

Flux d'azote, phosphore, potassium, cuivre et zinc en exploitation porcine

Etude de quatre élevages spécialisés

Pascal LEVASSEUR, Adeline CRÉLIAUT

Institut Technique du Porc, Station d'Expérimentation Nationale Porcine, Route de Miniac/Bécherel, 35850 Romillé

Flux d'azote, phosphore, potassium, cuivre et zinc en exploitation porcine Etude de quatre élevages spécialisés

L'objectif de cette étude est de quantifier les flux d'azote, phosphore, potassium, cuivre et zinc dans 4 élevages porcins spécialisés. En fonction des déséquilibres entre les apports par la fertilisation et les exportations culturales, nous avons proposé des voies d'améliorations par une modification de leurs pratiques.

Sur la période d'étude et sur la totalité des surfaces d'épandage expertisées appartenant aux quatre éleveurs, soit 243 ha de SAU, les apports d'azote, de phosphore, de potassium, de cuivre et de zinc représentent respectivement 165, 189, 245, 1718 et 655 % des exportations culturales. Une première série de mesures communes aux 4 élevages consiste à : (1) appliquer une alimentation biphase respectant les recommandations du CORPEN (2003) ; (2) supprimer toute fertilisation minérale sur le maïs à condition qu'il puisse recevoir du lisier de porc en quantité suffisante ; (3) exporter la totalité de la paille (4) respecter des teneurs maximales en cuivre et zinc dans les aliments porc en accord avec le règlement européen n° 1334/2003. A l'issue, les apports relativement aux exportations culturales sont de 132 % pour l'azote, 137 % pour le phosphore, 162 % pour le potassium, mais encore de 1470 % pour le cuivre et 784 % pour le zinc sur l'ensemble des surfaces étudiées. Cette étude présente ensuite une seconde série de mesures personnalisées pour chacun des élevages en fonction des ajustements encore nécessaires et l'application d'apport en cuivre et zinc, couvrant uniquement les besoins des porcs.

Nitrogen, phosphorus, potassium, copper and zinc inputs and outputs in pig farms Study of four specialized piggeries

The aim of this study was to quantify nitrogen, phosphorus, potassium, copper and zinc inputs and outputs in four specialized piggeries. Based on the imbalance between inputs via fertilisation and outputs by selling the crop, we have suggested several improvements which could be achieved by modifying farming practices.

During the study period and on the totality of the land used by the four pig farmers to spread the pig slurry (243 ha), the nitrogen, phosphorus, potassium, copper and zinc inputs represented respectively 165, 189, 245, 1718 and 655 % of crop output. The first suggestions which can be applied to the 4 piggeries are: (1) use a biphase feeding programme based on the CORPEN (2003) recommendations, (2) stop mineral fertilisation of the maize crop if it receives enough pig slurry, (3) export all the straw produced, (4) do not exceed the maximum levels of copper and zinc allowed in pig diets fixed by European law (no. 1334/2003). After applying these recommendations the partial surpluses are still 132 % for nitrogen, 137 % for phosphorus, 162 % for potassium, 1470 % for copper and 784 % for zinc on the 243 ha of land. This study also describes a second series of actions which can be customized for each piggery, according to the adjustments which are still needed, and in the case where dietary copper and zinc cover pig requirements.

INTRODUCTION

Afin de lutter contre la pollution azotée d'origine agricole, la directive européenne 91/676 CE a imposé la détermination de zones vulnérables lorsque les teneurs en nitrate de l'eau risquaient de dépasser le seuil de potabilité fixé à 50 mg/l. Des programmes d'action sont menés dans ces zones afin de réduire les concentrations à des niveaux inférieurs. Ils comprennent des mesures obligatoires telles que l'équilibre de la fertilisation azotée et la limitation à 170 kg/ha/an des quantités d'azote organique épandues.

Hormis les Zones d'Actions Complémentaires (ZAC) qui sont très localisées, il n'y a pas de limitation des apports d'azote sous forme minérale.

