

Comparaison de méthodes d'estimation des rejets d'azote, de phosphore et de potassium en élevage de porc

Pascal LEVASSEUR (1), Mathieu CHARLES (1), Bertrand LE BRIS (2), Anne-Laure BOULESTREAU (3),
Paul LANDRAIN (4), Nathalie ATHANASE (2)

(1) IFIP - Institut du porc, BP 35104, 35651 Le Rheu Cedex

(2) Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne, CS 14226, 35042 Rennes Cedex

(3) Chambre Régionale d'Agriculture des Pays de Loire, BP 70510, 49105 Angers Cedex 02

(4) Station expérimentale de Guernevez, 29520 Saint Goazec

pascal.levasseur@ifip.asso.fr

Comparaison de méthodes d'estimation des rejets d'azote, de phosphore et de potassium en élevage de porc

Cette étude consiste à comparer trois méthodes d'estimation des rejets d'azote, de phosphore et de potassium dans 13 élevages porcins. Deux méthodes sont basées sur des calculs (références Corpen et bilan réel simplifié) et la troisième, sur des mesures par quantification et analyse des lisiers de l'élevage, selon trois techniques d'échantillonnage. Les résultats montrent que l'estimation des rejets en azote, phosphore et potassium par mesure en élevage sont inférieurs à ceux figurant dans les études d'impact : les écarts sont de 15 à 17 % pour l'azote, de 41 à 42 % pour le phosphore et de 8 à 13 % pour le potassium, selon la technique d'échantillonnage. Entre les valeurs mesurées et celles calculées par le bilan réel simplifié, les écarts de rejet restent du même ordre que précédemment pour l'azote et le phosphore mais convergent pour le potassium avec des écarts moyens (pour les 13 élevages) de seulement -3 à +4 %. Ces résultats suggèrent que l'estimation des volumes de lisier produit par les méthodes de terrain est représentative de la réalité mais non les techniques d'échantillonnage testées dans les conditions de cette enquête ; ceci notamment pour les éléments liés à la matière sèche, tels que le phosphore. Des investigations complémentaires sont toutefois nécessaires afin d'expliquer parfaitement les différences observées sur l'azote.

Comparison of methods to assess nitrogen, phosphorus and potassium excretion in pig farms.

This study consists in comparing three assessment methods of nitrogen, phosphorus and potassium excretion in 13 pig farms. Two methods are based on calculation (Corpen average reference values and the Corpen balance model, so-called "simplified actual balance"). Another way consists in quantifying and analyzing the liquid manure according to three techniques of sampling. The results show less excretion of N, P and K by direct measurement than the values mentioned in the environmental impact studies. The differences of excretion reach 15 to 17% for nitrogen, 41 to 42% for phosphorus and 8 to 13% for potassium, according to the sampling technique. Between field measurements and the balance model, the relative differences stay high and closely the same for N and P; the estimates for K become nearly equivalent (from -3 to +4% on average for the 13 pig farms). Then, we can make the assumption that the quantity of liquid manure is correctly evaluated whereas the field sampling techniques here tested remain poorly efficient, especially for the elements linked to the dry matter such as phosphorus. Further investigations are however necessary in order to precise the differences observed in nitrogen contents.

INTRODUCTION

De nombreux éleveurs de porc observent, après analyse et volumage de leur lisier, une quantité d'azote moindre que celle mentionnée dans leur étude d'impact et/ou leur autorisation d'exploiter. Une inadéquation dans l'estimation des rejets d'azote peut avoir de multiples conséquences telle qu'une obligation de traitement injustifiée ou un conflit entre l'éleveur et ses prêteurs de terre.

Bien que le calcul administratif des rejets tienne compte du mode d'alimentation (aliment unique ou biphase) et du mode d'élevage (caillebotis, litière avec ou sans compostage), il n'en demeure pas moins basé sur des références moyennes (Corpen, 2003), établies pour un élevage « standard ». Il est donc normal que des différences soient observées, compte tenu de la diversité des situations d'élevage et des évolutions intervenues pour chacun d'entre eux depuis la réalisation de l'étude d'impact.

