

# Charges fertilisantes des effluents d'élevage

Période transitoire

---

Argumentaire  
entourant la méthode  
du bilan alimentaire



Denis Côté, IRDA

Mars 2003



MAPAQ  
Photos tirées de « Guide des Pratiques de conservation en grandes cultures »



CENTRE DE RÉFÉRENCE  
EN AGRICULTURE ET  
AGROALIMENTAIRE  
DU QUÉBEC

## TABLE DES MATIÈRES

1.	INTRODUCTION.....	1
2.	DESCRIPTION DE LA MÉTHODE DU BILAN ALIMENTAIRE.....	2
3.	NIVEAU DE CONFIANCE DE LA MÉTHODE DU BILAN ALIMENTAIRE .....	4
3.1	LES MONOGASTRIQUES .....	5
3.2	LES RUMINANTS .....	8
4.	COMPLÉMENTARITÉ AVEC D'AUTRES MÉTHODES POUR ÉVALUER LA CHARGE FERTILISANTE D'UN LIEU D'ÉLEVAGE .....	10
4.1	BILAN DE PHOSPHORE .....	10
4.2	L'ÉVALUATION DE LA CHARGE PHOSPHORE D'UN LIEU D'ÉLEVAGE.....	11
4.2.1	Protocole de caractérisation à la ferme des charges fertilisantes des effluents d'élevage.....	11
4.2.2	La méthode du bilan alimentaire .....	13
5.	CONCLUSION .....	13
6.	RÉFÉRENCES.....	14

# ARGUMENTAIRE ENTOURANT LA MÉTHODE DU BILAN ALIMENTAIRE

## 1. INTRODUCTION

Le ministère de l'Environnement du Québec (MENV) a introduit en juin 2002 le nouveau Règlement sur les exploitations agricoles (REA). Le REA vise un objectif d'atteindre d'ici 2010 un équilibre entre la capacité de support en phosphore des sols et la quantité épandue de matières fertilisantes pour la majorité des exploitations agricoles. Pour ce faire, le REA demande que l'on utilise deux outils de gestion des matières fertilisantes, soit le bilan de phosphore et le plan agroenvironnemental de fertilisation (PAEF).

Le bilan phosphore et le PAEF ont en commun qu'ils nécessitent d'évaluer la charge en phosphore issue d'un lieu d'élevage. La charge en phosphore d'un lieu d'élevage peut être évaluée par deux méthodes complémentaires, soit la méthode du bilan alimentaire ou la caractérisation des effluents d'élevage.

Le présent texte répond à l'un des livrables attendu dans le cadre du mandat donné au CRAAQ par les ministères de l'Environnement et de l'Agriculture. Pour cette fin spécifique, une équipe d'experts a été réunie afin de faire la lumière, d'un point de vue professionnel et scientifique concernant la méthode du bilan alimentaire. Cette équipe est constituée des personnes suivantes :

- Monsieur Candido Pomar, chercheur, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Lennoxville.
- Monsieur Denis Côté, chercheur, Institut de recherche et développement en agroenvironnement, Sainte-Foy.
- Monsieur Marquis Roy, conseiller, Coopérative fédérée de Québec, Montréal.
- Monsieur Charles Bachand, agronome, spécialiste de référence en alimentation animale, MAPAQ, Saint-Hyacinthe.
- Monsieur Raymond Leblanc, agronome, Fédération des producteurs de porcs, Longueuil.
- Monsieur Denis Provençal, agronome, ministère de l'Environnement, Québec.
- Monsieur Marc Trudelle, agronome, Organisme de gestion des fumiers, AGEQ, Saint-Hyacinthe, et représentant de l'Ordre des agronomes du Québec, OAQ.
- Monsieur Daniel Ouellet, chercheur, Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Lennoxville.
- Monsieur Chaouki Benchaar, chercheur, Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Lennoxville.
- Monsieur Jocelyn Magnan, agronome, CRAAQ.

Ce texte vise également à clarifier l'utilité du bilan alimentaire comme outil unique ou complémentaire à la caractérisation des effluents d'élevage.

## 2. DESCRIPTION DE LA MÉTHODE DU BILAN ALIMENTAIRE

La méthode du bilan alimentaire consiste à évaluer la différence entre les éléments apportés par la ration (N-P) et ceux que les animaux retiennent pour leur croissance et leur production. Cette différence constitue les éléments rejetés dans les déjections animales (les fèces et l'urine). L'équation de base de la méthode du bilan alimentaire est la suivante :

$$\text{Éléments ingérés} - \text{éléments retenus} = \text{éléments excrétés (N-P)}$$

Le résultat du calcul détermine les quantités d'éléments fertilisants excrétés par les animaux en fonction de leur alimentation. Ce résultat peut être exprimé en unités de masse, kilogrammes ou grammes d'azote, de phosphore et de potassium par tête, ou encore pour l'ensemble de l'exploitation agricole. À noter, que cette masse de matériel fertilisant excrétée est tributaire de la période pendant laquelle le bilan est effectué (par exemple, mois, année, etc.). Cette méthode, lorsque basée sur une collecte de données rigoureuse, permettra de prendre en compte les situations particulières de chaque élevage quant aux performances des animaux et aux modes de production et d'alimentation. Par ailleurs, cette méthode du bilan alimentaire est proposée dans des nombreux pays pour la détermination des rejets d'éléments fertilisants des porcs. Cette méthode peut aussi être généralisée à d'autres éléments fertilisants tels que l'azote, phosphore, potassium, cuivre, zinc, etc.

