

Journée d'information provinciale Les odeurs et la production porcine : les solutions accessibles



Drummondville 27 janvier 2004

Horaire de la journée

9 h 00	Accueil	
9 h 30	Mot de bienvenue Claude Corbeil, président, FPPQ	
9 h 40	Les odeurs, les comprendre pour mieux les contrôler Sylvain Pigeon, ing., M.Sc., BPR Groupe-conseil	1
10 h 00	La gestion des épandages, témoignages de producteurs de porcs	
	Steven Lagrange, Ferme Steegrain inc.	11
	Jocelyn St-Laurent et Manon Jolin, Ferme Porc-Saint S.E.N.C.	19
11 h 00	La régie alimentaire – Peut-on réduire les odeurs dans les élevages porcins en intervenant sur l'alimentation? Ghislaine Roch, agr., conseillère en nutrition animale	25
11 h 30	Le contrôle des odeurs au bâtiment Francis Pouliot, ing., Centre de développement du porc du Québec (CDPQ)	39
12 h 00	DÎNER ET TEMPS LIBRE POUR RENCONTRER LES EXPOSANTS	
13 h 30	Le point sur les additifs de lisier Daniel Massé, chercheur, Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC)	53
14 h 00	Des approches de concertation entre les mondes agricole et municipal	
	Le projet Nutrinor au Saguenay-Lac-St-Jean André Fortin, Vice-président, UPA Saguenay-Lac-St-Jean	59
	Projet visant à réduire les odeurs reliées à la production porcine à Ste-Marie Lyse Grenier Audet, Présidente, Association professionnelle des producteurs de porcs de la Beauce	63
14 h 45	Contrôle des odeurs avec un matelas de paille d'orge sur les fosses Pierre Benoît, ing., agr., F. Bernard experts-conseils	69
15 h 15	Tour d'horizon des avenues prometteuses au bâtiment Stéphane Lemay, chercheur, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)	75
15 h 45	Mot de la fin	
16 h 00	Clôture de la journée	

GRILLE D'ÉVALUATION

Journée d'information sur les odeurs et la production porcine : les solutions accessibles 27 janvier 2004

	Excellent	Bon	Moyen	Faible
1. CONFÉRENCES				
Les odeurs, les comprendre pour mieux les contrôler Sylvain Pigeon, BPR Groupe-conseil				
La gestion des épandages			_	
Steven Lagrange, Ferme Steegrain inc.				
La gestion des épandages	П		_	
Jocelyn St-Laurent et Manon Jolin, Ferme Porc-Saint S.E.N.C.				
La régie alimentaire – Peut-on réduire les odeurs dans les élevages				
porcins en intervenant sur l'alimentation?				
Ghislaine Roch, conseillère en nutrition animale				
Le contrôle des odeurs au bâtiment Francis Pouliot, CDPQ				
Le point sur les additifs de lisier				
Daniel Massé, AAC	Ц	Ш	Ш	Ц
Le projet Nutrinor au saguenay-Lac-St-Jean André Fortin, UPA Saguenay-Lac-St-Jean				
Projet visant à réduire les odeurs à Sainte-Marie				
Lyse Grenier Audet, Assoc. professionnelle des producteurs de porcs de la Beauce	Ц	Ш	Ш	Ц
Contrôle des odeurs avec un matelas de paille d'orge				
Pierre Benoît, F. Bernard experts-conseils	_			
Tour d'horizon des avenues prometteuses au bâtiment				
Stéphane Lemay, IRDA				
2. CAHIER DES CONFÉRENCES				
Évaluation dans l'ensemble				
3. ORGANISATION DE LA JOURNÉE				
❖ Repas				
* Exposants				
* Exposants				
4. ÉVALUATION GLOBALE DE LA JOURNÉE				
❖ Évaluation dans l'ensemble				
				_
5. PORTRAIT DES PARTICIPANTS				
❖ Producteur de porcs				
Producteur autre				
Intervenant en production porcine				
·				
Autre (précisez)				
6. COMMENT AVEZ-VOUS ENTENDU PARLER DE LA JOURNÉE?				
❖ Terre de chez nous				
Publicité par la poste				
❖ Porc Québec				
* Autre (précisez)				
7. COMMENTAIRES:				

Commanditaires

Les odeurs, les comprendre pour mieux les contrôler

Sylvain Pigeon, ing., M.Sc., BPR Groupe-conseil

Le développement et le maintien à long terme des activités de production porcine sont de plus en plus liés à la capacité de ce secteur à contrôler les impacts négatifs qu'il génère auprès de la population. Parmi ces impacts négatifs, les odeurs occupent une place prépondérante. En effet, l'augmentation de la taille des sites, la concentration des élevages ainsi que la généralisation de la gestion liquide des déjections ont eu un effet significatif sur cette problématique au cours des dernières décennies.

Qu'est-ce que l'odeur?

L'odeur n'est pas en soi une réalité matérielle mais plutôt une sensation ou une perception de l'odorat des humains et des animaux. Elle résulte de réactions chimiques de la plupart des gaz connus avec des cellules spécifiques du nez. Toutefois, et heureusement pour nous, les composés prédominants de l'atmosphère terrestre sont des gaz inodores, soit l'azote (78,1 %), l'oxygène (21,0 %), l'argon (0,9 %), le gaz carbonique (0,04 %) et une quantité variable de vapeur d'eau (de 0,1 à 5,0 %). Par contre, les activités agricoles, et de façon plus spécifique la production porcine, génèrent différents gaz qui entraînent la perception d'odeurs souvent très désagréables.

Afin de caractériser ces odeurs, on en dissocie trois aspects :

- L'intensité de l'odeur (la mesure : forte ou faible)
- Le caractère de l'odeur (le type d'odeur : fruité, sucré, rance, etc.)
- Le ton hédonique (l'acceptabilité : agréable ou désagréable).

La perception de ces caractéristiques varie d'un individu à l'autre. Elle est donc sujette aux expériences antécédentes de la personne, à la sensibilité de son odorat ainsi qu'à différents facteurs de nature sociale (importance du bon voisinage, crainte de la contamination d'eau, relations familiales ou sociales impliquées, etc.). Par ailleurs, on entend par mauvaise odeur, l'ensemble des combinaisons chimiques présentes dans l'air qui répandent une odeur désagréable.

On distingue également trois niveaux de perception de l'intensité des odeurs qui correspondent à des intensités croissantes :

- Détection de l'odeur
- Reconnaissance de l'odeur
- Nuisance de l'odeur

Au premier niveau, la personne ne peut que détecter la présence d'une odeur sans pouvoir l'identifier. Au second niveau, la personne reconnaît la nature de l'odeur et sa provenance et finalement, l'odeur, dont l'intensité augmente, devient une nuisance. Lorsque ces odeurs sont le fait d'un seul gaz, ces différents niveaux se traduisent par sa concentration dans l'air. Le tableau 1 présente les seuils de détection et de reconnaissance, selon Haug (1993), pour quelques gaz rencontrés dans les élevages. Il est à noter que d'autres auteurs présentent des valeurs qui peuvent être sensiblement différentes de celles-ci, notamment O'Neill et Philipps (1992) qui ont fait une revue de littérature des recherches sur différents types d'élevage.

TABLEAU 1. SEUIL DE DÉTECTION ET DE RECONNAISSANCE DE CERTAINS GAZ PRODUITS DANS LES ÉLEVAGES

Gaz	Seuil de détection (ppmv) [†]	Seuil de reconnaissance (ppmv) [†]
Ammoniac (NH ₃)	0,037	47
Sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	0,00047	0,0047
Méthyl mercaptan	0,0011	0,0021
Éthyl mercaptan	0,002	n.d.
Acide acétique	0,008	0,2
Acide propionique	0,011	n.d.
Skatole	0,0012	0,47

ppmv: partie par million sur base volumique

(Haug, 1993)

Comment sont produites les odeurs?

La génération d'odeurs en production animale résulte de la dégradation des déjections (fèces et urine) et ce, essentiellement en absence d'oxygène (dégradation anaérobie). Cette absence d'oxygène est particulièrement marquée lorsque la gestion des déjections se fait sous forme liquide (lisier). La dégradation anaérobie s'effectue normalement selon trois phases successives : la liquéfaction (hydrolyse et acidogénèse), l'acétogénèse et la méthanogénèse (figure 1). En théorie, les produits finaux de cette dégradation sont principalement du biogaz (mélange inodore de méthane et de dioxyde de carbone), de l'humus (matière organique stabilisée) et des éléments minéralisés tels que l'ammonium et le potassium. Toutefois, ces différentes phases sont sensibles aux conditions du milieu (température, pH, matière sèche, oxygène dissous, etc.), en particulier la méthanogénèse. Ainsi, ces conditions optimales n'étant jamais rencontrées en pratique dans un lisier normal à la ferme, sa digestion demeure incomplète. La production de méthane et de gaz carbonique est donc accompagnée de plusieurs autres composés responsables des odeurs caractéristiques du lisier. L'existence d'interactions antagonistes et synergiques entre ces divers composés odorants implique que l'effet d'un mélange n'est pas égal à la somme des effets des composés pris séparément.

La décomposition anaérobie forme, à partir des hydrates de carbone, protéines et lipides contenus dans le lisier, un total de près de 170 composés chimiques différents (O'Neill et Philipps, 1992). Ces composés peuvent être regroupés selon leur nature chimique en acides gras volatils (acides acétique, propionique, butyrique, valérique, etc.), composés soufrés (sulfure d'hydrogène, méthyl et éthyl mercaptans, etc.), alcools (méthanol, éthanol, etc.), composés azotés (ammoniac, indole, skatole) et autres composés organiques. Alors que la digestion des hydrates de carbone et des lipides conduit à un nombre relativement restreint de composés (principalement acides acétique, propionique et butyrique), la dégradation des protéines est à l'origine d'un grand nombre de composés. Elle représenterait la source principale des mauyaises odeurs engendrées par la digestion du lisier. En effet, les unités de base qui composent les protéines sont les acides aminés. Pour les lisiers, ce sont ces acides aminés qui contiennent l'azote et le soufre, éléments conduisant à la formation des gaz qui génèrent les odeurs dont les seuils de détection et de reconnaissance sont les plus faibles. Par ailleurs, la nature des acides aminés contenus dans la protéine déterminerait en partie les composés générés. Par exemple, le tryptophane conduirait à la formation de composés azotés (indole et skatole) alors que la méthionine, la cystéine et la cystine conduiraient à la formation de composés soufrés (ex.: mercaptan).

Compte tenu du mode de production de ces odeurs, plusieurs stratégies peuvent être mises en œuvre pour réduire leur perception aux différentes étapes de la production. Il peut s'agir de réduire la formation même de ces odeurs, de limiter leur libération, de les diluer dans l'air atmosphérique ou de les traiter.

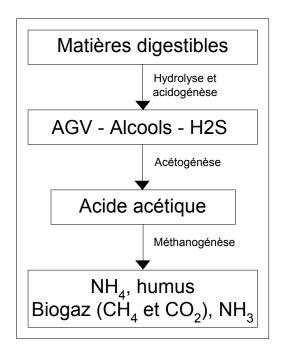


FIGURE 1. SCHÉMA SIMPLIFIÉ DE LA DÉGRADATION ANAÉROBIE

Au bâtiment

Le tableau 2 présente des techniques qui permettent de mettre en œuvre ces stratégies au bâtiment.

La réduction de la formation des odeurs s'obtient d'abord par le maintien de la propreté du bâtiment et par la réduction de la superficie humide des planchers. Ceci suppose une gestion améliorée du bâtiment, notamment en ce qui regarde l'entretien général et le contrôle d'ambiance. La conception de nouveaux types de planchers vise particulièrement la réduction de leur surface humide. Les poussières adsorbent en partie les gaz odorants : leur abattement peut donc avoir un impact sur la perception de ces gaz. Par ailleurs, en raison des odeurs importantes générées par les composés azotés et les composés soufrés, un potentiel important réside dans la réduction des rejets de ces éléments. L'amélioration générale des performances des animaux, l'augmentation de la digestibilité de l'azote ainsi que la réduction de la protéine totale dans l'alimentation sont des moyens à mettre en œuvre pour cette réduction des rejets.

Le séjour prolongé du lisier sous les animaux permet aux micro-organismes anaérobies de se développer dans le bâtiment. Aussi, l'évacuation rapide du lisier limite son temps de séjour au bâtiment et réduit donc la formation des odeurs au bâtiment. Des concepts de lavage avec rinçage des dalots ou de gratte permettent une telle évacuation. De façon plus expérimentale, le concept de séparation fèces / urine sous les animaux présente un potentiel important de réduction des odeurs. Ce concept évite la formation de lisier, permet l'évacuation très rapide de l'urine, ce qui réduit l'émission d'ammoniac au bâtiment, et produit une fraction solide très sèche qui entraîne une dégradation partiellement aérobie des fèces.

La dilution de l'air de ventilation dans l'atmosphère réduit la perception des odeurs. À ce titre, le recours à des cheminées hautes n'est efficace que si la sortie d'air est verticale d'une part et que certaines conditions sont respectées relativement à la combinaison vitesse d'évacuation de l'air, hauteur de l'extrémité de la cheminée et vitesse du vent.

Finalement, l'air de ventilation du bâtiment peut être traité, soit par biofiltration, lavage, adsorption, masquants ou autres.

TABLEAU 2. MÉTHODES DE RÉDUCTION DES ODEURS AU BÂTIMENT

Stratégie de réduction	Technique
Production d'odeurs	Propreté des bâtiments
	Réduction de la superficie humide des planchers Abattement des poussières
	Réduction du taux de protéine (azote et soufre)
	Évacuation rapide du lisier
	Séparation fèces / urine
Dilution	Ventilation centralisée avec cheminée haute
Traitement	Biofiltration, lavage d'air, adsorption, masquants, etc.

À l'entreposage

La formation des gaz responsables des odeurs est très importante en cours d'entreposage. Toutefois, le lisier étant très peu en mouvement dans la fosse durant cette période, ces gaz ne peuvent s'échapper que par leur lente diffusion à travers la masse du lisier vers sa surface (figure 2). Par conséquent, même si la formation de gaz est importante, la perception qui en découle est relativement limitée.

