

Teneurs en éléments-trace métalliques des aliments et des lisiers de porcs à l'engrais, de truies et de porcelets

P. LEVASSEUR (1), C. TEXIER (2)

Institut Technique du Porc, Pôle Techniques d'Élevage
(1) S.E.N.P., Route de Miniac-sous-Bécherel, 35850 Romillé
(2) B.P. 3, 35651 Le Rheu Cedex

Avec la collaboration technique de J.C. Vaudelet (2)

Teneurs en éléments-trace métalliques des aliments et des lisiers de porcs à l'engrais, de truies et de porcelets

L'objectif de cette étude est de caractériser la composition des aliments et des lisiers de porc par stade physiologique pour 15 éléments-trace. Des bacs en inox disposés sous caillebotis nous permettent de collecter intégralement les lisiers pour leur caractérisation.

Les résultats montrent que la teneur minimale des aliments en fer, cuivre, zinc, manganèse, cobalt et sélénium recommandée par l'INRA (1989) est respectée. Ils sont même parfois apportés en excès, jusqu'à 12 fois les besoins du porcelet et du porc charcutier en cuivre (122 et 116 ppm vs. 10 ppm). Concernant la composition des lisiers, tous les éléments-trace ont été détectés dans au moins un stade physiologique, excepté le mercure. Les lisiers de porc semblent surtout bien pourvus en cuivre et zinc: 742 et 1886 mg/kg MS pour un lisier de post-sevrage, 837 et 1301 mg/kg MS pour un lisier d'engraissement. Ces valeurs restent considérées comme non polluantes par rapport aux teneurs maximales admissibles de l'arrêté du 08 janvier 1998. Les autres métaux lourds sont à des teneurs inférieures aux seuils maximaux admissibles quel que soit la référence réglementaire. Si la législation sur les métaux lourds s'étend au lisier de porc et devient plus contraignante, il pourra être nécessaire de réduire les intrants alimentaires.

Concentrations of trace elements in the diets and slurry of fattening pigs, sows and piglets

The objective of this study was to characterise the trace element composition of diets and slurry of pigs at different ages. Slurry was collected in stainless steel tanks placed under the slatted floors of the pens housing each group of pigs.

The results show that the dietary concentrations of iron, copper, zinc, manganese, cobalt and selenium covered the recommendations of the INRA (1989). They were even supplied in excess of recommendations, copper was found at 12 times the recommended dietary level for piglets and for fattening pigs (122 and 116 ppm vs. 10 ppm, respectively). All trace elements were detected in the slurry of at least one of the pig groups, the only exception was mercury. Pig slurry appears to be especially rich in copper and zinc: 742 and 1886 mg/kg DM in piglet slurry, 837 and 1301 mg/kg DM in fattening pig slurry, respectively. These concentrations are not considered to be a cause of pollution based on the decree published on the 8th January, 1998. For the other heavy metals, slurry concentrations were below the maximum permitted levels when compared to all existing legislation. If legislation concerning heavy metals in pig slurry is introduced and becomes more restrictive, it will be necessary to reduce the concentrations allowed in feed.

INTRODUCTION

L'épandage de boue de station d'épuration, les dépôts atmosphériques, les fertilisations organiques et minérales seraient responsables de l'accumulation de métaux lourds dans les couches superficielles des sols (MEEUS-VERDINNE et al. 1986, NICHOLSON et al., 1998). Afin de réduire ces sources de pollution, un certain nombre de mesures préventives ont très récemment été mises en application en France ou au niveau Européen. Elles prévoient de limiter l'épandage sur les sols de principalement sept éléments-trace : cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb et zinc par une réglementation des concentrations et des quantités épandues. Cela concerne les boues de station d'épuration d'eaux usées (Arrêté du 8 janvier 1998, Journal Officiel de la République Française), les produits de jardinerie amateurs (Label écologique communautaire, 1998), tous produits organiques bruts ou transformés destinés aux principales zones légumières bretonnes (CERAFEL, 1999) et les matières fertilisantes utilisables en agriculture biologique (Décret n°95-354, Journal Officiel de la République Française).