Le Corpen (2003) propose par ailleurs une méthode de détermination des quantités d'azote produites par un élevage plus précise que la simple utilisation de valeurs forfaitaires : le bilan réel simplifié. Cependant, son utilisation commence à peine à se développer compte tenu des difficultés pratiques de mise en œuvre.

D'autres facteurs de variation peuvent aussi avoir une incidence sur les valeurs mesurées *in situ* ; notamment la qualité des protocoles mis en œuvre pour l'échantillonnage, le volumage et l'analyse des lisiers.

En outre, l'azote est un élément volatilisable. Le Corpen, s'appuyant sur un collège d'experts, a retenu des pourcentages moyens d'abattement de 25 % en bâtiment et de 5 % au stockage. Compte tenu de ces éléments, il nous semblait utile d'étendre nos investigations au phosphore et au potassium. Le phosphore est un élément très lié à la matière sèche du lisier et le processus de sédimentation rend son échantillonnage imprécis ; il présente par contre l'avantage, pour le bilan réel simplifié, d'être un élément dont la traçabilité est relativement bien connue. Quant au potassium, sa traçabilité est parfois moins bien maîtrisée, car sa concentration dans les aliments est peu contrôlée ; en revanche, il s'agit d'un élément très soluble, donc posant moins de difficultés d'échantillonnage.

Cette étude va consister à comparer principalement 3 méthodes de détermination des rejets d'azote, de phosphore et de potassium en élevage de porc, soit par calcul sur la base des références Corpen ou du bilan réel simplifié, soit par mesure *in situ* du volume et de la composition des lisiers produits par les élevages. Pour cette dernière voie d'approche, plusieurs techniques de volumage et d'échantillonnage seront comparées.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Choix des élevages

Compte tenu de l'impact des performances sur les rejets, nous avons convenu de retenir 16 élevages dont la moitié serait située au-dessus et l'autre moitié en dessous de l'indice

de consommation global moyen des élevages suivis en GTE (Gestion Technico-Economique) soit 3,03 pour les élevages naisseurs-engraisseurs en 2005. Cet indice est, en effet, l'un des principaux facteurs de variation du niveau d'excrétion ramené à l'animal.

1.2. Approche des rejets à partir du modèle de calcul du Corpen

Dans sa forme la plus aboutie, le Corpen propose une estimation des rejets d'azote, phosphore et potassium par le biais des flux d'aliment et d'animaux, spécifiques à chacun des élevages. Cette méthode, du « bilan réel simplifié », a été réalisée sur une période d'une année et a débuté entre mi-mai et mi-juin 2005 pour chacun des élevages enquêtés. Pour cela, nous avons collecté toutes les informations nécessaires à son calcul : quantité et composition des aliments livrés, nombre et poids des porcs vendus et achetés, ... (Corpen, 2003).

Pour des raisons pratiques, le Corpen propose également des valeurs forfaitaires de rejet, issues du modèle précédent mais basées sur des animaux aux performances moyennes. Ces références, retenues par l'administration, sont utilisées dans les études d'impact. Nous avons relevé ces informations en l'état et les avons, dans un second temps, réactualisées et/ou précisées avec les références Corpen (2003) les plus appropriées, le poids d'abattage et les effectifs réels de l'élevage. Pour ce critère, nous avons réalisé une GTE correspondant à la période étudiée. Quant à la modification des références Corpen, il peut s'agir de valeurs plus récentes (2003 vs. 1988), plus adaptées en raison d'un changement de pratique alimentaire (alimentation biphase vs. standard) ou d'un poids d'abattage différent de la valeur standardisée de 112 kg de poids vif.

Cette approche permet ainsi d'estimer plus précisément les rejets de chaque élevage tout en conservant les valeurs forfaitaires du Corpen.

