



Composition chimique détaillée des aliments et des lisiers de porc



Cette étude a partiellement fait l'objet d'une présentation aux Journées de la Recherche Porcine 2001.

Le lisier de porc constitue une source variée d'éléments fertilisants. Sa composition en éléments majeurs : azote, phosphore et potassium est bien connue de par les nombreuses références bibliographiques sur le sujet (Ziegler et Héduit, 1991, Granier et Texier, 1993, Latimier et al., 1996, Levasseur, 1998). Les articles mentionnant les macro-éléments secondaires (CaO, MgO, Na₂O et SO₃) et les oligo-éléments sont beaucoup plus fragmentaires. Pourtant, bien que présents à de plus faibles concentrations, leurs effets ne sont pas négligeables. Selon l'élément considéré, la dose et la période d'apport, le type de sol..., ils peuvent contribuer utilement à la fertilisation des cultures, mais parfois présenter des risques pour l'environnement.

Ainsi l'Institut Technique du Porc a mené une étude destinée à quantifier de façon relativement exhaustive la concentration du lisier pour 22 éléments dont 15 éléments-trace selon le stade physiologique du porc. Dans la perspective d'une éventuelle réduction des intrants alimentaires pour les éléments à risque, nous avons analysé la composition des aliments. Cet article est également l'occasion de rappeler quelques notions de fertilisation et de réglementation sur l'épandage des micro-éléments.

Les animaux

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. 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 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 sont collectés sur 3 périodes de 32, 35 et 48 jours en cours de gestation.

Résumé

L'analyse de la composition du lisier de porc pour 22 éléments nous a permis de quantifier son aptitude fertilisante et les risques de toxicité par rapport aux quantités habituellement épandues. Sur la base de 170 kg d'azote par hectare, les apports seront approximativement de 100 kg de P₂O₅, 170 kg de K₂O, 140 kg de CaO, 50 kg de SO₃, 35 kg de MgO et Na₂O, permettant de compenser tout ou partie les exportations culturales et les pertes par lessivage. Le lisier contribue également à fournir les oligo-éléments pouvant poser des problèmes de carence. Il s'agit du fer, du bore, du cuivre, du zinc, du molybdène et du manganèse. Au regard de l'Arrêté du 08 janvier 1998, du CERAFEL et du Label Ecologique Communautaire, les lisiers de porcelet et d'engraissement auraient cependant des teneurs élevées voire excessives en cuivre (742 et 837 mg/kg MS) et en zinc (1886 et 1301 mg/kg MS). L'analyse des aliments montre les perspectives de réduction à la source.

Pascal LEVASSEUR



L'analyse des aliments et des lisiers porte sur 7 macro-éléments et sur 15 éléments-trace.

Pour le sélénium, l'ajustement de la teneur des aliments correspond bien aux besoins nutritionnels des porcs à l'engrais et des truies allaitantes, estimés à 0,1 mg/kg.

Les aliments, pesés manuellement, sont distribués en granulés au nourrisseur, seules les truies gestantes sont rationnées (2,9 kg brut en moyenne). Le mode d'abreuvement est en libre service avec abreuvoir et bac anti-gaspillage. Un compteur d'eau est disposé par bac à lisier.

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

Méthodes d'analyse des aliments et des lisiers

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 précédant la mise-bas, et de l'aliment distribué aux porcelets. En fin d'étude, un échantillon moyen par stade physiologique, représentatif des quantités distribuées, est envoyé au laboratoire.

L'analyse des aliments et des lisiers porte sur 7 macro-éléments : azote, phosphore, potassium, calcium, magnésium, sodium et soufre et sur 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. Au total, 16 analyses de lisier ont été réalisées, soit 4 par stade physiologique.

Les critères zootechniques

Pour les 24 porcs charcutiers mis en essai, la vitesse de croissance, l'indice de consommation et la consommation individuelle journalière d'aliment étaient respectivement de 843 g/j - 2,54 kg/kg et 2,1 kg brut ; pour les 32 porcelets de 495 g/j - 1,49 et 0,7 kg brut.

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. Leurs consommations journalières étaient de 5,8 kg brut (y compris l'aliment porcelet sous la mère).

