



Les rejets d'azote, phosphore, potassium, cuivre et zinc des porcs engraisés sur caillebotis ou litière de bois



La comparaison des résultats de l'enquête « Structure » réalisée par le SCEES en 1995 avec les données du Recensement Général de l'Agriculture de 1970 montre que le cheptel moyen des élevages est passé de 60 à 600 porcs en 25 ans. Si la superficie agricole utile s'est également accrue, passant de 31 à 55 ha, la main d'œuvre est restée stable à 2,1 unités de travail annuel par élevage. Cette intensification du travail résulte d'une amélioration des techniques d'élevage en général et du mode de logement des animaux en particulier, avec notamment la quasi généralisation des sols sur caillebotis et de la technique du tout-lisier.

L'enquête porcine du SCEES de décembre 1994 permettait de situer la part relative des bâtiments d'élevage logeant les animaux sur caillebotis ou sur sol plein, raclé ou paillé. Elle montrait que le caillebotis est majoritaire quel que soit le stade physiologique des animaux et que son importance augmente tout au long du processus de production, passant de 70 % pour les truies, à 75 % pour les porcelets pour atteindre 90 % en porcherie d'engraissement.

En 1994, l'élevage traditionnel sur paille des années 60 ne concernait déjà plus que 10 % des porcs à l'engrais mais encore 25 à 30 % des truies et des porcelets sevrés. C'est la simplification des opérations de paillage, la litière accumulée remplaçant la litière raclée, la mécanisation de l'évacuation des litières, et de l'épandage des fumiers, qui ont contribué au maintien des bâtiments paillés d'aujourd'hui.

La dernière enquête porcine effectuée par le SCEES en novembre 2001 confirme ces évolutions. Il n'y a plus que 6 % des porcs à l'en-

grais élevés sur litière, 13 % des porcelets et 15 % des truies gestantes. La mise en place des productions de porcs dites alternatives (porc lourd, porc label, porc biologique, porc plein air) entraînera peut-être à nouveau l'utilisation des litières en porcherie d'engraissement.

Introduction

Selon l'INRA (DORMAD 1997), la production d'un porc charcutier abattu à 108 kg de poids vif correspondrait à l'ingestion de 8,7 kg d'azote, intégrant l'ensemble des consommations de tous les animaux de l'élevage (reproducteurs, porcelets et porcs à l'engrais).

Sur ces 8,7 kg d'azote ingéré, 2,9 kg sont retenus pour la production de viande, 2,8 kg se trouvent épandus dans les déjections et 3,0 kg disparaissent par volatilisation, soit approximativement 1/3, 1/3, et 1/3. La volatilisation de l'azote représente 1,5 kg dans le bâtiment, 0,3 kg au stockage et 1,2 kg au moment de l'épandage.

Résumé

Cette étude compare des rejets d'azote, phosphore et potassium de porcs engraisés selon deux modes de collecte des effluents (lisier ou fumier). En poids, les quantités de lisier produites sont deux à trois fois supérieures aux quantités de fumiers obtenues. Exprimés en volume, les rejets par porc varient du simple au double entre les fumiers et les lisiers (0,2 et 0,4 m³/porc respectivement). La comparaison des deux types de déjections, lisier ou fumier, montre que l'épandage d'une tonne de fumier apporte 60 à 70 % d'azote de plus qu'un mètre cube de lisier. La part d'azote excrétée par les animaux retrouvée dans les déjections diminue de 40 % en moyenne lorsque le fumier remplace le lisier. L'utilisation de ce type de litière peut être considérée comme un procédé de traitement permettant l'abattement de l'azote directement sous les animaux. En cinq mois d'un stockage réalisé sous abri et sans retournement, les fumiers ne perdent que 20 % de leur poids initial, soit deux fois moins que s'ils sont soumis à un compostage.

Claude TEXIER
Pascal LEVASSEUR



L'azote retrouvé dans les déjections représente 50 % de l'azote ingéré et l'azote mis à la disposition des plantes ne compte plus que pour 33 % de l'azote ingéré.

L'azote retrouvé dans les déjections c'est à dire l'azote excrété moins l'azote volatilisé dans le bâtiment représente 50 % de l'azote ingéré. L'azote réellement mis à la disposition des plantes, c'est à dire moins l'azote volatilisé au stockage et à l'épandage, ne correspond plus qu'à 33 % de l'azote ingéré.

Ces résultats, obtenus par l'INRA et par l'ITP, méritaient d'être validés avant d'être utilisés. Un groupe de travail du CORPEN a proposé en 2003 des estimations de rejets en K_2O , Cu et Zn complémentaires à celles déjà proposées en 1996 pour N et P_2O_5 , en tenant compte du mode de logement des animaux (caillebotis ou litière).

Des bacs à lisier (1 par case de 5 porcs) **collectent la totalité des lisiers produits au cours de la période d'engraissement.** La case «litière» reçoit en début d'essai 3 000 kg de sciure fraîche de hêtre (essai n° 1) ou d'écorce fraîche de chêne (essai n° 2), soit 75 kg par porc.

La récupération des déjections sur litière accumulée sous les animaux conduit à une perte d'azote deux à trois fois plus importante que sur caillebotis.