Le tableau 3 présente quelques techniques qui peuvent être utilisées selon la stratégie adoptée. La réduction de la formation des odeurs peut être obtenue en modifiant la voie de dégradation du lisier ou en contrôlant le développement des micro-organismes anaérobies. Dans le premier cas, l'aération du lisier entraîne le développement et la croissance de micro-organismes aérobies et remplace les gaz odorants produits en conditions anaérobies par la formation de gaz inodores, principalement le dioxyde de carbone et la vapeur d'eau. Les besoins d'aération sont inférieurs à ceux requis pour le traitement complet du lisier. Ce procédé réduit également le niveau d'odeurs lors de l'épandage du lisier. Le contrôle du développement des micro-organismes anaérobies est possible en maintenant le lisier à basse température, par son traitement chimique (acidification, chaulage, oxydation, etc.) ou par oligolyse. Il faut toutefois noter que ces techniques ne sont pas toutes aussi intéressantes. L'aération et l'oligolyse seraient utilisées en Europe alors que les essais réalisés au Québec sur l'oligolyse ont montré une efficacité variable.

Le traitement chimique du lisier visant la destruction des micro-organismes par le contrôle des paramètres physico-chimiques (par exemple : pH) est envisageable mais peut requérir des quantités importantes de produits (ex. : chaux vive) ou des coûts élevés (ex. : acide sulfurique). Ce traitement altère les caractéristiques du lisier et peut entraîner des problèmes de corrosion accélérée des équipements utilisés lors d'étape subséquente de gestion. Le refroidissement du lisier entreposé réduit l'activité des micro-organismes anaérobies. Il se traduit donc par la réduction de la formation même des odeurs. Toutefois, cette stratégie en est encore à l'état de recherche.

Le recouvrement de la fosse par une toiture étanche agit sur la libération des odeurs. La toiture force l'accumulation des gaz odorants dans l'espace libre au-dessus du lisier. À l'équilibre, la libération de gaz odorants par la surface du lisier est compensée par la diffusion de ces mêmes gaz sous la surface. Il y a donc une quantité égale de gaz qui pénètrent la masse de lisier et qui s'en échappent (figure 2). Par conséquent, la perception des odeurs provenant de l'entreposage est grandement réduite. Toutefois, cette limitation de la libération des gaz semble occasionner une accumulation de ces gaz dans le lisier et, par conséquent, de plus fortes émissions lors de l'épandage.

Un concept actuellement en évaluation au Québec (en provenance de l'Ouest canadien) vise la récupération des gaz émis à la surface du lisier par soutirage sous une toiture flottante. Ces gaz sont par la suite traités par biofiltration.

Finalement, le recouvrement de la fosse par un tapis de paille (ou de tourbe) permet d'adsorber certains composés odorants. Par ailleurs, le substrat permet la croissance d'une flore bactérienne qui dégrade partiellement ces odeurs.

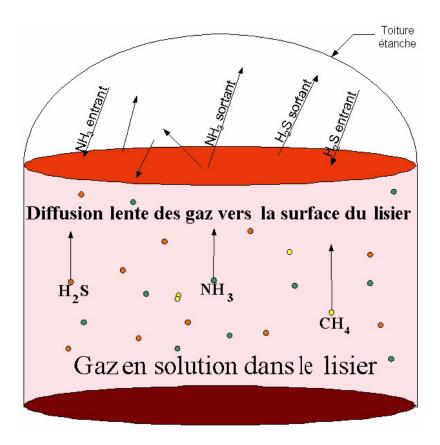


FIGURE 2. PRODUCTION DE GAZ À L'ENTREPOSAGE

TABLEAU 3. MÉTHODE DE RÉDUCTION DES ODEURS À L'ENTREPOSAGE

Stratégie de réduction	Technique
Production d'odeurs	Traitement par aération du lisier
	Traitement par oligolyse du lisier
	Refroidissement du lisier
	Traitement chimique du lisier (ex. : contrôle du pH)
Libération des odeurs	Toiture étanche (rigide ou gonflable)
Collecte et traitement	Toiture flottante sous pression négative et biofiltration
Adsorption des odeurs	Recouvrement de paille, tourbe, etc.

À l'épandage

Au moment de l'épandage, le lisier est brassé dans la fosse afin de l'homogénéiser. Ce brassage expose une plus grande quantité de lisier à l'air extérieur et permet une libération plus grande de ces gaz en solution et donc, un dégagement plus rapide des gaz odorants. Lorsque le lisier est entreposé sous le plancher latté, le brassage entraîne une augmentation de la concentration des gaz dans le bâtiment, concentration qui peut atteindre le seuil de toxicité, notamment dans le cas de l'hydrogène sulfuré.

Lors d'un épandage par aspersion haute, le lisier est projeté sous pression sur une plaque déflectrice qui fractionne le lisier en fines gouttelettes. La libération des gaz en solution se fait alors très rapidement en raison du petit diamètre des gouttelettes et de la grande surface de diffusion que ce fractionnement occasionne (figure 3). Cette libération entraîne ainsi un dégagement très intense des gaz déjà présents dans le lisier. L'émission d'odeurs ainsi que la volatilisation de l'ammoniac sont alors fonction de la pression avec laquelle le lisier est projeté et sont d'autant plus importantes que la taille des gouttelettes de lisier est petite.

À l'épandage, deux formes d'émission d'odeurs peuvent être prises en considération, soit l'émission des composés volatils au moment de la dispersion du lisier puis le dégagement progressif de ces composés une fois le lisier épandu (figure 4). Bien que l'intensité des odeurs au moment de la dispersion du lisier puisse être très élevée, la durée de cette forme d'émission est très courte de sorte qu'environ seulement 1 % des émissions totales relatives à l'épandage y est produites. L'épandage à basse pression, notamment à l'aide de rampe, limite le fractionnement du lisier et donc la volatilisation importante au moment de l'épandage. L'incorporation du lisier permet une réduction plus poussée de cette libération des gaz tout en permettant l'adsorption et le traitement de ces odeurs par les micro-organismes du sol.

Par ailleurs, des additifs sont fréquemment utilisés pour réduire les odeurs à cette étape de la production. L'efficacité des additifs chimiques est généralement connu mais leur coût élevé. Ouant aux additifs biologiques, leur efficacité demeure à être démontrée dans la plupart des cas.

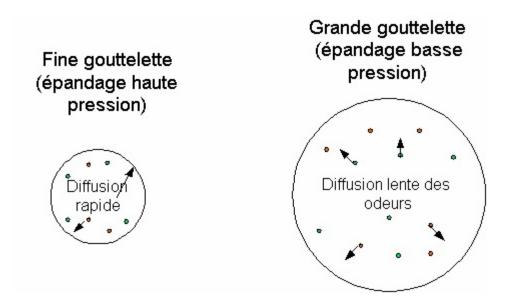


FIGURE 3. DIFFUSION DES ODEURS AU TRAVERS DES GOUTTELETTES DE LISIER LORS DE L'ÉPANDAGE

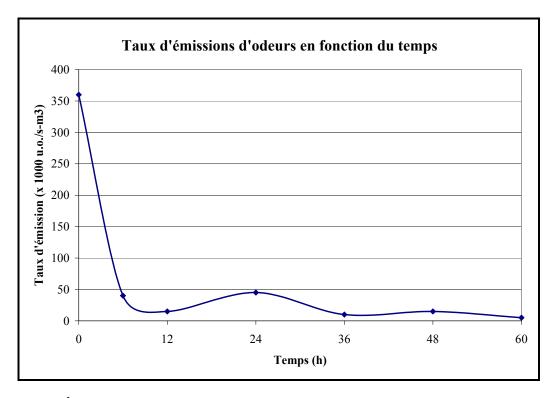


FIGURE 4. ÉVOLUTION DU TAUX D'ÉMISSION D'ODEURS APRÈS ÉPANDAGE PAR AÉROASPERSION (Référence : Pain et al., 1991)

TABLEAU 4. MÉTHODE DE RÉDUCTION DES ODEURS À L'ÉPANDAGE

Stratégie de réduction	Technique
Libération des odeurs	Épandage à basse pression
	Épandage avec incorporation rapide dans le sol
Adsorption des odeurs	Incorporation dans le sol
Traitement des odeurs	Additifs chimiques et/ou biologiques

Dispersion des odeurs

À toutes ces étapes de la production, lorsque les odeurs ont été formées et libérées, leur dispersion dans l'atmosphère demeure la seule technique pour réduire leur niveau de perception. La dispersion vise donc à diluer les odeurs à un niveau tel que leur perception ne représente plus un problème (sous le seuil de reconnaissance ou de détection). La dispersion des odeurs est efficace lorsqu'un petit volume d'air odorant est mélangé à un grand volume d'air pur. Ainsi, les moyens suivants permettent d'améliorer cette dispersion : évacuation de l'air de ventilation à grand débit et à vitesse élevée, évacuation de l'air de ventilation en hauteur évitant ainsi les masses d'air plutôt stagnantes auprès du sol, augmentation de la turbulence de l'écoulement de l'air pur (ex. : brise-vent), etc.

Conclusion

La perception des odeurs est propre à chaque individu et varie selon sa sensibilité ainsi que ses expériences antérieures. Pour la production porcine, ces odeurs sont principalement le fait de la dégradation du lisier en conditions anaérobies. Aussi, les stratégies à adopter pour résoudre cette problématique doivent prendre en considération ce mode de production des odeurs.

Un certain nombre de stratégies peuvent être envisagées qui abordent la problématique des odeurs à différentes étapes de la production, du bâtiment à l'épandage. Ces stratégies visent à réduire la formation même des composés odorants, à en limiter leur libération dans l'atmosphère, à les diluer ou à les traiter.

Plusieurs techniques sont connues et théoriquement applicables. En pratique, le coût, la fiabilité, le niveau de développement ainsi que l'efficacité de ces techniques sont très variables et donc, d'applicabilité également variable. Toutefois, la réduction des rejets à la source, l'entretien et le maintien de conditions d'ambiance favorables dans les bâtiments, le recouvrement des fosses à lisier (toitures gonflante, flottante, de paille, etc.) ainsi que l'utilisation de rampes d'épandage, avec incorporation si possible, sont des techniques dont l'efficacité à réduire le niveau des odeurs est reconnue. Ces techniques ont également le mérite d'aborder d'autres problématiques, telles que le niveau de rejets en fertilisants, les pertes ammoniacales, le volume de lisier à gérer, etc.

Par ailleurs, il importe de soutenir le développement de solutions originales visant la réduction des odeurs. Des avenues intéressantes se dessinent notamment par la séparation fèces / urine, la conception de nouveaux planchers, la ventilation centralisée permettant le traitement de l'air ou une meilleure dispersion, les équipements permettant l'injection des lisiers sur prairies. Il ne faut toutefois pas négliger les efforts à consentir pour la mise au point ou l'amélioration des techniques déjà disponibles (toitures flottantes, rampes d'épandage, etc.).

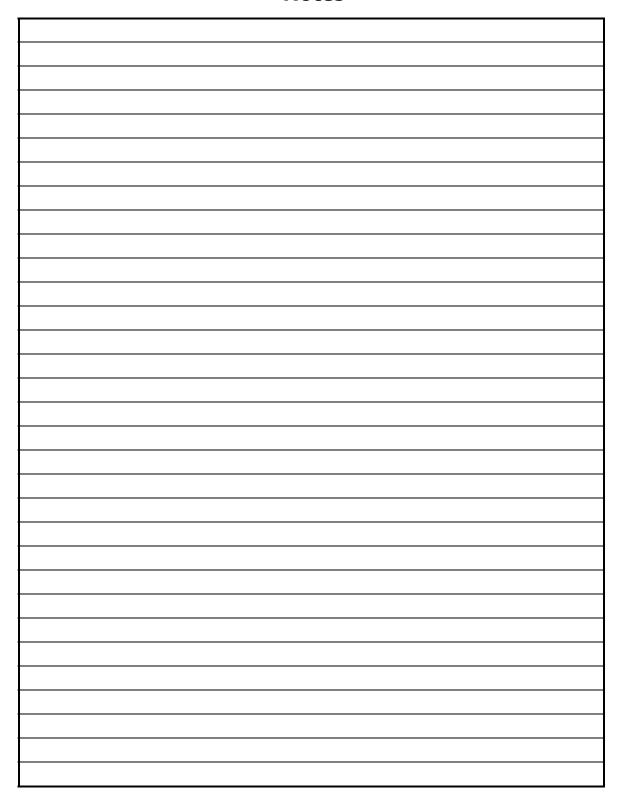
RÉFÉRENCES

Haug, R.T. 1993. The Practical Handbook of Compost Engineering. Lewis Publishers.

O'Neill, D. H. et V. R. Philipps. 1992. A review of the control of odour nuisance from livestock buildings: Part 3, Properties of the odorous substances which have been identified in livestock wastes or in the air around them. J. Agric. Eng. Res. 53:23-50.

Pain, B.F., C.R.Clarkson, V.R. Philips, J.V. Klarenbeek, T.H. Misselbrook et M. Bruins, 1991. Odours emissions arising from application of livestock slurries on land: measurements following spreading using a micrometeorological technique and olfactometry. J. Agric. Eng. Res. 48:101-110.

Notes



Ferme Steegrain inc.