Par ailleurs, d'autres éléments que l'azote peuvent être sources de pollution si le lisier est apporté en quantité excessive. Il s'agit notamment du phosphore, du cuivre et du zinc (FARDEAU et al, 1993 ; COPPENET et al, 1993 ; VERTES, 1995 ; CORPEN, 1998).

L'objet de cette étude est de quantifier, à partir d'une enquête, les flux d'azote, de phosphore, de cuivre, de zinc mais aussi de potassium, dans 4 élevages de porcs.

En fonction des déséquilibres de fertilisation, nous proposons des voies d'améliorations par une modification de leurs techniques d'alimentation et de leurs pratiques culturales.

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1.1. Choix des élevages et recueil des données

Le choix s'est porté vers des élevages naisseur-engraisseurs, spécialisés en production porcine et en vitesse de croisière pour que la période d'étude soit représentative. Ils devaient également posséder plus de 20 ha de surface en propre pour établir les flux de minéraux.

Les éleveurs devaient par ailleurs être en deçà de 170 kg N organique/ha SPE, conformément à la directive nitrate 91/676 (CE). Ces 4 élevages sont tous situés à une vingtaine de kilomètres au nord-ouest de Rennes (35).

Pour davantage de précision dans le recueil des informations, nous avons fixé la durée de l'étude sur une année correspondant à la dernière période comptable effectivement clôturée.

Ces périodes comptables dépendent de chaque élevage. Elles allaient du 1^{er} avril 2003 au 31 mars 2004 pour les élevages B et C et du 1^{er} octobre 2002 au 30 septembre 2003 pour les élevages A et D.

Pour cette enquête, nous avons utilisé différents documents : le grand livre, le livre comptable, la Gestion Technico-Economique (élevage B uniquement), le plan et le cahier d'épandage ainsi que leur dossier Installation Classée (IC).

D'autre part, les éleveurs nous ont renseigné sur leur assolement, la répartition des engrais, les rendements et les pratiques culturales.

Enfin, nous avons recueilli la composition des aliments et confirmé leurs quantités auprès des fabricants.

1.2. Estimation du niveau des rejets par les élevages

1.2.1. Les références CORPEN

Lors de la constitution des dossiers Installations Classées, le niveau d'excrétion d'un élevage est calculé à partir des références CORPEN (2003). Il s'agit de valeur d'excrétion forfaitaire par truie présente, par porcelet et par porc charcutier produit. En pratique la productivité est spécifique de chaque élevage. Dans cette enquête, nous nous sommes basés sur les effectifs réels de l'élevage pour estimer les rejets en macro-éléments.

1.2.2. Le Bilan Réel Simplifié

Le Bilan Réel Simplifié (BRS ; CORPEN, 2003) consiste à déterminer le niveau d'excrétion en azote, phosphore, potassium, cuivre et zinc d'un élevage porcin en réalisant un bilan des entrées et des sorties d'éléments sur une période donnée. Pour cela, différents critères sont pris en compte tels que l'effectif de truies présentes, le nombre de porcs achetés et vendus, leur poids, leur Teneur en Viande Maigre (TVM), le pourcentage de pertes, l'utilisation ou non de litière, la quantité et la composition de chaque aliment distribué aux porcs.

Le BRS permet de prendre en compte des situations de conduite d'élevage, notamment alimentaires, non prévues dans le cadre des références CORPEN. A ce titre, le BRS est plus précis pour déterminer les rejets d'un élevage sur une période donnée. Ces valeurs dépendent des performances de l'élevage, elles ne sont donc pas parfaitement stables dans le temps. Toutefois, en l'absence d'événements notables (modification du type d'alimentation, période de trouble sanitaire, modification des effectifs, etc.) nous les considérons comme telles.

D'autre part, cette méthode va nous permettre de connaître précisément la composition du lisier puisque l'on connaît, par le cahier d'épandage, les quantités épandues sur chacune des parcelles.