KERMARREC ET ROBIN (2002) obtiennent des chiffres comparables avec deux lots de porcs engraisés sur caillebotis intégral ; 45 et 47 % de l'azote ingéré se retrouvent dans le lisier. Pour les deux lots de porcs comparés et élevés sur litière profonde de sciure, ces auteurs ne retrouvent plus respectivement dans les litières que 26 et 12 % de l'azote ingéré. Ils considèrent que la récupération des déjections sur litière accumulée sous les animaux conduit à une perte d'azote deux à trois fois plus importante que sur caillebotis.

Matériel et méthode

De février 2001 à mai 2002, deux essais consécutifs sont réalisés dans la station d'expérimentation nationale porcine de Romillé.

En fin d'engraissement, le fumier et les lisiers sont pesés individuellement par case. Une remorque et un pèse-essieu sont utilisés pour le fumier, une tonne à lisier de 2000 litres placée sur jauge de contrainte pour les lisiers.

Chaque essai comporte une première période correspondant aux 3 mois et demi d'engraissement des porcs en bâtiment et une seconde période de 160 jours pour réaliser le stockage et le traitement des lisiers et fumiers obtenus avant leur épandage.

Les fumiers sont stockés en andains, sous bâche héli-perméable et les lisiers dans deux cuves en polyéthylène rigides de 15 m³ de capacité placées sous abri. Les analyses de deux échantillons prélevés au début et à la fin de la période de stockage permettent de caractériser la valeur agronomique des effluents (MS, MO, N, P, K, Ca et Mg) et indiquent leurs teneurs en oligo-éléments ou éléments traces métalliques principaux (B, Fe, Mn, Co, Mo, Cu, Zn, Cd, Cr, Ni, Pb, Hg, As et Se).

L'utilisation de 40 kg de sciure ou de copeaux de résineux séchés permet de réduire les rejets azotés à moins de 1 kg par porc entre 28 et 110 kg.

Des essais conduits par l'ITP (TEXIER 2000) sur litière de bois (sciure et copeaux séchés ou frais) ont également montré que l'utilisation de 40 kg de sciure ou de copeaux de résineux séchés permet de réduire les rejets azotés à moins de 1 kg par porc entre 28 et 110 kg. Avec des déchets de bois frais, non séchés (sciure ou écorce de chêne) apportés en plus grande quantité (70 à 80 kg/porc) les rejets azotés demeurent à peine supérieurs à 1,5 kg par porc produit (TEXIER 2001).

Chaque essai concerne deux lots de 40 animaux élevés sur deux types de sols : sol plein avec litière accumulée ou sol ajouré sur bacs à lisier. Le lot « litière » est logé dans une porcherie ouverte de 120 places (3 loges de 40 porcs) et le lot « lisier » dans une porcherie fermée de 80 places (16 loges de 5 porcs).

Pour les fumiers, une analyse complémentaire précise les différentes composantes de la matière organique (fraction soluble, cellulose, hémi celluloses et lignine).

Sur litière, chaque porc dispose de 1,17 m² de surface totale dont 0,13 m² d'aire d'alimentation et 1,04 m² d'aire d'exercice ou de couchage. Sur caillebotis, la surface totale disponible représente 1,04 m² par animal.

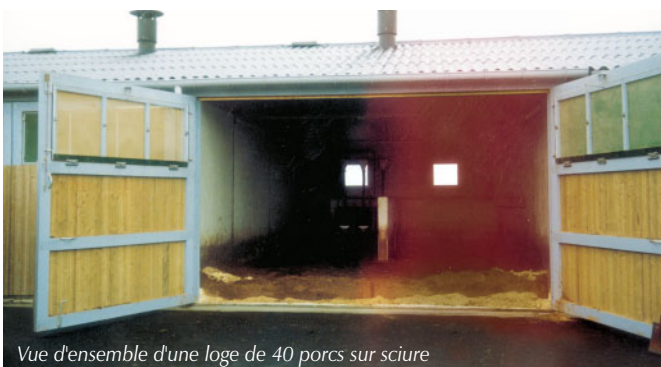
Au stockage, les fumiers ne font l'objet d'**aucun traitement** particulier alors que les lisiers sont, soit oxygénés (aération temporaire à 20 % du temps), soit stockés en l'état.

Résultats

Performances d'engraissement

Les porcs reçoivent la même alimentation, un aliment croissance pendant 45 jours et un aliment finition durant les deux derniers mois. Ils sont présentés en granulés et humidifiés dans des bacs à bouillie.

Dans les deux essais, les porcs pèsent 27 kg à leur entrée en porcherie et sont abattus au poids



Vue d'ensemble d'une loge de 40 porcs sur sciure



Tableau 1: Performances d'engraissement entre 27 et 113 kg de poids vif

Essai	N° 1 (22.02/11.06)		N° 2 (9.08/27.11)	
	Caillebotis	Sciure	Caillebotis	Écorce
Type de sol				
GMQ (g/j)	925	847	874	862
IC (kg/kg)	2,59	2,79	2,65	2,66
TVM (%)	60,5	61,0	61,0	60,4
Incidence économique (centimes d'€/kg carcasse)	- 3,3	0	- 1,0	0
Consommation aliment (kg/j)	2,37	2,27	2,27	2,21
Consommation d'eau (l/j)	6,6	5,0	7,8	4,9

L'incidence économique calculée à partir des écarts de performances semble à l'avantage du caillebotis et confirme l'effet prépondérant de l'IC.

moyen de 113 kg après 14 semaines d'engraissement.

