



Composition et volume de lisier produit par le porc

Données bibliographiques

Pascal Levasseur

Pour optimiser l'utilisation du lisier, à des fins de traitement ou de valorisation agronomique, il est indispensable d'en connaître sa composition et de gérer au mieux ses capacités de stockage. Le recours à des valeurs de référence constitue une méthode rapide d'estimation. Cependant, les ouvrages sur les engrais de ferme ne proposent généralement qu'une valeur moyenne qui n'est pas représentative de la diversité des situations. Dans la suite du dossier bibliographique sur le lisier de porc, nous avons donc rassemblé plusieurs références de volume de lisier, de quantité et de concentration d'éléments fertilisants produits par stade physiologique et pour un élevage naisseur-engraisseur.

L'estimation des quantités d'éléments fertilisants produites par gain de poids ou par animal sont notamment utilisées pour des bilans globaux de fertilisation et pour le calcul des surfaces d'épandage. Mis à part l'azote dont la quantité diminue par un phénomène de volatilisation, ces quantités demeurent constantes de l'excrétion à l'épandage. Pour l'éleveur, des valeurs de concentration peuvent être plus pratiques à manipuler pour la gestion des effluents au niveau de la parcelle. Les critères de volume permettent d'estimer la capacité de stockage.

Cet article constitue un recueil de références bibliographiques sur les quantités d'éléments minéraux, les volumes et les concentrations de lisier produit par type de porc et pour un élevage naisseur-engraisseur. Les volumes sont donnés avant et après lavage des bâtiments. Pour les concentrations, la majorité des constituants minéraux sont référencés: macroéléments primaires (azote, phosphore, potassium), secondaires (calcium, magnésium, sodium), oligo-éléments (cuivre, zinc, manganèse, fer, soufre, bore, molybdène) et quelques éléments en trace.

En pratique, les fosses de stockage peuvent contenir du lisier provenant majoritairement d'un ou plusieurs stades physiologiques. Une simulation permet d'en connaître la concentration selon le niveau de maîtrise de la gestion de l'eau.

Les résultats sont parfois très variables selon la source, mais ils constituent une bonne base de comparaison par rapport à ses propres résultats d'analyses.

Résumé

Quantité d'éléments minéraux produits par stade physiologique

Les valeurs (Tab 1. page suivante) correspondent à une quantité d'éléments (en kg) produits ou retrouvés dans l'effluent pour un

gain de poids de 75 à 81 kg en engraissement et de 16 ou 20 kg en post-sevrage selon les références. Elles ont été obtenues par mesures ou simulations. Pour les truies, les valeurs correspondent à des rejets en kg/truie présente/ an.

Remarques : Les informations présentent quelques variations qui peuvent s'expliquer par les conditions dans lesquelles elles ont été recueillies. Pour les rejets d'azote, les différences observées entre les références sont essentiellement imputables au



Tableau 1 - Quantité d'éléments minéraux produits en fonction du stade physiologique et pour un élevage naisseur-engraisseur

Stade physiologique	Éléments minéraux (en kg)					Références
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cu	Zn	
Engraissement	3,2	2,09				CORPEN, 1996
	4,2	1,91	3,3	0,014	0,022	Jongbloed et Lenis, 1993
	3,9					Quiniou et al., 1994
	3,4	1,5	2,3			Granier et Texier, 1993
	4,2					Chauvel, 1991
	3,0					Latimier et Chatelier, 1992
	3,6	1,8	2,8			moyenne
Post-sevrage	0,44	0,28				CORPEN, 1996
	0,56	0,3	0,45	0,0055	0,0032	Jongbloed et Lenis, 1993
	0,5	0,3	0,4			moyenne
Truie présente	16,5	14,5				CORPEN, 1996
	22,4	12,6	17,3	0,037	0,078	Jongbloed et Lenis, 1993
	20					Chauvel, 1991
	20,3					Everts et Dekker, 1993
	19,8	13,6	17,3			moyenne
Élevage standardisé naisseur-engraisseur de 100 truies présentes en kg/ an,						
	7870	5496				Normes ministère agriculture, 1996