Résultats de composition des aliments et de l'eau d'abreuvement

La conduite alimentaire des porcs est en biphasé avec des taux de matières azotées totales proches des recommandations du CORPEN (1996) soit pour les porcs charcutiers un aliment à teneur moyenne (avec environ 40 % d'aliment croissance et 60 % d'aliment finition) de 15,9 % de MAT au lieu de 15,5 %. Il en est de même pour l'aliment porcelet (18,5 % contre 18,3 %), l'aliment truie allaitante (16,5 %) et l'aliment truie gestante (12,7 % au lieu de 14,0 %). Les teneurs en phosphore total sont inférieures aux recommandations du CORPEN (1996) excepté pour l'aliment destiné aux truies gestantes.

Dans cette étude, la teneur en calcium des aliments varie de 9,6 à 11,5 g/kg brut selon le stade physiologique (tableau 1). Les teneurs en magnésium, sodium et soufre sont généralement inférieures ou égales à 2 g/kg brut avec de faibles différences entre catégories de porcs. Nous constatons ainsi une bonne marge de sécurité sur le magnésium dont le besoin minimal est de 0,4 à 0,5 g/kg chez le porc en croissance.

La teneur des aliments en fer, zinc, manganèse, cobalt dépassent de 2 à 4 fois les recommandations minimales de l'INRA (1989) (tableau 2). Les apports excessifs de ces oligo-éléments ayant un rôle nutritionnel chez le porc s'expliquent par une mauvaise connaissance de leur biodisponibilité. La marge de sécurité est même beaucoup plus élevée pour le cuivre puisqu'en post-sevrage et en engraissement, les apports correspondent à 12 fois les besoins des animaux (122 et 116 ppm vs. 10 ppm). Cependant, leur niveau de concentration ne dépasse pas le seuil maximal légal (Directive 70/524, modifiée 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). Pour le sélénium, l'ajustement de la teneur des aliments correspond bien aux besoins nutritionnels des porcs à l'engrais et des truies allaitantes, estimés à 0,1 mg/kg. Ce nutriment peut en effet devenir toxique à dose élevée.

Les apports particulièrement élevés en cuivre s'expliquent par son rôle de facteur de croissance notamment en post-sevrage. Pour un besoin estimé à 10 mg/kg



Tableau 1 : Les macro-éléments ⁽¹⁾

	MS	MAT	P	K	Ca	Mg	Na	S	
Teneur de l'eau d'abreuvement en mg/l									
	-	-	0,03	5,0	39	8,9	28,6	15	
Composition de l'aliment en g/kg brut									
Porcelet	889	185	6,3	9,6	9,6	1,6	1,5	2,4	
Porc à l'engrais	870	159	4,8	8,9	10,2	1,5	1,7	2,0	
Truie allaitante	864	165	6,2	10,0	11,1	1,7	1,8	2,1	
Truie gestante	874	127	5,5	8,7	11,5	1,6	1,9	1,9	
	MS	NTK	NH4 +	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	SO ₃
Concentration moyenne du lisier en g/kg brut									
Porcelet	74	4,80	2,50	4,24	5,02	4,17	1,35	0,75	1,80
Porc à l'engrais	57	5,29	3,65	3,07	5,84	4,43	1,20	1,18	1,58
Truie allaitante	19	2,00	1,30	0,96	1,53	1,22	0,28	0,34	0,40
Truie gestante	16	1,74	1,41	1,25	1,41	1,70	0,32	0,35	0,55
Mixte N-E ⁽²⁾	36	3,39	2,37	2,09	3,43	2,86	0,72	0,71	1,01
Quantité épandue (kg/ha) ⁽³⁾	1805	170	119	105	172	143	36	36	51

(1) MS: matière sèche - MAT: matières azotées totales - NTK: azote total Kjeldahl

(2) Simulation pour un mélange de lisier naisseur-engraisseur total - 21 porcelets sevrés et 19,5 porcs produits/truie présente/an - 16 % de truies improductives

(3) Pour un épandage de lisier mélangé naisseur-engraisseur sur la base de 170 kg d'azote Kjeldahl par hectare