La comparaison des deux types de sols donne des résultats différents selon les essais. Dans l'essai n°1, les porcs élevés sur litière de sciure de hêtre ont de moins bonnes performances que le lot sur caillebotis (tableau 1). Le gain moyen quotidien et l'indice de consommation sont détériorés de 8 %. La moindre consommation alimentaire de 100 g par jour ne permet d'expliquer que la moitié de ces différences. Ces écarts ne sont pas rencontrés entre les animaux du second essai.

Des consommations d'aliments peu différentes aboutissent à des gains moyens quotidiens et des indices de consommation identiques, que les porcs soient élevés sur caillebotis ou sur litière d'écorce de chêne.

Avec 0,5 point de différence de teneur en viande maigre (TVM), en faveur de l'un ou l'autre traitement, selon les essais, **il n'est pas possible de conclure quant à un effet de l'un ou l'autre type de sol sur la qualité des carcasses.**

L'incidence économique calculée à partir des écarts de performances mesurés semble **à l'avantage du**

type de sol sur caillebotis et confirme ainsi **l'effet prépondérant de l'IC** dans l'essai 1. L'intérêt du caillebotis augmente encore si sont ajoutés **les frais de transport des litières** entre la scierie et l'élevage, de l'ordre de 4 euros par porc (environ 5 centimes/kg de carcasse).

Production des déjections

La paille de céréale généralement utilisée comme litière accumulée a été remplacée par des co-produits d'une scierie. Les déchets ligneux choisis proviennent de deux étapes successives du traitement des bois :

- l'écorçage de la bille de bois (cas du chêne)
- le sciage (cas du hêtre).

La composition de ces deux co-produits frais, non séchés, figure au tableau 2.

Comparés à la sciure de hêtre, les copeaux d'écorce de chêne se présentent sous une forme plus grossière, comparable aux écorces de pin utilisées en couverture de plates-bandes décoratives dans les jardins d'agrément. L'écorce de chêne, plus riche en azote que la sciure, a un rapport C/N compa-

nable à celui de la paille (87 et 55 respectivement).

La sciure se caractérise par une granulométrie très fine et une densité plus élevée que l'écorce (293 et 195 kg/m³ respectivement).

L'utilisation de 75 kg de litière par porc en 14 semaines d'engraissement permet de produire 120 kg de fumier de sciure de hêtre ou 162 kg de fumier d'écorce de chêne.

Les porcs élevés sur caillebotis produisent pendant le même temps 345 ou 413 litres de lisier (tableau 3). La différence observée entre les quantités de fumier collectées en fin d'engraissement à partir des deux litières, résulte probablement d'une aptitude à composter supérieure de la sciure par

L'intérêt du caillebotis augmente encore si sont ajoutés les frais de transport des litières entre la scierie et l'élevage.

Tableau 3 : Quantités de déjections produites

Essai	N° 1		N° 2	
	Caillebotis	Sciure	Caillebotis	Écorce
Litière utilisée (kg/porc)	0	76	0	75
Déjections produites (kg/porc)	345	120	413	162
Consommation d'eau (l/porc)	633	504	783	491
Rapport déjections/eau (%)	55	24	53	33

Tableau 2 : Composition des litières fraîches de déchets ligneux

Type de litière	MS % brut	Rapport C/N	Densité kg/m ³	N g/kg	P ₂ O ₅ g/kg	K ₂ O g/kg	Cu ⁽¹⁾ mg/kg	Zn ⁽¹⁾ mg/kg
Sciure de hêtre	61,3	331	293	0,9	0,1	1,2	1,7	12,4
Écorce de chêne	55,1	87	195	2,8	0,9	1,2	0,8	0,1

(1) en mg/kg de poids sec



Sur litière de sciure ou d'écorce de bois, l'abattement en azote représente 40 % soit un rejet de seulement 1,3 kg de N.

rapport à l'écorce. Exprimées en matière sèche, les quantités de fumier produites sont équivalentes dans les deux essais.

En ce qui concerne les productions de lisier, la différence observée entre les deux essais apparaît directement liée à la différence des volumes d'eau utilisée (consommation + gaspillage).

Composition des déjections

- **Les lisiers stockés directement sous les animaux sont collectés et pesés en fin d'engraissement.** Leur teneur en matière sèche varie selon les essais entre 66 et 78 g/l. Cette différence de concentration correspond à l'écart observé entre les quantités de lisier produites. Les variations constatées entre les teneurs en acide phosphorique et en potasse, qui sont proportionnelles aux concentrations en matière sèche des deux lisiers, montrent que pour ces deux éléments fertilisants, on retrouve le même type de lisier (tableau 4). Les richesses en cuivre et en zinc, très proches d'un lisier à l'autre, confirment cette interprétation. Par contre, la différence entre les teneurs en azote des deux lisiers reste inexpliquée.

Tableau 4 : Composition des déjections

Essai	N° 1		N° 2	
	Caillebotis	Sciure	Caillebotis	Écorce
MS (%)	7,8	44,8	6,6	34,8
N (g/kg)	6,7	10,5	4,8	8,3
P ₂ O ₅ (g/kg)	4,2	12,7	3,1	7,1
K ₂ O (g/kg)	5,8	18,7	4,9	11,0
Cu (mg/kg sec)	757	508	760	432
Zn (mg/kg sec)	1052	564	998	933

*rejet = la part d'élément (N, P, K, Cu, Zn...) excrétée par les porcs retrouvée dans les déjections, ici après 100 jours d'engraissement (moins les pertes par volatilisation dans le bâtiment).

