



Facteurs de variation du niveau des rejets et du volume de lisier produit par le porc

Pascal Levasseur

Dans le précédent numéro de *Techni Porc*, nous avons présenté 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 écarts entre les valeurs étaient parfois importants. L'objectif de cet article est de faire le point sur les principaux facteurs de variation rencontrés en élevage. Ils renseigneront l'éleveur sur la conduite à tenir pour maîtriser la composition et le volume des effluents en fonction des objectifs poursuivis: recherche d'une valorisation agronomique et/ou maîtrise des rejets. Ils permettront également de préciser les normes en fonction des pratiques mises en oeuvre dans l'élevage.

Cet article fait le point des principaux facteurs de variation de la quantité d'éléments minéraux, des volumes et de la concentration des lisiers produits par les porcs, il aborde également les différentes techniques à mettre en oeuvre pour maîtriser le niveau des rejets et le volume des effluents.

Dans une situation de bilan azoté excédentaire, la bibliographie montre qu'une meilleure adaptation des apports alimentaires aux besoins des animaux permet de réduire le niveau des rejets dans d'intéressantes proportions. Ces effets commencent à être bien connus pour l'azote et dans une moindre mesure, pour le phosphore. Les effets des additifs sur la baisse du niveau des rejets sont également abordés.

Le mode d'alimentation et d'abreuvement mais aussi, plus en aval, les eaux de lavage et la pluviométrie influencent parfois de façon importante le volume des effluents par une augmentation du taux de dilution. Le lisier perd également de l'azote par un phénomène de volatilisation. Ces facteurs contribuent à un appauvrissement de la valeur fertilisante du lisier, les maîtriser permettrait de réduire le coût d'épandage à l'unité fertilisante.

Résumé

Facteurs de variation du niveau des rejets

L'animal

Pour chaque stade physiologique, le niveau des rejets sera diversement influencé selon les critères zootechniques. En post-

sevrage et en engraissement, ce sont principalement l'indice de consommation et le gain de poids vif qui affectent les rejets par animal produit (Guillou et al., 1993 ; CORPEN, 1996). En dessous d'un indice de consommation de 3,2, un gain de 0,1 point d'indice permettrait une réduction

de l'excrétion azotée de 4,5 %, résultant pour beaucoup d'un accroissement du dépôt de tissu maigre. Au-dessus de 3,2, l'augmentation de l'indice de consommation de 0,1 point entraîne un accroissement relatif des rejets azotés de 3 % (Dourmad et Guillou, 1991). La



vitesse de croissance et la teneur en muscle à l'abattage ont peu d'effets, un point de muscle en plus n'entraîne une diminution des rejets que de - 0,014 kg d'azote (Guillou et al., 1993 ; CORPEN, 1996).

D'après la moyenne nationale des élevages naisseur-engrais-seurs suivis en Gestion Technico-Economique, l'indice de consommation est passé de 3,2 à 2,9 kg/kg entre 1987 et 1994. Cette amélioration a entraîné une forte baisse du rejet par porc produit. L'amélioration conjointe de la vitesse de croissance a favorisé une vitesse de rotation des bâtiments supérieure donc le rejet par place n'a baissé que faiblement, - 9 % d'azote rejeté/ place d'engraissement sur la même période (CORPEN, 1996).

Quiniou et al. (1994) ont montré l'effet du **type sexuel** sur le niveau des rejets. Entre 30 et 103 kg, les femelles ont un niveau de rejet azoté de 6 % inférieur à celui des mâles castrés. De même, la castration implique une moins bonne efficacité alimentaire entraînant une augmentation de l'excrétion d'azote et de phosphore de 15 % par rapport au mâle entier (Jongbloed et Lenis, 1991). Le type génétique influence également le niveau des rejets, les animaux issus de croisement Piétrain x Large White rejettent 11 % d'azote en moins par rapport à la race pure Large White (Quiniou et al., 1994).

Chez la truie gestante, le **rang de portée** et le **stade de gestation** contribuent à modifier l'excrétion azotée (Guillou et al., 1993). Une truie au quatrième rang de portée excrète 3 g d'azote/jour de plus qu'une truie en première portée

(Dourmad, 1987). Les rejets sont par contre peu influencés par la productivité numérique: - 1 kg entre 18 et 24 porcelets sevrés truie/an (Guillou et al., 1993).

L'alimentation

Voermans et al. (1994) constatent qu'en moyenne, 60 à 80 % de l'azote et du phosphore ingéré sont excrétés. Pour le potassium, le pourcentage dépasse les 90 %. La voie alimentaire ouvre donc d'intéressantes perspectives de réduction des excrétions d'azote et de phosphore.

Niveau d'ingestion

Comme les porcs sont généralement rationnés, la quantité d'aliment ingérée par jour a peu évolué entre 1988 et 1994 (CORPEN, 1996). Il peut cependant exister des différences de niveau de consommation d'aliment entre élevage qui amplifient les écarts de consommation (donc de rejets) de matières azotées totales et de phosphore, notamment chez le porc charcutier (RNED Porc-Bretagne, 1990).

Nature des matières premières

Malgré un niveau d'ingestion de matières azotées totales équivalent, la quantité excrétée peut être différente selon l'origine de la matière première. Le raisonnement sur la digestibilité totale des protéines mais aussi du phosphore, ne constitue pas le meilleur moyen pour optimiser leur utilisation pour la croissance. Dierick et al. (1988, cités par Jongbloed et Lenis, 1991) ont montré que la digestibilité iléale des protéines d'un régime, prédit mieux leur utilisation pour la croissance que la valeur de digestibilité fécale.