Le lisier de porc n'a été mis en cause dans ces phénomènes d'accumulation que pour un nombre limité d'éléments et uniquement pour des doses d'épandage excessives. Il s'agit principalement du phosphore, du cuivre et du zinc (MEEUS-VERDINNE et al., 1986; COPPENET et al., 1993; VERTES, 1995). Cette accumulation a également été démontrée expérimentalement pour le potassium, le magnésium et le manganèse (SEN TRAN et al., 1996).

Cependant le risque n'est pas à négliger puisque de nombreux éléments-trace ont été détectés dans du lisier de porc, en Belgique (MEEUS-VERDINNE et al., 1986), en Suisse (MENZI et KESSLER, 1998) ou en Grande Bretagne (NICHOLSON et al., 1999). De plus, les systèmes de traitement du lisier actuellement en développement pourraient avoir des effets concentrateurs sur ces différents éléments.

NICHOLSON et al. (1999) admettent que les niveaux de concentration en cuivre et zinc dans les lisiers sont très dépendants de l'âge des porcs et du niveau de supplémentation dans l'aliment. Mais les études citées précédemment font références à des lisiers mélangés, sans distinction de stade physiologique. La proportion d'élément-trace apportée par chacun d'entre eux reste peu connue. Or en pratique, le lisier peut provenir majoritairement d'un stade physiologique. De plus, dans la perspective de réduction des intrants par la voie alimentaire, il pourra être plus intéressant de s'attacher préférentiellement à une catégorie de porc.

Cette étude a pour objectif de caractériser la composition en micro-éléments des lisiers de différentes catégories de porcs et de la comparer aux apports provenant de l'alimentation et de l'abreuvement.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Animaux et conduite alimentaire

Ces observations ont été réalisées sur les porcs de la Station

Nationale d'Expérimentation Porcine (SNEP) de Romillé. Il s'agit d'un élevage naisseur-engraisseur partiel de 168 truies productives. Les animaux sont issus d'un croisement Large white x Landrace pour les femelles et Large white x Piétrain pour les mâles. Afin de mieux caractériser le lisier, des bacs en inox sont aménagés sous caillebotis pour chaque stade physiologique. Ils permettent leur collecte intégrale durant chaque période

- Les porcs charcutiers sont engraisés par case de 6 animaux sexés. Un bac est disposé sous chacune des cases. La collecte des lisiers a lieu à l'issue d'une période d'engraissement allant de 25,4 à 106,9 kg de poids vif.
- Les porcelets sont élevés et sexés par case de 8 animaux avec 1 bac par case. Les lisiers sont collectés après 35 jours de post-sevrage, période allant de 9,33 à 26,6 kg de poids vif.
- En maternité, 1 bac collecte le lisier d'une truie allaitante et de sa portée. La collecte dure 35 jours, jusqu'au sevrage des porcelets à l'âge de 28 jours.
- Les truies gestantes sont en stalles individuelles, regroupées à 3 par bac. Pour des raisons de capacité des bacs, leurs lisiers ont été collectés sur 3 périodes de 32, 35 et 48 jours en cours de gestation. La première période de collecte a commencé quelques jours avant la saillie.

Pour chacun des stades physiologiques, nous avons appliqué une alimentation biphase c'est à dire des aliments 1^{er} et 2^{ème} âge pour les porcelets, des aliments croissance et finition pour la phase d'engraissement et des aliments spécifiques aux truies gestantes et allaitantes. Tous ces aliments sont distribués en granulé au nourrisseur, seules les truies gestantes sont rationnées. Le mode d'abreuvement est en libre service avec abreuvoir et bac anti-gaspillage.

Tous les locaux sont de type fermé, sur caillebotis intégral, avec une ventilation dynamique.