Ce type de résultat peut être utilisé pour déterminer la pression environnementale qui s'exerce sur une entreprise, ou encore, par la sommation de plusieurs entreprises, servir à évaluer une pression environnementale pour une entité géographique donnée (par exemple, municipalité, MRC, bassin versant).

La méthodologie de base permettant d'estimer les rejets d'azote, de phosphore et de potassium d'un animal est basée sur les paramètres suivants :

- a) À partir de l'évaluation d'aliments consommés pour une phase de production donnée, et du contenu en éléments (N-P) de ces aliments, il est possible de calculer la quantité totale d'éléments ingérés.

Par exemple, un porc à l'engraissement, pour la phase de production de 20 à 107 kg, avec un taux de conversion de 2,93, consomme 255 kg de moulée  $((107-20) * 2,93)$ . Si cette moulée possède une concentration de 16,5 % de protéines, cet animal a ingéré, pour cette phase de production, un total de **6,73 kg d'azote** (255 kg de moulée X 16,5 % de protéines divisé par 6,25 = 6,73 kg d'azote).

- b) La quantité d'éléments retenus par l'animal est connue, et relativement stable pour une phase de production donnée (grammes de N-P retenu par kilogramme de gain produit).

Par exemple, un porc à l'engraissement, pour la phase de production de 20 à 107 kg, retient 23 grammes d'azote par kilogramme de gain, ainsi la quantité totale retenue est de **2 kilogrammes d'azote** (87 kilogrammes de gain multiplié par 23 grammes/kg de gain = 2000 grammes = 2 kilogrammes).

- c) Par soustraction, on peut calculer la quantité d'azote rejetée dans l'environnement sous forme d'excréments.

Par exemple, un porc à l'engraissement, pour la phase de production de 20 à 107 kg, **va rejeter 4,73 kg d'azote** (6,73 kg d'azote ingéré – 2 kg d'azote retenu = 4,73 kg d'azote rejeté).

- d) À cette quantité d'azote rejetée, on peut attribuer des facteurs de pertes gazeuses ou encore majorer pour tenir compte de la contribution de la litière lorsque les élevages en nécessitent.
- e) Lorsque l'on connaît la quantité d'éléments fertilisants rejetée par tête, il suffit de connaître le nombre d'animaux élevés par place par année pour calculer la quantité rejetée par unité d'inventaire (quantité rejetée par place par an). En pratique, il est plus précis de faire le bilan alimentaire par unité de production. Pour ceci, on comptabilise les aliments achetés, l'inventaire d'animaux au début et à la fin de la période de bilan, les animaux vendus, achetés, morts, etc., pour ainsi calculer le total des éléments fertilisants en inventaire, importés et exportés pendant la période de bilan. Comme dans le cas antérieur, la différence entre les éléments fertilisants en inventaire et ceux importés et exportés nous donnera la quantité d'éléments qui a finalement été rejetée par les fèces et l'urine.
- f) Le même cheminement est utilisé pour évaluer la quantité rejetée de phosphore.

Il existe une grande variété de rations et d'aliments utilisés par les producteurs québécois, cependant, si les quantités d'éléments consommés peuvent varier, les éléments retenus sont, par ailleurs beaucoup plus stables et sont directement reliés au volume de production (kg de lait produit ou kg de gain réalisé). Par conséquent, à partir des équations de la méthode du bilan alimentaire, chaque conseiller peut ajuster les éléments rejetés pour tous les autres niveaux de production en fonction des caractéristiques de chaque entreprise étudiée. (À condition que la quantité d'aliments ingérés soit scrupuleusement notée).

La méthode du bilan alimentaire permet aussi d'illustrer la gestion des nutriments à la ferme. Par exemple, tout ce qui peut influencer la quantité d'aliments ingérés, ou la conversion alimentaire d'un animal, aura directement un impact sur la quantité de nutriments excrétés.

Des facteurs tels que l'amélioration de la génétique, la densité énergétique des aliments, la finesse de mouture de la moulée, le statut sanitaire, vont améliorer la conversion alimentaire et, par le fait même, diminuer la quantité d'aliments ingérés pour une phase de production donnée.

L'utilisation des trémies dans la production porcine diminue le gaspillage de moulée ainsi que la durée d'élevage. Par conséquent, moins d'aliments ingérés et moins de gaspillage d'aliments signifient automatiquement une diminution des rejets dans l'environnement.

Mais sans doute, un facteur important permettant de diminuer les rejets de nutriments (ou d'éléments fertilisants) est la diminution des niveaux de ces nutriments dans les aliments. Cette diminution doit néanmoins se faire sans affecter les performances zootechniques des animaux. Dans le cas de la protéine, ceci peut être atteint par un ajustement plus précis des apports d'acides aminés aux besoins des porcs, par une augmentation de la qualité de la protéine, c'est-à-dire, de l'équilibre entre les acides aminés et par l'ajustement progressif des apports en protéines aux besoins des animaux (alimentation multi-phase). Des principes similaires s'appliquent pour le phosphore et les autres nutriments de la ration. Par exemple, si dans l'exemple de la section antérieure nous diminuons le niveau de protéines de 16,5 à 14,5 %, les rejets d'azote diminueraient de 4,73 à 3,92 kg.