Ainsi, chez le porcelet, la digestibilité iléale et fécale vraies de l'azote sont respectivement de 92,7 et 97,3 % pour la poudre de lait, de 90,6 et 93,5 % pour le tourteau de soja et de 98,4 et 98,0 % pour la protéine de soja isolée (Makkink, 1993, cité par Voermans et al., 1994). En pratique, la variabilité de la composition chimique et de la digestibilité des sous-produits susceptibles d'être utilisés dans l'aliment pour porc constitue un des facteurs limitant à ce raisonnement. D'une manière générale, ce sera le coût des matières premières qui va influencer l'incorporation de ces différentes sources de protéines et de phosphore.

Composition de l'aliment

L'enquête du RNED Porc-Bretagne (1990) réalisée auprès de fabricants d'aliment de trois départements bretons (tableau 1) montrait que les éleveurs, dans leur grande majorité, utilisaient un aliment unique pour les porcs charcutiers et les truies gestantes et allaitantes.

Cette enquête montre que les teneurs en matières azotées totales des aliments « gestantes » et « porcs finition » pourraient être réduites. Pour le phosphore, deux fabricants sur trois formulent à partir du phosphore disponible ce qui constitue le moyen le plus sûr d'adapter les apports aux besoins des animaux (Chauvel, 1991). Les apports en phosphore total chez les reproducteurs sont supérieurs aux recommandations mais, par contre inférieurs chez les porcelets et les porcs charcutiers. Chez les éleveurs, les écarts de consommation de matières azotées totales et de phosphore proviennent essentiellement de



Tableau 1
Teneurs moyennes des aliments fabriqués en Bretagne,
en matières azotées totales, phosphore et cuivre (1990). (*)

Stade physiologique	MAT (%)	P (%) total	P (%) disponible	Cu (ppm)
Porcelet 2e âge	18,7	0,73	0,46	133
Porc charcutier unique	16,4	0,57	0,26	87
croissance	17,3	0,62	0,32	92
finition	15,6	0,55	0,25	87
Truie mixte	15,8	0,65	0,34	17
reproducteur	16,8	0,70	0,39	24
gestante	14,4	0,61	0,31	19
allaitante	16,2	0,65	0,37	17

(*) MAT: matières azotées totales; P: phosphore; Cu: cuivre.

ces différences de composition des aliments, notamment pour les porcs charcutiers (RNED Porc-Bretagne, 1990).

Dans les élevages hors-sol, l'utilisation importante de compléments minéraux et de produits vétérinaires accroît les teneurs en oligo-éléments du lisier. Des résultats expérimentaux montrent que 72 à 80 % du cuivre et 92 à 97 % du zinc absorbé sont excrétés (Priem et al., 1980). Le cuivre est en effet largement utilisé dans l'alimentation du porc comme facteur de croissance. En post-sevrage, les quantités de cuivre ajoutées sont de l'ordre de 125 à 150 ppm, la réglementation fixant la limite à 175 ppm pour les porcs jusqu'à 16 semaines d'âge. Ces taux dépassent largement les recommandations établies à 10 ppm (INRA, 1989), voire 3 à 6 ppm (ARC, 1981 et NRC, 1988), apports pouvant être couverts par la ration. L'alimentation contribue par ailleurs à un enrichissement non négligeable du lisier en éléments en trace : arsenic, sélénium, bore, molybdène, cadmium, plomb ... (Priem et al.,

1980, Meeus-Verdinne et al., 1986).

Ajustement des apports aux besoins des porcs

La réduction de l'excrétion des éléments minéraux peut s'effectuer à la source par une meilleure adaptation des apports alimentaires aux besoins des animaux (tableau 2). Pour l'azote, cet ajustement peut se faire de différentes manières:

- soit par l'utilisation d'un aliment unique, à teneur en matières azotées totales réduite et supplémenté en lysine de synthèse. De la méthionine, thréonine et du tryptophane peuvent être également ajoutés en quantité plus ou moins importante selon la sévérité de la réduction du taux de matières azotées totales et selon la composition initiale de la ration. Pour le phosphore, une importante réduction s'accompagne généralement d'une incorporation de phytase.
- soit par l'utilisation de deux aliments, l'un avec un faible taux

de matières azotées totales et de phosphore pour des stades physiologiques peu exigeants: truie en gestation, porc charcutier en finition, l'autre plus adapté à des besoins élevés: porc en croissance et truie en lactation. L'utilisation de ces aliments, de façon séquentiel (alimentation biphasé) ou par mélange progressif (alimentation multiphasé), peut être associée à la réduction du taux d'azote et de phosphore de l'aliment, pour un meilleur ajustement des apports aux besoins des porcs.

L'association de la conduite multiphasé à la réduction du taux azoté et à une polysupplémentation en acides aminés industriels permet de réduire jusqu'à 50 % des rejets azotés dont 10 % uniquement peuvent être attribués à la conduite alimentaire en multiphasé (Bourdon et al., 1995). Plus raisonnablement, la plupart des études ont confirmé la possibilité de réduire l'excrétion azotée d'environ 15-20 % en abaissant la teneur en protéines du régime de 1,5 à 2 points avec une simple supplémentation en lysine industrielle (Bourdon et al., 1995), cela permet d'avoir un peu moins recours à la solution coûteuse de la polysupplémentation et de prendre moins de risque sur les performances de croissance des porcs. La diminution peut être plus que proportionnelle car la modification s'effectue généralement au profit d'aliments très digestibles (Jongbloed et Lenis, 1991).