Steven Lagrange Saint-Isidore

27 janvier 2004

Production

- Saint-Isidore : Propriétaire d'un site de production
 - Bâtiments Ioués
 - 2 bâtiments : 1800 porcs en inventaire
 - Épand le lisier produit sur le site : 3500 m³ année



27	janvier	2004

Terres cultivées

	Propriété	Loué
Superficies (ac)	370	3220
Cultures (ac)		
Maïs	140	00
Soja	110	05
Céréales	63	5
Prairies	45	0

Fumiers à gérer

	Ferme porcine à Saint-Isidore	Receveur de
Lisier de porc (m³)	3500	14 100
Nombre de fermes porcines	1	8



- Organisation du chantier d'épandage
 - Important d'effectuer le chantier d'épandage rapidement : impact positif sur la cohabitation
 - 5 camions sur la route et 2 épandeurs dans le champ
 - Camions : 50 % moins de temps, moins salissant sur la route
 - Citernes de 7900 gal. (36 m³), 4 essieux, roues directionnelles
 - Bras de transfert sur la citerne : pour vider la citerne prise dans le champ
 - Pneus à basse pression





- Rampes basses
 - Utilisation depuis 2000, suggestion des fournisseurs
 - Possède 3 unités
 - Avantages :
 - Permet de conserver l'azote du lisier
 - Réduit les odeurs d'au moins 50 %
 - Épandage plus uniforme
 - Modèle : 25 pieds, 6 sorties, déflecteurs



Coût des rampes

- Achat : 6500 \$ par rampe, subvention Prime-Vert sur seulement 1 rampe
- Opération : 33 % plus de temps mais nuances à apporter

Aéroaspersion Rampe

 PAEF
 Non
 Oui

 Doses (gal/ac)
 4000 à 4500
 1500 à 3000

 Largeur d'épandage (pieds)
 30 (40)
 21 (25)

Coût des rampes • Entretien : estimé à 500 \$/unité/année - Réparations - Entretien du distributeur Gestion des épandages

- Formation/encadrement des employés
 - Informations dans le tracteur : carton avec les distances séparatrices, doses d'application par champ selon le PAEF
- Échanges réguliers avec les fournisseurs de lisier

Gestion des épandages

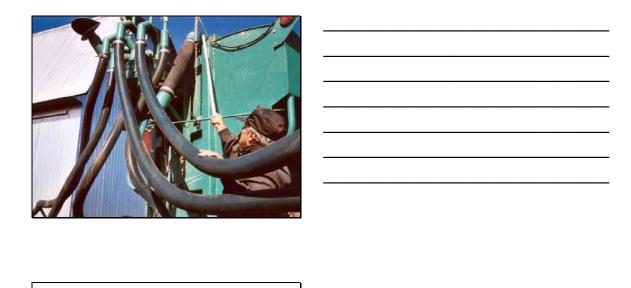
- Synchronisation des épandages
 - De juin à septembre, pas d'épandage
 - La fin de semaine
 - · Les jours fériés



- · Incorporation des lisiers
 - Incorporation dans la même journée : 100 % du lisier épandu sur les cultures annuelles

Gestion des épandages

- · Améliorations futures
 - Identification des puits : faite en partie
 - Épandage en postlevée dans le maïs
 - Adaptation des équipements : épandeurs plus petits, enfouisseurs en avant
 - · Perception des voisins?
 - Prime-Vert : Subvention pour plus d'un équipement par entreprise
 - Efficace pour régler les problèmes de cohabitation



|--|

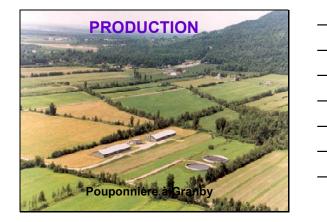
Ferme Porc-Saint S.E.N.C.

Jocelyn St-Laurent et Manon Jolin St-François-Xavier-de-Brompton 27 janvier 2004



PRODUCTION

	Inventaire	Production annuelle
Truies	2 400	
Porcelets (5,5 kg)	3 500	63 500



PRODUCTION

Inventaire Production

annuelle

Porcelets 4 500 33 000 (poids 23,5 kg)

PRODUCTION

- Porcs à l'engraissement
 - 6 sites à contrat
 - Production annuelle totale : 18 500 porcs

St-François-Xavier-de-Brompton



	TERRES		
	Propriété	Loué	Ententes
Superficies (ac)	665	250	800
Cultures	Maïs (2x) -	soya	Maïs ens., céréales, prairies
Voyages de lisier	10 %	0 %	90 %
Lisier produit (m³)		14 700	

- · Philosophie de gestion
 - → Nous choisissons de vivre en harmonie avec l'environnement et nos voisins

Gestion des épandages

- Éducation des forfaitaires/receveurs : rencontre annuelle à chaque printemps
 - doses à appliquer
 - dates d'épandage
 - distances séparatrices à respecter : bandes riveraines, puits, etc.
 - -# d'urgence du MENV
- → Receveurs consultent régulièrement l'entreprise concernant les épandages

Gestion des épandages

 Identification des puits



	nvier	

- · Communications avec les voisins
 - cartes (2002), lettre (2003)
 - commentaires positifs des voisins



Gestion des épandages

- · Communications avec les voisins
 - Méchoui : attire 150 personnes annuellement



Gestion des épandages

- Synchronisation des épandages
 - Pour la période du 10 juin au 31 août, pas d'épandage
 - la fin de semaine
 - les jours fériés
 - les 2 semaines des vacances de la construction
 - Périodes de sécheresse évitées
- → Contraintes acceptables à ce jour

27 j	anvier	2004

CULTURE	MOMENT D'ÉPANDAGE Ter		RAMPE	INCORPORATION		
Maïs gr.	Printemps	3 400	100 %	< 24 h		
Terres chez les receveurs						
Maïs ens.	Printemps	3 400	50 %	< 24 h		
Céréales	Post récolte	3 400	50 %	< 48 h		
Prairies	Après les coupes	3 x 3 400	100 %			

Gestion des épandages



Rampe basse

- Épandage uniforme
- Plus facile à respecter les bandes riveraines, distances des puits, etc.
- Vitesse d'avancement (6-7 milles/h)

Gestion des épandages

- · Améliorations futures
 - Rampe basse sur une plus grande surface
 - Implantation de haies brise-odeurs autour du site d'élevage en 2005
 - Aération du lisier à l'entreposage

La régie alimentaire - Peut-on réduire les odeurs dans les élevages porcins en intervenant sur l'alimentation?

Ghislaine Roch, agr., Consultante en nutrition animale

Introduction

L'odeur émise par une porcherie est une conséquence inhérente à la production porcine. Une production excessive d'odeurs peut devenir une cause de problème avec le voisinage et aussi affecter la santé du producteur et des employés de ferme. Peut-on réduire les odeurs dans les élevages porcins en intervenant sur la composition ou la régie alimentaire?

En consultant la littérature, il apparaît que très peu de travaux de recherche ont été menés dans ce domaine. Toutefois, les informations recueillies nous démontrent qu'il y a des éléments de solution à notre portée et d'autres qu'il faudra préciser par le biais de recherches plus approfondies.

Les odeurs dans les élevages originent de la décomposition anaérobie (en absence d'oxygène) des divers composés organiques provenant :

- des déchets métaboliques,
- de la portion non digestible de divers nutriments de la ration i.e. d'hydrates de carbone, d'acides gras, de protéine et de minéraux (sulfates),
- du gaspillage d'aliment.

Ces composés organiques seront dégradés par la population bactérienne présente dans le gros intestin ou le lisier. Divers rapports de recherche indiquent qu'il y a 168 composés volatils qui ont été identifiés dans les lisiers comme potentiellement responsables de l'émission d'odeurs. De ce groupe, 30 ont un seuil de détection voisin ou inférieur 1 ųg/m³ ou 1ppb. Ces composés sont donc facilement identifiables par l'être humain (voir tableau 1).

TABLEAU 1 Principaux composés odorants du lisier				
Composés odorants Principale origine		Seuil de détection (ųg/m³)		
Acide acétique	Fibre	25 - 25 000		
Acide propionique	Fibre	3 – 890		
Acide butanoïque	Fibre, Histidine	4 – 3000		
Acide 3-méthyl butanoïque Fibre		5		
Acide pentanoïque	Fibre	0,8 - 70		
Phénol	Phénylalanine, Tyrosine	22 – 4000		
P-crésol	Tryptophane, Tyrosine	0,22 – 35		
Indole	Tryptophane	0,6		
Scatole	Tryptophane	0,4 - 0,8		
Méthanethiole	Méthionine, Cystine	0,5		
Sulfure de diméthyle	Méthionine, Cystine	2 – 30		
Di et trisulfure de diméthyle	Méthionine, Cystine	3 – 14		
Sulfure d'hydrogène	Méthionine, Cystine	0,1 - 180		

Réf: Swine News, october 2000-volume 24 no.9

Ces divers composés odorants proviennent essentiellement de la dégradation des protéines, des fibres et de certains minéraux. Par exemple, les phénols et l'indole sont issus de la dégradation microbienne des protéines. Les acides gras volatils sont produits principalement dans les fèces par la dégradation des fibres et des protéines.

Bien que la formulation des rations dans l'optique de réduire les odeurs dans les bâtiments commence tout juste à faire partie des préoccupations des intervenants, on constate qu'il y a peu de travaux de recherche qui ont effectivement mesuré l'impact de divers régimes alimentaires sur l'émission d'odeurs. Toutefois à la lumière du constat que plusieurs composés odorants proviennent de la dégradation des aliments ou de certaines composantes de ces derniers, il est peut-être possible d'envisager de réduire les odeurs dans les bâtiments d'élevage par diverses actions touchant la régie alimentaire et la composition des rations.

La réduction des rejets d'azote et des odeurs ont un certain lien de parenté

Il est intéressant de constater que la problématique de réduire les odeurs dans les élevages n'est guère différente de celle énoncée dans la réduction des rejets d'azote. Le fumier produit par un animal est composé des déchets métaboliques, de la portion non digestible des aliments consommés, des apports superflus et des aliments gaspillés, jetés dans les dalots. Ces éléments contribuent aussi à générer les odeurs dans les élevages.

Toutes les manipulations permettant d'améliorer la digestion des aliments, les performances zootechniques et de réduire le gaspillage auront des effets positifs sur la réduction des rejets d'azote, et on estime qu'il pourrait réduire les odeurs (tableau 2).

En effet, plusieurs avenues qui permettent de réduire la quantité d'azote dans les lisiers ont un impact sur la quantité d'ammoniac émise dans l'élevage. Bien que l'ammoniac ne soit pas le meilleur indicateur de l'odeur dans les élevages, il a toutefois été utilisé par plusieurs auteurs pour évaluer les impacts de certaines interventions sur l'émission d'odeurs dans les élevages.

TABLEAU 2 STRATÉGIE POUR RÉDUIRE LES REJETS D'AZOTE ET D'ODEURS

- Ajuster le programme alimentaire aux besoins des porcs
- Favoriser l'alimentation multiphase
- Formuler les rations en diminuant l'apport en protéine brute
- Sélectionner les ingrédients pour réduire les odeurs
- Traiter les ingrédients ou les moulées
- Éviter le gaspillage et opter pour des éguipements performants
- Recourir à des additifs alimentaires
- Effet indirect de certaines techniques d'élevage

1. Ajuster le programme alimentaire aux besoins des porcs

Les besoins nutritifs d'un porc sont fonction du poids, du sexe, de l'environnement, du potentiel génétique et du niveau de performance recherchée. Certains nutriments en excès aux besoins (protéines, acides aminés, fibres, etc.) ne seront pas assimilés et seront excrétés dans le lisier contribuant ainsi à augmenter l'émission d'odeurs.

Les besoins en protéine d'un porcelet ou d'une truie en période d'allaitement sont plus élevés que ceux d'un porc en fin d'engraissement. À mesure qu'un porc croît, il consomme de plus en plus d'aliment. Ses besoins nutritifs, bien que plus grands en quantité absolue, peuvent être comblés par un aliment dont la concentration protéique diminue. On estime que 65 à 70% de l'azote consommé par les porcs en croissance est excrété (Nyachoti et coll, 2003). Pour contrôler les

odeurs, il est donc important de bien connaître les besoins des porcs en fonction du stade physiologique, de la situation de l'entreprise (génétique) et d'y répondre précisément.

Les rations doivent donc apporter les nutriments nécessaires, mais sans excès. On doit réduire les marges de sécurité. Il faut pour cela bien connaître les matières premières qui composent les moulées et les besoins réels des porcs, ce qui n'est pas toujours évident. Pour les producteurs, cela veut aussi dire de respecter le mode d'emploi (plan de rationnement) que les fabricants d'aliments leur donnent. À une moulée donnée, correspond une période et une quantité spécifiques.

La connaissance des besoins réels des porcs en élevage dépend beaucoup de la génétique. La constance dans l'approvisionnement des sujets facilite l'établissement des besoins réels. La caractérisation des besoins nutritifs en fonction du type génétique reste une avenue de recherche déterminante dans les prochaines années à la fois pour l'optimisation des performances zootechniques et la réduction des rejets et des odeurs.

2. Favoriser l'alimentation multiphase

L'utilisation de plusieurs moulées en engraissement permettra de réduire les rejets d'azote de l'ordre de 10 à 18 % (tableau 3). Cela implique que la ration idéale pour un porc en croissance est différente de celle d'un porc en finition. Les besoins en acides aminés de ces deux catégories de porcs sont très différents et il est avantageux d'utiliser plus d'une ration en engraissement. Ce même constat a été fait chez les porcelets en pouponnière et les truies en maternité. Peet-Schwering et coll. (1996) ont démontré que l'alimentation multiphase des porcs en croissance comparativement à une seule moulée permettait de réduire l'excrétion urinaire d'azote et l'émission d'ammoniac de 14,8% et 16,8% respectivement. Evert et Dekker (1994) ont démontré que le concept de multiphase pouvait s'appliquer aux reproducteurs. En effet, l'utilisation de deux moulées au lieu d'une en maternité a permis de réduire l'excrétion d'azote de 20%.

L'alimentation multiphase (plusieurs moulées) permet de maintenir, voire d'améliorer les performances zootechniques des porcs, tout en réduisant les frais d'alimentation. La majorité des progrès réalisés au niveau des rejets d'azote s'effectue avec 4 moulées durant la période de 20 à 107 kg (Pomar, 1997).

TABLEAU 3 EFFET DU PROGRAMME ALIMENTAIRE SUR LES REJETS D'AZOTE				
Azote	Deux moulées*	Trois moulées*	Cinq moulées*	
Ingéré (kg/porc)	6,08	5,69	5,35	
Retenu (kg/porc)	2,04	2,04	2,04	
Rejeté (kg/porc)	4,04	3,65	3,31	
Réduction des rejets d'azote (%)		10%	18%	

^{*} Durant la phase de 20 à 107 kg de poids vif.

3. Formuler les rations en diminuant l'apport en protéine brute

Les ingrédients qui composent les moulées ne sont pas tous digérés avec la même efficacité par les porcs. Il faut porter une attention particulière sur la digestibilité des ingrédients sélectionnés lors de la composition des régimes. De plus, il y a des avantages majeurs à formuler les rations sur la base de la disponibilité des nutriments. Cette pratique permet de réduire au minimum les surplus tout en permettant l'obtention de performances optimales.

Cahn et coll. (1998a et b) ont démontré l'impact de la réduction du niveau de protéine brute avec supplémentation en acides aminés limitants sur les performances zootechniques et la production d'ammoniac dans un engraissement (voir tableau 4). Dans cet essai, trois niveaux de protéine étaient comparés. La réduction du niveau de protéine brute (16,5% à 12,5%) n'a eu aucun effet négatif sur les performances zootechniques des porcs. Toutefois, la quantité d'azote urinaire a été réduite de 45% entre la ration à 16,5% versus 12,5% de protéine. Le pH du lisier a aussi diminué de 1 unité passant de 9,14 à 8,16 entre les deux traitements extrêmes. L'émission d'ammoniac pour les 9 semaines d'essai a été réduite de 50% lorsque l'apport en protéine a été diminué à 12,5% comparativement à la ration contrôle à 16,5% de protéine.