1.3. Estimation des rejets par mesure *in situ*

1.3.1. Estimation des volumes de lisier produits

L'estimation des volumes de lisier produit par l'élevage est basée sur le nombre de tonnes à lisier épandues au cours d'une année. Les taux de remplissage ont été déterminés par pesée, lorsque c'était possible, ou le plus souvent, par mesure de la différence de hauteur de lisier dans la fosse dont il provenait. Afin d'atténuer les erreurs de mesure, ces différences de hauteur sont mesurées après un nombre conséquent de prélèvements, généralement une journée complète d'épandage sans apport de lisier en provenance des préfoesses.

Nous avons également réalisé un bilan des quantités résiduelles de lisier au moment où les stocks étaient au plus bas, soit après la campagne d'épandage de printemps effectuée sur maïs. Le choix de cette période était nécessaire non seulement pour réduire l'impact des erreurs d'estimation des stocks mais aussi pour que les lisiers échantillonnés durant les campagnes d'épandage correspondent bien aux nutri-

ments ingérés/excrétés par les animaux et comptabilisés dans le bilan réel simplifié.

Afin de corroborer cette estimation des volumes, la production de lisier a également été évaluée par mesure de la variation de stock sur la période d'été puis sur la période d'hiver, avant que ne reprennent les épandages.

1.3.2. Estimation de la composition des lisiers

Afin d'estimer la composition des lisiers, 3 méthodes d'échantillonnage ont été utilisées : la première consiste à effectuer des prélèvements au niveau de la tonne à lisier (technique 1) ; les 2 autres consistent à prélever la fraction surnageante d'un lisier brassé (techniques 2 et 3). Ces dernières correspondent à celles le plus souvent mises en œuvre par les éleveurs (Charles et Levasseur, 2004). L'utilisation de cannes sondes à prélèvement a été délibérément exclue car leur manipulation devient de plus en plus difficile compte tenu de l'augmentation de la dimension des ouvrages de stockage.

Pour la technique 1, les prélèvements unitaires ont été régulièrement répartis sur les épandages afin de pouvoir constituer un échantillon final représentatif. La quantité de lisier épandue échappant à tout échantillonnage ne devait, en aucun cas, être supérieure à 5 % de la quantité théoriquement épandue sur une année. Deux échantillons de lisier ont ainsi été constitués, l'un représentatif des épandages de fin d'été/début d'automne, l'autre des épandages de fin d'hiver et du printemps. Pour la reconstitution des quantités d'éléments produits par les élevages, les concentrations des lisiers ainsi obtenues sont pondérées par les volumes épandus au cours de chaque campagne d'épandage.

Pour les techniques d'échantillonnage 2 et 3, le prélèvement de la fraction surnageante d'une fosse est réalisé à l'aide d'un seau, soit au cours du brassage du lisier (30 à 45 minutes après le début du brassage, technique 2), soit 5 à 10 minutes après l'arrêt de ce brasseur (technique 3). Ces 2 techniques d'échantillonnage sont mises en œuvre par trois fois, correspondant également à des campagnes d'épandage : en fin d'été (épandage fréquent sur colza), en

fin d'hiver (généralement sur prairie et blé) et au printemps sur maïs. Pour la reconstitution des quantités d'éléments produits, la concentration retenue est la moyenne arithmétique des échantillons, puisque le contenu des fosses échantillonnées était souvent sans rapport avec les quantités épandues.

Tous les échantillons de lisier ont été analysés par Quantofix (pour l'élément azote uniquement) et par un laboratoire (IDAC Nantes) pour les éléments suivants : matière sèche, azote Kjeldahl, azote ammoniacal, phosphore et potassium.

2. RÉSULTATS

2.1. Description des élevages

2.1.1. Dimension et performances techniques

En pratique, 13 élevages ont été retenus compte tenu des difficultés pratiques pour répondre à l'ensemble des critères de sélection. Leur dimension, leurs performances zootechniques et alimentaires sont légèrement supérieures à la moyenne puisque le nombre de truies présentes, le nombre de porcs produits par truie présente et l'indice de consommation global sont, en moyenne, de 194, 21,7 et 2,94 pour des moyennes de respectivement 172, 20,6 et 3,03 dans les élevages suivis en GTE en 2005. Le pourcentage de porcs engraisés sur site est en moyenne de 82 %. Si l'on ne considère que les 8 élevages engraisant plus de 80 % des porcs, l'indice de consommation global est alors de 2,91.