La réduction des rejets azotés n'entraîne pas proportionnellement une réduction de la concentration en azote dans le lisier, il est rapporté parallèlement une



Tableau 2
Pourcentage de réduction de l'excrétion d'azote et de phosphore par le porc
en fonction des différentes techniques utilisées (1).

% de réduction de l'excrétion	Type d'aliment ou technique d'alimentation et composition du régime	Références
Réduction du taux de MAT et P dans l'aliment		
MAT 16	unique: 15,5 vs. 17,8 %, engraissement	Quiniou et al., 1994
25	croissance: 15 vs. 18 %	Kies et al., 1992
27	finition: 13 vs. 16 %	Kies et al., 1992
10,5	lactation 3ème portée: 10,4 vs. 15,4 %	Everts et Dekker, 1993
0	lactation 1ère portée: 10,4 vs. 15,4 %	Everts et Dekker, 1993
13	gestation: 13,8 vs. 15,3 %	Latimier et al., 1996
P 25	unique: 0,5 vs. 0,6 %, engraissement	Latimier et Pointillart, 1993
Utilisation d'un ou plusieurs aliments et/ou réduction du taux de MAT et P dans l'aliment		
MAT 18	biphase: 17 et 13 % vs. aliment unique: 17 %	Latimier et Chatelier., 1992
25	16,7 gest. et 24,7 lact. vs. 24,7 gN/kg gest. et lact.	Everts et Dekker, 1993
18	multiphase: 17,4 et 12,6 % vs. aliment unique: 16,4 %, MC	Chauvel et Granier, 1994
9	multiphase: 18,9 et 14,9 % vs. biphase: 18,1 et 16,1 %	Chauvel et Granier, 1996
27	multiphase: 15 et 12 % vs. 18 et 14,5 %	Bourdon et al., 1995
24	biphase: 16 et 12 % vs. aliment unique: 18 %	Albar et Granier, 1996
P 19	biphase: 0,65 et 0,5 % vs. aliment unique: 0,65 %, truie	CORPEN, 1996
32	biphase: 0,52 et 0,45 % vs. aliment unique: 0,6 %, engraissement	CORPEN, 1996
18	biphase: 0,47 et 0,4 % vs. 0,52 et 0,45 %, engraissement	CORPEN, 1996

(1) MC: mâle castré; F: femelle; MAT: matières azotées totales; P: phosphore; vs.: versus; lact.: lactation; gest.: gestation.

réduction du volume de lisier produit. De -6 à -21 %, d'après Albar et Granier (1996) en passant de l'utilisation d'un aliment à 18 %, à 2 aliments de 16 et 12 % de MAT (croissance et finition) et jusqu'à 34 % d'eau excrétée en moins dans l'essai de Fremaut et de Schrijver (1991, cité par Voermans et al., 1994) avec une réduction du taux de MAT de 18,5 à 12,8 %. Cependant cette baisse du volume de lisier reste inférieure à la réduction de la quantité d'azote excrété donc la concentration azotée du lisier est quand même réduite. Dans leurs conditions expérimentales, Albar et Granier (1996) donnent des réductions

moyennes de -13 % en volume, -26 % d'azote excrété et -16% pour la concentration d'azote. D'après ces auteurs, les résultats montrent surtout une surproduction de lisier avec des régimes riches en matières azotées totales.

Supplémentation et additifs

De nombreuses substances permettent de réduire les rejets, soit par une amélioration de la digestibilité des nutriments soit par l'intermédiaire d'une amélioration de la vitesse de croissance et de l'indice de consommation. Certaines d'entre elles sont autorisées (phytase), avec une réglementation des doses d'incorporation

et une durée limite d'utilisation (antibiotiques, sulfate de cuivre), d'autres ne sont pas légales (beta-adrenergic agonist, somatotropine porcine).

La **phytase** est une enzyme soit présente naturellement dans certaines céréales soit d'origine microbienne. Dans un aliment d'origine végétale, 60 à 70 % du phosphore est sous forme d'acide phytique. En présence de phytase, l'acide phytique est hydrolysé en inositol et en orthophosphate qui peuvent être absorbés. Certaines matières premières et leurs sous-produits ont naturellement une activité phytasique élevée tel que le blé, le tritical et le



seigle induisant une digestibilité du phosphore assez importante et permettant de réduire l'incorporation de phosphore minéral dans l'aliment (Pointillart et al., 1991). Cependant une partie de cette activité phytasique est détruite par des températures supérieures à 80 °C, lors de la fabrication de l'aliment. D'après Jongbloed et Lenis (1991), Simons et al. (1990) seraient les premiers à avoir obtenu des résultats probants avec l'utilisation de phytase microbienne (lignée *Aspergillus ficuum*) dans l'aliment pour porcs. Il a été montré que l'utilisation de 1000 unités de phytase/kg permettait d'accroître la digestibilité du phosphore de 27 à 51 %. Chauvel et al. (1997) ont montré des résultats comparables avec seulement 500 unités de phytase microbienne (Natuphos)/kg pour un régime de base constitué essentiellement de maïs, une UI étant équivalente à 1 micromole de phosphore libérée par minute. Avec cette amélioration de la digestibilité, les rejets de phosphore sont réduits de 15 à 35 % (Simons et al., 1990, Latimier et al., 1994; Chauvel et al., 1997) selon le taux d'incorporation de phytase, la nature du régime et le stade physiologique du porc.