TABLEAU 4 PERFORMANCE DES PORCS EN CROISSANCE SELON LE NIVEAU DE PROTÉINE					
Paramètres 16,5% P.B. 14,5% P.B. 12,5% P.B.					
Poids initial (kg)	54,83	54,93	54,83		
Poids final (kg)	105,6	107,3	105,7		
GMQ (kg)	0,793	0,819	0,795		
C/A	2,98	2,86	2,94		
Azote retenu (g/jour)	23,6	22,61	21,96		
Azote urinaire (kg/jour)	29,3	23,23	16,2		
Émission d'ammoniac g/jour/porc)	9,44	6,94	4,79		

Hobbs et coll. (1996) ont démontré que la réduction du pourcentage de protéines dans les moulées des porcs en croissance et finition (21% et 19% vs 14 et 13% de protéine) permettait de réduire la concentration de certains acides gras volatils dans le lisier. Ils ont mesuré en plus d'une réduction de l'ammoniac dans le bâtiment, une réduction des divers autres composés tels que le p-crésol, l'indole et le scatole. Toutefois dans d'autres études, cette diminution du taux de protéine dans les rations des porcs en croissance et finition ne semble pas avoir apporté de diminution de ces composés. Les écarts entre les résultats des essais seraient expliqués par les méthodes d'analyses et de mesures des émissions d'odeurs. Kerr (1995) a répertorié 28 expériences traitant de la réduction du taux de protéine et de l'utilisation des acides aminés de synthèse chez les porcs. Il conclut que pour chaque 1% de réduction du taux de protéine brute dans les moulées, l'excrétion d'azote est réduite de 8,5%. De plus, la réduction de l'émission d'ammoniac dans l'air est directement reliée à la réduction de l'excrétion d'azote dans la même proportion.

Pour réduire les rejets d'azote et les odeurs, on limitera la quantité de protéine brute du régime. On aura recours aux acides aminés de synthèse pour répondre aux besoins spécifiques en acides aminés des porcs. Cette manière de procéder, bien maîtrisée, permet de maintenir, voire d'améliorer les performances de gain et de conversion alimentaire. Une diminution de 2% du contenu en protéines brutes de la ration peut être obtenue par l'ajout de certains acides aminés. Ceci entraîne une réduction des rejets d'azote de 15 à 20% (Gatel et coll., 1991; Pomar, 1997) sans causer une hausse des coûts de moulée. Au-delà de ce niveau, la réduction du taux de protéine, même si elle entraîne une réduction supplémentaire de l'excrétion d'azote et de l'émission d'ammoniac pouvant atteindre près de 40% (Godbout et coll., 2000; Lenis et Jongbloed, 1999), s'effectue malheureusement au détriment d'une augmentation significative des coûts de moulée (De lange, 1999).

4. Sélectionner les ingrédients pour réduire les odeurs

Minimiser les substrats disponibles pour les microorganismes présents dans le gros intestin peut être important pour réduire les odeurs. Ceci est basé sur le fait que les odeurs résultent de la fermentation incomplète des protéines et des fibres dans l'intestin et le lisier. La sélection d'ingrédients ayant une très grande digestibilité ou qui induisent un minimum de sécrétion d'azote endogène permet de réduire l'excrétion d'azote dans le lisier et la production de composés odorants. Grandhi (2001a et b), a démontré que le remplacement d'orge entière par de l'orge décortiquée a permis de réduire l'excrétion totale d'azote dans le lisier de porcs de 3%. De même, la Fédération Européenne des fabricants d'adjuvants pour la nutrition animale (FEFANA) (1992) a estimé que la sélection d'ingrédients digestibles permettait de réduire la production de déchets organiques (lisier) de 5%.

L'amélioration de la digestibilité des nutriments de la ration apparaît comme un élément de première importance dans l'approche de réduction des odeurs par l'alimentation. Le recours à des enzymes exogènes (enzymes qui ne sont pas produits par les porcs) selon les ingrédients qui composent la ration a été rapporté comme ayant un impact sur la digestibilité des protéines et d'autres nutriments de la ration. Le choix des enzymes exogènes doit être fait en tenant compte de la nature des ingrédients de la ration. Les rations à base d'orge et de blé auront avantage à être supplémentées par de la beta-glucanase ou de la xylanase. Toutefois, dans le cas des rations maïs-soya, on optera plus pour des protéases et de l'amylase. Les enzymes sont actuellement utilisés largement chez les volailles et avec succès. Chez le porc, toutefois, leur utilisation est moins répandue étant donné qu'à l'heure actuelle, il est plus difficile d'obtenir des améliorations zootechniques significatives chez les porcs en croissance et finition et les reproducteurs.

Les enzymes présentent un certain potentiel de réduire les pertes d'azote endogène par les porcs et avoir un impact sur la production de composés odorants. Bien que l'on constate que ces enzymes exogènes améliorent l'utilisation des rations par les porcs, malheureusement l'impact de ces enzymes sur la réduction des odeurs n'a pas encore fait l'objet de mesure précise. Une meilleure compréhension des mécanismes de fonctionnement des enzymes sur l'animal et la flore bactérienne devrait nous permettre de bien identifier les produits qui pourraient avoir de l'efficacité.

5. Traiter les ingrédients ou les moulées

Le traitement individuel des ingrédients ou complet des moulées peut améliorer, entre autres, la digestibilité des acides aminés. Pour chaque 1% d'amélioration de la digestibilité des acides aminés de la ration, le taux d'azote excrété par kg de viande porcine produite diminue de 1,4% (Van Kempen, 2000; Han et coll., 2001). Toutes les stratégies qui améliorent la digestion auront un impact sur la quantité d'azote excrété dans le lisier. La granulométrie des ingrédients et des moulées en est un exemple. Plusieurs auteurs ont démontré que la taille des particules a une influence sur la digestibilité de la ration. Les moulées moulues finement ou les aliments cubés se digèrent globalement mieux que les moulées à texture grossière. Wondra et coll. (1995) ont démontré que la réduction de la taille des particules permettait d'améliorer la digestibilité de l'azote et de l'énergie des moulées et les performances zootechniques des porcs en croissance (tableau 5). Cette amélioration de la digestibilité de la ration s'est traduite par une réduction de l'excrétion d'azote de 30%.

TABLEAU 5 EFFET DE LA TAILLE DES PARTICULES SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE DU PORC EN				
ENGRAISSEMENT ET SUR LA DIGESTIBILITÉ APPARENTE DES NUTRIMENTS Paramètres Taille des particules (µm)				
	1000	800	600	400
Gain de poids (kg)	0,99	1,01	1,02	0,99
Prise alimentaire (kg)	3,29	3,18	3,14	2,98
Conversion alimentaire	3,32	3,14	3,08	3,01
Digestibilité apparente %				
Matière sèche	84,1	85,1	86,1	87,3
Azote	79,0	79,8	80,8	83,7
Énergie	83,3	84,6	85,7	87,5

Adapté de Wondra et al. 1995.

La réduction de la taille des particules doit toutefois se faire avec discernement. Une mouture trop fine des moulées peut augmenter les cas d'ulcères d'estomac dans les élevages. Les différents auteurs s'accordent pour dire qu'une taille des particules de 600 microns semble un compromis acceptable pour le porcelet, le porc à l'engraissement et la truie en lactation.

Les traitements thermiques des ingrédients ou des moulées (mise en cube, ou extrusion) sont aussi des moyens d'augmenter la digestibilité. Le recours à ces méthodes doit se faire en considérant à la fois les gains obtenus en termes de performance mais aussi tous les coûts inhérents.

6. Éviter le gaspillage et opter pour des équipements performants

Tous les aliments servis aux porcs qui ne seront pas consommés par ce dernier rejoindront la fosse à lisier et augmenteront l'excrétion d'azote et les odeurs. Il faut garder en tête que l'ennemi n° 1, c'est le gaspillage de moulée. On a tendance à sous-estimer ce gaspillage. Par exemple, dans un engraissement d'une capacité de 1000 places, si chaque porc reçoit 100 grammes de moulée en trop quotidiennement, ceci représente 36,5 tonnes métriques de moulée gaspillées chaque année. Cette moulée gaspillée servira de substrat pour les bactéries anaérobies contenues dans le lisier qui par dégradation augmenteront la quantité d'ammoniac et de composés odorants. Minimiser le gaspillage de moulée est un processus à long terme dans la réduction des odeurs dans les élevages. Toutefois les mesures d'impact du gaspillage de moulée sur la production d'odeurs n'ont toutefois pas fait l'objet de mesure précise.

L'alimentation à volonté des porcs à l'aide de trémies bien ajustées permet de minimiser le gaspillage de moulée. Han (1998) a démontré que l'alimentation à l'aide de trémies abreuvoirs bien ajustées comparativement à l'alimentation au sol a permis de réduire le gaspillage de moulée de 60% chez des porcs de 20 à 80 kg. Han et coll. (2001) considèrent que les trémies doivent être ajustées de manière à avoir 50% de la surface couverte et ce, afin de minimiser le gaspillage sans affecter négativement les performances des porcs. Gonyou et coll. (1998) ont démontré qu'un mauvais ajustement des trémies ou une trémie mal conçue augmentent les risques de gaspillage des aliments. On estime ce dernier à 5% et plus selon la gravité de la situation.

7. Recourir à des additifs alimentaires

Plusieurs additifs alimentaires ont reçu une attention particulière étant donné qu'ils pouvaient avoir un impact sur l'émission d'ammoniac et la réduction d'odeurs dans les bâtiments. La majorité des mesures partielles faites ont été réalisées ponctuellement au bâtiment ou sur du

fumier frais (urine ou fèces), ou ayant été entreposé à court terme. Malheureusement, il n'existe pas d'étude approfondie dans ce domaine qui nous permette d'évaluer les effets de ces additifs sur les odeurs.

a) Manipuler la microflore du gros intestin

Plusieurs composés ont été identifiés comme pouvant contribuer aux odeurs dans les porcheries. Ces composés, tels que les sulfures, les phénols et les indoles sont produits durant la fermentation microbienne au niveau du gros intestin des porcs. Toutes manipulations de la population microbienne et des apports en nutriments dans ce segment de l'intestin ont un potentiel d'affecter la production des composés odorants. Les différentes approches actuellement utilisées sont : l'utilisation de prébiotiques, de probiotiques et d'antimicrobiens.

Prébiotiques

Les hydrates de carbones contenus dans les plantes peuvent être divisés en sucres simples et complexes. Les porcs ont suffisamment d'enzymes dans leur petit intestin pour digérer les sucres simples. Néanmoins, les sucres complexes tels que les oligosaccharides, l'inuline, la cellulose et la pectine sont en partie ou totalement résistants à l'hydrolyse enzymatique. Ces composés passent dans le gros intestin et le caecum où ils seront réduits partiellement par la fermentation bactérienne en composés plus simples. La nature de ces composés et leur quantité vont définitivement affecter la population bactérienne du gros intestin de telle sorte qu'il peut y avoir une modification dans la production des composés odorants. Des chercheurs on émis l'hypothèse que l'addition de certains ingrédients aux rations ou certains composés pourraient influencer positivement la population bactérienne au niveau de l'intestin de manière à réduire la formation de composés odorants. On appelle ce type de produit des prébiotiques. Godbout et coll. (2000) ont mesuré une réduction de 21% l'émission d'ammoniac lorsque 15% d'écales de soya étaient ajoutées dans la ration des porcs de 56 à 80 kg de poids. Bien que l'émission d'odeurs ait diminué numériquement avec l'application d'écales de soya, les valeurs obtenues entre la ration contrôle et la ration modifiée n'était pas significative. Les mécanismes d'action des prébiotiques sur la flore intestinale doivent être approfondis pour mieux comprendre leur rôle dans une stratégie de réduction des odeurs dans les bâtiments.

Probiotiques

Le recours à certains microorganismes (Lactobacillus, Bibifidobactérium, etc.) dans l'alimentation des jeunes animaux afin de réduire le développement de bactéries indésirables (E. Coli et Clostridium) est une des méthodes utilisée depuis plusieurs années pour prévenir les diarrhées au sevrage. Cette pratique obtient d'ailleurs un certain succès et les produits qui contiennent ces microorganismes sont appelés des probiotiques. L'utilisation de ces microorganismes dans les rations afin de modifier positivement la population bactérienne du gros intestin et la formation de composés odorants pourrait être envisagée. Toutefois, pour que ces probiotiques donnent des résultats probants, il faut qu'ils puissent :

- Survivre à la digestion dans l'estomac et le petit intestin;
- Être apportés en quantité suffisante pour modifier la population bactérienne et le type de fermentation de manière significative.

Comme pour les prébiotiques, l'utilisation des probiotiques dans la problématique de réduire la formation de composés odorants et les odeurs dans les élevages nécessite encore beaucoup de recherche.

Les antibiotiques et les facteurs de croissance

Les antibiotiques utilisés à faible dose comme facteurs de croissance ont la capacité de modifier la population de bactéries dans l'intestin des porcs. Cette modification des bactéries indésirables en faveur de bonnes bactéries a pour effet d'améliorer l'utilisation des nutriments de la ration, les performances zootechniques des animaux et l'émission d'odeurs dans certains cas. Ainsi Hansen et coll. (1997) a démontré que l'ajout de 50 mg de zinc bacitracine par kilogramme de moulée permet de réduire de manière significative la concentration de scatole dans le sang et le gras dorsal des verrats. Le scatole est un des composés odorants des lisiers. Pour ces auteurs, les facteurs de croissance ont dans une certaine mesure le potentiel de réduire l'émission d'odeurs.