1.2. Paramètres zootechniques et constitution des échantillons

Les quantités d'aliment distribuées aux porcs sont pesées manuellement. Un compteur d'eau est disposé par bac à lisier.

Au cours du suivi des animaux et pour chaque stade physiologique, un échantillon d'aliment est prélevé sur plusieurs nourrisseurs, une fois par semaine puis congelé. En maternité ces échantillons tiennent compte de l'aliment gestante, qui est distribué la semaine précédent la mise-bas et de l'aliment distribué aux porcelets. De ce fait, l'échantillon d'aliment réalisé en maternité comprend en moyenne 83 % d'aliment allaitant. En fin d'étude, un échantillon moyen par stade physiologique, représentatif des quantités distribuées, est envoyé au laboratoire pour analyse.

Pour la caractérisation des lisiers, nous avons préalablement conduit plusieurs tests afin de choisir la méthode et le lieu le plus appropriée à la constitution d'un échantillon représentatif. Les sédiments sont d'abord décollés du fond des bacs par

un racloir puis nous agitons le lisier avec un brasseur de 4 KW pendant 3 mn. 2 échantillons de 1 litre sont prélevés pendant la phase de brassage puis mis au congélateur avant analyse. Les lisiers sont alors aspirés par une tonne sur jauges de contrainte pour être pesés. Au total, 16 analyses de lisier sont réalisées, soit 4 par stade physiologique.

Sur les animaux sont contrôlés les principaux paramètres zootechniques tels que les poids d'entrée et de sortie des porcs de chaque stade physiologique, le rang de portée moyen des truies, le nombre de porcelets nés vivants et sevrés par truies mises en essai.

1.3. Analyse des éléments-trace

Nous avons déterminé la concentration de 15 éléments-trace : bore, fer, manganèse, cobalt, molybdène, cuivre zinc, cadmium, chrome, nickel, plomb, mercure, arsenic, sélénium et aluminium. Ils peuvent présenter un intérêt nutritionnel pour les porcs ou pour la fertilisation des cultures mais ils sont parfois considérés comme des substances strictement polluantes. La plupart de ces éléments ont été analysés par ICP (Inductively Coupled Plasma Spectrophotometry) ou par SAA flamme (Spectrométrie d'Absorption Atomique) par l'Institut Départemental d'Analyse et de Conseil de Nantes.

2. RÉSULTATS - DISCUSSION

2.1. Performances zootechniques

Pour les 24 porcs charcutiers mis en essai, les performances de croissance et d'indice de consommation étaient respectivement de 843 g/j et 2,54; pour les 32 porcelets de 495 g/j et 1,49.

Pour les 12 truies gestantes contrôlées, le poids moyen en début de gestation (sevrage + 14 jours) était de 188,6 kg et de 250,7 kg en fin de gestation. Le nombre de porcelets était de 11,3 nés vivants et 10,3 sevrés par truie allaitante pour un rang de portée moyen de 2,67.

2.2. Composition des aliments et de l'eau d'abreuvement

La teneur des aliments en fer, zinc, manganèse, cobalt et sélénium respecte les recommandations minimales de l'INRA (1989) (tableau 1). Elles sont même très largement dépassées pour le cuivre en post-sevrage et en engraissement où les apports correspondent à 12 fois les besoins des animaux (122 et 116 ppm vs. 10 ppm). La marge de sécurité est également assez élevée pour les autres éléments-trace sauf pour le sélénium où l'ajustement est meilleur. Malgré cela, leur niveau de concentration ne dépasse pas le seuil maximal légal (Directive 70/524 CE, modifié en annexe 1). Il en est de même pour le molybdène et pour les métaux lourds considérés comme des polluants stricts. Les teneurs ne dépassent pas 2 mg/kg pour l'arsenic, 5 mg/kg pour le plomb, 0,1 mg/kg pour le mercure et 0,5 mg/kg pour le cadmium (Directive 99/29/CE).