Tableau 2 : Les oligo-éléments ⁽¹⁾

	B	Fe	Mn	Co	Mo	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Pb	Hg	As	Se	Al
Teneur de l'eau d'abreuvement en mg/l															
	0,07	0,01						ND							
Composition de l'aliment en mg/kg sec															
Porcelet	9,1	343	104	0,57	0,83	122	191	0,11	1,6	ND	0,16	0,02	0,46	0,08	136
Porc à l'engrais	7,4	219	101	0,25	1,06	116	122	0,08	0,4	0,14	0,41	0,03	0,48	0,13	96
Truie allaitante	10,2	321	97	0,34	1,04	24	246	0,19	4,0	0,98	0,64	0,02	0,42	0,12	457
Truie gestante	9,3	258	90	0,24	0,81	22	250	0,17	4,2	0,61	0,29	0,05	0,40	0,21	150
Concentration moyenne du lisier en mg/kg sec															
Porcelet	66,4	2106	624	4	5,6	742	1886	0,30	5,0	ND	4,2	ND	1	0,54	785
Porc à l'engrais	44,2	1733	583	1,15	13,7	837	1301	0,32	2,2	8,6	ND	ND	0,4	0,71	613
Truie allaitante	62,3	1219	419	0,83	5,1	98	1185	ND	14,1	ND	ND	ND	0,39	1,34	ND
Truie gestante	46,2	1572	537	0,77	3,5	180	1414	0,77	13,3	ND	1,5	ND	1,14	1,39	607
Mixte N-E ⁽²⁾	48,1	1693	564	1,31	10,5	654	1361	0,36	5,34	5,65	0,61	ND	0,57	0,86	572
Qté épandue (g/ha) ⁽³⁾	87,0	3062	1020	2,37	19,0	1183	2462	0,65	9,66	10,2	1,10	ND	1,03	1,56	1034
Seuils réglementaires en mg/kg sec															
Arrêté du 08 janvier 1998						1000	3000	15	1000	200	800	10			
CERAFEL						75	300	1,5	140	50	140	1			
Label Ecologique Communautaire						2	100	300	1	100	50	100	1	10	1,5

(1) ND: Non Détectable (concentration inférieure au seuil de détectabilité de l'analyse de laboratoire)

(2) Simulation pour un mélange de lisier naisseur-engraisseur total - 21 porcelets sevrés et 19,5 porcs produits/truie présente/an - 16 % de truies improductives

(3) Pour un épandage de lisier mélangé naisseur-engraisseur sur la base de 170 kg d'azote Kjeldahl par hectare

(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 peut être 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 nutri-



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.

ment. 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'UE mais reste une pratique courante en Amérique 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'éléments. 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. Le taux de gaspillage n'a pas été déterminé. Compte tenu de ces volumes et de la composition de l'eau, les apports de sodium via l'eau représentent 13 et 16 % des apports alimentaires chez la truie allaitante et gestante. Ils sont aussi respectivement de 6 et 8 % pour le soufre et de 8 et 9 % pour le bore. L'apport en calcium et magnésium par l'eau est proportionnellement moindre, il devient négligeable pour les autres éléments car à l'exception du bore et du fer, aucun élément-trace n'a été détecté dans l'eau d'abreuvement. Comparativement aux truies, en post-sevrage et en engraissement, les apports de minéraux et de métaux sont globalement peu élevés compte tenu des faibles niveaux de consommation d'eau. Ces consommations d'eau sont de 2,6 et 6,4 litres/animal/jour. Elles peuvent cependant varier d'un élevage à l'autre.

Volume de lisier produit

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 litres/truie/jour. 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 ; Chauvel et Granier, 1994 ; Latimier et al., 1996). La production de lisier des porcelets, 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 litres/jour/truie gestante. En élevage de production, les niveaux d'abreuvement des truies et donc de production de lisier sont probablement inférieurs avec des systèmes d'abreuvement contrôlé tel que la distribution de soupe.

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 1). Les concentrations des macro-éléments s'expriment généralement par rapport à une quantité (masse ou volume) d'effluent brut, facilitant le calcul des quantités à épandre. Cependant, les taux de dilution extrêmement variables entre élevages rendent difficiles les comparaisons et l'utilisation d'une valeur moyenne. Pour cette raison, les concentrations des oligo-éléments s'expriment plus couramment par rapport à la quantité de matière sèche.