2.1.2. Composition des aliments

Le tableau 1 indique les teneurs moyennes en azote, phosphore et potassium des aliments fournis aux 13 élevages. Ils proviennent d'une dizaine de fabricants d'aliments différents. Les teneurs en protéines sont notablement plus réduites dans l'aliment 1^{er} âge (- 1,2 point de protéine) mais également dans l'aliment croissance (- 0,8 point de protéine) que les préconisations maximales du Corpen (2003) pour une alimentation biphase. Pour le phosphore total, ce sont essentiellement les aliments 1^{er} âge et truies allaitantes (respectivement 0,09 et 0,07 point en moins) qui sont en retrait par rapport à ces exigences.

Tableau 1 - Composition des principaux aliments fournis aux élevages et teneurs maximales admissibles dans les aliments biphases (Corpen, 2003)

Aliment	Quantité (tonnes)	MAT (%)		P (%)		K (%)	
		13 élevages	Corpen (2003)	13 élevages	Corpen (2003)	13 élevages	Corpen (2003)
1 ^{er} âge	299	18,8	20	0,59	0,68	0,88	-
2 ^{ème} âge	1243	17,4	18	0,53	0,58	0,76	-
Nourrain	598	16,2	-	0,45	-	0,71	-
Croissance	3557	15,7	16,5	0,45	0,48	0,71	-
Finition	5262	14,7	15	0,45	0,44	0,66	-
Gestante	1981	13,8	14	0,49	0,50	0,72	-
Allaitante	780	16,2	16,5	0,53	0,60	0,78	-

2.1.3. Volumes de lisiers

L'estimation des volumes par comptage des tonnes à lisier donne, en moyenne, un résultat similaire à celui réalisé par l'évaluation des stocks de lisier dans les (pré)fosses, puisque la différence de volume comptabilisé n'est que de 0,8 % en faveur de cette dernière méthode. La méthode « tonne à lisier » que nous retenons, puisqu'elle englobe toute la période d'étude, est donc validée. Pour l'ensemble des tonnes à lisier, le taux de remplissage était en moyenne de 95 % (de 93 à 99 % en valeurs extrêmes), les variations étant à attribuer au type de tonne. La production moyenne annuelle de lisier des élevages suivis était de 3256 m³ (écart-type de 1201 m³) correspondant, pour 6 élevages naisseur-engraisseurs à plus de 98 %, à une production unitaire de 18,6 m³/trou présente et sa suite (écart-type de 2,0 m³).

2.1.4. Composition des lisiers

Le tableau 2 donne les valeurs de composition moyenne en N, P₂O₅ et K₂O du lisier des 13 élevages, établies à partir de la méthode d'échantillonnage 1 et d'un lisier moyen comprenant plusieurs centaines de références (Levasseur, 2005). Les teneurs en azote (total et ammoniacal) sont globalement similaires. Celles en matière sèche et potassium sont supérieures de respectivement 16 et 14 % et celle en phosphore est inférieure de 24 % pour le lisier provenant des élevages de notre étude.

2.2. Comparaison des valeurs de rejets mesurées *in situ* avec celles figurant dans les études d'impact

2.2.1. Analyse des lisiers par Quantofix

L'estimation des rejets d'azote par mesure *in situ* (analyse par Quantofix) est globalement en deçà des valeurs figurant dans les études d'impact. La différence est, en moyenne, de -12 % avec des prélèvements à la tonne à lisier et de -15 à -16 % avec prélèvements de la fraction surnageante (Figure 1). Quatre à 5 éleveurs sur 13, constatent même 30 voire 40 % d'azote en moins par mesure directe. La variabilité des écarts observés est élevée puisque les écart-types sont de 23 à 25 %, selon la méthode d'échantillonnage.