1.3. Bilan des flux d'éléments à l'échelle de l'exploitation et de la parcelle culturale

Les flux d'éléments de chaque parcelle sont réalisés en comptabilisant les apports sous forme d'engrais organiques et minéraux et les sorties sous forme d'exportations culturales. Les parcelles appartenant aux prêteurs de terre et les effluents qui leur sont destinés ont été exclus du dispositif. Le bilan n'a également pas pris en compte les fuites d'éléments hors de la parcelle par lessivage ou ruissellement.

Au moment de l'épandage, une fraction de l'azote est volatilisée. La bibliographie (GUINGAND, 1996 ; CORPEN, 2001) indique que pour un enfouissement du lisier dans les 12 à 24 h, la perte d'azote s'élèverait à environ 20 % avec une tonne à lisier équipée d'une buse-palette et à 7 % avec un pendillard ou un enfouisseur. Bien que pour ce dernier, la bibliographie propose parfois une volatilisation moindre, nous retiendrons ces taux dans nos calculs.

Les valeurs de composition en N, P, K, Cu et Zn utilisées pour évaluer les exportations culturales sont issues des tables INRA (2002). Les rendements des différentes cultures sont bien connus des éleveurs. Il en est de même pour la paille, qui est soit récoltée et exportée, soit broyée et enfouie.

1.4. Voies d'amélioration par une modification des techniques d'alimentation et culturales

En fonction des défauts de bilan observés sur les parcelles, plusieurs propositions de modification des techniques d'alimentation et culturales seront effectuées afin de déterminer les possibilités de rééquilibrage. Nous réaliserons 2 hypothèses. Pour la première, nous appliquerons des mesures communes aux 4 élevages :

- 1 - application d'une alimentation biphasé respectant les recommandations du CORPEN (2003) de façon à ce que le niveau des rejets soit conforme aux références ;
- 2 - suppression de toute fertilisation minérale sur le maïs à condition qu'il puisse recevoir du lisier de porc en quantité suffisante ;
- 3 - exportation systématique de la paille ;
- 4 - respect des teneurs maximales en cuivre et zinc dans les aliments porc en accord avec le règlement européen n° 1334/2003.

Pour la seconde hypothèse, nous proposerons des modifications personnalisées pour chaque élevage en fonction des ajustements encore nécessaires afin que les apports en macro-éléments ne soient pas supérieurs à 150 % des exportations culturales. Nous déterminerons si besoin, les surfaces d'épandage supplémentaires nécessaires. Pour les éléments-traces, nous appliquerons des apports couvrant uniquement les besoins des porcs à savoir les recommandations de l'INRA (1989) et du NRC (1998) pour respectivement les teneurs en cuivre et zinc des aliments.

2. RÉSULTATS - DISCUSSION

2.1. Description des élevages

Le tableau 1 présente les caractéristiques générales des 4 élevages enquêtés. Les effectifs réels vont de 102 à 201 truies présentes pour une productivité numérique qui s'échelonne de 17,9 à 22,4 porcs produits/truie présente/an. Pour ces 4 élevages, l'alimentation est en biphasé pour tous les stades physiologiques. Un élevage s'approvisionne en aliments complets, deux autres en complémentaires et le quatrième fait de la fabrication d'aliment à la ferme. L'assolement comprend plus de 50 % de maïs grain pour chacun des 4 élevages, suivi par le blé, qui représente 20 à 30 % des surfaces cultivées (voire 50 % pour l'élevage D). Le tableau 1 précise par ailleurs les rendements culturaux obtenus.

Tous les animaux sont élevés sur caillebotis intégral sauf deux élevages ayant une quarantaine sur paille. Les déjections animales sont donc essentiellement produites sous forme de lisier qui est épandu soit avec un pendillard (élevage A et B), soit avec une buse palette (élevage D), soit avec un enfouisseur (élevage C).