- En ce qui concerne **les litières**, on retrouve les écarts observés pour les lisiers. La litière de l'essai 2 est systématiquement moins riche en N, P et K que la première. La com-

paraison des deux types de déjections, lisier ou fumier, montre que 1 tonne de litière apporte deux à trois fois plus de P₂O₅ et de K₂O que 1 m³ de lisier. Les fumiers contiennent également plus de 50 % d'azote que les lisiers (10,5/6,7 et 8,3/4,8).

Rejets N, P, K par porc engraisé

Quel que soit le mode de récupération des déjections, lisier ou fumier, les rejets d'éléments fertilisants N, P et K sont moins élevés dans le second essai (tableau 5).

En moyenne, un porc à l'engrais élevé sur caillebotis rejette respectivement 2,2, 1,4 et 2,0 kg de N, P₂O₅ et K₂O entre 27 et 113 kg, dans le lisier qu'il produit.

Sur litière de sciure ou d'écorce de bois, l'abattement en azote représente 40 % soit un rejet de

seulement 1,3 kg de N. Par contre, les rejets de P et K sont identiques pour les deux types de sol soit 1,4 kg de P₂O₅ et 2,0 kg de K₂O dans le fumier comme dans le lisier.

Pour les oligo-éléments tels que le cuivre et le zinc, les résultats montrent qu'un porc engraisé rejette dans le lisier environ 20 et 30 g respectivement.

Pertes ultérieures au stockage

- Les fumiers produits par les deux lots de 40 porcs entre 27 et 113 kg de poids vif sont **stockés en andains** de 4,7 et 6,4 tonnes respectivement pour les essais 1 et 2. Les tas sont recouverts d'une bâche, sans retournement. **Après 5 mois de stockage**, les pertes pondérales représentent 23 et 20 % respectivement, ce qui se traduit par des quantités à épandre de

Tableau 5 : Rejets* par porc

Essai	N° 1		N° 2	
	Caillebotis	Sciure	Caillebotis	Écorce
N (kg)	2,35	1,26	1,94	1,33
P ₂ O ₅ (kg)	1,47	1,52	1,25	1,14
K ₂ O (kg)	2,03	2,24	1,96	1,76
Cu (g)	21	27	21	24
Zn (g)	29	31	27	(1)

(1) résultat erroné

Tableau 6 : Pertes pondérales après 5 mois de stockage sous abri

Essai	1			2		
	Caillebotis	Sciure	Écorce	Caillebotis	Sciure	Écorce
Période (durée)	19/6 – 27/11 (161 j)			27/11 – 29/4 (153 j)		
Type de sol	Caillebotis	Sciure	Écorce	Caillebotis	Sciure	Écorce
Mode de stockage (1)	T	A	NC	T	A	NC
Poids initial (kg)	6446	7284	4680	8122	7097	6420
Poids final (kg)	5127	5207	3580	7369	5941	5140
Perte de poids (%)	21	29	23	9	16	20
Hauteur initiale (m)	0,63	0,72	-	0,81	0,70	-
Hauteur finale	0,51	0,51	-	0,74	0,59	-
Perte de hauteur (%)	19	29	-	8	15	-
Déjections à épandre (kg/porc)						
- avant stockage	345	345	120	402	402	162
- après stockage	273	245	92	366	338	130

(1) T = lisier témoin, A = lisier aéré, NC = fumier non composté



92 kg de fumier par porc engrais- sé pour une litière de sciure de hêtre et 130 kg si l'on utilise des écorces de chêne (tableau 6).

• Les lisiers des deux autres lots de porcs sont stockés, sous abri, dans des cuves de 15 m³ de capa- cité.

La moitié des lisiers est aérée pendant le stockage, l'autre non (lisier témoin). Les quantités initiales par cuve sont comprises entre 6,4 et 8,1 t. Les lisiers non aérés perdent respectivement 21 et 9 % de leur poids initial pour les essais 1 et 2. L'aération des lisiers conduit à des pertes pondérales de 29 et 16 % respectivement, qui repré- sentent une augmentation d'environ 8 points par rapport aux lisiers témoins stockés sans aération.

L'estimation des pertes de lisier au stockage est aussi précise en mesurant des hauteurs de liquide qu'en pesant les lisiers. La meilleure technique à utiliser sera donc la plus facile à mettre en œuvre.

Le mode de stockage utilisé dans ces essais s'apparente davantage à un stockage en lagune couverte de faible profondeur qu'à un stocka- ge classique en fosse. Ceci peut expliquer le niveau relativement élevé des pertes pondérales obser- vées pour les lisiers. De plus, un stockage réalisé en période estiva- le, cas du premier essai, multiplie les pertes par 2 par rapport à un stockage effectué en période plus froide.

En ce qui concerne les lisiers, il conviendrait donc, pour des essais futurs, de modifier les hauteurs et surfaces des fosses de stockage de façon à obtenir un ratio entre sur- face d'échange de la fosse (surfa- ce + parois) et volume utile com- parable à celui observé dans les conditions de la pratique soit 0,4 à 0,5 m²/m³ pour des fosses hors- sol de 600 à 800 m³ (hauteur com-

prise entre 3 et 4 m avec un dia- mètre d'environ 15 m).