2.2.2. Analyse des lisiers en laboratoire

Lorsque les lisiers sont analysés par un laboratoire, la hiérarchie entre les méthodes d'échantillonnage demeure globalement inchangée pour les rejets d'azote (Figure 1). Bien que les teneurs des lisiers en azote ammoniacal, analysées par Quantofix, soient en moyenne inférieures de 6,7 % à celles du laboratoire (sur 99 analyses), nous constatons des écarts similaires entre les rejets calculés selon les modalités administratives et ceux établis par analyse au laboratoire. En effet, les éleveurs utilisent le Quantofix en appliquant un coefficient multiplicateur de 1,45 pour obtenir l'azote total

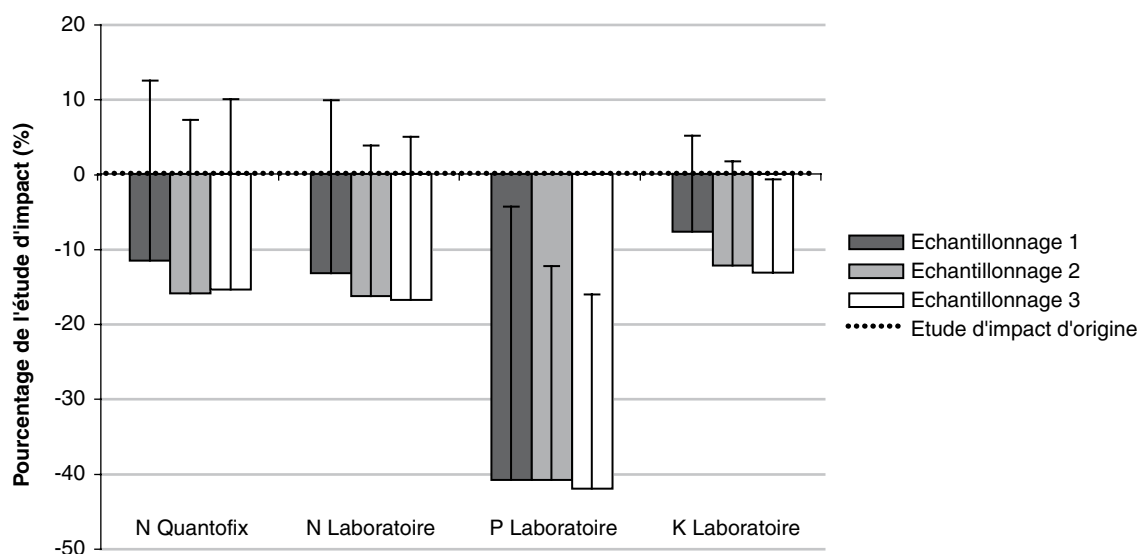


Figure 1 - Comparaison des rejets d'azote, phosphore et potassium figurant dans les études d'impact (base de référence) et des estimations réalisées par mesure directe en élevage

Tableau 2 - Composition chimique des lisiers, en g/kg produit brut ⁽¹⁾

Éléments analysés	Valeurs moyennes des lisiers analysés	Valeurs moyennes d'un lisier mixte ⁽²⁾
Matière sèche	42,06	36,3
NTK	3,60	3,50
N-NH ₄ ⁺	2,67	2,50
P ₂ O ₅	1,60	2,10
K ₂ O	2,85	2,50

(1) NTK : azote total Kjeldahl – (2) Levasseur (2005)

à partir de l'azote ammoniacal, ce qui correspond à une valeur moyenne de référence (Levasseur, 2005). Or, ce coefficient n'est, en moyenne, que de 1,36 dans les 13 élevages enquêtés (chiffres non présentés). Cette différence compense l'effet de la sous-estimation due au Quantofix.

Concernant le phosphore, l'estimation des rejets par les mesures est inférieure de 41 à 42 %, selon la méthode d'échantillonnage, aux valeurs figurant dans l'étude d'impact (Figure 1). Pour le potassium, cette comparaison concerne un nombre plus restreint d'élevages, puisque la mention de cet élément ne figure que dans les études d'impact les plus récentes. Il en est ainsi pour 7 élevages sur 13 pour lesquels les écarts constatés entre ces deux méthodes d'estimation sont de 8 à 13 %, selon la méthode d'échantillonnage.