2.2. Comparaison des méthodes de calcul des rejets

Avec le Bilan Réel Simplifié (BRS), les quatre élevages ont des rejets d'azote calculés supérieurs à ceux obtenus avec les références CORPEN pour une alimentation biphasé (tableau 2). Les écarts sont élevés notamment pour les élevages B et C (respectivement + 19,3 et + 16,2 % de rejet d'azote calculé). Pour le phosphore, et bien que l'écart soit moins élevé, ce sont encore ces 2 élevages qui présentent un niveau de rejet calculé supérieur avec le BRS relativement

Tableau 1 - Caractéristiques générales des élevages enquêtés⁽¹⁾

	Élevage A		Élevage B		Élevage C		Élevage D	
Nombre de truies présentes	144		201		160		102	
Porcs produits/truies présentes/an	21,4		22,4		20,5		17,9	
Indice de consommation global	2,96		3,27		3,13		3,01	
Présence de caillebotis intégral	Sauf quarantaine sur paille		Totalité		Totalité		Sauf quarantaine sur paille	
Approvisionnement en aliments	Achat de complémentaires		Achat de complémentaires		FAF		Achat d'aliments complets	
SAU (surface en propre, en ha) :	36,5		78,5		103,8		24	
SPE (surface en propre, en ha) :	33,3		67,1		99,6		23,4	
Assolement (Ass. en % du total des cultures) et rendement (Rdt. en quintaux/ha) :	Ass.	Rdt.	Ass.	Rdt.	Ass.	Rdt.	Ass.	Rdt.
Maïs	52,5	87	61,8	80	52,4	74	50	75
Blé	19,8	85	27,9	76	29,3	71	50	92
Colza	10,4	36	10,3	19	10,1	32	0	-
Orge	17,3	65	0	-	8,2	65	0	-

⁽¹⁾ Abréviations : FAF : Fabrication d'Aliment à la Ferme - SAU : Surface Agricole Utile - SPE : Surface Potentiellement Epandable.

Tableau 2 - Estimation des quantités d'azote, phosphore et potassium rejetées par les élevages selon la méthode de calcul⁽¹⁾

Elevages	Méthode d'estimation	Azote (kg)	Phosphore (kg)	Potassium (kg)
A	CORPEN biphase	11189	6640	8213
	BRS	12037 (+ 7,6 %)	6388 (- 3,8 %)	7744 (- 5,7 %)
B	CORPEN biphase	15795	9288	11398
	BRS	18838 (+ 19,3 %)	9660 (+ 4,0 %)	11865 (+ 4,1 %)
C	CORPEN biphase	13266	7790	9577
	BRS	15413 (+ 16,2 %)	8126 (+ 4,3 %)	9452 (- 1,3 %)
D	CORPEN biphase	7101	4243	5183
	BRS	7593 (+ 6,9 %)	3664 (- 13,6 %)	5055 (- 2,5 %)

⁽¹⁾ BRS : Bilan Réel Simplifié. Les pourcentages entre parenthèses = $(BRS - CORPEN \text{ biphase}) / CORPEN \text{ biphase} \times 100$

aux références CORPEN (respectivement + 4,0 et + 4,3 %). Pour le potassium, seul l'élevage B présente un niveau de rejet supérieur (+ 4,1 %, tableau 2).

Ces différences s'expliquent notamment par la composition des aliments et par l'Indice de Consommation global (IC global). Dans les élevages B et C, l'incorporation excessive de complémentaires, riches en matière azotée, conduit à une teneur en protéine (et dans une moindre mesure, en phosphore) de l'aliment complet supérieure aux recommandations du CORPEN (chiffres non présentés). Les éleveurs semblent vouloir privilégier une marge de sécurité, probablement en raison de l'imprécision des mélangeuses. Par ailleurs, leurs IC global sont peu performants. Ils sont respectivement de 3,27 et 3,13 (tableau 1) contre une moyenne de 3,06 pour les élevages naisseur-engraisseurs suivis en GTE (2003). L'élevage A incorpore également davantage de complémentaires par rapport aux recommandations des formulateurs mais ces teneurs plus élevées sont compensées par un IC global performant de 2,96.