- CORPEN 1996 : ces chiffres sont basés sur l'utilisation d'un aliment unique. Porcs charcutiers: 17,5 % de protéines et 0,6 % de phosphore total. Post-sevrage: 19,2 % de protéines et 0,72 % de phosphore total. Truies: 16,5 % de protéines et 0,65 % de phosphore total. Lisier après une phase de stockage en bâtiment.
- Quiniou et al. (1994) : aliment unique à 17,8 % de MAT.
- Granier et Texier (1993) : aliment croissance et finition à 19 et 16,5 % de MAT.
- Everts et Dekker (1993) : aliment unique à 15,4 % de MAT.
- Jongbloed et Lenis (1993) : utilisation de deux aliments pour les porcs charcutiers et pour les truies.
- Chauvel (1991) : aliment unique à 16 % de MAT.
- Latimier et Chatelier (1992) : aliment unique à 17 % de MAT.
- Elevage standardisé de 100 truies présentes : Post-sevrage $350 \times 0,44 (0,28) \times 6,1 = 939$ kg N (598 kg P₂O₅). Porcs charcutiers $550 \times 3,2 (2,09) \times 3 = 5280$ kg N (3448 kg P₂O₅). Truies $100 \times 16,5 (14,5) = 1650$ kg N (1450 kg P₂O₅).

moment de l'analyse. Les valeurs élevées traduisent une estimation des rejets à l'excrétion (Chauvel, 1991 ; Jongbloed et Lenis, 1993). Elles sont comparables aux normes CORPEN (1996) qui donnent à l'excrétion 4,49 kg d'azote par porc charcutier produit et 23 kg d'azote par truie présente et par an. Les autres références sont généralement issues de mesures après une période de stockage du lisier où une part non négligeable de l'azote est perdu par volatilisation. Ces pertes atteignent ou dépassent 25 % de la quantité

initialement présente (Latimier et Chatelier, 1992 ; Latimier et al., 1993 ; CORPEN, 1996).

Pour un élevage naisseur-engraisseur, la contribution aux rejets totaux est très différente selon le stade physiologique. L'azote retrouvé dans l'effluent provient pour 70 à 74 % de l'engraissement et pour 17 à 19 % des truies présentes (Guillou et al., 1993, Jongbloed et Lenis, 1993). Les porcs charcutiers produiraient par ailleurs 70,5 % du potassium, 61 % du cuivre et 67 % du zinc (Jongbloed et Lenis,

1993). Ainsi, pour une exploitation en situation excédentaire, la réduction et la gestion des rejets en engraissement doivent constituer une priorité.

Volume de lisier

Voir Tab 2. page suivante

Remarques : Comme précédemment, les variations peuvent s'expliquer par les conditions dans lesquelles les données ont été recueillies. Les observations en élevage montrent des écarts de volume de lisier produit extrême-



Tableau 2 - Volumes de lisier produit en litre par animal et par jour en fonction du stade physiologique et pour un élevage naisseur-engraisseur de 100 truies présentes

Stade	litres/ animal/ jour		Références
	avant et	après lavage	
Allaitantes	15,1	21,9	Dumortier et al., 1996
	19,7	25,4	UGPVB, 1993
	14,5	19,1	Latimier et al., 1996
		19,7	Normes ministère agriculture, 1993
	16,4	21,5	moyenne
Gestantes	12,9	14,2	Dumortier et al., 1996
	16,1	16,9	UGPVB, 1993
	16,1	17,1	Latimier et al., 1996
	13,2		Normes ministère agriculture, 1993
	15,0	15,4	moyenne
Post-sevrage	2,03	2,51	Dumortier et al., 1996
	1,96	2,23	UGPVB, 1993
	1,34	1,82	Latimier et al., 1996
	2,63		Normes ministère agriculture, 1993
	1,78	2,30	moyenne
Engraissement	3,97	4,3	Dumortier et al., 1996
	4,76	4,96	UGPVB, 1993
	3,48	3,78	Latimier et al., 1996
	3,27		Chauvel et Granier, 1994
	3,15		Granier et Texier, 1993
	3,50	3,80	Latimier, 1992
		3,94	Normes ministère agriculture, 1993
3,69	4,16	moyenne	
Elevage standardisé naisseur-engraisseur de 100 truies présentes en m ³ / an.			
	1656		Dumortier et al., 1996
	1781		Normes ministère agriculture, 1993
	2032		Texier, 1997

