation en maïs-grain :			
— 14 porcs logés/ha S.A.U., soit 35 porcs produits par an et par ha. <i>Gains</i>	+ 60	+ 40	+ 0
8. Porcs en hors-sol :			
— 5 porcs logés/ha S.A.U., soit 12 porcs produits par an. <i>Gains</i>	+ 36	+ 26	+ 60
— 10 porcs logés/ha S.A.U. : 25 porcs/ha/an. <i>Gains</i>	+ 75	+ 55	+ 125
— 20 porcs logés/ha S.A.U. : 50 porcs/ha/an. <i>Gains</i>	+ 150	+ 110	+ 250

- les sols amenés au niveau de l'entretien pour P_2O_5 et K_2O ;
- toutes les déjections animales restituées au sol.

Ce tableau appelle les commentaires suivants :

A partir du type n° 3, il y a introduction d'animaux et diminution de besoins en P et K ; à partir du type n° 6, il y a des gains.

L'exploitation qui aura les besoins les plus faibles en engrais minéraux est celle qui fera consommer toutes ses productions végétales par des animaux et qui récupérera au maximum toutes les déjections pour les épandre sur les sols.

Dans le cas d'une exploitation hors-sol, on peut admettre que le m³ de lisier peut être valorisé à 15 ou 20 F.

Si les bilans d'éléments fertilisants au niveau de l'exploitation peuvent se calculer d'une manière rigoureuse pour le phosphore, le potassium, le magnésium, le calcium, il en est différemment de l'azote. Beaucoup d'incertitudes subsistent, par manque de résultats expérimentaux, en ce qui concerne les pertes de nitrates par lessivage, les pertes par volatilisation d'ammoniac au-dessus des fosses et entre le moment de l'aspersion sur le champ et l'enfouissement du lisier.

Dans l'exploitation des graminées fourragères, enfin, il y a quelques difficultés pour utiliser la valeur azotée des lisiers. En période d'été, on provoque généralement des brûlures de l'herbe et, d'autre part, les laitières peuvent bouder le pâturage après un apport de lisier de bovins.

Il faut donc envisager de toute manière un certain recours aux engrais azotés minéraux pour exploiter à l'optimum les cultures de graminées fourragères à pâturer. L'ammonitrate sera particulièrement conseillé puisqu'il élève moins le taux des nitrates dans l'herbe très jeune qu'un engrais azoté entièrement nitrique.

M. COPPENET,

I.N.R.A., Station d'Agronomie de Quimper.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

M. COPPENET (1974) : L'épandage du lisier de porcherie. Ses conséquences agronomiques. *Ann. Agron.*, 1974, 25 (2-3), 403-423.

132 M. COPPENET (1975) : Plans de fumure dans les exploitations d'élevage, pp. 97-104, numéro hors série *Fermes modernes*.

B i l a n d e s
éléments fertilisants