D'autres **enzymes** améliorent la digestibilité surtout chez les porcelets nouveau-nés (Chapple, 1989 cité par Easter et al., 1993) où le manque d'enzymes digestives est bien établi. Les parois végétales (cellulose, hémicellulose, pectines et oligosaccharides) sont résistantes aux enzymes digestives (Low, 1985). La digestibilité de ces fibres alimentaires peut être améliorée par un traitement enzymatique qui peut hydrolyser ces polysaccharides

en monosaccharides (Mulder et al., 1991) donc contribuer à la réduction des rejets d'azote et de phosphore par les porcs.

L'injection de **somatotropine porcine (pST)** exogène chez le porc contribue à une réduction des rejets d'azote et de phosphore par l'intermédiaire d'une amélioration de l'efficacité alimentaire. Avec une injection quotidienne de 3 mg de pST, les rejets d'azote sont réduits de 13 à 25 % pour une teneur en matières azotées totales du régime élevée (Noblet et al, 1993; Quiniou et al., 1993) et de 11 % en moyenne pour le phosphore (Quiniou et al., 1993). Par contre, pour de faible niveau d'ingestion d'azote, de l'ordre de 38 g d'N ingéré/ jour, l'injection de pST est pratiquement sans effet sur les rejets d'azote (Noblet et al., 1993).

Les **beta-adrenergic agonists** permettent une réduction des excréctions d'azote par le biais d'une amélioration des performances des animaux. (Easter et al., 1993). Un traitement de 7 semaines aux beta-agonists sur 5000 porcs en finition permettrait de réduire l'excrétion azotée de 760 kg sur un an.

Les **antibiotiques** et **chemothérapeutiques** contribuent à l'amélioration des performances de croissance et de l'efficacité alimentaire. Généralement utilisés à des doses de 40 à 50 ppm chez les porcelets et le porc en croissance, les doses sont plus faibles en période de finition. L'utilisation d'antibiotique permet de réduire l'excrétion azotée de 6,4 % chez le porcelet de 6-25 kg PV et de 2,3 % chez le porc en croissance-finition (Easter et al., 1993).

Les facteurs **anti-nutritionnels** sont des substances naturellement contenues dans certaines matières premières, ils ont des effets négatifs sur la croissance et la santé. La plupart des légumes contiennent des facteurs anti-nutritionnels tels que des inhibiteurs de protéases, des inhibiteurs d'alpha-amylases (Huisman, 1990, cité par Jongbloed et Lenis, 1991). Le porc est une espèce sensible aux facteurs anti-nutritionnels par rapport à la volaille et aux rats. Leurs éliminations par des procédés technologiques (Van der Poel, 1990, cité par Jongbloed et Lenis, 1991) permettraient de réduire les excréctions d'azote.

D'autres additifs auraient des effets variables sur la baisse des rejets (probiotiques, inhibiteurs d'uréase), les effets de la clinoptilolite seraient à reconfirmer (Easter et al., 1993).

Système d'élevage

Graham et Aman (1991) et Jongbloed et Lenis (1991) ont constaté l'impact de techniques d'élevage, liées au bien-être des animaux, sur les rejets. Avec des animaux sur litière, la proportion de fibres ingérées augmente contribuant ainsi à des excréctions d'azote et de phosphore supérieures. La plus grande mobilité des animaux en groupe a les mêmes conséquences par le biais d'une détérioration de l'efficacité alimentaire.

Facteurs de dilution du lisier

Mode d'alimentation et d'abreuvement

Les modes d'alimentation et d'abreuvement agissent directe-



ment, et parfois de manière importante, sur le taux de dilution du lisier. Des mesures réalisées en élevages naisseur-engraisseurs (Dumortier et al., 1996) indiquent des corrélations de 0,78 à 0,95 entre le volume de lisier produit et la consommation d'eau. D'après Fiedler (1982), 60 % du volume d'eau consommée par le porc se retrouve dans les déjections. Ce taux est de 100 % pour l'eau gaspillée au niveau des abreuvoirs, les eaux de lavage et les eaux de pluie.

Mode d'alimentation

En engraissement, Albar et Latimier (1987) observent que le système turbomat engendre une économie d'eau de 35 % par rapport à la soupe avec un taux de dilution de 3 l/kg d'aliment, mais en pratique (UGPVB, 1993), la production de lisier ne semble cependant réduite que de 6 % avec le turbomat. La différence de production de lisier devient cependant nulle entre les systèmes turbomat, nourrisoupe et soupe si le taux de dilution de l'aliment distribué en soupe baisse de 3 à 2,5 l/kg (tableau 3).

La littérature s'accorde généralement à montrer que l'alimentation sèche, en présence d'abreuvoir, engendre une production plus importante de lisier par rapport aux autres systèmes: turbomat, nourrisoupe et soupe. En effet, l'UGPVB (1993, tableau 3) montre un niveau de production de lisier supérieur de 6 à 76 %, selon le stade physiologique, avec une alimentation sèche par rapport à une alimentation soupe. Pour les porcelets, Latimier (1992) note que l'utilisation de nourrisoupe permettrait de faire une

économie d'eau de 6,2 % par rapport au nourrisseur. L'importante production de lisier constatée par Fiedler (1982) et dans certains élevages équipés de nourrisseurs (UGPVB, 1993), serait essentiellement due à un mauvais réglage des abreuvoirs.

Abreuvement

Une restriction de la distribution d'eau de 9,2 à 7,0 voire de 9,2 à 5,4 l/j/truie gestante permet de réduire le volume de lisier produit de respectivement 21% et 35 % sans effet sur les performances

de reproduction. Cependant, d'après Van der Peet-Schwering et al. (1997) un taux de dilution de 2,8/1 semble le meilleur compromis. En France, le taux de dilution conseillé est généralement supérieur. Madec (1985) recommande une consommation minimale de 15 litres d'eau par jour pour une truie gestante pour écarter tous risques d'infection urinaire. Chez le porc charcutier, les performances ne sont pas affectées par une distribution de 2,5 l d'eau/kg d'aliment sec, par rapport à 3 l/kg (Dourmad et Guillou, 1991).