Relation entre les volumes d'eau utilisée et les quantités de lisier produit

Pour chacun des essais, les volu- mes d'eau utilisée dans 8 cases de 5 porcs sont enregistrés. En fin d'engraissement, les lisiers collec- tés dans des bacs placés sous chaque case sont pesés. Les quan- tités moyennes par porc figurent au tableau 7.

Sur l'ensemble des deux essais, une consommation moyenne de 7,2 litres d'eau par porc et par jour est enregistrée pour une produc- tion de 3,8 litres de lisier. Le volu- me de lisier correspond à un peu plus de la moitié du volume d'eau utilisée par les animaux (53 %). Le rapport lisier/eau ne diffère prati- quement pas entre les essais 1 et 2 alors que les quantités mesurées dans le second essai dépassent celles observées dans le premier d'environ 20 %, tant pour le lisier que pour l'eau.

En revanche, au niveau des cases contrôlées, des variations impor- tantes apparaissent. Les produc- tions de lisier varient du simple au double (255 l/porc et 506 pour les valeurs extrêmes). Les quantités d'eau consommées se situent entre 520 et 916 l/porc.

Ces résultats montrent la difficulté d'obtenir des chiffres représentatifs de consommation et de produc- tion avec des groupes limités à 5 porcs par case.

Les rapports lisier/eau exprimés en pourcentage semblent plus constants. Les valeurs extrêmes calculées sur 16 lots contrôlés sont de 43 et 68 % pour une moyenne de 53 %.

Les deux valeurs extrêmes corres- pondent probablement à des sous- estimations de la production de lisier pour le minimum de 43 %, et de la consommation d'eau pour le maximum de 68 %. Ces deux valeurs écartées, la quantité de lisier produit correspond à 53 % de la quantité d'eau consommée avec une incertitude de ± 15 % (soit entre 45 et 60 %).



La pesée des lisiers

L'aération des lisiers conduit à une aug- mentation des pertes pondérales d'environ 8 points par rapport aux lisiers témoins stockés sans aération.

Un stockage réalisé en période estivale, multiplie les pertes par 2 par rapport à un stockage effectué en période plus froide.

La quantité de lisier produit correspond à 53 % de la quantité d'eau consommée.

Tableau 7 : Quantité de lisier produit par porc (kg)

Essai	Lot	4 cases de 5 porcs				Moyenne cases
1	1	257	380	382	445	366
	2	255	291	353	393	323
2	3	274	375	389	497	384
	4	350	370	405	506	408

Tableau 8 : Volume d'eau utilisée par porc (litres)

Essai	Lot	4 cases de 5 porcs				Moyenne cases
1	1	576	611	658	860	676
	2	520	564	567	709	590
2	3	613	726	747	916	751
	4	655	675	862	898	773

Tableau 9 : Rapport lisier/eau (%)

Essai	Lot	4 cases de 5 porcs				Moyenne cases
1	1	43	52	58	62	54
	2	45	52	55	68	55
2	3	45	50	54	54	51
	4	47	53	55	56	53



Variabilité importante des compositions de lisier en N, P et K

Les différences de volume de lisier récolté entre les deux essais se traduisent par des teneurs en **matière sèche** qui varient dans les mêmes proportions. Au total, on retrouve dans les lisiers 27 kg de matière sèche par porc, dans l'essai 1 comme dans l'essai 2. La teneur en matière sèche des lisiers est donc liée à la quantité de lisier récoltée qui est, elle-même, liée à la quantité d'eau utilisée (eau consommée + eau gaspillée). Le lisier de l'essai 1 contient 78 g/l de

matière sèche contre 66 g/l pour le lisier moyen produit dans le second essai (sur l'échantillon global). Les teneurs observées dans les 16 lisiers élémentaires analysés se situent entre 5 et 10 % de matière sèche, à une exception près (lisier à 12,9 % anormalement concentré). Un lisier de porc à l'engrais, récolté directement sous les animaux, contiendrait donc toujours au moins 50 g de matière sèche par litre.

En moyenne, les lisiers de l'essai 1 sont également les plus riches en N, P et K. Pour l'**azote**, jusqu'à deux points d'écart sont observés entre les lisiers moyens des deux

essais (6,8 et 4,8 g/litre). Les différences de volumes et de taux de matière sèche ne suffisent pas à expliquer cet écart important.

L'hypothèse d'une volatilisation plus importante de l'ammoniac dans le bâtiment, au cours de l'essai 2, en période plus chaude, n'a pu être vérifiée.

Les teneurs observées dans les 16 lisiers élémentaires varient entre 4 et 8 kg/m³.

Dans nos conditions expérimentales, un lisier de porc à l'engrais ne contient jamais moins de 4 kg d'azote par m³.

En ce qui concerne le **phosphore**, exprimé sous forme de P₂O₅, sa teneur moyenne dans les lisiers analysés représente 4 kg/m³. Les 8 lisiers élémentaires de l'essai 2 sont encore les moins riches mais aussi les plus variables avec des teneurs extrêmes de 2,4 et 5,7 kg/m³.

Un lisier de porc à l'engrais contient rarement (2 cas sur 16) moins de 3 kg d'acide phosphorique par m³.

Le **potassium**, exprimé sous forme de K₂O, représente 5,8 kg/m³ dans l'essai 2 où l'on observe encore le plus de variabilité entre les lisiers élémentaires (3,5 et 8,3 kg/m³ pour les teneurs extrêmes).