Depuis quelques années, certains chercheurs ont développé des méthodes pour prévoir les rejets provenant des élevages à partir de leur ration et des pratiques de régie. Au Québec, le Comité ad hoc sur l'agroenvironnement du CPAQ a publié en mai 1998 le guide « Estimation des rejets d'azote et de phosphore par les animaux d'élevage » qui concernait les productions de bovins laitiers, de bovins de boucherie et de porcs. Ce même comité publiait en juin 2001 des résultats pour les différentes productions avicoles.

Au Québec, certains conseillers agricoles utilisent la méthode du bilan alimentaire pour guider les entreprises à diminuer les rejets d'azote et de phosphore provenant de leur élevage. Ainsi, les entreprises qui ont une conduite alimentaire visant à réduire les rejets de nutriments dans l'environnement, bénéficient aussi des avantages économiques reliés à la diminution des coûts d'alimentation.

### **3. NIVEAU DE CONFIANCE DE LA MÉTHODE DU BILAN ALIMENTAIRE**

Le niveau de confiance à l'égard des résultats provenant de la méthode du bilan alimentaire est en lien avec différents éléments comme l'expertise du professionnel qui effectue le bilan alimentaire, la rigueur à avec laquelle on procède à la collecte des données, la précision avec laquelle les producteurs notent les quantités d'aliments servis ainsi que leur teneur en nutriments.

En ce qui concerne les systèmes d'élevage comprenant des monogastriques tels les volailles (poulets et dindons), le porc, et les poules pondeuses, on pourrait penser que la réalisation du bilan alimentaire est plus facile dû au fait que ces systèmes d'élevage sont relativement clos. Pour ces types d'élevage, les cycles d'élevage, l'alimentation et les performances zootechniques sont bien connus, voir même standardisés. Chez les ruminants, tels que bovins

laitiers, bovins de boucherie et moutons, impliquant des périodes où les animaux vont au pâturage, certaines données peuvent s'avérer moins standardisées.

Dans la réalité, dans un cas comme dans l'autre, le niveau de confiance sera directement relié à la précision de la collecte de données. Cela implique une rigueur de la part du professionnel et un bon système de compilation de données de la part des éleveurs.

Ce présent chapitre a pour but de mettre en lumière différents éléments pouvant affecter le niveau de confiance de la méthode du bilan alimentaire pour les monogastriques et les ruminants.

### 3.1 LES MONOGASTRIQUES

Comme la méthode consiste à évaluer la quantité de phosphore importée sur la ferme par les aliments, et d'y soustraire la quantité de phosphore exportée par la production sous forme de carcasse, la fiabilité et la valeur des résultats dépendront de la rigueur utilisée lors de la collecte des données à la ferme.

Premièrement, lors de **l'évaluation de la quantité de phosphore importée** par la ferme pendant une période donnée, il faudra porter toute notre attention sur différents éléments de la collecte de données. Par exemple, dans le cas où les aliments proviennent de l'extérieur de la ferme, les factures et les bons de pesée de la meunerie sont des éléments importants. Un œil averti saura déceler d'éventuelles erreurs reliées à la collecte de données à l'aide du calcul de la conversion alimentaire qui sera calculée avec ces données. Si celle-ci est trop basse ou trop haute par rapport à une moyenne connue, cela indiquera au professionnel une erreur dans la collecte de données. Par exemple, s'il s'agit d'une maternité, les quantités d'aliments consommés par tête (ou truie) par an étant assez constantes, cela permettra facilement de détecter les erreurs (quantités manquantes ou en trop). Dans le cas où il semble y avoir une erreur, il faudra vérifier toutes les factures d'aliments livrés à la ferme et vérifier, par exemple, des données manquantes, ou encore des données saisies en double (livraisons entrées en double ou des données saisies aux mauvais endroits, aliments truies placés parmi les aliments porcs). Il demeure toujours possible de croiser l'information auprès du fournisseur d'aliments, car ce genre d'information est disponible dans chaque compte client. Dans le cas où les quantités d'aliments livrés semblent être anormales, parce que trop faibles ou trop élevées par rapport aux autres quantités reçues lors des autres semaines, elles devront être expliquées, par exemple par le jeu des inventaires (le nombre de porcs ou de truies présent peut varier pendant l'année). Outre ces informations sur les quantités, le professionnel devra noter les teneurs en phosphore de chacun des aliments reçus à la ferme pendant la période considérée. S'il se produit d'éventuels changements de formulation en cours de route, ceux-ci doivent être obligatoirement indiqués au dossier.