2.3. Amélioration de l'estimation de l'étude d'impact par le calcul modélisé des rejets

2.3.1. Calcul des rejets par les valeurs actualisées (2003) du Corpen et les effectifs réels d'animaux

L'estimation des rejets des 13 élevages enquêtés avec les valeurs forfaitaires du Corpen, montre en moyenne peu de différence, avant et après application de ces facteurs correctifs, tant pour l'azote (+ 5,1 %), le phosphore (+ 0,2 %), que le potassium

(+ 5,4 %, Figure 2). Les disparités entre élevages sont toutefois élevées, les écart-types de ces écarts sont respectivement de 15,6, 22,8 et 11,7 %. Ainsi, la figure 2 montre que ces facteurs correctifs peuvent modifier individuellement, parfois de façon importante, l'estimation des rejets par les valeurs forfaitaires du Corpen (2003). Ainsi, pour les élevages 2, 4 et 12, ils sont réévalués à la hausse. Les élevages 2 et 12 produisent plus de porcs que prévu dans le dossier ICPE avec respectivement 23,2 et 23,3 porcs produits/truie présente (chiffres non présentés). L'élevage 4, outre une productivité élevée (23,0 porcs produits/truie présente), produit également du porc lourd. Le poids vifs moyen d'abattage des porcs charcutiers est de 127,6 kg contre une valeur standardisée de 112 kg pour le Corpen (2003). Inversement, les élevages 6, 7 et 8 ont des rejets réévalués à la baisse. Ceci est dû à une modification des pratiques alimentaires pour les élevages 6 et 8 qui sont passés à une alimentation biphase alors que l'étude d'impact était basée sur une alimentation standard. Quant à l'élevage 7, la production de porcs est inférieure à ce qui était prévu avec 18,5 porcs produits/truie présente (chiffres non présentés).

2.3.2. Calcul des rejets par le bilan réel simplifié et comparaison aux valeurs forfaitaires actualisées

La figure 3 indique qu'en moyenne pour les 13 élevages, les rejets calculés par le bilan réel simplifié sont inférieurs

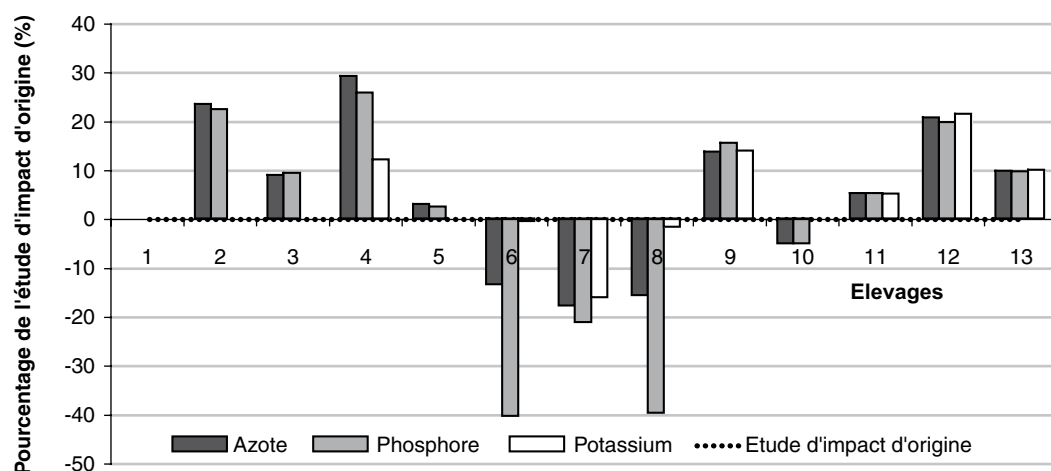


Figure 2 - Rejets en azote, phosphore et potassium des études d'impact, avant (base de référence) et après actualisation des références Corpen et par les effectifs réels de l'élevage