Un lisier de porc à l'engrais contient rarement (1 cas sur 16) moins de 4 kg de potasse par m³.

Faible variabilité des teneurs en cuivre et zinc des lisiers

Les lisiers moyens des deux essais contiennent pratiquement les mêmes quantités de **cuivre** exprimées par rapport à leur teneur en matière sèche (756 et 760 mg Cu/kg MS). Cependant une différence de plus de 200 g est observée entre les deux échantillons globaux considérés dans chaque essai.

Un lisier de porc charcutier, récolté directement sous les animaux, contiendrait toujours au moins 50 g de matière sèche par litre.

Tableau 10 : Concentration en matière sèche des lisiers (%)

Essai	Lot	4 cases de 5 porcs				Moyenne cases	Échantillon Aliquote	Échantillon global
1	1	6,2	6,8	7,6	8,9	7,4	7,3	7,2
	2	6,9	7,9	8,6	9,7	8,3	8,6	8,3
2	3	5,3	6,8	7,6	12,9	8,2	8,3	6,8
	4	5,2	6,7	7,6	8,5	7,0	6,9	6,4

Tableau 11 : Teneur en azote des lisiers (kg/m³)

Essai	Lot	4 cases de 5 porcs				Moyenne cases	Échantillon Aliquote	Échantillon global
1	1	5,2	6,5	6,7	6,9	6,3	6,7	6,5
	2	5,3	6,6	6,7	7,6	6,6	6,9	6,8
2	3	4,2	5,2	5,5	6,5	5,3	4,8	4,9
	4	4,0	4,8	4,9	6,1	4,9	4,8	4,7

Tableau 12 : Teneur en acide phosphorique des lisiers (kg/m³)

Essai	Lot	4 cases de 5 porcs				Moyenne cases	Échantillon Aliquote	Échantillon global
1	1	3,2	3,7	3,9	4,1	3,7	3,9	3,9
	2	3,6	4,0	4,3	4,4	4,1	4,6	4,4
2	3	2,7	3,1	3,7	5,7	3,8	3,8	2,9
	4	2,4	3,0	3,4	4,1	3,2	3,6	3,3

Tableau 13 : Teneur en potasse des lisiers (kg/m³)

Essai	Lot	4 cases de 5 porcs				Moyenne cases	Échantillon Aliquote	Échantillon global
1	1	4,8	5,5	5,6	7,1	5,8	5,8	5,4
	2	5,2	5,9	6,5	7,0	6,1	6,0	6,1
2	3	4,1	4,8	5,5	8,3	5,7	5,2	4,5
	4	3,5	4,8	5,5	6,4	5,1	5,1	5,2



Les concentrations moyennes en **zinc** sont également constantes d'un essai à l'autre : aux environs de 1000 mg Zn/kg MS.

On retiendra qu'un lisier de porc à l'engrais contient rarement plus de 700 mg de Cu mais généralement plus de 1000 mg de Zn par kilogramme de matière sèche.

Les rejets d'un porc charcutier sur caillebotis

La mesure des volumes de lisier réellement produit et l'analyse des différents éléments considérés, N, P, K, Cu et Zn permettent de calculer les rejets par porc. Pour le rejet **azoté**, on obtient la valeur moyenne de 2,1 kg N/porc en 100 jours environ (le CORPEN retient 2,7 kg en alimentation biphasé). La différence observée entre les valeurs moyennes de deux essais représente 20 %.

Ceci nous montre la difficulté de mesurer le rejet d'un élément comme l'azote qui peut se trouver aussi bien dans l'air de la porcherie que dans les déjections des animaux.

Les rejets **phosphatés** et **potassiques** semblent plus constants d'un essai à l'autre. Le phosphore varie entre 1,2 et 1,4 kg P₂O₅/porc et le potassium entre 1,8 et 2,1 kg K₂O/porc. Le CORPEN retient les valeurs de 1,45 et 1,93 respectivement.

Nos résultats montrent qu'avec une alimentation biphasé, un porc à l'engrais rejeterait au maximum 2,4 kg d'azote, 1,4 kg d'acide phosphorique, et 2,1 kg de potasse, **en 100 jours d'élevage sur caillebotis**.

Les rejets en **cuivre** et en **zinc** sont assez constants d'un essai à l'autre avec 20-21 g Cu/porc et 27-28 g Zn/porc. Les références CORPEN de juin 2003 se situent respectivement à 23,3 et 56,5 g/porc.

Tableau 14 : Teneur en cuivre des lisiers (mg/kg MS)

Essai	Lot	4 cases de 5 porcs				Moyenne cases	Échantillon Aliquote	Échantillon global
1	1	610	630	647	702	647	673	865
	2	573	604	619	646	611	629	647
2	3	-	-	-	-	-	609	651
	4	-	-	-	-	-	676	869

Tableau 15 : Teneur en zinc des lisiers (mg/kg MS)

Essai	Lot	4 cases de 5 porcs				Moyenne cases	Échantillon Aliquote	Échantillon global
1	1	846	882	972	1039	935	1053	1078
	2	853	891	994	1089	957	1027	1026
2	3	-	-	-	-	-	945	935
	4	-	-	-	-	-	964	1060

Tableau 16 : Rejet d'azote (kgN/porc)