Si les aliments sont fabriqués à la ferme, il est essentiel qu'il soient pesés et que les informations soient notées dans un registre, afin de permettre des vérifications sur les quantités d'aliments fabriqués durant une période donnée. Encore ici, les quantités fabriquées à chaque semaine devraient être assez stables, à moins qu'il n'y ait des variations d'inventaire. De plus, il est essentiel que la ferme tienne un registre où l'on retrouve les quantités de minéraux achetés par l'entreprise afin de vérifier si les quantités de minéraux importés sur la ferme correspondent aux quantités d'aliments fabriqués. Cette dernière vérification est justifiée par le fait que les quantités de minéraux effectivement incorporés par tonne d'aliments sont parfois différentes des celles prescrites par les fournisseurs. Notons ici que les systèmes qui permettent de faire le suivi des quantités d'aliments fabriqués sur une base volumétrique (au lieu du poids), ne sont pas assez précis. Il est recommandé de se prévaloir d'une balance à la ferme afin que les calculs donnent des résultats fiables. Finalement, dans les cas où le producteur achète les ingrédients simples (pierre à chaux, phosphate bicalcique, etc.) pour la fabrication des aliments à la ferme, il devra y avoir concordance entre la quantité d'ingrédients achetés pendant la période considérée et la quantité pesée et réellement intégrée dans les aliments fabriqués à la ferme.

Enfin, quelle que soit la façon dont l'entreprise se procure ses aliments, une fois ceux-ci entrés sur la ferme, il faudra les additionner aux inventaires de départ (car ceux-ci ont été consommés durant la période), et leur soustraire les inventaires de fin de période afin de déterminer ce qui a été consommé en cours de la période considérée pour le calcul du bilan alimentaire. Cette quantité consommée représente le phosphore « P » importé sur la ferme.

Noter que le calcul de la conversion alimentaire est une façon très rapide de juger le résultat obtenu. Si celle-ci est anormalement basse par rapport à une moyenne jugée acceptable, cela indique que des quantités d'aliments achetés ou fabriqués sont peut-être manquantes. À l'inverse, cela indiquera que des données ont peut-être été saisies en double.

Noter qu'il est fortement recommandé de procéder, en cours d'année, à des analyses chimiques des aliments afin de confirmer leur teneur en phosphore. Cela permettra, d'une part de vérifier si ces aliments contiennent les concentrations désirées, et d'autre part, d'augmenter le niveau de confiance de la méthode.

Deuxièmement, il faudra procéder au **calcul de la quantité de phosphore exportée** par la production de la ferme. Par exemple, en production porcine, cette partie consiste à calculer les porcelets produits pour une maternité ou les porcs produits pour une unité de croissance. Ce calcul sera fait à l'aide d'un logiciel de gestion technico-économique tel que « Pig Champ ou Winporc ». Si celui-ci n'est pas disponible sur la ferme, il sera difficile de faire le calcul des animaux produits de façon précise. Le résultat obtenu dans ce cas peut alors être très discutable (voir même inutilisable). Dans ces logiciels, il faudra retrouver l'inventaire des animaux au départ (nombre et poids), les animaux entrés en cours de période (nombre et poids), les animaux vendus (truiés, porcelets, porcs) avec leur nombre et leur poids, les animaux morts en cours d'élevage (nombre et poids), les animaux auto-consommés à la ferme



ou vendus en dehors du circuit principal (nombre et poids) et l'inventaire de fin de la période. Le logiciel devra être en mesure de donner l'inventaire de fin, et ce résultat devrait être exactement la même qu'un décompte effectué dans le bâtiment.

Une vérification des mouvements d'animaux en cours de période permettra de déceler d'éventuelles erreurs. Par exemple, des semaines manquantes au niveau des entrées ou des sorties d'animaux doivent être explicables. Une absence totale de mortalité n'est pas possible. Le simple fait d'avoir une quantité de porcs reçus à l'encan électronique n'est pas suffisant pour évaluer les porcs vendus par une entreprise et faire un bilan alimentaire. Des animaux morts entrés dans le logiciel sans poids et sans date, laissent présager un doute sur la précision de la saisie de données. Si tel est le cas, on devra aussi douter du résultat provenant de la méthode du bilan alimentaire.

En ce qui concerne **les éléments retenus** par l'animal, l'azote est retenu par les animaux en croissance sous forme de protéine, laquelle est la constituante principale des muscles. Pour l'azote, et donc pour la protéine, les taux de rétention corporels sont très variables entre les animaux, ceci reflétant les différences qui existent entre les différentes lignées génétiques et les régies d'alimentation. Des valeurs de 23 g/kg de gain de poids vif avaient été suggérées en 1998 par le Comité ad hoc sur l'agroenvironnement (CPAQ, 1998), mais cette valeur reste une moyenne générale. Des estimations plus précises de la quantité d'azote retenue par les animaux en croissance pourraient être obtenues avec des mesures indirectes telles que le poids vif et les épaisseurs de gras et muscle dorsal sur les animaux vivants ou sur les carcasses. Le rendement en viande bouchère obtenu à l'abattoir pourrait aussi être mis à contribution pour estimer l'azote retenu chez les porcs en croissance.