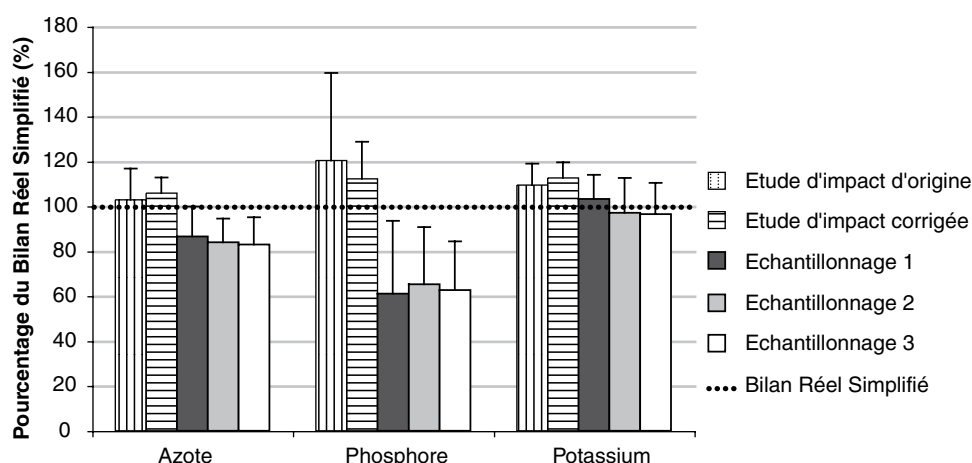


Figure 3 - Récapitulatif des rejets en azote, phosphore et potassium selon les différentes méthodes d'estimation

de 5,1, 12,1 et 12,5 % pour respectivement l'azote, le phosphore et le potassium, à ceux établis précédemment sur la base des valeurs forfaitaires. L'écart-type de ces différentiels de rejets est respectivement de 6,9, 16,6 et 7,0 %. Ces écarts sont essentiellement dus à la variabilité des performances alimentaires entre élevages.

Cela semble cohérent puisque d'une part l'indice de consommation global moyen des 13 élevages est de 2,94 contre 3,1 pour les élevages suivis en GTE en 2001 (valeur utilisée pour les bases forfaitaires du Corpen de 2003), et d'autre part, les teneurs des aliments utilisés sont, en moyenne, légèrement inférieures aux teneurs maximales préconisées par le Corpen (Tableau 1) pour une alimentation biphase.

2.4. Comparaison des rejets calculés par le bilan réel simplifié aux mesures réalisées *in situ*

Nous avons constaté et quantifié, au paragraphe 2.2., les différences de rejets entre ce qui est mesuré par les éleveurs et les valeurs connues de l'administration. Toutefois, ces dernières ne sont pas représentatives de la réalité compte tenu de la diversité des situations d'élevage (paragraphe 2.3).

La figure 3 montre les écarts d'estimation des rejets entre les niveaux calculés par le bilan réel simplifié et ceux mesurés selon les 3 méthodes d'échantillonnage. Ces dernières conduisent, en moyenne, à des estimations inférieures de 14 à 17 % pour l'azote et de 35 à 46 % pour le phosphore. Les estimations sont en revanche similaires pour le potassium, les écarts observés étant seulement de - 4 à + 3 %, selon la méthode d'échantillonnage.

3. DISCUSSION - CONCLUSION

Les résultats de ce travail confirment que les mesures *in situ*, réalisables par l'éleveur, peuvent effectivement conduire à une estimation de la quantité d'éléments fertilisants très inférieure à celle mentionnée dans leur étude d'impact et, par voie de conséquence, dans leur autorisation d'exploiter. Toutefois, ces 2 approches contiennent des imprécisions rendant difficile toute comparaison en l'état.