- UGPVB (1993) : résultats d'enquête. Les truies allaitantes sont en majorité en sec+tuyau (53 observations), les truies gestantes (19 observations) et l'engraissement sont majoritairement en soupe et le post sevrage au nourrisseur+abreuvoir.
- Latimier et al. (1996) : alimentation sèche et humidifiée dans l'auge pour les truies, nourrisseurs pour le post-sevrage.
- Chauvel et Granier (1994) et Granier et Texier (1993) : Aliment en soupe, taux de dilution : 2,5/1, pas d'abreuvoir.
- Dumortier et al. (1996) : résultats sur 4 élevages, volume de lisier par élevage de 1444 à 2200 m³/an, distribution de l'aliment essentiellement en soupe.
- Normes ministère agriculture (1993) : machine à soupe, simulation pour 350 places de post-sevrage et 550 places en engraissement.
- Texier (1997) : simulation avec les normes du ministère de l'agriculture et les références nationales de 1995.

ment variables, de 16,7 à 42,4 litres/truie allaitante/jour (Dumortier et al., 1996) et de 2,2 à 19,6 litres/porc charcutier/jour (UGPVB, 1993). Ces différences sont dues à l'utilisation de différents systèmes d'alimentation, d'abreuvement, de taux de dilution et parfois d'importantes fuites d'eau au niveau des abreuvoirs. En effet, les résultats d'en-

quête tendent à montrer que les volumes de lisier issus d'élevage sont généralement supérieurs (+ 8 % environ, UGPVB, 1993) à ce qui peut-être obtenu en station expérimentale où la gestion de l'eau est généralement mieux maîtrisée. Les simulations de production de lisier à l'échelle d'un élevage (Normes ministère agriculture, 1993 ; Texier, 1997) peu-

vent montrer d'importantes différences selon le choix des critères de rotation et de références de rejets retenues. En pratique, de tels écarts pourraient également exister (Dumortier et al., 1996)

Réglementation de la capacité de stockage : La quantité de déjections produites par porc et par jour ne correspond pas à la quantité réelle de lisier à stocker. Plusieurs facteurs supplémentaires sont à prendre en compte : les eaux de lavage, la pluviométrie dans le cas de fosses non couvertes ou pour toutes surfaces non couvertes raccordées au lieu de stockage des effluents et les infiltrations d'eau éventuelles. Pour une valorisation optimale des déjections, la durée de stockage doit être définie de façon à ce que les épandages soient réalisés en fonction des assolements et de l'aptitude des sols à percevoir des déjections pendant la période la plus favorable. Ainsi au niveau national, la durée minimale de stockage a été fixée à 4 mois, elle peut-être de 6 mois dans certains départements. Des durées de stockage plus élevées peuvent cependant être exigées par arrêtés préfectoraux dans le cadre des programmes d'action applicables aux zones vulnérables. (voir Tableau 3 page suivante)

Concentration du lisier en éléments minéraux

Données bibliographiques

La concentration des effluents d'élevage est le rapport des quantités d'éléments excrétés par le volume de lisier produit sur la même période. L'unité est en kg/m³ pour les macro-éléments



(N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO et Na₂O) et en g/m³ pour les oligo-éléments (Cu, Mn, Fe, S, B, Mo). Lorsque, dans le document d'origine, les valeurs étaient données en kg ou en g/t (Héduit et al., 1977 ; Meeus-verdinne et al., 1986 ; Ziegler et Héduit, 1991 ; Zublena et al., 1993 ; Tran et al., 1996), nous avons rapporté toutes les unités en masse volumique en prenant une densité moyenne de 1,025. Des concentrations de quelques éléments en trace sont données en note (2).