En ce qui concerne le phosphore, son taux de rétention est moins variable que celui de l'azote. Les références utilisées en 1998 (Comité ad hoc sur l'agroenvironnement ; CPAQ, 1998) pour le calcul de la rétention corporelle provenaient des données recueillies au Québec (Dourmad *et al.*, 2002), avec des marges de sécurité importantes inspirées de la démarche européenne à cet égard (CORPEN, 1996). En accord avec la bibliographie récente (Dourmad *et al.*, 2002), les valeurs de phosphore retenues se situaient entre 5,0 et 5,5 g de P/kg de gain de poids, ce qui est plus représentatif des valeurs observées au Québec (Pomar, 1996) et ailleurs (Poulsen *et al.*, 1999 ; van der Peet Schwing, 1999). La valeur de 5,3 g de P/kg de poids vif, quel que soit le type d'animal considéré, pourrait être prochainement retenue en France (Dourmad, communication personnelle). Cette valeur est comparable à celles utilisées aux Pays-Bas (5,0-5,5) et au Danemark (5,5). Quelle que soit cette valeur, il semble qu'elle soit peu affectée par le type de génétique ou système de production.

En conclusion, si une entreprise utilise un logiciel de gestion technico-économique, celui-ci doit être utilisé de façon rigoureuse. De plus, il est recommandé que les résultats soient validés par un professionnel qualifié. Dans de telles conditions, le calcul des rejets par la méthode du bilan alimentaire accusera un niveau de confiance satisfaisant.

### 3.2 LES RUMINANTS

Les rations des ruminants, bovins laitiers et de boucherie en particulier, sont composées de multiples sources d'ingrédients. Ces ingrédients ont des concentrations variables en azote et en phosphore. Pour les éleveurs, la connaissance de cette variabilité est essentielle pour minimiser les coûts d'élevage, car elle leur permet de formuler les rations conformément aux besoins des animaux et selon leur niveau de production. La variation la plus importante est probablement associée à la teneur en azote du fourrage ingérée par ceux-ci. Cependant, l'industrie ayant déjà observé cette grande variabilité, pratique depuis longtemps l'évaluation de la teneur en azote des fourrages. Dans le cas des vaches laitières, où les besoins en azote sont les plus fluctuants, des programmes alimentaires très sophistiqués ont été développés par les intervenants du milieu pour formuler des rations qui complètent les fourrages pour répondre aux besoins des animaux. Au Québec, plus de 75 % des troupeaux laitiers sont inscrits au Programme d'analyse des troupeaux laitiers du Québec (PATLQ, 2001) et ceci ne tient pas compte de tous les intervenants qui ont des experts qui font le suivi des troupeaux sur des bases individuelles.

En ce qui concerne les moulées produites par les fabricants spécialisés, les producteurs en connaissent la teneur en azote et en phosphore. Des registres indiquent clairement les livraisons et les types de moulées livrées à la ferme, ce qui permet d'estimer avec précision l'importation d'azote ou de phosphore.

Lorsque les aliments sont produits à la ferme, il faudra appliquer les mêmes principes de base que ceux émis précédemment pour les monogastriques. Ainsi, il faut connaître la quantité d'aliments livrés et leur contenu en azote et en phosphore. Les grains ou aliments concentrés qui proviennent de la ferme et qui sont utilisés dans la fabrication des rations doivent être quantifiés et dosés. Les teneurs en azote et en phosphore de ces aliments, « dits concentrés » sont peu variables (NRC, 2001).

Par la suite, il faut connaître les quantités d'azote et de phosphore qui sont exportées de la ferme. Pour les troupeaux laitiers, la comptabilisation des quantités de lait livrées est enregistrée de manière très rigoureuse, de même que l'analyse de sa teneur en azote, car les producteurs sont rémunérés, en outre, sur ces deux paramètres. La gestion des quotas a nécessité le développement d'un système fiable et équitable. Pour ce qui concerne la teneur en phosphore du lait, elle est facile à déterminer et peu variable (0,083 à 0,100 %; NRC, 2001). De plus, il faut tenir compte des animaux qui quittent l'élevage, comme les veaux mâles et les vaches de réformes, qui sont des unités animales dont disposent régulièrement les producteurs laitiers.

Les élevages de veaux de lait, veaux de grain ou la finition de bovins de boucherie ressemblent en beaucoup de points à la situation des monogastriques. Ce sont des systèmes d'élevage relativement clos. L'entrée d'azote et de phosphore dans ces systèmes est bien quantifiée par les relevés d'achats des aliments. L'exportation de la ferme des produits est bien connue dans

ces systèmes. Les performances zootechniques (conversion alimentaire) de ces types d'élevage sont suffisamment connues et détaillées pour déceler des omissions d'achats ou de livraisons de denrées.

Ajoutons que, les volumes de fumiers produits ne sont pas quantifiés par la méthode du bilan alimentaire et seront fonction, en outre, de la gestion de la litière.

L'azote retenu par les vaches laitières adultes représente une quantité faible (moins de 1 kg par an par animal) lorsque comparée à celle excrétée dans les fèces, l'urine ou le lait (total de 150 kg approximativement par an par animal ; CPAQ, mai 2001). Du point de vue de l'animal, c'est la composition de la ration et la production de lait qui déterminera l'azote rejeté. Il a été démontré que l'alimentation et la gestion du troupeau sont des technologies par lesquelles la réduction des pertes d'azote peut être modifiée rapidement. Par contre, l'amélioration de l'entreposage des fumiers et les méthodes d'application offrent moins d'opportunités, pour le moment, et requièrent plus d'investissement (Kohn *et al.*, 1997). L'azote retenu chez les bovins en finition, les veaux de lait ou de grain est bien établi (voir le résumé CPAQ, mai 1998).