Les macro-éléments

La concentration du lisier brut en N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO, Na₂O et SO₃ varie selon le stade physiologique. Dans cet essai, les lisiers de porc charcutier et de porcelet sont 2 à 5 fois plus concentrés en éléments fertilisants que les lisiers de truie gestante et allaitante. Les teneurs varient également selon l'élément considéré. Le lisier de porcelet et d'engraissement contient entre 1 et 2 kg/m³ brut de MgO, Na₂O et SO₃ mais plus de 4 kg/m³ brut de CaO, N et K₂O. Ainsi la concentration du lisier en éléments fertilisants semble dépendre avant tout de son taux de dilution mais aussi de la concentration initiale des aliments, des quantités ingérées et du taux de rétention par les animaux.

Pour un élevage naisseur-engraisseur total, une simulation nous permet d'estimer la composition d'un lisier mélangé provenant de tous les stades physiologiques ainsi que les quantités épandues de chaque élément fertilisant sur une base de 170 kg d'azote par hectare (tableau 1 et 2). Dans nos conditions, l'apport de P₂O₅ n'est que de 105 kg par hectare soit moins de 150 % du niveau d'exportation moyen de cultures courantes telles que maïs, blé. Le rapport phos-

La présence d'un bac de récupération des eaux gaspillées s'est révélée efficace pour les porcs charcutiers et les porcelets.

La concentration du lisier en éléments fertilisants semble dépendre avant tout de son taux de dilution mais aussi de la concentration initiale des aliments, des quantités ingérées et du taux de rétention par les animaux.



phore/azote du lisier de porc en fait un produit mieux adapté aux besoins des cultures que ne le sont la plupart des composts ou co-produits de traitement. Nombre de ces derniers sont trop riches en anhydride phosphorique relativement à leur quantité d'azote résiduelle. Par ailleurs, les quantités épandues seront approximativement de 140 kg de CaO, 35 kg de MgO et Na₂O et 50 kg de SO₃. Le coefficient d'équivalence-engrais pour CaO et pour MgO est généralement considéré égal à 1,00 (Ziegler et Héduit, 1991). Le calcium du lisier de porc est davantage considéré pour ses propriétés d'amendement. Il contribue à entretenir l'état calcique des sols et suffit généralement à compenser l'effet acidifiant de l'ammonium. Dans certaines situations, un épandage de lisier de porc peut contribuer de façon suffisante à la nutrition des cultures en macro-éléments secondaires, ainsi, les prélèvements d'un maïs grain seront au maximum de 30 à 35 kg MgO/ha/an et de 50 à 60 kg SO₃/ha/an. Des apports complémentaires peuvent être envisagés pour compenser les pertes par lessivage notamment en sol sableux très filtrant.

Les éléments-trace

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-trace car ils sont généralement liés à la matière sèche.

Les concentrations moyennes en bore, manganèse, arsenic et sélénium sont respectivement de 48 ppm, 560 ppm, 0,6 ppm et 0,9 ppm (tableau 2). Elles sont proches sinon comparables à celles observées par d'autres auteurs (Meeus-Verdinne et al., 1986 ; Nicholson et al., 1999). 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. Conformément aux observations de Nicholson et al. (1999), nous n'avons relevé aucune trace de mercure dans les 16 échantillons de lisier analysés.

Notre étude montre cependant de fortes disparités de concentration entre les stades physiologiques. 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 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 au niveau de l'élevage sera variable selon qu'il soit naisseur, naisseur-engraisseur ou engraisseur.

Les aspects réglementaires

Afin de réduire les risques d'accumulation de métaux lourds dans les sols agricoles, un certain nombre de mesures préventives ont récemment été mises en place en France ou au niveau européen. Elles prévoient de limiter l'épandage sur les sols de principalement sept éléments-trace : cadmium, chrome, cuivre, zinc, mercure, nickel et plomb. Le lisier de porc ne serait concerné que pour des épandages sur cultures labellisées ou soumis à un cahier

des charges spécifique. Toutefois la filière porcine n'est pas à l'abri d'une extension de ces seuils réglementaires. Il est vrai que l'excès de certains métaux lourds peut constituer un risque de toxicité pour les cultures et les animaux au pâturage. A l'inverse un déficit engendrera des carences. Pour reprendre Paracelce, médecin suisse du 16^{ème} siècle « Tout est poison, rien n'est poison, c'est la dose qui fait le poison ».