Remarques : Les valeurs de concentration de lisier par stade physiologique peuvent paraître élevées par rapport aux valeurs obtenues tous stades confon-

Tableau 3 - Normes de stockage du lisier par place pour une durée de 4 et 6 mois. Ministère de l'agriculture, janvier 1993.

Type de porc	Normes par place pour une durée de stockage de	
	4 mois (m ³)	6 mois (m ³)
Porcs à l'engrais		
Lactosérum	1,20	1,80
Concentrés	0,80	1,20
Machine à soupe	0,48	0,72
Auge + abreuvoir intégré	0,40	0,60
Porcelets en post-sevrage	0,32	0,48
Truie allaitante	2,4	3,6
Truie gestante	1,6	2,4
Elevage standardisé naisseur-engraisseur de 100 truies présentes (*)	594	890

(*) Porcs charcutiers alimentés en soupe.

dues. Pour ces derniers, il s'agit généralement d'un lisier plus âgé (perte d'azote par volatilisation) et dilué par de l'eau de pluie.

Le lisier de porc charcutier est très concentré en éléments fertilisants. Il contribue aux 3/4 de la production d'azote d'un élevage

Tableau 4 - Concentration du lisier en éléments fertilisants par stade physiologique et pour un lisier mixte en kg/m³ pour les macro-éléments et en g/m³ pour les oligo-éléments

Stade	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	Cu	Mn	Zn	Fe	S	B	Mo	Références
Gestantes	3,3	3,0	2,2											Dumortier et al., 1996 Latimier et al., 1996 Ziegler et Héduit, 1991 moyenne
	2,7	1,6	1,6											
	5,6	6,7	2,5	6,9	1,5	3,6	18	46	94	234				
	3,9	3,8	2,1											
Allaitantes	3,3	2,7	2,1											Dumortier et al., 1996 Latimier et al., 1996 Tran et al., 1996 moyenne
	3,4	2,2	2,8											
	3,6	1,4	1,4											
	3,4	2,1	2,1											
Engraissement	9,6	4,1	6,4											Granier et Texier, 1993 Latimier et al., 1996 Dumortier et al., 1996 Héduit et al., 1977 Ziegler et Héduit, 1991 moyenne
	8,8	5,1	5,0											
	7,4	4,8	5,2											
	8,3	7,3	2,9	5,6	2,1	1,2	70	48	94	220				
	5,6	6,1	3,1	3,6	0,8	1,5	26	59	61	269				
	7,9	5,5	4,5											
Post-sevrage	3,8	3,0	2,8											Dumortier et al., 1996 Latimier et al., 1996 Ziegler et Héduit, 1991 moyenne
	5,6	3,4	3,7											
	6,4	5,7	2,0	4,9	1,8	0,5	67	59	148	283				
	5,3	4,0	2,8											
Lisier mixte	4,4	3,3	2,9											Dumortier et al., 1996 Warman, 1993 Meeus-V. et al., 1986 (2) Tran et al., 1996 Zublena et al., 1993 (1) Zublena et al., 1993 moyenne
	5,7	3,5	2,6	1,6	0,39		7	22	55					
							41	43	66	359		4	0,14	
				1,4	0,57		14	51		72		0,4	0,2	
	5,6	4,2	4,2	5,1	1,3	1,0	13	19	56	181	834	34	0,3	
	3,7	2,6	2,0	1,4	0,57	0,59	13	18	46	82	558	8	0,1	
	4,8	3,4	2,9	2,4	0,7	0,8	18	31	56	173	696	12	0,2	

(1) Zublena et al. (1993) : la première ligne correspond à un lisier frais de moins d'une semaine et la deuxième à un lisier après 6 à 12 mois de stockage avec les eaux usées.