Le phosphore a reçu beaucoup d'attention récemment de la part de la communauté scientifique à cause des risques potentiels qu'il représente pour l'environnement. Le nouveau guide des besoins nutritifs des bovins laitiers (NRC, 2001) du « National Research Council » des États-Unis a développé une approche factorielle des besoins des animaux laitiers. Cette approche scinde les besoins en phosphore selon les exigences des fonctions biologiques tels la croissance, l'entretien et la production de lait. De plus, chaque ingrédient a maintenant un facteur d'absorption qui lui est associé plutôt que l'utilisation d'un facteur moyen. Cette approche factorielle est plus précise que le système préconisé antérieurement. La gestion du phosphore pour les autres classes de production (veaux de lait, veaux de grain ou de finition de bovins de boucherie) est semblable à celle du porc. Les coefficients d'utilisation sont connus et les estimées moins variables que ceux obtenus chez la vache laitière. Le document produit par le comité *ad hoc* sur l'agroenvironnement (mai 1998) en témoigne.

Plusieurs notions composent le bilan de l'azote et du phosphore à la ferme. On retrouve à l'heure actuelle des programmes qui intègrent ces notions (Dou *et al.*, 1998; Rotz *et al.* 1999 ; Wattiaux, 2002). Il apparaît donc qu'au niveau de la ferme composée de ruminants, il serait possible de comptabiliser les entrées et les sorties d'azote et de phosphore de manière à faire des bilans alimentaires réalistes. Divers pays, par exemple l'Australie, le Danemark, la France, ont adopté des stratégies similaires pour la gestion de l'azote et du phosphore des fermes laitières et bovines (CORPEN, 1996). Ajoutons que plusieurs pays ont mis récemment à profit la contribution de plusieurs experts, scientifiques, chefs de programmes, informaticiens, etc., pour quantifier et faire la gestion durable de l'environnement agricole. Nous pouvons donc croire que plusieurs informations seront disponibles sous peu pour nous permettre d'améliorer la précision de la méthode du bilan alimentaire.

## **4. COMPLÉMENTARITÉ AVEC D'AUTRES MÉTHODES POUR ÉVALUER LES CHARGES FERTILISANTES D'UN LIEU D'ÉLEVAGE**

Le REA demande que l'on utilise deux outils de gestion pour gérer les charges fertilisantes d'un lieu d'élevage, le bilan de phosphore et le plan agroenvironnemental de fertilisation (PAEF).

Le bilan de phosphore et le PAEF ont en commun qu'ils nécessitent d'évaluer la charge en phosphore issue d'un lieu d'élevage. Cette charge en phosphore d'un lieu d'élevage peut être évaluée par deux méthodes complémentaires, soit la méthode du bilan alimentaire et la caractérisation des déjections à la ferme.

### **4.1 BILAN DE PHOSPHORE**

Le bilan phosphore d'un lieu d'élevage est un résumé de l'inventaire des charges de phosphore produites ou importées sous diverses formes (déjections animales, engrais minéraux ou autres matières fertilisantes valorisées) et la capacité de support des sols à disposer de ces charges de phosphore conformément aux abaques de dépôts maximums annuels en phosphore. Ces abaques sont présentés à l'annexe I du REA.

Le bilan phosphore est un outil à la ferme qui permet rapidement de déterminer la superficie minimale requise pour disposer de la charge en phosphore conformément aux abaques. C'est un outil de gestion relatif aux superficies d'épandage (achat, location ou entente d'épandage) afin de respecter la norme phosphore dans le temps (2005, 2008, 2010).

Le bilan de phosphore est en quelque sorte une photo de la dynamique d'une exploitation agricole prise à un moment donné. Le bilan de phosphore peut-être positif (les charges produites et importées sont supérieures à la charge qui peut être disposée sur les superficies en culture) négatif ou en équilibre. À l'échelle d'un territoire, la compilation des bilans de phosphore des exploitations agricoles permettra également de fournir une photo de la capacité de support en phosphore des sols de ce territoire.

Mentionnons que le REA oblige tout exploitant d'un lieu d'élevage existant le 15 juin 2002, de transmettre au ministère de l'Environnement le premier bilan de phosphore au plus tard le 15 juin 2003.

Les abaques de l'annexe I du REA fixent des dépôts maximums annuels en phosphore sur une parcelle. Ces dépôts maximums sont fixés pour chaque parcelle d'une exploitation et varient en fonction de quatre paramètres : la teneur en phosphore des sols, le taux de saturation en phosphore, le rendement et le type de culture par parcelle. Mentionnons que les abaques ne sont pas présentés comme des grilles de référence en fertilisation. Cependant, le contenu des abaques a été élaboré en tenant compte des connaissances scientifiques reliées au risque environnemental associé au phosphore.

## 4.2 L'ÉVALUATION DE LA CHARGE PHOSPHORE D'UN LIEU D'ÉLEVAGE

Le REA spécifie que la charge en phosphore d'un lieu d'élevage est déterminée de la façon suivante : *volume annuel en mètres cubes des effluents d'élevage produits par un lieu d'élevage multiplié par la concentration moyenne en phosphore en kilogrammes par mètres cubes de ces effluents d'élevage*. En d'autres termes, cette charge en phosphore repose sur la caractérisation des effluents d'élevage (volume et concentration). Mais, à défaut de cette caractérisation à la ferme, il est possible d'évaluer la charge en phosphore à partir de données de référence fiables (volume et concentration). La deuxième méthode utilisée est celle du bilan alimentaire. Il y a donc lieu de distinguer leur utilisation et leur complémentarité.