Tableau 3
Influence du mode d'alimentation, d'abreuvement et du taux de dilution de la ration sur la quantité de lisier (en litre/ porc/ jour) (1)

Stade physiologique	Technique d'alimentation	Quantité de lisier l/ porc/ j	Abreuvoir, taux de dilution (2)
Engraissement	soupe	3,85	
		4,0	3l/kg absence d'abreuvoir
		3,32	2,5l/kg absence d'abreuvoir
		6,92	3l/kg présence d'abreuvoir
	nourrisseur	6,78	
		10,04	abreuvoir à bol, à palette
		10,12	abreuvoir à tétine sur caillebotis partiel
	turbomat	3,63	
		3,40	poussoir 2x1 h, basse pression
3,60		poussoir 2x1 h, haute pression	
Post-sevrage	soupe	1,70	
	nourrisseur	1,96	
	turbomate	1,98	
Allaitantes	sec + tuyau	19,96	
	soupe	18,91	
	nourrisoupe	19,74	
Gestantes	sec + tuyau	18,6	
	soupe	15,26	
	nourrisoupe	15,3	

(1) Fiedler, 1982, UGPVB, 1993.

(2) Ces données n'ont pas été relevées dans l'enquête réalisée par l'UGPVB (1993).



Certains types d'abreuvoirs entraînent un gaspillage d'eau plus important et favorisent par conséquent la dilution du lisier. Avec des abreuvoirs à bol et à palette de conception moderne, le gaspillage est faible, inférieur à 4 % pour un débit de 3 l/min et un maximum de 20 porcs/ abreuvoir (Chosson et al., 1988). Par rapport à ce type d'abreuvoir, les abreuvoirs à tétine entraînent un volume de lisier produit supérieur de 0,8 % (Fiedler, 1982) et les abreuvoirs à sucette, une consommation d'eau très supérieure (Chosson et al., 1988).

Différentes techniques permettent de réduire la consommation d'eau avec des abreuvoirs, sans nuire aux performances des animaux. Le fait d'abaisser leur fonctionnement à 2 fois 45 minutes par jour permet de réduire la consommation d'eau de 37 % (Chosson et al., 1988). Ces effets ont été confirmés par Massabie et al. (1992) mais n'ont pas été retrouvés par Plagge (1991, cité par Voermans et al., 1994). De faibles débits et pressions limitent également le gaspillage d'eau (Fiedler, 1982; Chosson et al., 1988). Avec une auge actionnable 2 fois 1 heure par jour, l'utilisation d'un poussoir basse pression permet de réduire de 6 % le volume de lisier produit par rapport à un poussoir haute pression (tableau 3). La consommation brute est réduite de moitié si le débit passe de 5 à 1 l/min. Ces techniques restrictives impliquent la pose d'un filtre en amont de la canalisation d'eau pour prévenir tous risques d'obturation des abreuvoirs par des impuretés.

L'enquête réalisée par l'UGPVB (1993) dans 78 élevages a permis

par ailleurs, de mettre en évidence l'importance des fuites au niveau des abreuvoirs. Les pertes d'eau issues de ces fuites et du gaspillage par les porcs sont estimées, dans certains cas, à 1-2 m³/j voire davantage. Les éleveurs devraient par conséquent procéder à un contrôle régulier de leurs installations et des consommations d'eau.

Les eaux de lavage

Les eaux de lavage constituent dans certaines situations, une source non négligeable de dilution du lisier. Les quantités varient selon les élevages, le stade physiologique des animaux, les bâtiments. La maternité est un poste très consommateur d'eau puisque les eaux de lavage représentent 30 % du lisier produit par ce stade physiologique. Ce rapport peut considérablement varier selon la qualité de lavage, le type de matériel, la dimension des salles... (Dumortier et al., 1996). Selon les auteurs, les quantités estimées varient ainsi de 160 à 205 litres par portée. Toutefois, rapportées

à la quantité totale de lisier produit par un élevage naisseur-engraisseur, les eaux de lavage issues des maternités ne représentent plus que 3 % de l'ensemble, soit environ la même proportion que pour chaque stade physiologique (Tableau 4). Les données issues de l'étude de Dumortier et al. (1996) permettent d'évaluer que les eaux de lavage représentent environ 12 % du volume de lisier produit par un élevage naisseur-engraisseur.

Un lavage au jet consomme environ 2 l par m² de surface. Cette consommation peut être cependant réduite. Roelofs et al. (1993, cités par Voermans et al., 1994) préconisent l'utilisation de séparations lisses et d'enduits sur les faces intérieures des cases. Ils ont également montré qu'il était possible de réduire la consommation d'eau de lavage en privilégiant une forte pression (120 vs. 60 atmosphères) associée à un faible débit (16 vs. 46 l/min). Pour Latimier (1992), un trempage par pulvérisation séquentiel permet également de réduire la consommation d'eau de 30-35 à 20 l/porc charcutier produit.

Tableau 4
Volume d'eau de lavage utilisé par portée (gestante, allaitante) ou par animal produit (porcelet, porc à l'engrais), (UGPVB, 1993, Latimier et al., 1996 et Dumortier et al., 1996).

