

Bilan apparent des minéraux et systèmes de production. Essai de hiérarchisation des systèmes à partir des réseaux d'élevage

A. FARRUGGIA, L. PICHOT, C. PERROT,

Institut de l'Elevage, 149 rue de Bercy 75595 Paris cedex 12

avec la collaboration des ingénieurs des réseaux d'élevage pour le conseil et la prospective.

RÉSUMÉ – Le bilan minéral apparent de l'azote, du phosphore et du potassium à l'échelle de l'exploitation agricole est un outil de diagnostic des risques de pollution du milieu et de gaspillage des éléments minéraux. L'exploitation est considérée comme une boîte noire et on ne comptabilise que les flux : les entrées par les fertilisants, les concentrés, les fourrages achetés et les sorties par le lait, la viande et les autres cultures de vente. Dans le cadre du conseil à l'éleveur, l'interprétation du résultat de ce bilan devient pertinente lorsqu'on compare l'excédent calculé aux résultats d'exploitations de référence ayant un système de production comparable que l'on juge optimisé. L'objectif de cette étude est de contribuer à l'élaboration de ce référentiel en travaillant sur les réseaux d'élevage coordonnés par l'Institut de l'Elevage. Une classification et hiérarchisation des types de systèmes de production à partir des résultats des bilans sur l'ensemble des grandes régions d'élevage a ainsi pu être réalisée.

Mineral balance and farming systems

A. FARRUGGIA, L. PICHOT, C. PERROT,

Institut de l'Elevage, 149 rue de Bercy 75595 Paris cedex 12

SUMMARY – The nitrate, phosphorus and potassium balance is a tool to estimate the risk of pollution and nutrients wasting on a farm. This balance is defined as the difference between inputs of nutrients (mineral fertilizers, concentrates...) and outputs on a farm. In order to advise farmers, it is necessary to compare the nutrient surplus calculated on a farm to the results of pilot farms with the same farming system. The Institut de l'Elevage has developed a network of reference farms which covers the whole diversity of french farming systems. This paper describes the classification and hierarchy of these systems based on the nutrients surplus.

LE PRINCIPE DU BILAN APPARENT DES MINÉRAUX

Le bilan apparent est un outil de diagnostic à l'échelle de l'exploitation agricole qui permet de mettre en évidence le potentiel polluant pour l'azote, le phosphore et le potassium et les économies possibles en éléments fertilisants. Ce bilan a été développé par la station d'agronomie INRA de Quimper et est largement utilisé dans les pays du Nord de l'Europe. Le principe consiste à relever pour un exercice donné, les entrées d'éléments minéraux (achats d'engrais, d'aliments, d'animaux...) et les sorties (vente des produits d'origine animale : lait, viande et les produits végétaux) de l'exploitation, celle-ci étant considérée comme une boîte noire. La fixation symbiotique est prise en compte uniquement dans le cas de cultures de légumineuses pures. Toutes ces quantités physiques sont multipliées par leur composition respective en N, P et K afin d'obtenir les éléments minéraux.

Les excédents ainsi mis en évidence indiquent que le système «se charge» en N, P ou K.

Pour l'azote, cet excédent est perdu sous forme de nitrates dans l'eau ou dans l'air par volatilisation ou dénitrification, ou bien encore, il est conservé dans le sol et augmente le stock de matières organiques minéralisables en créant un risque supplémentaire lorsqu'il y a conjonction de pratiques et de périodes climatiques favorables à la minéralisation (Benoit, 1992).

Le devenir des excédents de phosphore et de potassium est relativement plus facile à interpréter. La majeure partie des excédents se stocke dans le sol. Le phosphore est très peu sujet au lessivage mais davantage au ruissellement et peut entraîner des phénomènes d'eutrophisation des cours d'eau. Le potassium présente des risques de lessivage plus faibles que les nitrates, qui semblent sans conséquences pour l'environnement.

INTÉRÊTS ET LIMITES

Cet outil de diagnostic apparaît intéressant sur différents points :

- il est démonstratif puisqu'il met en lumière la **faiblesse et le plafonnement des exportations des minéraux par les productions animales** par rapport au niveau des intrants par les engrais minéraux et les concentrés,

- c'est un outil pédagogique pour les éleveurs car il est **facile à comprendre** dans son principe et relativement **facile à réaliser**,

- il permet de **cerner tous les risques potentiels** de pollution mais il donne un résultat global qui ne préjuge pas de la répartition des différents niveaux de pertes (part de la volatilisation, du lessivage...). C'est ainsi un premier **indicateur «d'alerte»**,

- il ne fait **pas appel à des normes** hormis celles de composition, ce qui en fait un outil **«universel»** et d'une bonne **fiabilité**,

- il permet le **suivi dans le temps** d'une exploitation avec des mesures des excédents d'éléments minéraux sur l'exploitation suite à des changements de pratiques.