Le potassium ne fait généralement pas l'objet d'analyses de la part des fabricants d'aliments car il ne fait pas partie des contraintes de formulation. Par conséquent, les valeurs de composition fournies par les fabricants ne sont parfois que des ordres de grandeur, ce qui diminue la fiabilité des calculs pour cet élément. Des analyses plus fréquentes seraient à envisager si le potassium faisait, à terme, l'objet de contraintes environnementales.

2.3. Bilan des flux d'éléments sur les parcelles cultivées

2.3.1. Situation des élevages sur la période d'étude

Tous les éléments étudiés sont apportés en excédent par rapport aux exportations culturelles. Les situations sont cependant contrastées puisque les apports d'azote correspondent à 176, 125, 205 et 111 % des exportations culturelles pour respectivement les élevages A, B, C et D (tableau 3). Bien

que les plans d'épandages soient basés sur l'azote, avec au maximum 170 kg N organique/ha SPE, des apports de minéraux, notamment sous forme d'ammonitrate, restent nécessaires sur céréales à paille en sortie d'hiver. D'autre part, les exportations culturelles d'azote peuvent être inférieures à 170 kg/ha/an. Dans cette enquête, elles sont en effet de 126, 114, 102 et 144 kg N/ha pour respectivement les élevages A, B, C et D (chiffres non présentés).

Les niveaux d'excédent en phosphore sont également hétérogènes. Ils sont en moyenne de 189 % pour l'ensemble des 243 ha appartenant aux 4 éleveurs (tableau 3) ; ce qui correspond à des surplus compris entre 3 et 27 kg P/ha/an (tableau 4). Pour le potassium, les excédents sont également très différents entre élevage puisqu'ils vont de 145 à 363 % soit 17 à 74 kg K/ha/an. Pour l'élevage C notamment, deux pratiques contribuent à l'enrichissement du sol en potassium, d'une part la paille est systématiquement broyée et enfouie, d'autre part, l'éleveur épand 260 kg/ha d'un engrais 16-7-24 avant l'implantation du maïs grain.

Les excédents en éléments-traces métalliques sont globalement plus élevés. Ils vont de 274 à 990 % pour le zinc et de 997 à plus de 3000 % pour le cuivre (tableau 3). Ces excédents sont dus à des apports alimentaires excessifs relativement aux capacités de rétention des porcs, mais aussi aux faibles exportations culturelles. Ainsi, d'après le bilan réel simplifié effectué sur les élevages enquêtés, les rétentions en cuivre et zinc par les porcs ne représentent respectivement que 0,4 à 1,7 % et que 5,3 à 8,4 % des apports alimentaires. Au niveau des cultures, les exportations de cuivre et de zinc ne représentent respectivement que 3 à 10 % et que 10 à 37 % des apports. Ils sont exclusivement épandus par le biais des engrais organiques. Les lisiers de porc de cette étude, produits en 2003, sont antérieurs au règlement européen n° 1334/2003 dont les effets sont simulés dans l'hypothèse 1.

Sur le plan d'épandage, la fertilisation par les macro-éléments (N, P et K) doit être prioritairement réalisée par les

déjections animales issues de l'élevage. La fertilisation minérale ne devrait être utilisée que pour des zones ou des périodes non épandables ou si le lisier est produit en quantité non suffisante. L'enquête indique que les 4 élevages utilisent systématiquement de l'ammonitrate sur leur céréale à paille et un engrais binaire (environ 100 kg/ha de 19-26-0 ou de 18-46-0) au semis du maïs grain. D'après BLONDEL (communication personnelle), l'apport d'un « starter », quoique particulièrement fréquent sur maïs, est inutile sauf conditions pédo-climatiques très particulières. Cette impasse se justifie notamment s'il y a eu au préalable, un épandage de lisier de porc en quantité suffisante (DESVIGNE, communication personnelle). Les éleveurs interrogés s'estiment toutefois « rassurés » par cette fertilisation, pour un coût inférieur à 30 euros par hectare. Ainsi avons-nous choisi de supprimer cette fertilisation dans l'hypothèse 1.