Les apports excessifs de cuivre s'expliquent par leur rôle de facteur de croissance notamment en post-sevrage. Pour un besoin estimé à 10 mg/kg (INRA, 1989), une teneur de 175 mg/kg reste autorisée jusqu'à 4 mois d'âge. Les concentrations en cuivre des aliments utilisés dans notre essai sont équivalentes ou légèrement inférieures à ce qui a été observé en Grande Bretagne (NICHOLSON et al., 1999) mais restent très supérieures à la concentration estimée de 35 ppm pour des aliments porcelets et porcs charcutiers aux Pays-Bas (JONGBLOED et LENIS, 1993). Pour le zinc, la concentration des aliments porcelets et porcs charcutiers au Royaume-Uni est beaucoup plus élevée avec une moyenne de 834 ppm pour les aliments porcelets. Cependant NICHOLSON et al. (1999) notent de gros écarts de teneur, de 212 à 2350 ppm pour ce nutriment. Des doses pharmacologiques de 2000 à 3000 mg d'oxyde de zinc/kg sont parfois permises avec une incidence favorable sur les performances de croissance. Ce rôle de facteur de croissance n'est pas autorisé dans l'Union Européenne mais reste une pratique courante en Amérique

Tableau 1 - Composition de l'eau d'abreuvement et des aliments en oligo-éléments par stade physiologique

	MS	B	Fe	Mn	Co	Mo	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Pb	Hg	As	Se	Al
Eau d'abreuvement en mg/l																
		0,07	0,01	-----ND (1)-----												
Composition des aliments en mg/kg MS (2)																
Porcelet	88,9	9,11	343	103	0,57	0,83	122	191	0,11	1,63	ND	0,16	0,018	0,46	0,08	136
Porc à l'engrais	87,0	7,36	219	101	0,25	1,06	116	122	0,08	0,40	0,14	0,41	0,034	0,48	0,13	96
Truie allaitante (3)	86,4	10,18	321	97	0,34	1,04	24	246	0,18	4,02	0,98	0,64	0,023	0,42	0,12	457
Truie gestante	87,4	9,27	258	90	0,24	0,81	22	250	0,17	4,16	0,61	0,29	0,046	0,40	0,21	150
Apports provenant de l'eau et de l'aliment en mg/ animal/ jour																
Porcelet		6,1	225	68	0,38	0,55	80	125	0,07	1,1	ND	0,10	0,012	0,30	0,05	89
Porc à l'engrais		14,1	406	187	0,47	1,96	216	226	0,15	0,8	0,26	0,77	0,064	0,90	0,23	179
Truie allaitante (3)		54,9	1607	485	1,68	5,22	121	1232	0,93	20,1	4,93	3,19	0,116	2,09	0,58	2291
Truie gestante		25,8	660	231	0,62	2,08	56	639	0,44	10,7	1,55	0,73	0,117	1,03	0,52	384

(1) ND: concentration inférieure au seuil de détectabilité

(2) Excepté pour la matière sèche (MS) qui est en pourcentage du brut

(3) En maternité, il est tenu compte des apports d'eau et d'aliment aux porcelets sous la mère

Tableau 2 - Quantités d'eau et d'aliment ingérées et production de lisier par stade physiologique

Stade physiologique	Aliment distribué kg brut /animal /jour	Consommation d'eau litres /animal /jour	Lisier/ eau kg/kg	Production de lisier (1)	
				kg /animal /jour	litres /animal /jour
Porc à l'engrais	2,13	6,41	0,56	3,62	3,58
Porcelet	0,74	2,61	0,51	1,33	1,28
Truie allaitante (2)	5,80	54,56	0,74	40,56	40,56
Truie gestante	2,93	29,73	0,71	21,25	21,25

(1) Densités moyennes mesurées du lisier: 1,00 pour les truies, 1,04 pour les porcelets et 1,01 pour les porcs à l'engrais

(2) Pour les truies allaitantes, la production de lisier ainsi que les consommations d'aliment et d'eau des porcelets sous la mère sont comprises

du Nord. Aux Pays-Bas où la réglementation est plus contraignante, la teneur estimée des aliments porcelets et porcs charcutiers en zinc ne dépasse pas 90 mg/kg (JONGBLOED et LENIS, 1993).