Essai	Lot	4 cases de 5 porcs				Moyenne cases	Échantillon global
1	1	1,8	2,3	2,5	2,5	2,3	2,4
	2	1,9	1,9	1,9	2,7	2,1	2,2
2	3	1,8	2,0	2,0	2,1	2,0	1,9
	4	1,8	2,0	2,0	2,1	2,0	1,9

Tableau 17 : Rejet de phosphore (kg P₂O₅/porc)

Essai	Lot	4 cases de 5 porcs				Moyenne cases	Échantillon global
1	1	1,1	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4
	2	1,1	1,3	1,4	1,4	1,3	1,4
2	3	1,2	1,3	1,4	1,6	1,4	1,2
	4	1,2	1,2	1,3	1,4	1,3	1,3

Tableau 18 : Rejet de potassium (kg K₂O/porc)

Essai	Lot	4 cases de 5 porcs				Moyenne cases	Échantillon global
1	1	1,8	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0
	2	1,8	1,9	2,1	2,1	2,0	2,0
2	3	1,8	2,0	2,1	2,3	2,1	1,8
	4	1,8	1,9	2,0	2,3	2,0	2,1

Tableau 19 : Rejet de cuivre (g Cu/porc)

Essai	Lot	4 cases de 5 porcs				Moyenne cases	Échantillon global
1	1	14	18	18	18	17	23
	2	14	16	17	18	16	17
2	3	-	-	-	-	-	18
	4	-	-	-	-	-	23

Tableau 20 : Rejet de zinc (g Zn/porc)

Essai	Lot	4 cases de 5 porcs				Moyenne cases	Échantillon global
1	1	20	24	27	27	25	28
	2	22	24	25	29	25	28
2	3	-	-	-	-	-	25
	4	-	-	-	-	-	28

Avec une alimentation biphasé, un porc charcutier rejeterait au maximum 2,4 kg d'azote, 1,4 kg d'acide phosphorique, et 2,1 kg de potasse, en 100 jours d'élevage sur caillebotis.



Discussion

Au cours des deux essais, la température moyenne observée dans la porcherie « lisier » a toujours été plus élevée que celle du bâtiment « litière » (+ 3°C dans l'essai 1 réalisé en fin d'hiver et au printemps, + 4°C dans l'essai 2 conduit du milieu de l'été au milieu de l'automne). Compte tenu du confort supplémentaire apporté par les litières, estimé à 2 ou 3°C supplémentaires par rapport au caillebotis, l'ensemble des animaux a été élevé dans les mêmes conditions climatiques, à l'exception du dernier mois d'hiver où les animaux de l'essai 1, logés sur litière, ont dû affronter des températures comprises entre 10 et 20°C pendant leur phase de croissance. Les températures ambiantes dépassent le seuil de 20°C, qui était la température de consigne demandée. Les températures ambiantes moyennes apparaissent au tableau 21.

Quoique très différentes d'aspect, la sciure de hêtre et l'écorce de chêne ont donné également satisfaction. Le résultat semblait incertain pour l'écorce de chêne dont les copeaux grossiers se sont finalement bien délités pour se transformer en une sciure brunâtre.

Compte tenu des différences de densité entre la sciure et les écorces (293 et 195 kg/m³ respectivement), les volumes de litière apportés avant l'arrivée des porcelets peuvent paraître élevés (0,26 et 0,38 m³/place). Ils correspondent à des quantités de 75 kg/place c'est-à-dire l'équivalent en poids de la paille apportée en système litière accumulée entre 30 et 115 kg de poids vif.

En poids, les quantités de lisier produites sont deux à trois fois supérieures aux quantités de fumiers obtenues. Exprimés en volume, les

Tableau 21 : Températures ambiantes des deux salles d'engraissement (moyenne et écart-type en °C)

Essai	N° 1		N° 2	
	Caillebotis	Sciure	Caillebotis	Écorce
Moyenne	21,2	18,1	24,4	20,2
Ecart-type	± 1,4	± 3,3	± 1,6	± 3,1

rejets par porc varient du simple au double entre les fumiers et les lisiers (0,2 et 0,4 m³/porc respectivement). En réalité, les quantités de lisier ont été collectées séparément dans les huit loges expérimentales qui regroupaient cinq animaux chacune. Les volumes de lisier par porc qui figurent dans le tableau 22 varient de 255 à 445 l dans l'essai 1 et de 350 à 506 l dans l'essai 2. Les teneurs en matière sèche des lisiers évoluent en sens inverse, ce qui confirme **l'effet du gaspillage de l'eau sur la dilution des lisiers.**

La comparaison des deux types de déjections, **lisier ou litière**, montre que l'épandage d'une tonne de fumier apporte 60 à 70 % d'azote de plus qu'un mètre cube de lisier. Pour le phosphore et le potassium, c'est le fumier de sciure de hêtre qui est le plus riche avec des teneurs trois fois supérieures à celles d'un lisier.

La part d'azote excrétée par les animaux et retrouvée dans les déjections diminue de 40 % en moyen-

ne lorsque le fumier remplace le lisier. L'utilisation de ce type de litière peut être considéré comme un procédé de traitement permettant l'abattement de l'azote directement sous les animaux. Les essais conduits par l'INRA (KERMARREC et ROBIN 2002) montrent que **les pertes gazeuses s'effectuent principalement sous la forme d'azote atmosphérique N₂ non polluant**, comme dans les procédés biologiques de nitrification-dénitrification utilisés pour le traitement des lisiers, **sous réserve que la litière évolue dans de bonnes conditions** (température et aération).