Il présente toutefois des **limites dans sa réalisation** et nécessite quelques précautions quant à son **interprétation** :

- la quantité d'azote fixée par les associations prairiales est très difficile à cerner, or elle peut être très importante dans certains systèmes,

- toutes les exploitations n'ont pas d'enregistrements physiques des aliments et des engrais achetés,

- un résultat de bilan satisfaisant peut cacher des pratiques à risques à l'intérieur du système comme par exemple une concentration des engrais de ferme sur une surface réduite,
- à système égal, l'excédent est plus important dans des régions à faible potentiel, ce qui milite pour une **interprétation des résultats du bilan par région** (Simon et al, 1994),

- dans le cadre d'un **conseil à l'éleveur**, un résultat du bilan dans l'absolu ne veut rien dire. L'interprétation du bilan devient pertinente lorsqu'on compare l'excédent calculé sur l'exploitation aux résultats d'une **exploitation «de référence»** avec un système de fonctionnement comparable que l'on juge optimisé vis à vis de la gestion des engrais de ferme, de la fertilisation minérale, de l'alimentation animale...

OBJECTIFS DE L'ÉTUDE ET MATÉRIEL DE TRAVAIL

Nous venons d'aborder l'intérêt et la nécessité d'un référentiel pour l'interprétation des résultats des bilans. L'objectif de cette étude est donc de contribuer à la construction de ce référentiel grâce à la mobilisation des données issues des réseaux d'Élevage (Chambres d'Agriculture et Institut de l'Élevage). Les références globales sont présentées sous forme de «cas-types» qui résultent d'une démarche de modélisation de la diversité des fonctionnements des exploitations suivies, en s'appuyant en particulier sur les plus efficaces d'entre elles sur le plan technico-économique.

Ces cas-types constituent pour notre étude une bonne base de travail qui permet de classer, de hiérarchiser les systèmes d'élevage en fonction des résultats des bilans, et d'étalonner ce bilan par type de systèmes.

Nous travaillerons sur un échantillon national de 96 cas-types bovins permettant de balayer la diversité des systèmes de production des régions d'élevage. On ne présentera pas ici le travail réalisé sur les cas-types ovins.

RÉSULTATS

1 - variabilité des résultats des bilans et des postes entrées-sorties sur l'échantillon global

- **sur l'azote** :

Les excédents varient de 2 kg/ha/an pour un système lait herbager de Franche Comté à 218 kg/ha/an pour un système naisseur avec hors sol porcs en Bretagne, ce qui peut sembler pas très élevé si on fait référence aux bilans des exploitations laitières hollandaises d'un réseau pilote qui atteignent en moyenne des excédents de 318 kg/ha/an (Mandersloot et al, 1995). En entrées, le poste des engrais minéraux atteint un maximum de 205 kg/ha/an, soit le double du maximum atteint par le poste alimentation avec 110 kg/ha/an ce qui correspond à un apport élevé de 1500 kg/vache d'un cas-type alsacien. Par comparaison, les sorties azotées des produits animaux plafonnent à seulement 50 kg/ha/an pour le lait, correspondant à une production importante de 14300 l/ha SFP, tandis que les sorties par la viande atteignent au grand maximum 45 kg/ha/an correspondant à un cas-type engraisseur très intensif des Pays de la Loire. En revanche, les sorties par les produits végétaux montent jusqu'à 105 kg/ha/an soit le double des produits animaux.

sur le phosphore (exprimé en P₂O₅)

Les excédents maximums sont équivalents à la moitié des excédents sur l'azote. Le poste entrées par l'alimentation pèse beaucoup sur ce bilan, traduisant ainsi la teneur en phosphore de l'alimentation animale au travers des concentrés et des condiments minéraux.

Les sorties tant pour le lait que pour la viande et les produits végétaux sont faibles.

sur le potassium (exprimé en K₂O)

La gamme de variation est équivalente. Ce sont les entrées d'engrais qui font le résultat puisque les entrées de potassium par l'alimentation, sont insignifiantes et que les sorties par les produits animaux mais plus particulièrement par la viande sont très faibles.