(2) Pour un lisier à 7 % de matières sèche. Meeus-verdinne et al. (1986) donnent par ailleurs des concentrations pour les éléments traces suivant (en g/t) : Cobalt : 0,35 -Chrome : 0,77 -Nickel : 1,4 -Mercure : 0,004 -Plomb : 0,7 -Cadmium : 0,04 -Arsenic : 0,12 -Sélénium : 0,04.



naisseur-engraisseur avec seulement 44 % du volume total de lisier produit (alimentation soupe). La proportion du volume de lisier produit par les porcs charcutiers monte cependant à 57 % avec la présence d'abreuvoir sans récupération d'eau (Ministère de l'agriculture, 1993). Pour les truies, le volume correspondant s'élève respectivement à 37 et 28 %. Les déjections de truies en maternité contiennent de fortes proportions d'eau (92 - 97 %) (Van der Peet-Schwering et al., 1997) et contribuent par conséquent à une dilution non négligeable de l'ensemble du lisier.

Simulation de concentration selon l'origine du lisier

En pratique, pour des raisons d'orientation de l'élevage ou de conception de bâtiments, les fosses de stockage peuvent recevoir du lisier issu majoritairement d'un ou plusieurs stades physiologiques. Une simulation effectuée selon le niveau de maîtrise de la gestion de l'eau (tableau 5), nous permet d'estimer la concentration du lisier en fosse de stockage extérieure épandue au printemps, les préfosse étant pleine. Les concentrations, en kg/m^3 ,

s'appliquent à un lisier de printemps, stocké en fosse extérieure circulaire de 2,50 mètres de hauteur utile. La composition de ce lisier tient compte du remplissage des préfosse de 40 cm et d'un niveau de précipitation de 500 mm entre octobre et mars. Pour la maîtrise de l'eau, nous avons fait une moyenne des deux meilleurs et des deux moins bons volumes de lisier produit par stade physiologique (Tableau 3). Les niveaux de rejets d'azote et de phosphore retenus sont ceux des normes CORPEN (1996), avec l'utilisation d'un aliment unique et pour un indice de consommation de 2,9 chez le porc charcutier.

Conclusion

La variabilité des valeurs montre bien qu'à chaque élevage, peut

correspondre un lisier très spécifique. Ces données constituent cependant un ordre de grandeur. Elles permettent de situer ses propres résultats d'analyse et de diagnostiquer d'éventuels dysfonctionnements au sein de l'élevage. Ainsi, une faible concentration de tous les éléments minéraux indique un gaspillage d'eau (taux de dilution de la ration trop élevé, fuites d'eau sur les abreuvoirs, lavage excessif, période pluvieuse...). Si cette faible concentration ne concerne que l'azote c'est qu'il y a une perte par volatilisation importante (ou que la technique d'alimentation du biphasé s'avère efficace). Pour d'autres situations de déséquilibre entre éléments minéraux, pour des niveaux de concentrations ou de volume anormalement bas ou élevés, le diagnostic doit être approfondi.

Tableau 5 - Simulation de concentration (en kg/m^3) du lisier en N et P_2O_5 au stockage selon le niveau de maîtrise de l'eau et le type d'élevage (1)

	Eau maîtrisée		Eau non maîtrisée	
	N	P_2O_5	N	P_2O_5
Orientation de l'élevage				
Naisseur traditionnel	3,3	2,3	2,3	1,9
Engraisseur	6,5	4,2	5,3	3,5
Naisseur-engraisseur	4,8	3,3	3,8	2,7
Post-sevreur, engraisseur	5,7	3,7	4,5	3,0

(1) Méthode de calcul en annexe, avec la collaboration de P. Rousseau (I.T.P.)



Simulation de concentration du lisier en N et P₂O₅ dans la fosse de stockage extérieure selon le niveau de maîtrise de l'eau et le type d'élevage (avec la collaboration de P. Rousseau, ITP).

L'élevage

Elevage de 125 truies présentes soit 105 truies productives

- 2 maternités de 16 places (surface 8,4 x 20 m)
- 105 places de gestantes (surface 15,4 x 20 m)
- 3 salles de 150 places en post-sevrage (surface 15,6 x 12 m)
- 5,5 salles de 145 places en engraissement (surface 54,5 x 12 m)

Le lisier est stocké à partir d'octobre pour un épandage en mars. Les concentrations du lisier stocké dans la fosse extérieure de 3,10 mètres de hauteur (dont 60 cm de réserve) tiennent compte du remplissage des préfosse de 40 cm et d'un niveau de précipitation de 500 mm entre octobre et mars.