Après l'aliment, l'eau peut constituer un apport non négligeable d'élément pour le lisier, compte tenu des volumes utilisés. La consommation d'eau par les truies de notre essai est élevée puisqu'elle se situe à 29,7 litres/ truie gestante/ jour et 54,6 litres/ truie allaitante et sa portée/ jour (tableau 2). Le taux de gaspillage n'a pas été déterminé. Il en résulte que l'apport en bore par l'eau représente 8 et 9 % des apports alimentaires chez la truie allaitante et gestante. Il n'est que de 3 % pour les porcelets et les porcs charcutiers. L'eau a également une teneur en fer de 0,01 mg/litre mais son apport journalier est négligeable compte tenu du niveau élevé des apports alimentaires en fer. Aucun autre élément-trace n'a été détecté dans l'eau d'abreuvement.

2.3. Volume de lisier produit

Tous les volumes de lisier sont calculés par jour de présence et par animal (tableau 2). Les résultats disponibles dans la bibliographie permettent de situer le niveau de production de lisier des truies mises en essai comme élevé. Le volume de lisier produit par truie gestante représente 21,2 l/truie/j. Pour les truies allaitantes l'écart est plus élevé encore avec 40,6 litres/ truie/ jour. Pour les porcs charcutiers, la production moyenne de lisier obtenue dans notre essai soit 3,58 l/porc/jour, semble plus conforme aux valeurs généralement comprises entre 3,15 et 3,97 litres/ porc/ jour (GRANIER et TEXIER, 1993; CHAUVÉL et GRANIER, 1994; LATIMIER et al., 1996). La production de lisier des porcelets égale à 1,28 litre/ animal/ jour, est également proche des valeurs généralement admises.

Le système d'abreuvement explique en partie l'importante quantité de lisier produite par les truies de notre essai. La présence d'un bac de récupération des eaux gaspillées s'est révélée efficace pour les porcs charcutiers et les porcelets mais sans effet pour les truies. Toutefois nous constatons une grande disparité entre les consommations brutes individuelles. Pour les truies allaitantes (porcelets compris), elles varient de 29 à 67 litres/ jour et de 28 à 41 l/j/truie gestante. En élevage de production, les niveaux d'abreuvement des truies et donc de production de lisier doivent être infé-

rieurs et plus homogènes car les abreuvoirs en libre service semblent peu utilisés au profit de système d'abreuvement contrôlé tel que la distribution de soupe.

2.4. Composition des lisiers

Compte-tenu des niveaux élevés de consommation d'eau, on obtient un lisier dilué pour les truies, 1,9 et 1,6 % de matière sèche pour respectivement les truies allaitantes et gestantes. Les lisiers de porcelets et de porcs charcutiers sont moins aqueux avec 7,4 et 5,7 % de matière sèche (tableau 3). En pratique, les concentrations des oligo-éléments s'expriment par rapport à la quantité de matière sèche. Ce mode d'expression présente l'avantage de s'affranchir des taux de dilution parfois très différents entre les études.

Dans notre essai, la concentration de cinq éléments-trace n'a pu être déterminée dans le lisier de truie allaitante contre un seul dans le lisier de porc charcutier. Le seuil de détection de la méthode d'analyse utilisée est de 0,1 mg/kg brut pour l'aluminium, le nickel, le plomb et de 0,01 mg/ kg brut pour le cadmium, l'arsenic, le cobalt et le mercure. Un taux de dilution trop élevé du lisier nuit à la détectabilité de ces éléments-traces car ils sont généralement liées à la matière sèche. Les équations de prédiction de la concentration en métaux lourds (Zn, Cu, Ni, Pb, Cd, As, Cr) par rapport à la matière sèche ont des coefficients de corrélation souvent supérieurs à 70 % (NICHOLSON et al., 1999). Conformément aux observations de ces mêmes auteurs, nous n'avons relevé aucune trace de mercure dans les 16 échantillons de lisier analysés.