2.3.2. Première hypothèse

Après application de la série de mesure prévue dans l'hypothèse 1 (paragraphe 1.4.), les apports relativement aux exportations culturales passent en moyenne de 165 à 132 % pour l'azote, de 189 à 137 % pour le phosphore, de 245 à 162 % pour le potassium, de 1718 à 1470 % pour le cuivre et de 655 à 200 % pour le zinc sur l'ensemble des surfaces appartenant aux 4 éleveurs soit 243 ha de SAU (tableau 3). Pour l'élevage D, la fertilisation minérale sur maïs a cependant dû être conservée compte tenu de la faible pression en azote et phosphore. Dans la situation initiale, leur apports ne représentent en effet que 111 % des exportations culturales (tableau 3).

Pour le zinc, les fabricants d'aliments avaient anticipés et même été en deçà des maxima autorisés par la directive européenne n°1334 dès 2003 ce qui explique l'absence d'amélioration dans cette simulation. Cette directive n'a également eu que peu d'effet sur les excédents de cuivre. Pour ces 2 éléments-traces métalliques, il sera encore nécessaire de réduire les intrants alimentaires.

Pour les macro-éléments, nous avons retenu les valeurs de rejet issues des références CORPEN 2003, au lieu de celles issues du BRS. Les abattements ont été donnés et discutés dans le paragraphe 2.2. Cela signifie que les élevages doivent respecter les teneurs maximales d'azote et de phosphore dans les aliments porcs prévues par le CORPEN. Par cette voie, l'azote a le plus fort potentiel de réduction puisque son épargne, ramenée à l'hectare de SAU, varie de - 4,8 à - 19,2 kg selon les élevages (tableau 5). Elle est par contre, peu élevée pour le phosphore et le potassium avec une épargne proche ou inférieure à 2 kg/ha SAU. La suppression de l'engrais « starter » permet surtout de réduire les apports de phosphore, de - 6 à - 11 kg P/ha SAU selon les élevages, mais aussi l'azote de - 10 kg N/ha SAU pour les élevages A, B, D et de - 31 kg N/ha SAU pour l'élevage C (tableau 5). L'exportation systématique de la paille (environ 5 à 6 tonnes par ha selon les élevages) contribue à la réduction de l'excédent de potassium, notamment pour l'élevage C puisqu'elle lui permet d'épargner 14 kg K/ha/an (tableau 5).

Ainsi pour l'azote, le phosphore et le potassium, les niveaux d'excédents obtenus pourraient être satisfaisants compte tenu

Tableau 3 - Bilan des flux d'éléments sur les parcelles culturales des élevages enquêtés⁽¹⁾
Comparaison de la période étudiée aux situations 1 et 2 après modification des pratiques d'élevage et culturales

Elevages	Période étudiée					Hypothèse 1					Hypothèse 2				
	A	B	C	D	Moyenne ⁽²⁾	A	B	C	D	Moyenne ⁽²⁾	A	B	C	D	Moyenne ⁽²⁾
N (kg)/ha SPE	159	118	144	75	131	148	99	124	75	106	117	99	96	75	90
N (%)	176	125	205	111	165	157	111	144	111	132	120	111	120	111	116
P (%)	209	162	222	111	189	162	106	158	111	137	131	106	121	111	117
K (%)	201	145	363	131	245	181	139	181	131	162	144	139	141	131	140
Cu (%)	3 231	1 992	997	1 657	1718	1 608	1 417	1 635	736	1470	307	342	305	177	304
Zn (%)	588	359	990	274	655	914	693	892	412	784	214	208	207	123	200

⁽¹⁾ Apports par la fertilisation organique et minérale / exportations culturales x 100.