### 4.2.1 Protocole de caractérisation à la ferme des charges fertilisantes des effluents d'élevage

La caractérisation à la ferme des charges fertilisantes des effluents d'élevage implique la mesure des éléments suivants :

- Le volume et la masse des déjections animales produits pour un cycle d'élevage donné ;
- La teneur (concentration) en éléments fertilisants (N-P-K) de ces effluents d'élevage.

La caractérisation des effluents d'élevage doit être faite selon un protocole rigoureux afin de s'assurer de la représentativité de l'échantillonnage et, par conséquent, de la validité des résultats. Cette caractérisation, lorsqu'elle est effectuée à la sortie des bâtiments, avant exportation vers un lieu de stockage temporaire, permet d'évaluer les charges fertilisantes exportées. Lorsqu'elle est faite au moment de l'épandage, cela permet de connaître les charges fertilisantes épandues.

Il est recommandé qu'un professionnel puisse s'assurer que les données nécessaires à la caractérisation soient prises selon les règles de l'art.

De plus, la caractérisation des déjections devrait se dérouler sur au moins deux années afin d'obtenir des moyennes significatives.

La caractérisation à la ferme des effluents d'élevage permet :

- De connaître les volumes et les masses épandues annuellement par type d'élevage (exprimé en mètres cubes et en tonnes par animal) ;
- De connaître les teneurs en éléments fertilisants des déjections exprimées en kilogrammes par tonne ;
- De connaître la charge fertilisante totale épandue, exprimée en kilogrammes d'azote, de phosphore et de potassium (volume multiplié par teneurs) ;
- De mesurer la pression environnementale d'un lieu d'élevage ;

- De calibrer les doses d'épandage par parcelle ;
- De gérer des décisions sur le choix des types de déjections plus appropriés à un type de culture ;
- De prendre des décisions sur le choix de certaines pratiques culturales (application en post-levée, moment d'épandage) ;
- De connaître l'évolution de la concentration des déjections tout au long du chantier d'épandage ;
- De connaître les pertes d'éléments encourues entre la période d'entreposage et la période d'épandage ;
- De prédire les superficies utiles à la valorisation de l'ensemble des effluents d'élevage de l'entreprise ;
- De gérer l'enrichissement des sols ;
- Finalement de réaliser un plan de fertilisation en minimisant le risque environnemental tout en optimisant une ressource présente sur la ferme.

La caractérisation à la ferme a l'avantage de bien informer sur le matériel réellement épandu.

Cependant, dans le cas du bilan phosphore, il est important de comprendre que le volume caractérisé devra obligatoirement représenter la quantité produite par le cheptel pendant un cycle complet d'élevage (comparativement au volume sorti).

Voici quelques exemples où les résultats de l'échantillonnage ne pourraient pas être repris pour l'élaboration d'un bilan phosphore parce que ceux-ci ne représentent pas les charges fertilisantes totales produites par le cheptel:

- Dans le fumier liquide, il arrive souvent que les volumes sortis (épandus) sont inférieurs aux volumes produits par le cheptel. Prenons le cas d'une entreprise où la capacité d'entreposage est largement suffisante, et que les conditions météorologiques ne sont pas propices à l'épandage en fin de saison, les volumes sortis de la structure d'entreposage seront inférieurs aux volumes réellement produits par le cheptel.
- La qualité de brassage d'une structure à fumier liquide influence les charges fertilisantes sorties. Par exemple, une pompe de puissance insuffisante par rapport au diamètre d'une structure, fera en sorte que les particules solides migreront, par décantation, au fond de la structure. Dans un tel cas, le liquide est pompé, mais celui-ci est plus pauvre en matières fertilisantes. Par conséquent, même si l'échantillonnage est effectué de manière représentative, les résultats vont sous-estimer la quantité de matières fertilisantes produites par le cheptel. Par contre, les résultats seront plutôt fiables dans une optique de fertilisation.

- Dans le cas où les entreprises épandent du fumier solide vieilli ou composté (fumier de poulet ou fumier de mouton), les résultats d'un échantillonnage à l'épandage évaluent les éléments fertilisants après les pertes survenues lors du compostage. La caractérisation de ce type de fumier devrait avoir lieu à la sortie du bâtiment.

Par conséquent, Il est important de rappeler qu'il est recommandé de valider les résultats de l'échantillonnage avec ceux provenant de la méthode du bilan alimentaire.

#### **4.2.2 La méthode du bilan alimentaire**

La méthode du bilan alimentaire permet de prédire la quantité de nutriments (N-P) rejetés sous la queue des animaux, pour un lieu d'élevage pendant une phase de production (cycle d'élevage).

Tout comme la méthode de caractérisation à la ferme, la collecte de données qui servira de base pour le calcul du bilan alimentaire devra se faire selon un protocole rigoureux et nécessitera l'encadrement d'un professionnel en nutrition animale.