Ainsi, les valeurs forfaitaires moyennes de rejets par animal ne sont pas représentatives de la diversité des situations d'élevages qui, de plus, peuvent évoluer dans le temps. Leur emploi s'explique toutefois par des raisons de simplification administrative. L'obsolescence des études d'impacts peut être partiellement corrigée par l'utilisation de références de rejets récentes (Corpen 2003) et adaptées à la conduite alimentaire (alimentation unique vs. biphase), au poids d'abattage des porcs charcutiers et aux effectifs porcins réels de l'exploitation. Les résultats, décrits dans le paragraphe 2.3., montrent que l'estimation des rejets est peu modifiée en moyenne pour les 13 élevages étudiés bien que les évolutions individuelles soient très contrastées. Les rejets d'azote, phosphore et potassium par les études d'impact ainsi corrigés demeurent supérieurs respectivement de 5,1, 12,1 et 12,5 % à ceux du bilan réel

simplifié. Les différences résiduelles sont peu élevées ce qui semble cohérent, puisqu'il s'agit, à la base, du même modèle de calcul. Elles s'expliquent par les meilleures performances alimentaires des élevages enquêtés et par la composition des aliments en N, P et K inférieures aux exigences maximales du Corpen (2003) pour une alimentation biphase.

Compte tenu de son mode de calcul, le bilan réel simplifié permet de mieux rendre compte de la diversité des élevages que la simple utilisation de références moyennes. Malgré cela, les estimations obtenues par les méthodes de mesure directe sur le terrain restent encore très inférieures aux niveaux ainsi calculés : l'estimation des rejets est, en effet, inférieure de 15 à 20 % pour l'azote et de 35 à 45 % pour le phosphore, selon la méthode d'échantillonnage ; ceux de potassium sont, par contre, globalement similaires. Cette convergence de résultat pour un élément très soluble et la différence marquée pour un élément très sédimentable comme le phosphore suggèrent que les méthodes mises en œuvre permettent de mesurer convenablement les volumes mais pas les teneurs, du moins pour les éléments liés à la matière sèche. Dans nos conditions expérimentales, les puissances de brassage mises en œuvre en élevage sont vraisemblablement insuffisantes pour permettre une bonne homogénéisation de la fraction sédimentable du lisier donc pour l'échantillonnage de sa fraction surnageante.

Malgré la variabilité des valeurs, dans nos conditions expérimentales, le prélèvement de la fraction surnageante d'un lisier brassé semble toutefois plus représentatif qu'un prélèvement dans la tonne puisque les écarts de calcul de rejet de phosphore par rapport au bilan réel simplifié sont respectivement de 35 à 37 % contre 46 %. Il est probable que la procédure de prélèvement dans la tonne, consistant à multiplier le nombre d'échantillons unitaires pour la reconstitution d'un échantillon « représentatif », entraîne une perte de sédiments dans toutes les phases d'échantillonnage intermédiaire.

Concernant l'azote, la fraction organique est partiellement sujette à sédimentation alors que la fraction minérale est majoritairement soluble donc bien mieux répartie dans le lisier. Par ailleurs, une partie de l'azote, non connue, se volatilise vraisemblablement au moment de l'échantillonnage et lors des opérations de transfert et d'analyse. Ainsi, même si les 3 techniques d'échantillonnage employées lors de cette enquête sous-estiment avec certitude la teneur réelle en azote des lisiers, il n'est pas possible, en l'état actuel des connaissances, d'en préciser l'amplitude. L'utilisation du bilan réel simplifié est une méthode intéressante pour estimer les rejets d'un élevage. Toutefois, concernant l'azote, les incertitudes sur les coefficients de volatilisation en bâtiment et au stockage doivent être levées afin d'avoir une prédiction parfaitement fiable de cet élément pour un élevage porcin.

REMERCIEMENTS

Étude financée au titre du programme national de développement agricole et rural.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Charles M., Levasseur P., 2004. Méthodes d'échantillonnage et d'analyse des lisiers de porcs : enquête en élevage. Techniporc 27, 6, 29-31.
- Corpen, 2003. Estimation des rejets d'azote, phosphore, potassium, cuivre et zinc des porcs, 41 p.
- Levasseur P., 2005. Composition des effluents porcins et de leurs co-produits de traitement – Quantités produites. Ed. Ifip, 68 p.