⁽²⁾ Moyenne sur l'ensemble des surfaces appartenant aux 4 éleveurs soit 243 ha de SAU.

Tableau 4 - Bilan des excédents d'éléments sur les parcelles culturales dans les 4 élevages enquêtés⁽¹⁾
Comparaison de la période étudiée aux situations 1 et 2 après modification des pratiques d'élevage et culturales
(Excédent donné en kg/ha SAU)

Elevages	Période étudiée					Hypothèse 1					Hypothèse 2				
	A	B	C	D	Moyenne ⁽²⁾	A	B	C	D	Moyenne ⁽²⁾	A	B	C	D	Moyenne ⁽²⁾
N	96	28	107	15	71	73	12	48	6	36	25	12	22	6	18
P	27	14	24	3	19	15	1	12	3	8	8	1	4	3	4
K	43	17	74	19	45	38	15	34	19	27	21	15	17	19	17
Cu	1,0	0,5	0,2	0,6	0,5	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4	0,07	0,006	0,06	0,03	0,06
Zn	1,0	0,5	1,4	0,4	1,0	1,8	1,1	1,5	0,8	1,3	0,25	0,20	0,02	0,06	0,2

⁽¹⁾ Apports totaux de la fertilisation organique et minérale - exportations culturales /SAU (ha).

⁽²⁾ Moyenne sur l'ensemble des surfaces appartenant aux 4 éleveurs soit 243 ha de SAU.

Tableau 5 - Effets de la modification des pratiques d'élevage et culturales (hypothèse 1) sur l'épargne d'éléments (en kg/ha SAU)

Elevages :	Respect des recommandations du CORPEN pour une alimentation biphase				Exportation systématique de la paille				Suppression de la fertilisation minérale sur maïs				Application du règlement européen n°1334/2003			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
N	9,9	16,2	19,2	4,8	3,1	0	8,8	0	9,8	9,9	30,8	9,5	-	-	-	-
P	0	0,9	1,4	0	0,4	0	1,0	0	11,0	11,4	9,8	5,7	-	-	-	-
K	0	2,2	0	0	4,8	0	13,6	0	0	0	26,5	0	-	-	-	-
Cu	-	-	-	-	0,001	0	0,004	0	0	0	0	0	0,51	0,15	(1)	0,37
Zn	-	-	-	-	0,01	0	0,03	0	0	0	0	0	(1)	(1)	(1)	(1)

(1) Augmentation

des pertes par lessivage et ruissellement, notamment pour les élevages B et D, puisqu'ils ne dépassent pas 20 kg/ha/an (tableau 4). Le bilan en phosphore est également mieux équilibré pour les élevages A et C ayant respectivement des surplus de 15 et 12 kg P/ha/an.

2.3.3. Seconde hypothèse

S'il s'avère nécessaire, des mesures personnalisées sont envisageables pour réduire les excédents résiduels de minéraux. Elles concernent plus particulièrement les élevages A et C, pour lesquels l'apport d'ammonitrate constitue l'unique fertilisation minérale restante. La réduction de ces apports en fin d'hiver sur les céréales à paille pourrait être une solution. Toutefois, à cette période, l'apport de lisier de porc n'est pas une contrepartie toujours réalisable et cela ne permettrait aucune épargne de phosphore et de potassium. Pour ces 2 élevages, des surfaces d'épandage supplémentaires pourraient être envisagées. En se basant sur un excédent maximal de 120 % d'azote sur l'ensemble des surfaces en propre (tableau 3), les élevages A et C devraient exporter 1 124 et 2 958 kg d'azote chez des tiers, correspondant respectivement à 270 et 730 m³ de lisier, soit 6,6 et 17,4 ha supplémentaires (équivalent 170 UN/ha).