Stade physiologique	Eau de lavage (l)	% eau de lavage / volume de lisier	
		produit par stade physiologique	total élevage naisseur-engraisseur
Gestante	90 à 120	9	2,3
Allaitante	160 à 205	31	3,0
Porcelet	12 à 20	19	3,0
Porc charcutier	20 à 30	8	3,7



Facteurs climatiques

Pour un élevage bovin comportant de larges zones de circulation découvertes pour les animaux, devant être obligatoirement raccordées à la fosse, Ziegler et Héduit (1991) ont calculé que le volume initial de lisier peut être presque doublé par les eaux de pluie. En élevage porcin, ces surfaces sont peu importantes, la dilution provient essentiellement de l'eau entrant directement dans les fosses extérieures non couvertes. Ainsi entre le mois d'octobre et d'avril, s'il tombe 500 mm d'eau dans une fosse extérieure où il y a 2 mètres de hauteur de lisier, la concentration de l'effluent est réduite au 4/5 ème de sa valeur initiale. En période estivale, le niveau d'évaporation de l'eau est généralement supérieur à celui des précipitations (Service Climatologique de Rennes, communication personnelle). Pour un même élevage, un lisier épandu fin août/début septembre risque donc d'être bien plus concentré qu'un lisier épandu aux mois de mars/avril.

Pertes d'azote par volatilisation

L'estimation de la concentration azotée d'un lisier épandu est plus difficile à prédire que pour les autres éléments. En effet, le lisier perd continuellement de l'azote par un phénomène de volatilisation, en proportion extrêmement variable selon le type de bâtiment, les conditions de stockage et d'épandage du lisier. Les données et les auteurs cités dans ce chapitre sont principalement issus du document bibliographique : *L'ammoniac en porcherie* (Guingand, 1996) auquel il

convient de se reporter pour davantage d'information notamment en ce qui concerne les différentes techniques de réduction de la volatilisation de l'ammoniac.

Dans les bâtiments

Les facteurs responsables de la perte d'azote sont nombreux et leurs importances respectives difficiles à déterminer. Les pertes sont d'autant plus importantes que les débits de ventilation sont élevés (Granier et al., 1996), pour une extraction basse par rapport à une extraction haute (Pessara et al., 1992), avec des régimes alimentaires riches en matières azotées totales (Pfeiffer et al., 1993 ; Latimier et al., 1992), pour une surface en caillebotis élevée (Aarninck et al., 1992) ou avec un système d'élevage sans litière par rapport à un système qui en est pourvu (Hartung, 1990 ; Groenstein et al., 1993). Contrairement à ce qu'aurait démontré Aarninck et al. (1992), la température du lisier ne semblerait pas influencer le taux de volatilisation de l'ammoniac (Granier et al., 1996).

Dans les conditions d'élevage les plus fréquemment rencontrées, caillebotis intégral et extraction basse, Pessara et al. (1992) obtiennent 25 % de perte d'azote par rapport à la quantité excrétée par les animaux. Latimier et Chatelier (1991) et Latimier et al. (1993) obtiennent des valeurs similaires, de 22 à 27 %. Le CORPEN (1996) a retenu 25 % pour l'établissement des normes de rejets.

Pendant le stockage

Les pertes d'azote au stockage sont favorisées par une tempéra-

ture et un pH élevés (Muck et Steenhuis, 1982). L'effet de la température et du pH est accentué lorsque le remplissage de la fosse s'effectue par le haut. Un faible taux de remplissage de la fosse (Muck et Steenhuis, 1982) et une vitesse élevée du vent (Sommer et Thomsen, 1993) sont également des facteurs aggravant de la perte d'azote. La présence d'une croûte ou l'emploi d'une couverture minimise les déperditions.

Les pertes par volatilisation représentent 5 à 15 % de la quantité totale d'azote du lisier pour un stockage de 180 à 250 jours (De Bode, 1990). Le CORPEN (1996) ne retient qu'une valeur de 5 % après validation par comparaison avec des mesures, cette valeur correspondrait à un stockage non brassé et alimenté par le fond. Un brassage avant épandage entraîne des pertes d'azote supérieures et dans le cadre d'une désodorisation par aération, les pertes peuvent atteindre 50 %.

Pendant et après l'épandage

La vitesse du vent, la composition du lisier (pH, concentration en azote et matière sèche) (Pain et al., 1989), l'humidité de l'air et du sol (Shimpi et Savant, 1975), la température, les propriétés du sol (Whitehead et Raistrick, 1993) et la présence d'un couvert végétal (Whitehead et al., 1992) sont des facteurs susceptibles de modifier le pourcentage de volatilisation de l'ammoniac pendant et après l'épandage. L'influence de la densité d'épandage semble controversée (Pain et al., 1989; Klarenbeeck et Bruins, 1990).



Guinand (1996) rapporte que «Pendant l'épandage sur sol sans enfouissement, la volatilisation de l'ammoniac représenterait environ 6 % de la quantité totale d'azote épandue et environ 8 % de la quantité d'azote ammoniacale du lisier épandu [...]. Après épandage, les pertes d'ammoniac représentent, selon les auteurs, entre 5 et 27 % de l'azote total contenu dans le lisier (Hoff et al., 1981, Pain et al., 1989)». Comme la moitié de la volatilisation de l'ammoniac se produit dans les 24 h après l'épandage, un enfouissement rapide, ou mieux, une injection directe permettent de réduire voire de supprimer ces pertes.