Pour les concentrations en bore, manganèse, arsenic et sélénium nous trouvons des valeurs proches sinon comparables à celles observées par MEEUS-VERDINNE et al. (1986) et NICHOLSON et al. (1999) (tableau 4). Pour le fer, le cobalt et le nickel, nos valeurs sont inférieures et celle du zinc supérieure aux concentrations observées par ces auteurs et cela quel que soit le stade physiologique.

Notre étude montre cependant de fortes disparités de concentration inter-stade physiologique. Le rapport entre les teneurs maximales et minimales est supérieur à 5 pour 7 éléments-trace sur 15. Un lisier de porc à l'engrais est ainsi 9 fois plus concentré en cuivre relativement à la matière

Tableau 3 - Composition moyenne du lisier en oligo-éléments par stade physiologique (1)

	MS	B	Fe	Mn	Co	Mo	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Pb	Hg	As	Se	Al	Cu+Zn+Ni+Cr	
Concentration moyenne du lisier en mg/kg MS (2)																		
Porcelet	7,4	66,4	2106	624	4,00	5,55	742	1886	0,30	5,0	ND	4,15	ND	1,00	0,54	785	2634	
Porc à l'engrais	5,7	44,2	1733	583	1,15	13,65	837	1301	0,32	2,2	8,6	ND	ND	0,40	0,71	613	2148	
Truie allaitante	1,9	62,3	1219	419	0,83	5,08	98	1185	ND	14,1	ND	ND	ND	0,39	1,34	ND	1303	
Truie gestante	1,6	46,2	1572	537	0,77	3,52	180	1414	0,77	13,3	ND	1,50	ND	1,14	1,39	607	1608	
quantités produites en mg/ animal/ jour																		
Porcelet		6,5	207	61	0,39	0,54	72,8	185	0,03	0,49	ND	0,41	ND	0,10	0,05	77	258	
Porc à l'engrais		9,1	355	119	0,24	2,80	171,0	267	0,07	0,46	1,76	ND	ND	0,08	0,15	126	440	
Truie allaitante		46,9	918	316	0,63	3,83	73,8	893	ND	10,6	ND	ND	ND	0,29	1,01	ND	981	
Truie gestante		15,9	542	185	0,26	1,21	62,0	487	0,26	4,6	ND	0,52	ND	0,39	0,48	209	554	

(1) ND: concentration inférieure au seuil de détectabilité. En maternité, il est tenu compte de la production de lisier des porcelets sous la mère

(2) Excepté pour la matière sèche (MS) qui est en pourcentage du brut

Tableau 4 - Références bibliographiques sur la composition du lisier de porc en éléments-trace et seuils réglementaires (mg/ kg MS)

	B	Fe	Mn	Co	Mo	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Pb	Hg	As	Se	Cu+Zn+Ni+Cr
Nicholson et al. (1999)						351	575	0,3	2,8	10,4	2,5	ND	1,7		939
Meeus-Verdinne et al. (1986)	50	5000	600	5	2	574	919	0,5	11	20	10		1,7	0,6	1524
Arrêté du 08 janvier 1998						1000	3000	15	1000	200	800	10			4000
CERAFEL						75	300	1,5	140	50	140	1			
Label Ecologique Communautaire					2	100	300	1	100	50	100	1	10	1,5	

sèche par rapport à un lisier de truie gestante. La composition des aliments semble être essentiellement à l'origine de ces différences. Ainsi la concentration du lisier en certains éléments-trace sera spécifique de l'élevage selon qu'il soit naisseur, naisseur-engraisseur ou engraisseur.