Armstrong et coll. (2000) ont examiné l'impact des doses massives de cuivre (225 ppm) sur la production d'odeurs. En comparant des rations contenant 225 et 100 ppm de sulfate de cuivre, ces derniers ont mesuré une amélioration significative des odeurs caractéristiques du lisier frais (P<0,05). Le cuivre est utilisé depuis plusieurs décennies pour son effet antimicrobien et facteur de croissance.

b) Extrait de Yucca

Le Yucca est une plante du désert qui est utilisée pour réduire la production d'ammoniac dans les fumiers et lisiers. L'utilisation de Yucca diminuerait l'activité de l'uréase dans les fumiers diminuant ainsi la transformation de l'urée en ammoniac. Aucune étude à date n'a été entreprise pour mesurer l'impact des extraits de Yucca sur l'émission d'odeurs, seules des mesures sur la réduction de l'émission d'ammoniac sont connues (réduction de 28 à 43% de l'émission d'ammoniac dans le lisier selon les conditions initiales, Techni-porc, 1996).

c) <u>Les binders</u>

La zéolite est un aluminosilicate qui a reçu un certain intérêt dans le domaine agricole étant donné sa capacité d'échange cationique et d'absorption (absorption des toxines). Certaines zéolites (Clinoptilolite) ont démontré leur capacité à lier les ions ammonium. Toutefois des résultats inconsistants ne permettent pas d'envisager à l'heure actuelle l'utilisation de ces composés dans une stratégie de réduction des odeurs via l'alimentation. La grande variabilité des zéolites, le taux d'inclusion et son impact sur la dilution des rations et l'augmentation du volume de lisier sont autant de freins qui limitent le recours à ce type de produit dans une stratégie de réduction des odeurs.

d) Les acidifiants

Le taux de volatilisation de l'ammoniac dans le lisier dépend de plusieurs facteurs dont le pH. Un pH acide maintien l'ammoniac dans un état non volatil appelé l'urée. On peut donc penser que maintenir le pH du lisier acide permet de réduire l'émission d'ammoniac. L'utilisation d'acidifiants ou manipuler le pouvoir tampon des rations peut aider à réduire le pH du lisier. Plusieurs acidifiants incluant le calcium sulfate, le calcium benzoate et le calcium chloride ont été évalués pour leur capacité à réduire le pH urinaire de 1à 1,6 unités et l'émission d'ammoniac de près de 45% (Cahn et coll., 1998a, Mroz et coll. 2000 et Colina et coll., 2001). Pour avoir du potentiel de réduire la volatilisation de l'ammoniac, il faut que l'utilisation des acidifiants dans les rations permette de réduire le pH urinaire à 5,5. Comme pour plusieurs autres alternatives, aucune mesure sur la perception des odeurs n'a été réalisée à ce jour.

8. Effet indirect de certaines techniques d'élevage

Depuis le milieu des années quatre-vingt-dix, la production porcine a entrepris un virage et s'est beaucoup modernisée. L'obligation d'améliorer la productivité et l'efficacité des élevages afin d'assurer une certaine rentabilité et les préoccupations environnementales ont amené les producteurs à utiliser des porcs de génétique supérieure et à modifier les conditions de logement et de régie afin d'optimiser les performances et les revenus. Trois de ces choix ont directement ou indirectement un impact sur la réduction des rejets d'azote. Comme la problématique des odeurs au bâtiment et des rejets d'azote ont un certain lien, nous pouvons possiblement considérer ces pratiques comme ayant un impact sur l'émission d'odeurs dans les élevages. Toutefois, aucune mesure comparative n'a été faite à ce jour pour mesurer l'effet de ces pratiques sur l'émission d'odeurs.

a) Utiliser des génotypes plus efficaces

La sélection des porcs en fonction de la vitesse de croissance et de l'efficacité alimentaire entraîne une réduction des rejets d'azote dans l'environnement. Meilleure sera l'efficacité alimentaire d'un porc, plus il sera en mesure de croître avec un minimum d'aliments (tableau 3). Il y a un avantage certain à recourir à des lignées performantes pour résoudre la problématique environnementale. L'utilisation de ces lignées permet à l'entreprise de fournir à la fois des sujets de qualité à l'abattoir, d'augmenter ses propres revenus et d'avoir un impact positif sur la quantité des rejets produits (réduction de 3 à 10%).

TABLEAU 3 EFFET DU GÉNOTYPE SUR LA VITESSE DE CROISSANCE, L'EFFICACITÉ ALIMENTAIRE ET LES REJETS					
Génotype	Haute performance	Amélioré	Conventionnel		
Jours à 100 kg	156	168	179		
GMQ (g/jour)	824	760	708		
Conversion	2,64	2,90	3,12		
Kg de moulée consommés (de 15 à 100 kg)	235	265	290		
Réduction des rejets Azote	7,8 %	3,5 %			

b) Améliorer le statut sanitaire

Le statut sanitaire des élevages a un effet sur la quantité de rejets dans l'environnement. Il est reconnu qu'un porc malade voit sa vitesse de croissance réduite (de 2 à 15%) et sa conversion alimentaire augmentée de 0,1 à 0,4, selon la maladie en cause (English, 1988; Spurlock, 1997). Les porcs malades ont moins d'appétit : ils utilisent la moulée pour combattre les agents pathogènes. Ils passent plus de temps dans les élevages, génèrent plus de lisier et rejettent plus de nutriments dans leur environnement. Ils sont aussi plus gras, se classent moins bien à l'abattage et rapportent moins.

c) Adopter une conduite d'élevage réduisant les stress

Le stress a un effet négatif sur les performances zootechniques des porcs. Dans bien des cas, les porcs sont exposés à plusieurs stress en même temps. Une étude publiée en 1998 (Hyun et coll.) a démontré les effets négatifs du stress sur les performances des porcs. Un élevage dont les porcs sont entassés, en été, et dont le mode de distribution de l'eau et des aliments engendre de la compétition, verra ses performances de croissance réduites (10 à 20%) et sa conversion alimentaire augmenter rapidement (5 à 15%). La quantité d'azote produite par cet élevage sera plus élevée.

Conclusion

La réduction des odeurs dans les élevages via l'alimentation est à ces débuts. Comme pour la réduction des rejets d'azote et de phosphore, la recherche nous permettra d'approfondir les divers aspects de ce nouvel élément dans la conception des programmes alimentaires. Plusieurs éléments déjà mentionnés dans la réduction de l'impact des élevages sur l'environnement ont aussi un impact sur la réduction de l'émission d'ammoniac et possiblement sur les odeurs au bâtiment. Toutefois, il devra y avoir des travaux de recherche qui viennent mesurer concrètement l'impact de plusieurs alternatives sur la réduction réelle des odeurs.

Il ne faut pas perdre de vue lorsque l'on veut manipuler les rations en vue de réduire les odeurs que ces modifications n'affectent pas la rentabilité des élevages. Il faut donc s'assurer que les choix nutritionnels et les additifs choisis répondent à certains critères :

- 1. Facilité d'utilisation et économiquement rentables.
- 2. Disponibles en tout temps.
- 3. Connaissance et stabilité dans la composition des ingrédients ou des additifs.
- 4. Aucune interaction négative avec les objectifs de l'entreprise et d'autres composantes des rations.
- 5. Peu ou pas d'impact sur les performances des porcs et la qualité de la viande (caractéristiques de la viande et odeurs indésirables).
- 6. Ne pas affecter la santé des animaux.
- 7. Ne pas causer d'effets négatifs sur la santé des producteurs et des travailleurs de ferme.
- 8. Ne pas affecter négativement la production de fumiers et la manutention de ces derniers.

Malheureusement, les additifs offerts actuellement aux producteurs pour réduire les odeurs sont mal documentés et ne peuvent démontrer clairement leur efficacité technique et économique. Il serait souhaitable que ces additifs soient soumis à des essais contrôlés en situation d'élevage pour déterminer leur efficacité réelle.

RÉFÉRENCES

- 1. AMSTRONG, T.A., et coll., 2000. High dietary copper improves odor characteristics of swine waste. Journal of animal science 78: 859-864.
- 2. CAHN, T.T., et coll., 1997. Influence of dietary factors on nitrogen partitioning and composition of urine and feces of fattening pigs. Journal of animal science 75: 700-706.
- 3. CAHN, T.T., et coll., 1998a. Influence of dietary factors on the pH and ammonia emission of slurry from growing-finishing pigs. Journal of animal science 76: 1123-1130.
- CAHN, T.T., et coll., 1998b. Low CP diets with supplemental amino acids reduce urinary N and NH₃ emission from slurry. Heartland Lysine, Swine research report #28.
- COLINA, J.J., et coll., 2001. Dietary manipulations to reduce aerial ammonia concentrations in nursery pigs facilities. Journal of animal science 79: 3096-3103.
- 6. DE LANGE, K., 1999. Manipulation of diet to minimize contribution to environmental pollution. Advance in pork production 10: 173-186.
- 7. ENGLISH, P.R. et coll., 1988. The growing and finishing Pig: Improving efficiency, Farming Press.
- 8. EVERT, H. et COLL., 1994. Effect of nitrogen supply and the retention and excretion of nitrogen and on energy utilisation of pregnant sows. Animal production 59:293-301.
- Fédération Européenne des Fabricants d'Adjuvants pour la Nutrition Animale, 1992. Improvements in the environment: possibilities for the reduction of nitrogen and phosphorus pollution caused by animal production. FEFANA, Belgium.
- GATEL, F., et coll., 1991. Effet de la teneur en protéines et en acides aminés du régime sur l'excrétion azotée des porcs. Journées de la recherche porcine France. 1991, 23: 85-90.
- 11. GODBOUT, S., et coll., 2000. Reduction of odour and gas emissions from swine buildings using canola oil sprinkling and alternate diets. Proceedings of the 2th International Conference-Air pollution from agricultural operations. Pp.211-219.
- 12. GONYOU, H.W. et coll., 1998. Grower/finiher feeders: desing, behavior and performance. Prairie swine centre inc. Saskatoon, Monograph 97-01 pp.77.
- 13. GRANDHI, R.R., 2001a. Effect of supplemental phytase and ideal dietary amino acid ratios in covered and hulless-barley-based diets on pig performance and excretion of phosphorus and nitrogen in manure. Canadian journal of animal science 81: 115-124.
- 14. GRANDHI, R.R., 2001b. Effect of dietary ideal amino acid ratios, supplemental carbohydrates in hulless-barley-based diets on pig performance and nitrogen excretion of phosphorus and nitrogen in manure. Canadian journal of animal science 81: 125-132.
- 15. GRANGER, F et coll., Effets de la trémie-abreuvoir : pour réduire du tiers les volumes de lisier, Porc Québec, vol. 8 n° 5, 1997 p. 19-22.
- 16. HAN, M.S., 1998. Complete automation system for feeding: wet-dry feeding system. Korean journal of pig research. pp 123.
- 17. HAN, M.S., et coll., 2001. Feeding and management systems to reduce environnemental pollution in swine production-review. Asian-Australian Journal of animal science 14:432-444.
- 18. HANSEN L.L., ET COLL., 1997. Short term effect of zinc bacitracin and heavy fouling with feces plys urine on boar taint. Animal science (Penc.) 64: 351-363.
- 19. HOBBS P.J., et coll., 1996. Reduction of odorous compounds in fresh pig slurry by dietary control of crude protein. Journal of the science of food and agriculture 71: 508-514.
- 20. HYUN, Y. et coll., 1998. Journal of Animal Science, n° 76, 1998, p. 721-727.
- 21. KERR, B.J., 1995. Nuritional strategies for waste reduction-management: nitrogen. Proceeding of News horizons in animal nutrition and Health, Raleigh, NC.

- 22. LENIS, N.P. et A.W. JOHGBLOED, 1999. New technologies in low pollution swine diets: Diet manipulation and use of synthetic amino acids, phytase and phase feeding for reduction of nitrogen and phosphorus excretion and ammonia emission-review. Asian-Australian Journal of animal science 12: 305-327.
- 23. MROZ, Z.A., et coll., 2000. The effects of calcium bensoate in diets with and without organic acids on dietary burrering capacity, apparent digestibility, retention of nutrients, manure characteristics in swine. Journal of animal science 78: 2622-2632.
- 24. NYACHOTTI, M. et coll., 2003. Dietary manipulation strategies to reduce swine odours: part #1 and #2. Manitoba swine update. january and may 2003.
- PEET-SCHWERING, C.M.C et coll., 1996. Effect of feeding and housing on the ammonia emission of growing and finishing pigs facilities. Report P1.145. Research for pig husbandry, Rosmalen, Netherlands.
- 26. POMAR, C. Contrôle des rejets d'azote et de phosphore par le biais de l'alimentation chez le porc en croissance, OAQ, 12 novembre 1997.
- 27. SPURLOCK, M.E. 1997. Regulation of metabolism and growth during immune challenge and overview of cytokine function, Journal of Animal Science, n° 75, 1997, p. 1773-1783.
- 28. URGEL DELISLE ET ASS., Effet de l'utilisation des trémies-abreuvoirs et des bols-abreuvoirs sur la production de lisier de porcs en croissance, Rapport final, 1998.
- 29. SWINE NEWS, october 2000, Volume 24, Numero 9
- 30. TECHNI-PORC, 1996. Techniques de réduction du taux de volatilisation de l'ammoniac. 19.5.1996.pp 36-49.
- 31. VAN KEMPEN T.A.T.G., 2000. Reducing pig waste and odor through nutritional means. Proceedings of World pork focus 2000 symposium, Seoul South Korea. Pp. 169-192.
- 32. WONDRA, K., et coll., 1995. Effects of grinding and pelleting on the nutritional value of cereal grains and diets for pigs. Journal of animal science 73: 421;427;757;2564.

Notes

Le contrôle des odeurs au bâtiment

Francis Pouliot, ingénieur agricole,, Centre de développement du porc du Québec inc. (CDPQ) Collaborateur : Stéphane P. Lemay, ing., P.Eng., Ph.D., Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

Introduction

Depuis quelques années, on accorde de plus en plus d'importance aux problèmes des nuisances olfactives au bâtiment. Au bâtiment, les nuisances olfactives sont occasionnées par les odeurs et les émissions de gaz tels l'ammoniac (NH₃) et le sulfure d'hydrogène (H₂S). À prime abord, il faut savoir qu'on ne peut s'en tenir qu'aux concentrations de NH₃ ou de H₂S pour évaluer le niveau d'odeurs dans le bâtiment puisque même si ces deux gaz sont absents, plusieurs autres gaz peuvent être présents, tel le butanol, le scatol, etc.

Pour aborder le problème des nuisances olfactives en élevage porcin, il est nécessaire d'être bien informé sur leurs sources afin de bien cibler les solutions actuellement envisageables par l'éleveur pour les réduire. Dans cet article, certaines solutions seront abordées en lien avec la propreté et la gestion au bâtiment permettant de réduire ces nuisances.

Les nuisances olfactives au bâtiment : les connaître pour mieux les réduire

Les odeurs, l'ammoniac et le sulfure d'hydrogène : le même combat

Le lisier de porc constitué d'un mélange de fèces et d'urine est biologiquement actif et sa nature change au cours de l'entreposage au bâtiment. Ceci signifie qu'au moment où l'urine entre en contact avec les fèces, une réaction s'ensuit provocant des relâchements de gaz et d'odeurs. La fermentation anaérobie des déjections, c'est-à-dire sans apport d'oxygène, engendre certaines fermentations aboutissant à une production accrue de mauvaises odeurs, d'ammoniac et de sulfure d'hydrogène. Le lisier sous les animaux est responsable en grande partie des odeurs et des gaz émis dans les bâtiments.