Vieillessement du lisier

Au cours des premiers jours, la répartition des différentes formes d'azote évolue rapidement. Un lisier frais, âgé de quelques heures, contient 50 % d'azote organique et 50 % d'azote minéral. Ces proportions tendent vers 1/4 et 3/4, pour un lisier âgé de plus de 3 jours (Coillard, 1997). En effet, la formation du lisier, issu d'un mélange d'urine et de fèces, est sous l'influence d'uréases contenues dans les fèces (Groenestein, 1994) et l'azote uréique des urines est transformé en azote ammoniacal (ammonification). De même, une partie de l'azote organique des fèces est hydrolysée sous des formes qui le rendent accessibles au processus d'ammonification. Ce processus sensibilise davantage l'azote au phénomène de volatilisation.

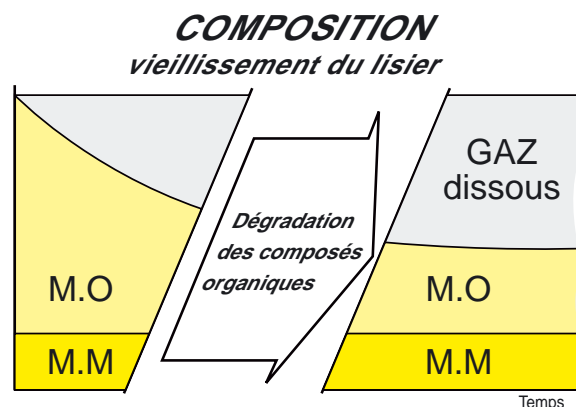
En cours de stockage, les matières organiques sont progressivement dégradées jusqu'à ne représenter plus que la moitié de leur concentration initiale. La quantité de matières minérales reste constante (figure 1).

Conclusion

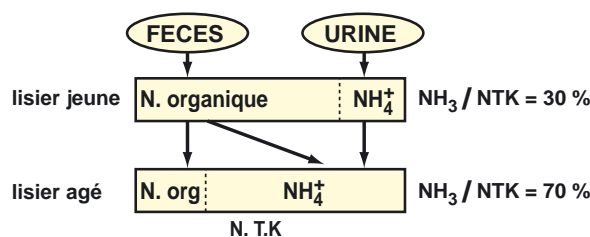
L'importance de ces facteurs de variation permet d'expliquer la diversité des situations qu'il est possible de rencontrer en terme de composition et de volume de lisier produit pour chaque type d'élevage. Il serait maintenant bien difficile de les hiérarchiser. Ils montrent également quelques possibilités qui s'offrent à l'éleveur pour une meilleure gestion des effluents. Afin de préserver sa capacité de stockage et disposer

d'un lisier concentré, certains contrôles tels que le niveau des consommations d'eau (des animaux, de lavage, de l'ensemble de l'élevage) et les fuites éventuelles (notamment des abreuvoirs) devraient être réalisés périodiquement. Si l'objectif est de maîtriser les rejets, la voie de l'alimentation permet d'envisager raisonnablement une réduction de l'excrétion chez des porcs charcutiers, de 20 % pour l'azote et de 25 % pour le phosphore. Cependant toutes ces dispositions ne renseignent en rien sur la composition finale du lisier, pourtant indispensable au moment de son utilisation. Les différentes techniques d'échantillonnage et d'analyse du lisier de porc feront l'objet d'un article dans le prochain numéro de Techni Porc.

Figure 1
Evolution de la composition du lisier en cours de stockage
(GIDA, 1976)



évolution de la matière azotée totale





Références bibliographiques

- . ALBAR J., LATIMIER P., 1987. Etude d'un système de distribution séquentielle d'aliment en engraissement, le turbotomat. 4^{ème} SIMAVIP, 1 au 4 Déc. 1987. EDE et ITP, 59-71.
- . ALBAR J., GRANIER R., 1996. Incidence du taux azoté de l'aliment sur la consommation d'eau, la production de lisier et les rejets azotés en engraissement. Journées Rech. Porcine en France, 28: 257-266.
- . ARC, 1981. The Nutrient Requirements of Pigs. Slough, Commonwealth Agricultural Bureaux.
- . BOURDON D., DOURMAD J.Y., HENRY Y., 1995. Réduction des rejets azotés chez le porc en croissance par la mise en oeuvre de l'alimentation multiphase, associée à l'abaissement du taux azoté. Journées Rech. Porcine en France, 27: 269-278.
- . CHAUVEL J., 1991. Alimentation du porc et rejet en azote et en phosphore dans le lisier. Techni Porc, mars 1991, 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.
- . CHAUVEL J., GRANIER R., 1996. Effet de l'alimentation multiphase sur la croissance et les rejets azotés du porc charcutier. Journées Rech. Porcine en France, 28: 249-256.
- . CHAUVEL J., GRANIER R., JONDREVILLE C., WILLIATTE I., 1997. Utilisation de régimes isophosphorés à activité phytasique variable par le porc charcutier: répercussion sur la digestibilité du phosphore, les performances, la résistance osseuse et les rejets de phosphore. Journées Rech. Porcine en France, 29: 277-284.
- . CHOSSON C., GRANIER R., MAIGNE A., BOUBY A., MONGIN J.P., 1988. Réduction du volume de lisier produit par un porc à l'engrais. Techni Porc, mai 1988, 27-41.
- . COILLARD J., 1997. Procédés de traitement des lisiers de porc étudiés en France. Ingénieries-EAT, 10: 17-33.
- . CORPEN, 1996. Estimation des rejets d'azote et de phosphore des élevages de porcs. 23 p.
- . DOURMAD J.Y., 1987. Composition du gain de poids de la truie gestante: prévision en fonction des apports énergétiques et protéiques. Journée Rech. Porcine en France, 19: 203-212
- . DOURMAD J.Y., GUILLOU D., 1991. Maîtrise de la charge polluante des effluents des élevages porcins: Influence du bâtiment, de l'alimentation et des performances. A.F.M.V.P. - SIMAVIP, 7 mars 1991, 35-46.
- . DUMORTIER J., JEGOU J.Y., CALLAREC J., TOULARASTEL P., QUILLIEN J.P., 1996. Volumes et rejets en azote, phosphore et potasse dans 4 élevages. Ed. EDE et Chambres d'Agriculture de Bretagne, Production Porcine, 68 p.
- . EASTER R.A., STEIN H.H., TROTTIER N.L., 1993. Use of biotechnology and feed additives. 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.
- . 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.
- . FIEDLER E., 1982. Versuchs und Erfahrungsbericht. Landesanstalt für Schweinezucht Forchheim, 72-75.
- . GRAHAM H., AMAN P., 1991. Nutritionnal aspect of dietary fibres. Animal Feed Sci. Technol. 32: 143-158.
- . GROENESTEIN C.M., 1994. Ammonia emission from pig houses after frequent removal of slurry with scrapers. XII world congress on agricultural engineering. Milano 29/08-01/09/1994: 543-550.
- . 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.
- . GUINGAND N., 1996. L'ammoniac en porcherie. Ed. Institut Technique du Porc, 35 p.
- . INRA, 1989. L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles. Institut National de la Recherche Agronomique.