Ainsi l'arrêté du 08 janvier 1998 prévoit trois barrières pour limiter l'épandage d'éléments-trace : la concentration de l'intrant, les apports cumulés sur 10 ans et la teneur des sols. Pour le cuivre, l'accumulation maximale autorisée sera de 1,5 g/m²/10 ans, et seulement 1,2 g sur pature et sol acide. Dans nos conditions de simulation, nous comptabilisons 1,18 g/m²/10 ans, ce qui demeure proche des maxima autorisés. D'autre part, les analyses révèlent que les lisiers de porcelets ont des concentrations en cuivre et zinc de 742 et 1886 mg/kg de matière sèche (tableau 2). Elles sont inférieures aux valeurs limites proposées de 1000 et 3000 mg/kg de matière sèche dans l'arrêté du 08 janvier 1998 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 (environ 80 % des apports en cuivre contre 14 % seulement provenant du post-sevrage).

Le molybdène présente également dans cet essai une concentration supérieure au seuil fixé par le Label Ecologique Communautaire

La concentration du lisier au niveau de l'élevage sera variable selon qu'il est naisseur, naisseur-engraisseur ou engraisseur.

Ainsi l'arrêté du 08 janvier 1998 prévoit trois barrières pour limiter l'épandage d'éléments-trace : la concentration de l'intrant, les apports cumulés sur 10 ans et la teneur des sols.



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



(LEC), soit 3,5 à 13,6 mg Mo/kg MS, selon le stade physiologique, contre 2 mg Mo/kg de MS pour le LEC (tableau 2). Ces niveaux de concentration seraient à confirmer sur un plus grand nombre d'élevages. D'autre part, le LEC est considéré comme particulièrement restrictif puisqu'aux sept métaux lourds initialement cités, l'analyse de quatre éléments supplémentaires est demandée (Mo, Se, As et F) lorsque les produits terminaux contiennent des déchets industriels ou des déchets urbains solides.

A court terme, il serait souhaitable de réduire essentiellement les taux d'incorporation de cuivre et de zinc contenus dans les aliments pour porcs charcutiers.

A court terme, il serait souhaitable de réduire essentiellement les taux d'incorporation de cuivre et de zinc contenu 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 démontrée 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. 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 à déjà été étudié pour l'azote et le phosphore (Dourmad et al. 1992, Latimier et Pointillard, 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.

Fertilisation des cultures

L'épandage de lisier de porc au champ apporte de nombreux éléments-trace dont certains peuvent contribuer utilement à la fertilisation des cultures. Ces éléments sont généralement absorbés en très faibles quantités, ils agissent comme des activateurs de réactions chimiques essentielles pour le fonctionnement de la plante (photosynthèse, respiration...). La bibliographie montre que les carences en micro-éléments sont variables selon le type de culture et de sol.

Les principaux éléments-trace pouvant poser des problèmes de carence pour les grandes cultures

sont le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre, le bore et le molybdène (Perspectives Agricoles, 1989); ils sont relativement spécifiques aux cultures :

- Betterave : bore voire manganèse
- Maïs : zinc voire cuivre
- Chou-fleur : molybdène
- Céréales : manganèse, cuivre
- Luzerne : molybdène
- Colza : molybdène, bore

Nos analyses de lisier montrent que pour un épandage de 170 kg d'azote par hectare, il est conjointement apporté 20 g de molybdène, 90 g de bore, 1200 g de cuivre, 2500 g de zinc et 3100 g de fer (valeurs approchées). Le tableau 3 permet de comparer ces apports aux prélèvements de cultures betteravières, maïs, colza d'hiver et blé tendre d'hiver.