***les facteurs explicatifs du résultat**

Compte tenu de la faiblesse relative des exportations par les ventes des produits animaux, les postes d'importations engrais et alimentation auront un poids déterminant sur le

bilan, de même que le pourcentage de cultures de vente dans l'assolement puisque les exportations par les végétaux sont élevées. Ainsi, une régression multiple linéaire ne retenant que ces trois postes permet d'estimer le bilan azoté à 11 kg/ha près (écart-type avec $r^2 = 0,95$) :

$$\text{Bilan N/ha} = 0,92 \text{ N Engr./ha} + 0,58 \text{ unités N Conc./ha} - 1,18 \% \text{ SNF vendu} + 1,3$$

avec :

N Engr./ha = nombre d'unités N/ha apportées par les Engrais minéraux

N Conc./ha = nombre d'unités N/ha apportées par les Concentrés achetés

% SNF vendu = pourcentage de surface de cultures vendues / SAU.

2 - classification et hiérarchisation des types de systèmes à partir du bilan azoté

Nous présentons dans le tableau 1 les différents types de systèmes que nous avons étudiés.

Tableau 1
Les types de systèmes et leurs principales caractéristiques.

	Lait herbager (LH)	Lait spécialisé (LS)	Lait+viande (LV)	Lait+cultures (LC)
Chargement UGB ha SFP	0,64 à 1,5	1,3 à 3,2	1,2 à 1,9	1,3 à 3,3
% maïs SFP	< 10 %	13 à 51 %	13 à 52 %	27 à 78 %
Quotas	≤ 200 000 L	150 à 470 000 L	110 à 300 000 L	125 à 520 000 L
Lait/VL	3750 à 5900 L	4750 à 7170 L	5000 à 8270 L	5500 à 7740 L
% SNF/SAU	< 15 %	< 35 %	< 35 %	> 35 %
Nombre de cas- types étudiés	13	14	10	14

	Naisseur (N)	Naisseur- Engraisseur (NE)	Naiss-engr. intensif (NEI)	Naiss ou Naiss-engr. + cultures
Chargement UGB ha SFP	0,8 à 1,6	1,13 à 1,6	1,45 à 2,4	1,3 à 2,5
% maïs SFP	< 10 %	≤ 15 %	17 à 44 %	< 20 %
kg vifs/ha SFP	200 à 400 kg	< 500 kg	600 à 1170 kg	320 à 755 kg
% SNF/SAU	< 35 %	< 25 %	variable	≥ 42%
Nombre de cas- types étudiés	16	6	7	9

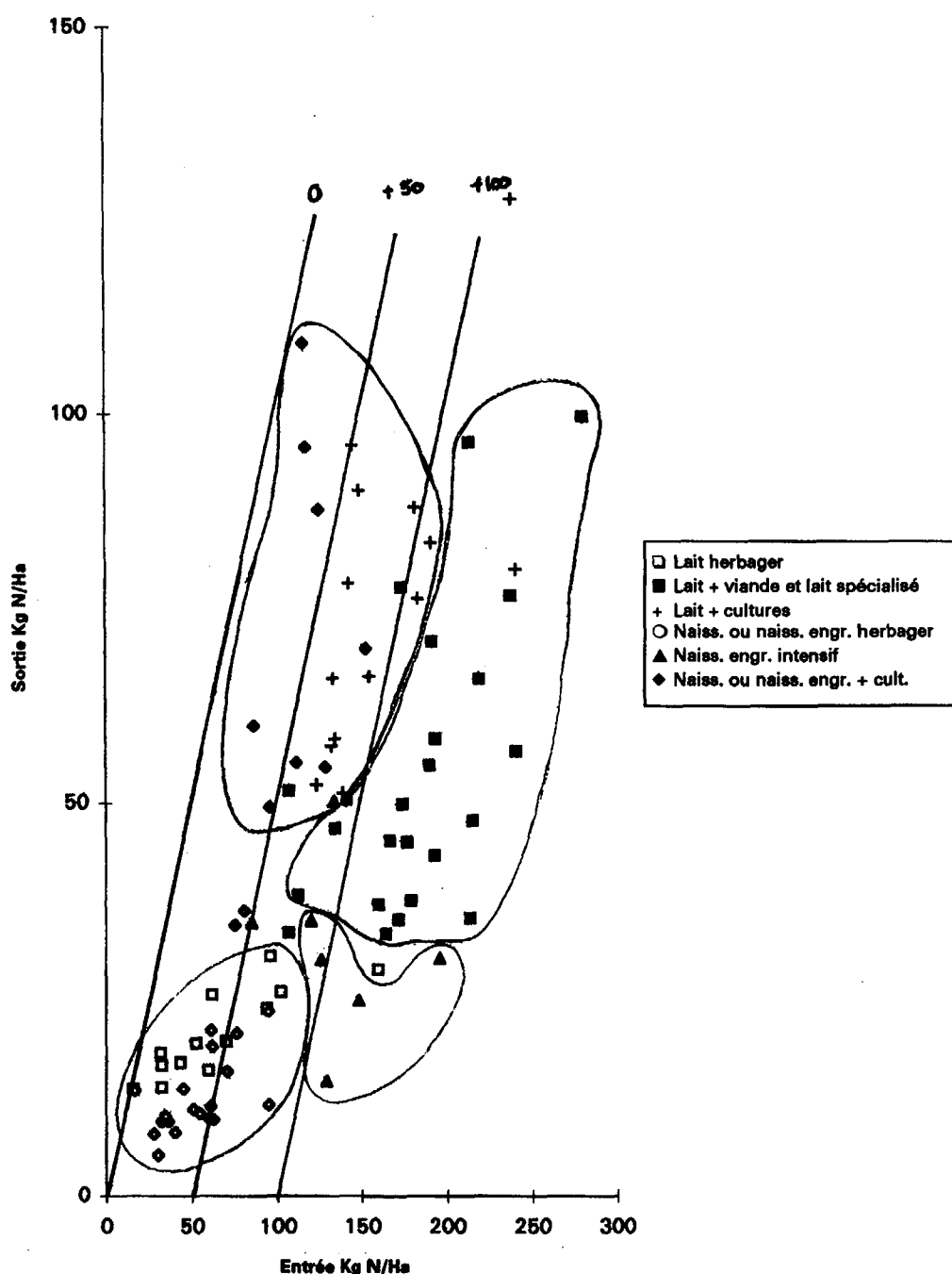
Le graphique 1 ci-dessous positionne les cas-types en fonction des entrées totales azotées en abscisses et des sorties totales en ordonnées. Les traits transversaux indiquent les niveaux d'excédents : 50-100-150 kg/ha/an. Apparaissent ainsi différents groupes :