La méthode du bilan alimentaire permet :

- De connaître la quantité totale des rejets exprimés en kilogrammes d'azote, de phosphore et de potassium, par tête, par an, ou pour une période de temps pendant laquelle le bilan est effectué ; le résultat représente la quantité de nutriments rejetés sous la queue de l'animal ;
- De mesurer la pression environnementale d'un lieu d'élevage ;
- De prédire les superficies utiles à la valorisation de l'ensemble des effluents d'élevage de l'entreprise ;
- De mesurer rapidement l'impact d'une régie alimentaire sur les rejets de l'entreprise.

La méthode du bilan alimentaire a l'avantage d'informer rapidement sur la quantité d'éléments fertilisants produits ou rejetés par un lieu d'élevage suite à une modification de l'alimentation.

## **5. CONCLUSION**

Le résultat provenant de la méthode du bilan alimentaire est un indicateur intéressant pour valider les résultats obtenus lors d'une caractérisation des effluents d'élevage. Mentionnons que le bilan alimentaire ne fournit aucune donnée relative au volume de fumier ou de lisier produit par le cheptel. Le bilan alimentaire n'est donc par un outil destiné à l'élaboration d'un PAEF, cependant, il est un indicateur fiable pour évaluer entre autres la charge totale en phosphore.

Comme il a été mentionné, le bilan alimentaire est un outil pour quantifier la charge totale annuelle des éléments fertilisants rejetés par les animaux d'élevage dans une installation d'élevage d'un système d'exploitation donné. À ce titre, **le bilan alimentaire peut être efficacement utilisé pour la production du bilan de phosphore de l'exploitation.**

D'autre part, la caractérisation des effluents d'élevage au moment des épandages est un outil pour quantifier la charge totale de certains éléments fertilisants rejetés par les animaux d'élevage du même système d'exploitation donné, qu'ils soient entreposés dans un ouvrage de stockage ou en amas au champ. Un protocole efficace de caractérisation permet de définir la répartition de cette charge selon les moments d'épandage prescrits au PAEF de l'exploitation. **Cette approche peut également être utilisée pour la production d'un bilan de phosphore quand la caractérisation des volumes tient compte d'une année complète de production.**

Dans une approche globale de la gestion du phosphore à la ferme, il serait souhaitable : de réaliser, pour chaque entreprise, l'évaluation des charges fertilisantes provenant des lieux d'élevage par la méthode du bilan alimentaire ainsi que par la caractérisation des effluents d'élevage à la ferme. Pour fin de validation, les résultats obtenus par ces deux méthodes pourraient être comparés à des valeurs références.

## 6. RÉFÉRENCES

CORPEN, 1996. Estimation des rejets d'azote et de phosphore des élevages de porcs ; Impact des modifications de conduite alimentaire et des performances techniques. Document publié par le ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation, le ministère de l'Environnement et la Mission interministérielle eau-nitrate de la République française, 23 pages.

CRAAQ. 2001. Estimation des rejets d'azote et de phosphore par les animaux d'élevage, Productions avicoles, Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec.

CRAAQ. 1998. Estimation des rejets d'azote et de phosphore par les animaux d'élevage, bovins laitiers, bovins de boucherie, porcs, Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec.

Dourmad, J.Y., C. Pomar, D. Massé. Modélisation du flux de composés à risque pour l'environnement dans un élevage porcin. Journées de la Recherche Porcine France, 34, 2002, 183-194.

Dou, Z., L. E. Lanyon, J. D. Ferguson, R.A. Kohn, R.C. Boston and W. Chalupa. 1998. An integrated approach to managing nitrogen on dairy farms: Evaluating farm performance using the dairy nitrogen planner. *Agromony Journal*. 90: 573-581.



NRC, 2001, Guide des besoins nutritifs des bovins laitiers, National Research Council.

Kohn, R.A., Z. Dou, J.D. Ferguson and R.C. Boston. 1997. A sensitivity analysis of nitrogen losses from dairy farms. J. of Environmental Management. 50:417-428.

National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sic. Washington, DC.

Pomar, C. 1996. Développement et évaluation de différentes méthodes d'estimation in vivo de la composition corporelle des porcs de type charcutier du Québec. Rapport de recherche pour le Conseil de recherche en pêches et en agroalimentaire du Québec (CORPAQ), 15 décembre 1996, 12 pages.

Poulsen, H.D., A.W. Jongbloed, P. Latimier, J.A. Fernandez, Phosphorus consumption, utilisation and losses in pig production in France, The Netherlands and Denmark. Livestock Production Science, 58, 1999, 251-259.

Rotz, C.A., D.R. Mertens, D.R. Buckmaster, M.S. Allen, and J.H. Harrison. 1999. A dairy herd model for use in whole farm simulations. 1999. J. Dairy Sci. 82:2826-28400.

Van der Peet-Schwering, C.M.C., A.W. Jongbloed, A.J.A. Aarnink, Nitrogen and phosphorus consumption, utilisation and losses in pig production: The Netherlands, Livestock Production Science, 58, 1999, 213-224.

Wattiaux, M.A. 2002. A simple model to optimize feeding programs and crop rotation of dairy farms.

<http://www.wisc.edu/dysci/uwex/nutritn/pubs/nutrientmodelpaper.pdf> and in

Nutrient Management Challenges in Livestock Operations: International and National Perspectives Conference Proceedings.