Estimation du volume de lisier à stocker en fosse extérieure

Normes ministères de l'agriculture (1993) pour la production de lisier (allaitantes : 0,6 m³/mois ; gestantes : 0,4 m³/mois ; post-sevrage : 0,08 m³/mois et engraissement : 0,12 m³/mois). Hauteur de préfosse 40 cm.

- Soit par stade physiologique :

	Volume total	Volumes préfosse	Volume extérieur
Gestantes	252	123	129
Allaitantes	115	67	48
Post-sevrage	216	75	141
Engraissement	575	262	313

- Soit par type d'élevage : pourcentage de lisier dans la fosse extérieure provenant de chaque stade physiologique :

Naisseur-engraisseur	49,6 % engraissement, 28,0 % truie présente, 22,4 % post-sevrage
Naisseur traditionnel	55,7 % truie présente, 44,3 % post-sevrage
Post-sevrageur, engraisseur	68,9 % engraissement, 31,1 % post-sevrage
Engraisseur	100 % engraissement

Concentration du lisier par stade physiologique selon le niveau de maîtrise de l'eau

Pour la maîtrise de l'eau : moyenne des deux meilleurs et des deux moins bons volumes de lisier produit par stade physiologique (Tableau 2). Vitesses de croissance issues des résultats GTE, 1996.

Engraissement pour 80 kg de gain de poids :

- Normes CORPEN : 3,2 kg d'azote et 2,09 kg de P₂O₅.
- 108,5 jours d'engraissement

Post-sevrage pour 20 kg de gain de poids :

- Normes CORPEN : 0,44 kg d'azote et 0,28 kg de P₂O₅.
- 46,6 jours d'engraissement

Truie présente :

- Normes CORPEN : 16,5 kg d'azote et 14,5 kg de P₂O₅/an/truie présente.
- Sevrage-saillie : 7 jours, gestation : 114 jours, lactation : 28 jours.



Stade physiologique	Niveau de maîtrise de l'eau	N	P ₂ O ₅
Engraissement	maîtrisé	7,78	5,08
	non maîtrisé	6,37	4,16
Post-sevrage	maîtrisé	4,66	2,96
	non maîtrisé	3,06	2,33
Truie	maîtrisé	3,06	2,69
	non maîtrisé	2,48	2,18

Dilution par les précipitations

Précipitation de 500 mm d'octobre à mars. Nous considérons que le volume de stockage est adapté au type d'élevage, de sorte qu'à l'épandage la hauteur de lisier soit fixée à 2,5 mètres sans précipitation (3,0 mètres avec précipitation), soit un taux de dilution de 16,7 %.

Concentration en N et P₂O₅ du lisier de la fosse extérieure, à l'épandage, (avant) et après dilution par les eaux de pluie.

	Eau maîtrisée		Eau non maîtrisée	
	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
Orientation de l'élevage				
Naisseur traditionnel	(4,0) 3,3	(2,8) 2,3	(2,7) 2,3	(2,2) 1,9
Engraisseur	(7,8) 6,5	(5,1) 4,2	(6,4) 5,3	(4,2) 3,5
Naisseur-engraisseur	(5,8) 4,8	(3,9) 3,3	(4,5) 3,8	(3,2) 2,7
Post-sevrage, engraisseur	(6,8) 5,7	(4,4) 3,7	(5,3) 4,5	(3,6) 3,0