- des systèmes avec des entrées et des sorties faibles : les systèmes naisseurs, laitiers herbagers et naisseurs-engraisseurs herbagers,
- des entrées importantes et des sorties faibles : les naisseurs-engraisseurs intensifs,
- des entrées importantes et des sorties « moyennes » de 40 à 50 kg/ha/an : les systèmes laitiers intensifs spécialisés ou avec un atelier viande,

- des entrées « moyennes » de l'ordre de 100 à 150 kg/ha/an pour des sorties importantes du fait de l'exportation par les cultures de vente : les systèmes laitiers ou naisseurs avec cultures de vente. Les systèmes naisseurs-engraisseurs ayant un peu moins de cultures ont des sorties en cultures de vente un peu moins élevées que les deux précédents.

Concernant le phosphore et le potassium, une classification par système en fonction des résultats est moins nette. En effet, l'effet région et « école de pensée » du raisonnement de la fertilisation phosphatée et potassique a une influence beaucoup plus importante que l'effet système.

Graphique 1
Les différents types de système suivant leurs niveaux d'entrées et de sorties d'azote.



3 - Etalonnage des types de systèmes

Le graphique 2 montre la gamme de variation par système avec, la médiane, le minimum et le maximum, ce qui permet de positionner par la suite dans le cadre du diagnostic, une exploitation «réelle» par rapport aux cas-types étudiés.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Le bilan apparent des minéraux semble être un premier niveau de diagnostic pertinent et opérationnel du risque de pollution et du gaspillage d'éléments minéraux d'une exploitation agricole d'élevage. Un premier travail de hiérarchisation et d'étalonnage des systèmes de l'ensemble des régions d'élevage pu être réalisé grâce aux modèles d'exploitation, les «cas-types», élaborés à partir des réseaux d'élevage.

La seconde partie de cette étude consistera à affiner le travail sur les «cas-types» en proposant notamment, par une étude sur des exploitations «réelles» de ces mêmes réseaux, des «valeurs repères» de bilan apparent par type de systèmes d'exploitation et par région, qui nous semblent acceptables

quant aux risques pour l'environnement et que chaque exploitant peut raisonnablement penser atteindre par une meilleure gestion des minéraux dans son système. Enfin, le bilan apparent peut apparaître comme une première étape d'un bilan environnemental plus complet et le début d'une action de sensibilisation sur la bonne gestion des engrais de ferme et sur l'alimentation azotée. Mais pour que cette sensibilisation puisse se transformer en modifications de pratiques sur la base des risques réels de pollution, il faudra disposer de clés de répartition des excédents d'azote par système de production et petite région. C'est là un chantier important et complexe... Alors que dans des régions de grandes cultures, il semble plus aisé d'établir des corrélations entre excédent d'azote et teneur en nitrates dans la nappe car les pertes par lessivage sont dominantes, il est beaucoup plus difficile de faire des prévisions quant au devenir de l'azote dans les régions d'élevage compte tenu des pertes gazeuses et des processus de réorganisation sous prairie qui peuvent être très importants dans ces systèmes.

Graphique 2
Bilans sur cas-types pour chaque type de système.