- . JONGBLOED A.W., LENIS N.P., 1991. Nutrition as a mean to reduce environmental pollution by pigs. Nutrition, Management and pig Production. 42 nd Annual Meeting of EAAAP, Berlin, 8-12 september 1991.
- . KIES A., AUGIER V., VENUAT M., GRIMALDI J.L., 1992. Diminution des taux protéiques: influence sur la quantité d'azote excrété et les performances zootechniques du porc charcutier. Journées Rech. Porcine en France, 24: 219-226.
- . 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., POINTILLART A., 1993. Influence de l'apport de phosphore (0,4-0,5-0,6%) sur les performances, les rejets de phosphore et la minéralisation osseuse chez le porc charcutier. Journées Rech. Porcine en France, 25: 277-286.
- . LATIMIER P., POINTILLART A., CORLOUËR A., LACROIX C., 1994. Influence de l'incorporation de phytase microbienne dans les aliments, sur les performances, la résistance osseuse et les rejets phosphorés chez le porc charcutier. Journées Rech. Porcine en France, 26: 107-116.
- . 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.
- . LOW A.G., 1985. Role of dietary fibre in pig diets. In: W. Haresign and D.J.A. Cole (Editors), Recent Advances in animal Nutrition, p 87-112. Butterworths, London.
- . MADEC F., 1985. La consommation d'eau chez la truie gestante en élevage intensif, Relation avec certaines caractéristiques urinaires. Journées Rech. Porcine en France, 17, 223-236.
- . MASSABIE P., GRANIER R., ROUSSEAU P., LAURIAC C., 1992. Diminution de la dilution des lisiers par limitation du gaspillage des eaux de boisson du porc charcutier. Journées Rech. Porcine en France, 24: 255-260.
- . MEEUS-VERDINNE K., SCOKART P.O., DE BORGER R., 1986. Evaluation des risques pour l'environnement provenant des métaux lourds contenus dans les déchets animaux. Revue de l'Agriculture n°4, 39: 801-816.
- . MULDER M.M., HOTTEN P.M., COWIE E., LOMAX J.A., CHESSON A., 1991. Digestion of wheat aleurone by commercial polysaccharidases. Anim. Feed Sci. Technol., 32: 185-191.
- . NOBLET J., DOURMAD J.Y., DUBOIS S., 1993. The effect of porcine somatotropin on nitrogen utilization and nitrogen losses in growing pigs. Proceedings of the 1rt international symposium on nitrogen flow in pig production and environmental consequences. Wageningen, NL. 8-11 June 1993. EAAAP Publication n° 69.
- . NRC, 1988. Nutrient Requirements of Swine. 9 th éd. Washington, DC: National research Council.
- . 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.
- . POINTILLART A., COLIN C., LACROIX C., RADISSON J., 1991. Réduction chez le porc en croissance de la supplémentation en phosphore minéral par l'utilisation de céréales à activité phytasique élevée. Journées Rech. Porcine en France, 25: 233-238.
- . PRIEM R., NEIRINCKX G., BORGER R. de, 1980. Influence de la teneur des aliments en oligo-éléments sur le lisier des porcs de boucherie. Revue de l'agriculture, 33: 305-312.
- . QUINIOU N., NOBLET J., DOURMAD J.Y., 1993. Influence de l'administration de somatotropine porcine et d'une réduction du taux protéique du régime sur les rejets d'azote et de phosphore chez le porc. Journées Rech. Porcine en France, 25: 287-294.
- . 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.
- . RNED PORC - BRETAGNE, 1990. Consommation en matière azotée, phosphore et cuivre par les porcs. Techni Porc, juin 1990, p 63-65.
- . UGPVB, 1993. Etude sur les volumes d'effluents produits dans les ateliers porcins. éd. UGPVB/SYPRAM novembre 1993, 18 p.
- . VOERMANS J.A.M., VERDOES N., HARTOG L.A. DEN, 1994. Environmental impact of pig farming. Pig news and Information. 1994. 15(2): 51-54.
- . ZIEGLER D., HEDUIT M., 1991, Engrais de ferme: valeur fertilisante, gestion, environnement. éd. ITP, ITCF, ITEB. 35 p.