Pour les élevages B et D, les niveaux d'excédent en macro-éléments semblent acceptables. Ainsi pour l'ensemble des surfaces appartenant aux 4 élevages, les apports de N, P et K provenant de la fertilisation organique et minérale ne représentent plus que 116, 117 et 140 % des exportations culturales contre respectivement 165, 189 et 245 % lors de la réalisation de l'enquête (tableau 3).

La couverture stricte des besoins alimentaires des porcs en cuivre et zinc, selon les recommandations respectives de l'INRA (1989) et du NRC (1998), permet de réduire considérablement leurs niveaux d'excédent. Les apports relativement aux exportations culturales passent de 1 718 à 304 %

pour le cuivre (de 177 à 342 %) et de 655 à 200 % pour le zinc (de 123 à 214 % selon les élevages, tableau 3).

CONCLUSION

Cette enquête a été réalisée dans 4 élevages porcins qui ne dépassent pas 170 kg N organique/ha SPE, conformément au programme d'action de la directive nitrate 91/676 (CE) pour les zones vulnérables. Elle montre que les apports de phosphore, potassium, cuivre et zinc mais aussi parfois d'azote, provenant de la fertilisation organique et minérale, peuvent être excédentaires relativement aux exportations culturales. L'application d'un certain nombre de mesures, permet toutefois un rééquilibrage des flux d'éléments. Il s'agit essentiellement du respect des prescriptions alimentaires et de l'apport raisonné et à bon escient de la fertilisation minérale.

Des travaux complémentaires seraient à envisager d'une part sur un nombre d'élevage plus élevé et une typologie plus diversifiée afin de couvrir la représentativité des élevages et d'autre part, sur les pratiques de la fertilisation minérale en lien avec l'apport de lisier de porc. Il est peut-être encore nécessaire de renforcer, sur le terrain, les complémentarités entre fertilisation organique et minérale.

Cette étude montre également l'intérêt du Bilan Réel Simplifié (CORPEN, 2003) pour sa contribution à l'élaboration de flux d'éléments précis à l'échelle de l'exploitation porcine. Il permet de faire un diagnostic personnalisé des rejets et d'estimer les effets de chacune des modifications des caractéristiques d'élevage telles que : variation des effectifs animaux, changement de la quantité et de la composition des aliments.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée dans le cadre de l'appel d'offres ACTA financé par le BCRD géré par le Ministère de l'Agriculture.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- COPPENET M., GOLVEN J., SIMON J.C., LE CORRE L., LE ROY M., 1993. *Agronomie*, 13, 77-83.
- CORPEN, 1998. Programme d'action pour la maîtrise des rejets de phosphore provenant des activités agricoles, 85 pp.
- CORPEN, 2001. Les émissions d'ammoniac d'origine agricole dans l'atmosphère – état des connaissances et perspectives de réduction des émissions, 110 pp.
- CORPEN, 2003. Estimation des rejets d'azote, phosphore, potassium, cuivre et zinc des porcs, 41 pp.
- FARDEAU J.C., MOREL C., OBERSON A., 1993. Phosphore, matière organique et eutrophisation des écosystèmes. In « *Matières organiques et agriculture* ». 4^{èmes} rencontres GEMAS - COMIFER, 125-138.
- GUINGAND N., 1996. L'ammoniac en porcherie. Ed. ITP, 35 pp.
- INRA 1989. L'alimentation des animaux monogastriques : porcs, lapins, volailles. Ed. INRA, 282 pp.
- INRA, 2002. Table de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage : porcs, volailles, bovins, ovins, caprins, lapins, chevaux, poissons. Ed. INRA, 304 pp.
- Journal Officiel de l'Union Européenne, 25 juillet 2003. Règlement (CE) n° 1334/2003.
- NRC, 1998. Nutrient requirements of swine (10th Edition). National Academy Press, Washington, DC.
- VERTES F., 1995. Ingénierie. *EAT*, 45-50.