À l'intérieur des bâtiments porcins, les odeurs peuvent provenir de plusieurs sources : des animaux, des aliments, du lisier et des différentes surfaces plus ou moins souillées. Quant à l'ammoniac, il est émis dans l'air à la suite de la décomposition des déjections des animaux (fermentation anaérobie) qui séjournent un certain temps dans le bâtiment (Marquis, 1998). Il existe peu de références sur les odeurs émises dans les bâtiments d'élevage mais il y en a davantage sur les émissions de NH₃.

Lorsque le lisier est entreposé à l'intérieur d'un bâtiment plus de 10 jours, il y a production de sulfure d'hydrogène. C'est le gaz le plus toxique pour les animaux et les humains qui soit produit dans un bâtiment d'élevage. C'est d'ailleurs un gaz très odorant, mais qui paralyse le système olfactif après un certain temps et ce, à partir d'une certaine concentration, ce qui le rend fort sournois. La décomposition anaérobie du lisier produit ce gaz qui reste, en grande partie à l'intérieur du lisier sous forme de petites bulles en suspension. Ces petites bulles s'échappent rapidement dans l'air lors du brassage du lisier, comme c'est le cas pour les boissons gazeuses. L'émission de ce gaz est très rapide, soit quelques minutes après le début du brassage.

Les nuisances olfactives selon le stade d'élevage

Les odeurs

L'étude de Verdoes et Ogink (1997), est l'une des rares référence qui nous fournit des résultats de mesures d'odeurs à la sortie des bâtiments en prenant en considération le stade physiologique et la saison (tableau 1). Il faut cependant préciser que ces mesures ont été prises en Hollande dans des bâtiments permettant la réduction de la volatilisation de l'ammoniac au bâtiment.

Au tableau 1, l'émission d'odeurs est exprimée en unité d'odeur par seconde et par porc (o.u./s/p) et la concentration d'odeurs est exprimée en unité d'odeur par m³ (o.u/m³).

TABLEAU 1. CONCENTRATIONS ET ÉMISSIONS D'ODEURS SELON LE TYPE DE PRODUCTION

Période	Température intérieure (°C)	Taux de ventilation (m³/h/p)	Concentrations en odeurs (o.u./m³)	Émissions d'odeurs (o.u./s/p)
Été	26,7	184,4	836	39,6
Hiver	25,8	130,1	876	31,4
Été Hiver	23,5 20,2	56,7 27,5	1 245 845	18,6 5,50
Été	25,2	103,2	434	12,2
Hiver	23,3	58,8	619	9,8
Été	27,3 26.6	10,3	2 856	7,7 3,2
	Été Hiver Été Hiver Été Hiver	Période intérieure (°C) Été 26,7 Hiver 25,8 Été 23,5 Hiver 20,2 Été 25,2 Hiver 23,3 Été 27,3	Période intérieure (°C) ventilation (m³/h/p) Été 26,7 184,4 Hiver 25,8 130,1 Été 23,5 56,7 Hiver 20,2 27,5 Été 25,2 103,2 Hiver 23,3 58,8 Été 27,3 10,3	Période intérieure (°C) ventilation (m³/h/p) en odeurs (o.u./m³) Été 26,7 184,4 836 Hiver 25,8 130,1 876 Été 23,5 56,7 1 245 Hiver 20,2 27,5 845 Été 25,2 103,2 434 Hiver 23,3 58,8 619 Été 27,3 10,3 2 856

Verdoes et Ogink, 1997. (Adapté de: ITP, 1998)

Le tableau 1 montre que les salles de mise bas représentent le type d'élevage ayant le plus fort taux d'émission d'odeurs suivi en ordre par l'engraissement, la gestation et la pouponnière. Les émissions, peu importe le stade de croissance, sont toujours plus élevées en été comparativement à la période hivernale car les taux de ventilation sont moindres.

Selon Guinguand (2003), si on considère qu'une truie produit 21,2 porcelets sevrés et 19,5 porcs charcutiers par an, 50% des émissions d'odeurs sont liées aux porcs charcutiers, 20% aux porcelets en post-sevrage et 30% aux truies. Basé sur ces proportions, on constate que les engraissements émettent le plus d'odeurs de façon globale si on considère une ferme de type naisseur-finisseur. Godbout et al. (2003) ont obtenu des résultats similaires. Lorsque les émissions d'odeurs étaient évaluées par salle, pour une ferme naisseur-finisseur, la salle de gestation représentait la plus grande source d'odeurs. Cependant, au niveau de la ferme et considérant le nombre de salles requises en croissance-finition, les porcs en croissance-finition constituaient la principale source d'émissions odorantes.

L'ammoniac

Comme on peut le constater au tableau 2, les truies en maternité émettent plus d'ammoniac que l'engraissement et la pouponnière respectivement et les émissions sont supérieures durant l'été. Au niveau global de la ferme, selon les résultats moyens du tableau 2, pour un site naisseur-finisseur de 125 truies ayant 336 places en pouponnière et 840 places en engraissement, la section de la maternité est responsable de 26% des émissions d'ammoniac, la pouponnière de 9,5% et l'engraissement de 64,5%. À partir de cet exemple et comme dans le cas des odeurs, on peut constater que la section d'engraissement est aussi la principale source d'émission d'ammoniac.

TABLEAU 2. ÉMISSIONS D'AMMONIAC EN FONCTION DU STADE PHYSIOLOGIQUE ET DE LA SAISON

Saison	Émissions d'ammoniac (grammes par jour par animal)					
	Maternité	Pouponnière	Engraissement			
Été	28,6 ±10,6	3,8 ± 3,1	10,1 ± 4,4			
Hiver	23,1 ± 7,3	3,1 ± 2,8	$8,8 \pm 4,2$			
Moyenne	25,6 ± 9,1	3,5 ±2,9	9,5 ± 4,3			

(Tiré de Guinguand, 2003)

Les déjections au bâtiment et les nuisances olfactives

L'impact du type de système d'évacuation et d'entreposage des déjections

Au Québec, l'évacuation des déjections sous les animaux se fait habituellement avec un système de grattes nettoyant fréquemment les dalots (30 cm de profond) ou un système de siphon (ou « pull plug ») avec un dalot profond d'environ 75 cm dans lequel le lisier peut être entreposé durant plusieurs jours. Il faut être conscient que le choix du système d'évacuation du lisier a des répercussions sur les nuisances olfactives.

Selon Groenestein (1994), comparativement à l'accumulation de lisier sous les porcs (système de siphon), un grattage à toutes les six heures peut réduire les émissions d'ammoniac de 12 à 76 % selon le type d'élevage (Voir tableau 3).

TABLEAU 3. COMPARAISON DES ÉMISSIONS D'AMMONIAC ENTRE UN SYSTÈME DE GRATTE ET UN SYSTÈME DE SIPHON POUR DIFFÉRENTS TYPES D'ÉLEVAGE

	Émission d'ammoniac (grammes NH3/porc par jour)					
Type d'élevage	ge Système de gratte Système de siphon Rédu					
Gestation	10,6	12,1	12			
Mise bas	11,8	25,3	53			
Pouponnière	0,4	1,7	76			
Engraissement	7,3	9,1	20			

(Tiré de Groenestein, 1994)

Le rôle de l'urine et du lisier frais par rapport aux émissions d'ammoniac

Au niveau des bâtiments porcins, les surfaces qui émettent de l'ammoniac sont les surfaces humectées par l'urine (plancher solide, lattes, divisions d'enclos et murs et la surface du lisier dans les dalots). L'ammoniac produit à partir de l'urine est étroitement lié à sa concentration en urée. Comme le processus de dégradation de l'urée en ammoniac requiert la présence d'un enzyme appelé uréase, dès que l'urine atteint une surface quelque peu souillée, il y a suffisamment d'uréase pour que la dégradation s'initie. La volatilisation de l'ammoniac dépend de plusieurs facteurs tels : la quantité d'urée initiale, l'activité de l'uréase, la température, le pH, la vitesse d'air à la surface.

Selon Voermans et al. (1996), les pointes d'émissions se produisent rapidement, soit de 1 à 2 heures après le mélange « fèces-urine ». Selon Aarnink et al. (1997), chaque flaque d'urine émettra de l'ammoniac durant 10 heures à la suite de son excrétion.

Au niveau du dalot, l'urine et les fèces forment un mélange qui émet aussi de l'ammoniac. Comme les fèces contiennent de l'azote, une dégradation similaire se produit pour émettre de l'ammoniac. Puisque le dalot est constamment alimenté en lisier frais (fèces et urine), la formation de l'ammoniac se poursuit en fonction du temps et le dalot émet constamment de l'ammoniac.

Savoir quand les porcs font leurs déjections pour évacuer le lisier rapidement

Selon Marchal (2002), la production d'urine et de fèces au cours de la journée est périodique. Il semble qu'il y ait deux pointes de production soit vers 8h00 et vers 17h00, avec un net fléchissement pendant la période allant de 11h00 à 17h00 et pour atteindre un minimum à 14h00. Ces fluctuations périodiques peuvent être liées aux interventions du gérant de ferme. Selon Lemay et al. (2002), la fréquence de miction (excrétion d'urine) est liée de près avec la fréquence de défécation. Lorsque les porcs se lèvent pour uriner, très souvent les porcs défèquent en même temps. Selon la figure 1, les mictions et les défécations ont lieu en grande partie entre 8h00 et 20h00 avec des pointes de miction entre 8h00 et midi et de défécations entre 14h00 et 17h00. Il est aussi intéressant de constater que le comportement de déjection semble être lié au comportement d'alimentation. En effet, comme il est montré à la figure 2, les porcs en engraissement se nourrissent majoritairement entre 6h00 et 20h00.

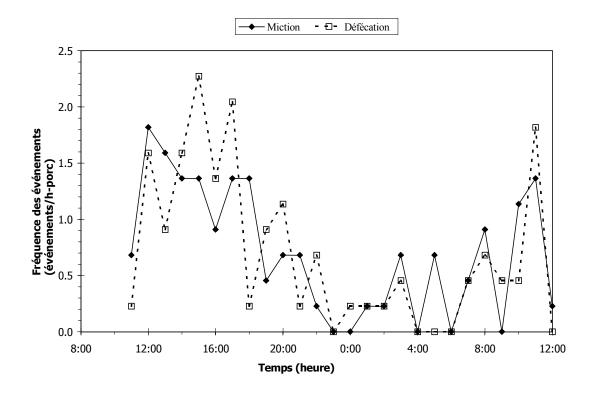


FIGURE 1 FRÉQUENCE MOYENNE DE MICTION ET DE DÉFÉCATION DANS UN PARQUET SUR TROIS PÉRIODES DE 26 HEURES (Tiré de Lemay et al., 2002)

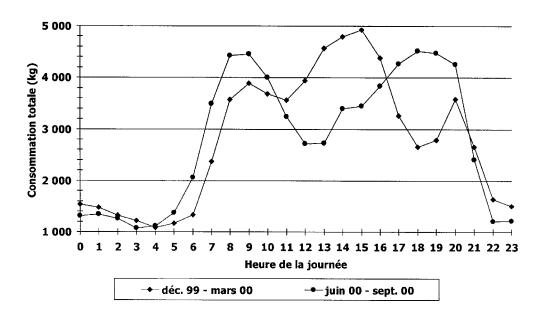


FIGURE 2. CONSOMMATION ALIMENTAIRE EN FONCTION DE L'HEURE DE LA JOURNÉE ET DE LA SAISON POUR DES PORCS EN ENGRAISSEMENT ENTRE 30 ET 107 KG DE POIDS VIF (Tiré de : Centre de développement du porc du Québec inc., 2001)

En outre, selon la figure 3, on peut constater que les pointes d'émissions d'ammoniac se situent entre 8h00 et 20h00. Ainsi, basé sur l'information des figures 1 à 3, il semble que le moment de la miction, de l'émission d'ammoniac et de la consommation alimentaire s'effectuent en majorité entre 8h00 et 20h00.

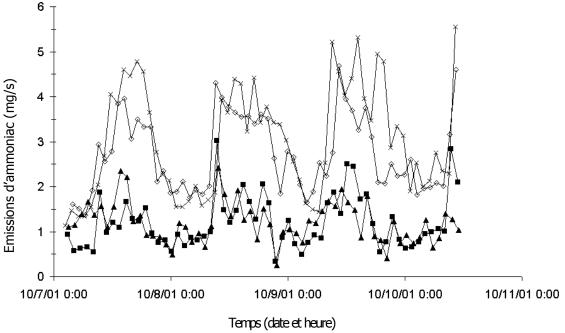


FIGURE 3. ÉMISSIONS D'AMMONIAC DANS QUATRE CHAMBRES DIFFÉRENTES EN CROISSANCE-FINITION DU 7 AU 10 OCTOBRE 2001 (Adapté de Payeur et al., 2002)

Agir efficacement : évacuer fréquemment le lisier du bâtiment

Pour prévenir les dégagements odorants du lisier, une solution à envisager est d'évacuer fréquemment et régulièrement le lisier du bâtiment vers le réservoir extérieur. Ceci est facilement réalisable dans le cas de système d'évacuation utilisant des raclettes mais plus difficile dans le cas de système à siphon. L'enlèvement fréquent du lisier dans les systèmes à siphon pourrait engendrer des accumulations de solide au fond, mais c'est à valider.

Les systèmes à siphon (« pull-plug »)

Au niveau des odeurs, une étude menée par l'ITP en France (Guinguand et Granier, 1996) a démontré que l'évacuation d'un lisier de 85 jours d'une salle d'engraissement permet une réduction de 55 % du débit d'odeurs (de 32,3 à 17,6 u.o./s/porc) par rapport à une salle témoin où le lisier était stocké (voir tableau 4). Pour les éleveurs ayant des systèmes à siphon, il serait intéressant d'évaluer la faisabilité de vidanger les bassins plusieurs fois par lot et de vérifier l'impact sur les accumulations de solide dans le fond du dalot.