L'analyse des quantités d'éléments retrouvées dans le lisier montre que pour certains d'entre eux, ce niveau est très proche des apports alimentaires. Pour le fer, le molybdène, le cuivre, le zinc et le sélénium, la quantité retrouvée dans le lisier dépasse 70 % des apports alimentaires pour au moins 3 stades physiologiques sur quatre. Ce pourcentage est surtout élevé en post-sevrage, il dépasse 90 % pour 9 éléments-trace sur 15. Cependant, ces propos doivent être nuancés dans la mesure où nous n'avons pas contrôlé d'autres sources d'intrants. En témoigne un certain nombre de valeurs où ce rapport dépasse 100 %. Cela peut-être le cas du zinc provenant de la galvanisation des pièces métalliques tels que tubes ou caillebotis présents dans les cases. Néanmoins, nous retrouvons globalement une forte proportion de métaux lourds dans le lisier relativement aux apports alimentaires.

De nouvelles réglementations ont récemment été mises en application pour limiter l'épandage de métaux lourds sur les sols cultivés (tableau 4). Par comparaison, les lisiers de porcelets ont des concentrations en cuivre et zinc de 742 et 1886 mg/ kg de matière sèche (tableau 3). Elles sont inférieures aux valeurs limites proposées de 1000 et 3000 mg/ kg de matière sèche dans l'arrêté du 08 janvier 1998 (J.O.F.) mais très supérieures aux valeurs du CERAFEL

(75 et 300 mg/kg MS). La concentration en cuivre du lisier de porc charcutier est également élevée puisqu'elle se situe à 837 mg/ kg MS, or ce stade physiologique est prépondérant en terme de volume de lisier et de quantité de métaux lourds produits par un élevage naisseur-engraisseur (80 % des apports en cuivre contre 14 % seulement provenant du post-sevrage, tableau 5, p 62). Enfin, avec la mise en place d'un procédé de traitement du lisier induisant une perte de matière sèche sous forme de N₂, CO₂, NO_x, les co-produits du traitement obtenus pourraient avoir de plus fortes concentrations en métaux lourds que le lisier relativement à la matière sèche.

A court terme, il serait donc souhaitable de réduire les taux d'incorporation de cuivre et de zinc essentiellement dans les aliments pour porcs charcutiers. L'apport de zinc recommandé par l'INRA (1989) à 100 mg/ kg peut-être ramené à 50 mg/ kg selon le NRC (1998). L'efficacité de la réduction de la supplémentation minérale en cuivre et zinc en engraissement a été démontré par PABOEUF et al. (2000). Le niveau des rejets, cuivre notamment, a baissé sans altération des performances de croissance.

La concentration des autres éléments-trace présents dans le lisier de porcs est généralement inférieure aux teneurs maximales admissibles quel que soit la référence réglementaire. Dans le cas de la mise en place d'une réglementation encore plus restrictive, il sera toujours envisageable de réduire les quantités de métaux lourds produits, par une baisse des apports alimentaires comme cela a déjà

Tableau 5 - Pourcentage d'élément-trace produit par stade physiologique pour un élevage naisseur-engraisseur total (1)

	B	Fe	Mn	Co	Mo	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Pb	Hg	As	Se	Al	Cu+Zn+Ni+Cr
Porcelet	16	15	13	34	7	14	16	10	11	0	66	ND	20	8	16	15
Porc à l'engrais	57	63	64	52	83	80	59	55	25	100	0	ND	42	51	66	66
Truie allaitante (2)	11	6	7	5	4	1	8	0	23	0	0	ND	6	14	0	6
Truie gestante	16	16	16	9	6	5	17	35	41	0	34	ND	32	27	18	13

(1) Simulation effectuée à partir des volumes et de la composition des lisiers ainsi que les gains moyens quotidiens obtenus dans cet essai

Nous avons retenu pour les truies 2,414 cycles/an, 20,71 porcelets sevrés et 19,2 porcs produits/truie présente/an

Pour les truies gestantes, il est compté 16 % de truies improductives

(2) En maternité, il est tenu compte de la production de lisier des porcelets sous la mère

été étudié pour l'azote et le phosphore (DOURMAD et al. 1992, LATIMIER et POINTILLART, 1993). Une meilleure connaissance des besoins alimentaires en oligo-éléments sera nécessaire car les apports actuels tiennent compte d'une marge de sécurité trop élevée, parfois supérieure à 2 fois les besoins.