En cinq mois d'un stockage réalisé sous abri et sans retournement, **les fumiers ne perdent que 20 % environ de leur poids initial**, soit deux fois moins que s'ils avaient été soumis à un véritable traitement de compostage comportant trois retournements en trois semaines. Les réductions de volume observées sur les lisiers en fin de stockage sont plus variables mais jamais supérieures aux pertes pondérales des fumiers.

Tableau 22 : Volume de lisier par porc et teneur en matière sèche

loge	Essai n° 1		Essai n° 2	
	Lisier (l/porc)	MS (g/l)	Lisier (l/porc)	MS (g/l)
1	445	62	375	76
2	380	77	274	(1)
3	257	90	497	53
4	382	68	389	68
5	353	79	506	52
6	291	86	350	85
7	255	97	405	67
8	393	69	370	76

(1) résultat erroné

La comparaison des deux types de déjections, montre que l'épandage d'une tonne de fumier apporte 60 à 70 % d'azote de plus qu'1 m³ de lisier.

L'utilisation d'une litière de bois peut être considérée comme un procédé de traitement permettant l'abattement de l'azote directement sous les animaux.



Conclusion

L'objet de cette étude se limitait exclusivement à la comparaison des rejets d'azote, phosphore et potassium de porcs à l'engrais élevés selon deux modes de collecte des effluents (lisier ou fumier). D'autres facteurs auraient mérité d'être considérés dans le cas d'une comparaison technique et économique globale de ces deux types de logement (état sanitaire, niveau des investissements, temps de travail, importance des nuisances, évacuation des effluents, valorisation ou exportation des fumiers après compostage, etc.).

L'impossibilité technique, due à des modifications d'allotement pour raisons sanitaires, de répartir de façon aléatoire les mâles et les femelles issus des mêmes portées à l'une ou l'autre des porcheries, excluait à l'avance toute comparaison statistique des performances zootechniques réalisées par les deux lots d'animaux. Un minimum de portées a donc été retenu pour constituer chacun des lots (5 à 8 portées pour 40 porcelets) et limiter ainsi les mélanges d'animaux susceptibles de favoriser les mortalités au cours des trois mois d'engraissement. Avec ces précaution, le taux de perte

moyen observé dans les deux essais est resté inférieur à 5 %.

L'ITP doit mettre en place bientôt une étude plus globale comparant ces deux modes de logement en engraissement. Les litières de bois utilisées dans nos essais (sciure fraîche de hêtre et écorce de chêne) seront **remplacées par de la paille, plus couramment employée en élevage**. Les résultats attendus devraient permettre de confirmer, la nouvelle « Estimation des rejets d'azote - phosphore - potassium - cuivre et zinc des porcs » proposée par le CORPEN¹ en juin 2003. ■

L'objet de cette étude se limitait exclusivement à la comparaison des rejets ; bien d'autres facteurs auraient mérité d'être considérés dans le cas d'une comparaison technique et économique globale de ces deux types de logement.

¹ CORPEN : Comité d'Orientation pour les Pratiques agricoles respectueuses de l'Environnement

Contact :
claude.texier@itp.asso.fr

Références bibliographiques

- CORPEN, 2003, Estimation des rejets d'azote – phosphore – potassium – cuivre et zinc des porcs.
- DOURMAD J.Y. , Nitrogen and phosphorus consumption, utilisation and losses in pig production. The situation in France. 48th Meeting of the EAAP. Vienne – Août 1997.
- HOY St. Fattening performance and animal health of keeping fattening pigs on a deep litter system with additives or on slatted floor. 1992 Proceedings workshop deep litter systems for pig farming Editor VOERMANS J.A.M. 11-25.
- KAUFMANN R. Litière biomaitrisée pour porcs à l'engrais. 1997 Journées Rech. Porcine en France, 29, 311-318.
- KAY R.M. The performance and environment of pigs reared on deep sawdust beds compared with pigs reared on a conventional fully-slurry system. 1992 Proceeding workshop deep litter systems for pig farming Editor VOERMANS J.A.M. 11-25
- KERMARREC Ch. Émissions de gaz azotés en élevage de porcs sur litière de sciure. 2002 Journées Rech. Porcine, 34, 155-160.
- NICKS B. Comparaison des performances de porcs élevés sur litières ou sur caillebotis. Ann. Méd. Vét., 1996, 140, 445-450.
- OLIVEIRA P.A. Comparaison de l'évaporation d'eau en élevage de porc sur litière de sciure ou sur caillebotis intégral. 1998 Journées Rech. Porcine en France, 30, 355-361
- TEXIER C. Les litières biomaitrisées en porcherie. Techniporc, Vol 24, n° 4, 29-34. 2001
- TEXIER C., Remplacement de la paille par de la sciure ou des copeaux de bois en porcherie d'engraissement. 2000. Journées Rech. Porcine en France, 32, 77-82.
- TEXIER C., Compostage des déjections des porcs à l'engrais élevés sur différents déchets ligneux : sciure, copeaux ou écorce. Techniporc Vol 24, n° 6, 23-30/2001.
- THELOSEN J.G.M. Comparaison of two deep litter systems for fattening pigs with a traditional housing system. 1992 Proceedings workshop deep litter systems for pig farming Editor VOERMANS J.A.M. 11-25.