TABLEAU 4. INFLUENCE DE LA DURÉE DE PRÉSENCE DU LISIER SUR LE DÉBIT D'ODEURS ÉMIS DANS UNE SALLE D'ENGRAISSEMENT

	K50 (en unités d'odeur)	Débit d'odeurs (en u.o./s/p)
Présence de lisier	3 100	32,3
Absence de lisier	1 690	17,6

(Guinguand et Granier, 1996)

Pour réduire l'émission de sulfure d'hydrogène, l'évacuation journalière par les systèmes de gratte permettra d'en éviter la production. Toutefois, dans le cas de systèmes à siphon où le lisier est entreposé dans le bâtiment sur une période supérieure à 10 jours, il est important d'éviter tout brassage du lisier afin d'éviter le relâchement du gaz dans la pièce. De sérieuses précautions doivent être prises lors de la vidange ou du brassage du lisier entreposé. Il faut brasser alors le lisier le moins possible. Les systèmes à siphon sont propices à la formation de sulfure d'hydrogène, tout comme c'est le cas pour les préfosses.

Les systèmes de gratte : Quelle est la fréquence de grattage optimale?

Il est difficile de statuer sur des fréquences idéales de grattage. Toutefois, différentes pistes peuvent nous aider afin de cibler la meilleur fréquence. Il serait intéressant de valider l'intérêt à évacuer les déjections tout de suite après leur excrétion. Pour ce faire, il faut connaître le comportement d'excrétion des animaux, tel que discuté plus tôt dans le présent texte. À la figure 4 est présenté le type de gratte utilisé au Ouébec.



FIGURE 4. SYSTÈME DE GRATTE UTILISÉ AU QUÉBEC

Basé sur l'information décrivant le comportement relié aux déjections, il serait intéressant de considérer deux grattages par jour afin de limiter les émissions d'ammoniac et d'odeurs. Considérant qu'il y a passablement de déjections produites entre 8h00 et midi (figure 1) et que les émissions se produisent entre 1 et 2 heures après le mélange « fèces-urine », il y aurait intérêt à gratter vers midi. Le deuxième grattage pourrait être vers 20h00 car après cela les porcs seront beaucoup moins actifs et le fait de limiter la présence d'urine et de fèces durant la nuit permettra de potentiellement diminuer les émissions d'ammoniac et d'odeurs (figures 1 et 3). Selon Aarnink et al. (1995), après que le dalot contenant le lisier ait été vidé et nettoyé, les émissions d'ammoniac sont inférieures de 20 % sur une période de 10 heures avant de revenir aux émissions initiales.

Pour ceux qui désirent passer la gratte seulement une fois par jour, il semblerait de mise de la faire fonctionner après 17h00.

Les fréquences de grattage considérées dans la présente section sont des suggestions basées sur l'interprétation de diverses informations retrouvées dans la littérature. L'impact sur les nuisances olfactives devrait être évalué dans le futur car il y a très peu d'information dans la littérature spécifiquement reliée aux fréquences de grattage.

Attention à la propreté des planchers !

Les types de planchers utilisés au Québec

Au Québec, le type de plancher complètement latté est majoritairement utilisé en mise bas et en pouponnière. Toutefois, en engraissement, les éleveurs optent de plus en plus pour le plancher partiellement latté (figure 5). L'influence du type de plancher l'émission sur d'odeurs dans les bâtiments est illustrée par le tableau 5, résultats présentés fonction de la saison (Klarenbeek, 1985; cité par ITP, 1998).



FIGURE 5. PLANCHER PARTIELLEMENT LATTÉ TYPIQUE (1/3 PLEIN AU CENTRE DU PARQUET ET 2/3 LATTÉ)

TABLEAU 5. INFLUENCE DU TYPE DE PLANCHER EN ENGRAISSEMENT SUR L'ÉMISSION D'ODEURS DANS LES BÂTIMENTS EXPRIMÉE EN UNITÉS ODEUR PAR SECONDE PAR PORC (O.U./S/P)

Type de plancher	Été (u.o./s/p)	Hiver (u.o./s/p)	
Caillebotis partiel (60 %)	4,25	0,69	
Caillebotis intégral	6,50	1,33	

(Klarenbeek, 1985) (Source: ITP, 1998)

Comme il est indiqué au tableau 5, l'émission d'odeurs est plus élevée en été qu'en hiver, mais quelle que soit la saison, elle est supérieure avec un plancher complètement latté. Ceci s'explique par l'augmentation de la surface de contact « lisier-air », qui favorise la volatilisation des composés odorants du lisier et donc, de l'extraction. Évidemment, il est toutefois important que le plancher bétonné demeure propre pour éviter des émissions supplémentaires indésirables. Les planchers complètement lattés ont l'avantage de favoriser la propreté des planchers.

Les planchers partiellement lattés : l'impact de la malpropreté

Dans le cas de planchers lattés, Aarnink et Elzing (1998) ont calculé que près de 30% des émissions d'ammoniac provenaient du plancher et 70% du dalot. Aarnink et al. (1997) ont mesuré que l'émission d'ammoniac augmente de 27 % lorsque la surface mouillée par l'urine augmente de 0,1 m² par place-porc. Par exemple, si la surface souillée passe de 0,2 m² par porc à 0,3 m² par porc alors il y aura augmentation de l'émission d'ammoniac de 27 %. L'émission globale moyenne d'ammoniac durant les essais a été de 6,62 g/j par place-porc. Elle était de 7,62 g/j durant l'été et de 5,65 g/j durant l'hiver. Les émissions durant l'été étaient plus élevées car le débit de ventilation était plus élevé et les parties pleines étaient plus souillées. Dans leurs essais, les planchers étaient lattés sur 25% de la surface et plein sur 75%.

De plus, selon Ni et al. (1999), le niveau d'émission d'ammoniac augmente linéairement avec la surface de plancher souillé (figure 6). Il a été observé que la malpropreté du plancher ait été influencée par le poids des porcs et la température à l'intérieur de la chambre.

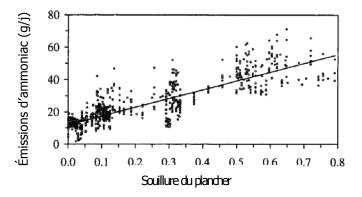


FIGURE 6. IMPACT DE LA MALPROPRETÉ DES PLANCHERS (50% LATTÉ) SUR LES ÉMISSIONS D'AMMONIAC (Tiré de : Ni et al., 1999)

Avec une surface souillée plus grande, la température à l'intérieur a une grande influence sur les émissions d'ammoniac (figure 7). Il est important de consulter votre conseiller d'élevage afin de bien choisir les températures intérieures car elles peuvent avoir des impacts sur les performances zootechniques et économiques (conversion alimentaire).

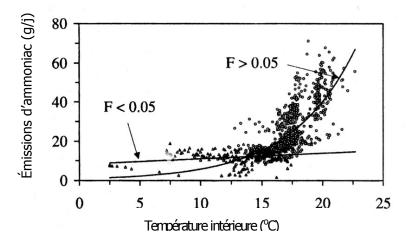


FIGURE 7. IMPACT DE LA TEMPÉRATURE INTÉRIEURE AVEC UN PLANCHER PROPRE (F< 0,05) ET MALPROPRE (F>0,05) SUR LES ÉMISSIONS D'AMMONIAC (PLANCHER 50% LATTÉ) (Tiré de : Ni et al., 1999)

Les planchers partiellement lattés : Comment les garder propres?

Afin de conserver les planchers partiellement lattés propres (surtout la zone bétonnée) en engraissement, il est important de faire en sorte que la zone de confort, c'est-à-dire l'endroit où coucheront les porcs, soit exempte de courants d'air, de variations de température et d'activités trop intenses afin que leur repos ne soit pas perturbé. Lorsque la zone de confort est bien définie sur la zone bétonnée du parquet, les porcs auront tendance à faire leurs déjections sur les lattes et le plancher restera propre. De plus, un plancher propre évitera que les porcs ne soient malpropres diminuant ainsi grandement les surfaces d'émissions (figure 8). Plusieurs facteurs sont à considérer afin d'avoir une zone de confort optimale :

- Installation d'entrées d'air pour que l'air froid d'hiver ne crée pas de courant d'air sur la zone bétonnée (zone de confort);
- L'ouverture des entrées d'air doit s'ajuster automatiquement en fonction du débit de ventilation afin d'éviter les écarts de température et les courants d'air au niveau de la zone de confort;
- Les trémies devraient être installées sur ou près des lattes, car autour de celles-ci, il y aura beaucoup d'activités et il s'agit d'une zone privilégiée pour les déjections;
- Les parquets devraient être conçus de façon à ce que la longueur du parc soit environ égale à deux fois sa largeur, influençant ainsi la circulation des porcs dans le parquet et les zones de déjection;
- La température à l'intérieur des bâtiments en hiver est très importante, elle doit être ajustée en fonction du poids des animaux. Une température trop chaude, même en hiver, fera en sorte que les porcs auront tendance à se coucher sur les lattes (pour s'y rafraîchir) et faire leur déjection sur la zone bétonnée. Toutefois, il faut être prudent à ce niveau car la malpropreté de la surface pleine peut aussi être due à d'autres causes, tel un courant d'air indésirable à cet endroit. De plus, Aarnink et al. (1997) confirment que les aires de repos et d'excrétion sont fortement influencées par la température intérieure.

- Rafraîchissement des animaux durant les périodes chaudes estivales au niveau de la zone bétonnée avec un courant d'air engendré par des ventilateurs « paniers », par le système d'entrée d'air ou par un système de brumisation afin de favoriser les déjections sur les lattes et le repos sur la zone bétonnée;
- Porter attention à la densité d'élevage, car s'il y a trop de porcs par superficie de plancher, la partie bétonnée a plus de chance d'être malpropre par manque d'espace sur les lattes pour y faire les déjections.



FIGURE 8. EXEMPLE DE PORCS PROPRES

La ventilation

Ajuster les débits de ventilation en fonction des besoins

L'importance du débit de ventilation sur l'émission d'odeurs dans les bâtiments, directement liée au facteur « saison », a été mise en évidence dans une étude de l'TTP (Guinguand et Granier, 1996) : une réduction de 50 % du débit de ventilation dans un bâtiment d'engraissement (18,8 vs 37,5 m³/h/porc) permet de réduire de 29 % le débit d'odeurs mesuré à la sortie. Cependant, la réduction du débit de ventilation ne peut être envisagée comme une voie de réduction des nuisances olfactives du fait des conséquences sur la gestion de l'ambiance et directement sur les performances zootechniques attendues (température et qualité de l'air). Alors, lorsqu'il n'est pas possible de diminuer les débits de ventilation, il est important de diminuer la production à la source afin de diminuer la concentration en odeurs dans le bâtiment.

Plus c'est sale, plus on ventile et plus on émet de l'ammoniac

La figure 9 montre l'émission de NH₃ en fonction du débit de ventilation et du niveau de souillure.

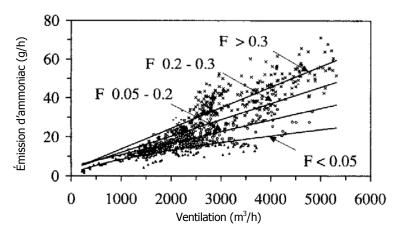


FIGURE 9. RELATION ENTRE L'ÉMISSION D'AMMONIAC ET LE DÉBIT DE VENTILATION AVEC DIFFÉRENTS NIVEAUX DE PROPRETÉ DE PLANCHERS À 50% LATTÉS (F< 0,05 = PROPRE ET F>0,03 = MALPROPRE) (Adapté de Ni et al. 1999)

Ce qui est important de retenir, c'est le phénomène du cercle vicieux. Ainsi, plus les planchers seront malpropres, plus il y aura d'humidité et d'ammoniac produits, plus il faudra ventiler, plus il y aura risque de courants d'air (augmentation des chances de malpropreté en hiver), occasionnant ainsi une augmentation des émissions d'odeurs et de gaz à l'extérieur du bâtiment.

Ventilation par extraction basse: Attention !!!

Les systèmes de ventilation par extraction basse qui extraient l'air sous les lattes dans les dalots, sont reconnus pour émettre plus d'ammoniac à l'extérieur des bâtiments, comparativement à des systèmes de ventilation conventionnelle qui extraient l'air à environ 1,8 mètre au-dessus des lattes. Toutefois, ces systèmes favorisent la qualité de l'ambiance à l'intérieur du bâtiment.

En effet, Choinière et al. (1996) ont comparé les conditions d'ambiance dans une porcherie d'engraissement pour les deux modes de ventilation : la ventilation par extraction basse et la ventilation conventionnelle. Les émissions d'ammoniac à l'extérieur du bâtiment ont été mesurées pour ces deux modes de ventilation; elles étaient deux fois plus élevées durant l'été par extraction basse. Durant les conditions hivernales, il n'y avait que très peu de différence entre les deux modes de ventilation pour des porcs de moins de 75 kg mais au delà de ce poids, ces émissions étaient de 20 à 30 % supérieures par extraction basse comparativement à celles provenant de ventilation conventionnelle. Cette augmentation de l'émission d'ammoniac à l'extérieur du bâtiment est probablement attribuable à une vitesse plus élevée de l'air au niveau du lisier sous les lattes, ce qui est aussi confirmé par Christianson et al. (1993). Même s'il n'y a pas de corrélation entre la concentration en NH₃ et les odeurs, on peut tout de même extrapoler et affirmer que, relativement à l'augmentation de l'émission d'ammoniac, l'extraction basse émettra plus d'odeurs.

Conclusion

Il n'existe pas de solution universelle applicable à tous les élevages québécois pour contrôler les nuisances olfactives, mais certaines pratiques d'élevage permettront d'en réduire la production. Quelle que soit la technique envisagée pour réduire les odeurs, trois paramètres devront toujours être considérés :

- L'efficacité réelle de l'abattement d'odeurs
- Le coût de cette technique en considérant l'aspect investissement et le coût d'entretien ou de la maintenance
- L'implication de l'éleveur dans le bon fonctionnement de la technique d'abattement choisie

Certaines voies de réduction des odeurs ont été abordées dans cette présentation. Il est certain que d'autres approches peuvent être envisagées. Il n'en reste pas moins difficile actuellement de conseiller les éleveurs dans le choix d'une voie de réduction, particulièrement dans le cas des nuisances émises dans les bâtiments d'élevage. La modification de certaines pratiques d'élevage devrait permettre d'obtenir des résultats intéressants.

En résumé, au bâtiment, la façon de gérer le lisier et la propreté des planchers, sources principales d'odeurs, constituent les priorités pour lesquelles il faut trouver des solutions afin de réduire les émissions d'odeurs et de gaz.