Références bibliographiques

- CHAUVEL J., 1991. Alimentation du porc et rejet en azote et en phosphore dans le lisier. *Techni-porc*, mars 1991, p 33-40.
- CHAUVEL J., GRANIER R., 1994. Incidence de l'utilisation d'aliments à taux azotés décroissants sur les performances zootechniques et les rejets du porc charcutier. *Journées Rech. Porcine en France*, 26 : 97-106.
- CORPEN, 1996. Estimation des rejets d'azote et de phosphore des élevages de porcs. 23 p.
- DUMORTIER J., JEGOU J.Y., CALLAREC J., TOULARASTEL P., QUILLIEN J.P., 1996. Volumes et rejets en azote, phosphore et potasse dans 4 élevages. éd. EDE et Chambres d'agriculture de Bretagne, *Production Porcine*, 68 p.
- EVERTS H., DEKKER R.A., 1993. The effect of nitrogen supply during pregnancy on the nitrogen excretion by breeding sows. *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.
- GRANIER R., TEXIER C., 1993. Production du lisier de porc à l'engrais : quantité et qualité. *Techni-porc*, mars 1993, p 23-31.
- GUILLOU D., DOURMAD J.Y., NOBLET J., 1993. Influence de l'alimentation, du stade physiologique et des performances sur les rejets azotés du porc à l'engrais, de la truie et du porcelet. *Journées Rech. Porcine en France*, 25 : 307-314.
- HEDUIT M., ROUSTAN J.L., AUMAITRE A., SEGUIN M., 1977. Composition du lisier de porc : influence du mode d'exploitation. *Journées Rech. Porcine en France*, 11 : 305-310.
- JONGBLOED A.W., LENIS N.P., 1993. Excretion of nitrogen and some minerals by livestock. *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., 1992. Quelle quantité d'éléments fertilisants produit un porc charcutier. *Elevage Rentabilité*, avril, p 4-5.
- LATIMIER P., CHATELIER C., 1992. Effet de trois profils azotés sur les performances et les rejets du porc charcutier. *Journées Rech. Porcine en France*, 24 : 227-236.
- LATIMIER P., DOURMAD J.Y., CORLOUER A., 1993. Incidence, sur les performances et les rejets azotés du porc charcutier, de trois conduites alimentaires différenciées par l'apport de protéines. *Journées rech. Porcine en France*, 25 : 295-300.
- LATIMIER P., GALLARD F., CORLOUËR A., 1996. Actualisation des volumes et des quantités d'azote, de phosphore et de potasse rejetés dans le lisier par un élevage naisseur-engraisseur. *Journées Rech. Porcine en France*, 28 : 241-248.
- MEEUS-VERDINNE K., SCOKART P.O., R. DE BORGER, 1986. Evaluation des risques pour l'environnement provenant des métaux lourds contenus dans les déchets animaux. *Revue de l'agriculture*, n°4, Vol. 39, p 801-816.
- Ministère de l'agriculture. Normes de stockage, Janvier 1993.
- PEET-SCHWERING C.M.C. (VAN DER), VERMEER H.M., BEURSKENS-VOERMANS M.P., SWINKELS J.W.G.M., 1997. Restricting water supply for pregnant sows to minimize manure production. 58 th Easter school In Agricultural Science. *Progress In Pig Science*, p 11-12.
- QUINIOU N., DOURMAD J.Y., HENRY Y., BOURDON D., GUILLOU D., 1994. Influence du potentiel de croissance et du taux protéique du régime sur les performances et les rejets azotés des porcs en croissance-finition, alimentés à volonté. *Journées Rech. Porcine en France*, 26 : 91-96.
- TEXIER C., 1997. Elevage porcin et respect de l'environnement. éd. Institut Technique du Porc, 110 p.
- TRAN (SEN) T., COTE D., N'DAYEGAMIYE A., 1996. Effet des apports prolongés de fumier et de lisier sur l'évolution des teneurs du sol en éléments nutritifs majeurs et mineurs. *Compte rendu de recherche en science du sol*. Agrosol, vol. 9, n° 1, p21-30.
- UGPVB, 1993. Etude sur les volumes d'effluents produits dans les ateliers porcins. éd. UGPVB/SYPRAM novembre 1993, 18 p.
- WARMAN P.R., 1993. Influence of animal manures on extractable micronutrients, greenhouse tomatoes and subsequent Swiss chard crops. *Optimization of Plant Nutrition*, p 397-401.
- ZIEGLER D., HEDUIT M., 1991, Engrais de ferme : valeur fertilisante, gestion, environnement. éd. ITP, ITCF, ITEB. 35 p.
- ZUBLENA J.P., BARKER J.C., PARKER J.C., STANISLAW C.M., 1993. Swine manure as a fertilizer source. Published by North Carolina Cooperative extension Service.