Cependant, la distinction entre carences vraies et carences induites est essentielle. Les premières sont relativement rares, elles sont essentiellement répertoriées pour le cuivre, le zinc et le bore sur sols sableux acides, fortement lessivés. Les sols granitiques de Bretagne sont naturellement pauvres en cuivre. Les carences induites sont par contre beaucoup plus fréquentes. Elles dépendent de nombreux paramètres physico-chimiques du sol (pH, aération, teneur en matière organique, potentiel redox...). Leurs biodisponibilités sont généralement plus élevées en sol acide. Inversement, sur sol calcaire ou après chaulage excessif, l'inso-

Tableau 3 : Prélèvements d'oligo-éléments par les cultures en g/ha/récolte ⁽¹⁾

Nature de la culture	Rendement/ha	Bore	Fer	Manganèse	Molybdène	Cuivre	Zinc
Betterave	18,8 TMS	390/540		300/470		97/160	95/300
Maïs variété ROC	115 q - 21 TMS	75		1800		90	600
Maïs variété DEA	90/110 q - 15/22 TMS	80/90		600/700		70/80	350/400
Colza d'hiver	35 q	70	332	380	4	3	322
Blé tendre d'hiver	75 q	38	750	375	2	53	300

(1) TMS: tonne de matière sèche - q: quintal

Données INRA-AGPM 1983-1985 - Perspectives Agricoles 1989.



lubilisation de ces éléments appauvrit la solution du sol, compartiment où se déroule l'absorption racinaire.

Le contexte d'un apport fructueux en oligo-éléments par un engrais de ferme et notamment du lisier de porc n'est pas toujours très bien connu compte tenu de la complexité des mécanismes de synergie et d'antagonisme entre éléments. Limouzin (1989) a montré qu'un apport de compost sur sol argilo-calcaire améliore les quantités de fer, bore, zinc et manganèse absorbées par la plante mais réduit celle de cuivre. Il

semblerait que des apports fractionnés et proches des périodes de croissance végétative soient plus favorables notamment sur sols calcaires.

Conclusion

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

Outre les apports généralement connus d'azote, phosphore et potassium, nous retrouvons des quantités de calcium, magnésium, sodium et soufre pouvant compenser tout ou partie les exporta-

tions culturelles. La contribution des micro-éléments n'est pas à négliger bien que leurs efficacités fertilisantes doivent être mieux cernées. Malgré leur rôle essentiel, le cuivre et le zinc sont présents à des teneurs excessives, une réduction des intrants alimentaires notamment pour le porc charcutier est à envisager. Enfin, pour les éléments souvent considérés comme des polluants stricts, essentiellement le cadmium, le chrome, le mercure, le nickel et le plomb, ils sont présents en faible concentration dans le lisier et ne devraient pas nécessiter de mesures préventives de réduction. ■

Pour des polluants stricts, essentiellement le cadmium, le chrome, le mercure, le nickel et le plomb, ils sont présents en faible concentration dans le lisier.

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.
- COMMUNAUTE EUROPEENNE, 1998. Label écologique communautaire. Règlement de certification applicable aux amendements pour sols, annexe 1. Association Française de Normalisation, Ed. Paris.
- 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 p.
- J.O.F. (Journal Officiel de la République Française), 1998. Arrêté du 08 janvier 1998. 31.01.1998, 1563-1571, J.O.F., Ed Paris.
- JONGBLOED A.W., LENIS N.P., 1993. 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.
- LIMOUZIN F., 1989. Perspectives Agricoles, 135 : 57- 60.
- LEVASSEUR P., 1999. Mieux connaître les lisiers de porc. Ed ITP, 32 p.
- LEVASSEUR P. TEXIER C., 2001. Journées Rech. Porcine en France, 33 : 57-62.
- MEEUS-VERDINNE K., SCOKART P.O., DE BORGER R., 1986. Revue de l'Agriculture 4 (39) : 801-816.
- NICHOLSON F.A., CHAMBERS B.J., WILLIAMS J.R., UNWIN R.J., 1999. Bioresource Technology, 70, 23-31.
- NRC, (National Research Council) 1998. Nutrient requirements of swine. 10th 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.
- PERSPECTIVES AGRICOLES n°134 mars 1989 – n°135 avril 1989 – n° 136 mai 1989.
- ZIEGLER D., HEDUIT M., 1991. Engrais de ferme : valeur fertilisante, gestion, environnement. Ed ITP, ITCF, ITEB, 35 p.

Contact:

pascal.levasseur@itp.asso.fr