CONCLUSION

Le lisier de porc est à la fois une source d'éléments nutritifs indispensables au bon développement des plantes cultivées

mais il contient également de nombreuses substances indésirables. Toutefois, mis à part le cuivre et le zinc pour lesquelles ils existent un potentiel de réduction par la voie alimentaire, les autres éléments à savoir essentiellement le cadmium, chrome, mercure, nickel, plomb, arsenic sont présents en faible concentration dans le lisier et ne devraient pas nécessiter de mesures préventives de réduction. Cependant la filière porcine n'est pas à l'abri d'un durcissement de la réglementation sur les épandages de métaux lourds et d'autre part, les effets concentrateurs des différents procédés de traitement du lisier de porc ne sont pas encore très bien connus.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CERAFEL Bretagne, 1999. Cahier des charges pour l'utilisation des matières fertilisantes organiques. Chambres d'Agriculture de Bretagne. Version 1 du 3 juin 1999.
- CHAUVEL J., GRANIER R., 1994. Journées Rech. Porcine en France, 26, 97-106.
- COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE, 1998. Label économique communautaire. Règlement de certification applicable aux amendements pour sols, annexe 1. Association Française de Normalisation, Éd. Paris.
- COPPENET M., GOLVEN J., SIMON J.C., et al., 1993. Agronomie, 13, 77-83.
- DOURMAD J.Y., GUILLOU D., NOBLET J., 1992. Livest. Prod. Sci., 31, 95-107.
- GRANIER R., TEXIER C., 1993. Techniporc, 16 (2), 23-31.
- I.N.R.A., 1989. L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles. INRA, éd. Paris, 282 pp.
- J.O.F. (Journal Officiel de la République Française), 1995. Décret n° 95-354 : Certification des matières fertilisantes utilisables en agriculture biologique. J.O.F - 1.04.1995, 5437 et suivantes. J.O.F. Éd. Paris
- J.O.F. (Journal Officiel de la République Française), 1998. Arrêté du 8 janvier 1998. J.O.F, 31.01.1998, 1563-1571, J.O.F. Éd. Paris.
- JONGBLOED A.W., LENIS N.P., 1993. In : Proceedings of the 1st international symposium on nitrogen flow in pig production and environmental consequences. Wageningen, NL. 8-11 June 1993. EAAP Publication n° 69.
- LATIMIER P., POINTILLART A., 1993. Journées Rech. Porcine en France, 25, 277-286.
- LATIMIER P., GALLARD F., CORLOUËR A., 1996. Journées Rech. Porcine en France, 28, 241-248.
- MEEUS-VERDINNE K., SCOKART P.O., DE BORGER R., 1986. Revue de l'Agriculture 4 (39), 801-816.
- MENZI H., KESSLER J., 1998. In : Proceedings of the Eight International Conference of the FAO Network on Recycling of Agriculture. Municipal and Industrial Residues in Agriculture.
- NICHOLSON F., CHAMBERS B., ALLOWAY B., et al., 1998. In : Proceedings of the 16 th World Congress of Soil Science. Montpellier, France.
- NICHOLSON F.A., CHAMBERS B.J., WILLIAMS J.R., UNWIN R.J., 1999. Bioresource Technology, 70, 23-31.
- N.R.C. (National Research Council), 1998. Nutrient requirements of swine. 10 th Revised Edition National Academy Press, Washington, DC, U.S.A.
- PABOEUF F., NYS Y., CORLOUËR A., 2000. Journées Rech. Porcine en France, 32, 59-66.
- SEN TRAN T., COTE D., N'DAYEGAMIYE A., 1996. Agrosol, 9 (1), 21-30.
- VERTES F., 1995. Ingénierie. EAT, 45-50.