RÉFÉRENCES

Aarnink, A., A. Keen, J. Metz, L. Speelman, M. Verstegen. 1995. Ammonia emission patterns during the growing periods of pigs housed in partially slated floors. Journal of Agricultural Engineering Research 62: 105-116.

Aarnink, A.J.A., D. Swierstra, A.J. van den Berg, L. Speelman. 1997. Effect of type of slatted floor and degree of fouling of solid floor on ammonia emission rates from fattening piggeries. Journal of Agricultural Engineering Research 66: 93-102.

Aarnink, A.J.A. et A. Elzing. 1998. Dynamic model for ammonia volatilization in housing with partially slatted floors, for fattening pigs. Livestock Production Science 53(2): 153-169.

Centre de développement du porc du Québec inc. 2001. Communication personnelle.

Choinière, Y., B. Marquis, G. Gingras. 1996. Ammonia and contaminant concentrations with conventionnal versus pit ventilation in finishing pig units. FPPO – CDPO – Thevco – Norsol – MAPAO.

Christianson, L.L, R.H. Zhang, D.L. Day, G.L. Riskowski. 1993. Effects of building design, climate control, housing system, animal behavior and manure management at farm levels on N-losses to the air., Proceedings of the first international symposium on nitrogen flow in pig production and environmental consequences, Wageningen (Doorwerth), The Netherlands, June 8-11, 1993, p. 271-279

Godbout, S., C. Laguë, S.P. Lemay, A. Marquis and T.A. Fonstad. 2003. Greenhouse gas and odour emissions from swine operations under liquid manure management in Canada. Proceeding of the International Symposium on Gaseous and Odour Emissions From Animal Production Facilities, 426-443. CIGR and EurAgEng publication, Horsens, Denmark.

Guinguand, N, R. Granier. 1996. Études de filières de désodorisation de l'air extrait de porcheries d'engraissement. Journées de la Recherche Porcine en France. 28 : 217-224.

Guinquand, N. 2003. Qualité d'air en bâtiment et stades physiologiques. Techni-porc - vol. 26, No 3, p. 17-24.

Groenestein, C.M. 1994. Ammonia emission from pig houses after frequent removal of slurry with scrapers. Proceedings of the XII World Congress on Agricultural Engineering, Milan (Italy), August 29-September 1, 1994, p. 543-550

ITP- Institut technique du porc. 1998. Odeurs et environnement : Cas de la production porcine. Institut technique du porc, 127 pages.

Klarenbeek, J.V. 1985. Odor emissions of dutch agriculture. In "Waste utilisation and management". Proceedings of the fifth International Symposium on Agricultural Wastes, Chicago, ASAE: 439-445.

Lemay, S.P., E.L. Welford, L. Zyla, H.W. Gonyou, L. Chénard, S. Godbout, E.M. Barber. 2002. Pig urination behaviour related to ammonia emissions. Presented at the AIC 2002 Meeting. CSAE/SCGR Program. Saskatoon, Saskatchewan, July 14-17, 2002. Paper No 02-507.

Marchal, P. 2002. Le système de séparation liquide-solide sous la queue: un choix technologique raisonné. CRAAQ 2002. 3e Colloque sur les bâtiments porcins : Le bâtiment en évolution! Mercredi, 20 mars 2002 : 23-36.

Marquis, A. 1998. Les contaminants de l'air: sources et contrôle. Colloque de génie rural - Les bâtiment porcins : la qualité sans compromis. 11 mars 1998. CPAQ et Université Laval : 66-70

Ni, J.Q., C. Vinckier, J Coenegrachts, J. Hendriks. 1999. Effect of manure on ammonia emission from a fattening pig house with partially slatted floor. Livestock production science 59: 25-31.

Payeur, M., S.P. Lemay, R.T. Zijlstra, S. Godbout, L. Chénard, E.M. Barber, C. Laguë. 2002. A low protein diet including fermentable carbohydrates combined with canola oil sprinkling for reducing ammonia emissions of pig barns. Presented at the AIC 2002 Meeting. CSAE/SCGR Program. Saskatoon, Saskatchewan, July 14-17, 2002. Paper No 02-503.

Verdoes, N., N.W.M. Ogink. 1997. Odour emission from pig houses with low emission – In "Ammonia and odour control from production facilities". Vinkeloord, the Netherlands. October 6-10: 317-325.

Voermans, J.A.M., N. Verdoes, J.J.J. Smeets. 1996. Possibilities of ammonia reduction on sow farms. Proceedings of the International Conference on air pollution from agricultural operations, Kansas City, February 7-9, ASAE: 119-125.

Notes

Le point sur les additifs de lisier

Daniel I. Massé, Francis Croteau et L. Masse, Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) Jacques Lavoie, Institut de recherche en santé et en sécurité du travail (IRSST)

Introduction

Les odeurs représentent un défi important pour les producteurs de porcs. Dans certaines régions, les émissions malodorantes limitent la croissance de l'industrie de la production porcine. En outre, la réglementation mise en place pour diminuer ces émissions réduit considérablement les emplacements potentiels de nouvelles constructions.

Dans les porcheries, les gaz malodorants sont principalement produits lors de la dégradation du lisier par les bactéries anaérobies. Les chercheurs ont identifié plus de 411 composés volatils émis par les lisiers, les surfaces de plancher mouillées et les animaux souillés (Schiffman et al., 2001; Hammond et Smith, 1981; Hammond et al., 1989; Riter, 1981; O'Neill et Phillips, 1992; Rapo, 1989). Les principaux gaz retrouvés sont le méthane (CH_4), l'ammoniac (CH_4), l'anhydride carbonique (CO_2) et l'hydrogène sulfuré aussi appelé sulfure d'hydrogène (CI_4) (Lachance, 1998). Le plus dangereux des composés chimiques présents dans les préfosses et les fosses est le CI_4 . Son odeur rappelle celle des œufs pourris. Il est une cause fréquente de décès par intoxication au travail. Une seule respiration de CI_4 0 à une concentration de 1 000 ppm est fatale (Lachance, 1998). Cette concentration peut être atteinte lors de l'agitation du lisier dans les caniveaux et les fosses.

Les odeurs peuvent aussi atteindre des niveaux inacceptables pour le voisinage, particulièrement lors de la reprise du lisier des fosses d'entreposage et lors des activités d'épandage au champ. Les odeurs peuvent être caractérisées en termes d'intensité, de qualité et de degré de nuisance olfactive (Lefebvre et al. 1997). L'intensité de l'odeur varie avec la taille, le type et la régie des installations de production porcine, les pratiques de production, l'emplacement des installations, la topographie locale, la saison, le climat, le moment de la journée, la direction et la vitesse du vent et la turbulence de l'air. Quant à la réaction à l'intensité de l'odeur, elle varie beaucoup en fonction de l'expérience des gens, de leur sens de l'odorat et de la façon dont ils perçoivent la production porcine. Les possibilités d'expansion, la viabilité et l'image publique de la production porcine vont dépendre de la façon dont les odeurs et autres problématiques environnementales seront atténuées.

Différentes entreprises ont mis en marché des additifs à ajouter au lisier de porc qui, selon les fournisseurs, diminuent ou éliminent les odeurs. D'ailleurs, certains fournisseurs affirment que leurs additifs réduisent sensiblement les niveaux de gaz toxiques et dangereux, tels l'hydrogène sulfuré, l'ammoniac et le méthane. Cette affirmation n'est pas documentée scientifiquement et pourrait créer une fausse sécurité chez les travailleurs. Par surcroît, les tests effectués jusqu'à présent n'ont pas considéré l'aspect biosécuritaire et l'impact environnemental associé à l'utilisation de ces additifs. La validité des informations fournies par les manufacturiers d'additifs est souvent non fondée car leurs affirmations sont généralement basées sur des témoignages.

Au Québec, Choinière (1996), a répertorié 54 différents additifs utilisés pour désodoriser le lisier. À cette liste s'ajoutent les nouveaux additifs qui font leur apparition annuellement sur le marché. Ces additifs peuvent être classés selon les catégories suivantes (Williams, 1995; Riter, 1981) :

 Agents masquants: Substances composées d'un mélange d'huiles aromatiques ou de parfums avec un alcool. Le mélange permet de camoufler les odeurs du lisier par une odeur plus agréable. L'alcool permettrait aussi d'éliminer les bactéries indigènes responsables de la production d'odeurs.

- **Agents neutralisants:** Produits chimiques et biologiques qui réagissent avec les substances odorantes pour les détruire, modifier leur composition ou empêcher leur formation. Dans certains cas, une réaction d'oxydation transforme les composés odorants en composés inodores. Certains neutralisants inhiberaient les microorganismes indigènes du lisier et empêcheraient la formation de composés odorants.
- Agents biologiques: Enzymes qui favorisent l'utilisation de certaines substances odorantes par les bactéries indigènes ou bactéries que l'on ajoute au lisier. Ces bactéries rivalisent avec les bactéries indigènes. Lorsque ces dernières réussissent à supplanter la flore indigène, le lisier est transformé en substances non odorantes et en microorganismes.
- Agents oxydants: Oxydants puissants ou germicides qui éliminent les microorganismes indigènes du lisier et mettent fin à la production de composés odorants. Les oxydants détruisent aussi certains des composés odorants.
- **Agents adsorbants:** Produits avec un rapport surface/volume très élevé. Cette caractéristique permet aux produits d'adsorber les composés odorants.
- Agents chimiques: Produits qui contrôlent le pH et le milieu ambiant ou qui réduisent le transfert des composés organiques volatils (COV) de la phase liquide à l'air ambiant.

Plusieurs additifs ont été évalués sur des fermes commerciales, entre autres par Johnson (1997) et Stinson et al. (2000). Les tests à la ferme sont plus difficiles à réaliser et à reproduire, plus variables et substantiellement plus dispendieux. À la ferme, il est plus difficile de prélever des échantillons représentatifs de lisier et d'air vicié pour les analyses. La comparaison de l'efficacité des additifs sur l'atténuation des odeurs d'une ferme à l'autre est aussi très difficile à établir car le niveau d'odeur dans un bâtiment dépend de la régie et du design de ce dernier. L'intensité des odeurs peut dépendre de la surface de plancher plein versus latté, du type de matériel de recouvrement du plafond et des murs, des systèmes d'alimentation et de ventilation, de la concentration de poussières, de la propreté du bâtiment, du volume de lisier dans les caniveaux, de la fréquence d'évacuation du lisier et du stade physiologique des animaux. Entre autres, l'ajout d'un additif dans les caniveaux à lisier à l'intérieur d'un bâtiment poussiéreux ne devrait pas réduire de façon significative le niveau d'odeur. Donc pour les raisons énumérées ci-dessus, les résultats de l'évaluation d'additifs en fermes commerciales sont souvent non concluants et contradictoires.

Un grand nombre d'additifs ont été testés en laboratoire sous différents protocoles expérimentaux. Toutefois, les conditions en laboratoire étaient rarement représentatives des conditions d'entreposage du lisier sur les fermes (température, pH, composition physicochimique, rapport surface/volume, débit d'air au-dessus du lisier, etc.). Ces tests étaient souvent de très courte durée. De plus, les tests antérieurs ne fournissent aucune information sur l'impact potentiel des additifs sur la santé des travailleurs et des animaux et sur l'environnement. À titre d'exemple, certains agents oxydants peuvent causer des inflammations respiratoires. Les alcools sont très réactifs, dangereux et inflammables. Quelques additifs (produits acides, alcalins, métaux lourds, etc.) peuvent affecter l'environnement soit en augmentant l'émission des gaz à effet de serre, de l'azote ammoniacal ou de sulfure d'hydrogène, en contribuant à la contamination des sols et des eaux de surface et souterraines ou en diminuant la disponibilité des éléments fertilisants.

Les tests en laboratoire permettent un meilleur contrôle expérimental, facilitent l'échantillonnage du lisier, de l'air odorant, des microorganismes aéroportés (bioaérosols) et des gaz. Ils réduisent les interférences avec les opérations courantes à la ferme ainsi que les risques de transmission de maladies d'une ferme à l'autre.

Des méthodologies en laboratoire plus récentes et représentatives des conditions d'entreposage du lisier à la ferme, dans les caniveaux et les structures d'entreposage à long terme, ont été utilisées par Zuh et al. 1997, Heber et al. 2001 et Massé et al. 2003. Lors de ces études les odeurs ont été quantifiées selon différentes méthodes de mesure :

- Seuil de perceptibilité de l'odeur: Lors de ce test, les panélistes déterminent s'il y a une différence entre l'air pur et l'échantillon dilué d'air vicié. Le niveau de dilution auquel 50% des panélistes détectent une différence représente le seuil de perceptibilité et est exprimé en unité d'odeur. C'est-à-dire qu'il y a une probabilité de 50% que l'odeur peut être détectée. Par contre, au niveau du seuil de perceptibilité, les panélistes ne peuvent identifier la qualité de l'odeur (ex. odeurs d'égouts, de terre, œufs pourris, lisiers, etc.).
- Intensité comparative : L'odeur est comparée à un gaz standard (n-butanol). Les panélistes déterminent la concentration du gaz standard qui donne une intensité équivalente à celle de l'échantillon d'air odorant. Les résultats sont exprimés en termes de concentration de n-butanol.
- Caractère hédonique: Les panélistes déterminent si l'odeur est plaisante ou non. Dans le cas du lisier, les panélistes expriment le niveau de gêne olfactive à l'aide d'une échelle préétablie avec une plage variant de -5 (très offensive) à 0 (non offensive).

La majorité des laboratoires utilise l'approche du seuil de perceptibilité de l'odeur. C'est la seule mesure objective des odeurs. Les autres approches, c'est-à-dire l'intensité comparative et le caractère hédonique, sont subjectives.

Heber et al. (2001) ont évalué 35 additifs de lisier. Les additifs ont été testés dans des ministructures d'entreposage qui simulaient les opérations de remplissage hebdomadaires à la ferme. Les tests ont été réalisés à 20° C et l'air était échantillonné dans l'espace gazeux au-dessus du lisier. Parmi les 35 additifs testés, 23 n'ont eu aucun effet sur les odeurs, 8 ont augmenté les odeurs de façon significative (p<0.25%) et seulement 4 additifs ont réduit les odeurs de 25 à 32% (p<0.25). Cependant, trois des quatre additifs qui ont réduit les unités d'odeur n'ont eu aucun effet sur l'intensité comparative ou sur le caractère hédonique, tandis que le quatrième a augmenté l'intensité comparative de l'odeur du lisier. Bien qu'ils réduisent les unités d'odeur, ces quatre additifs risquent donc de n'avoir aucun impact positif sur les populations près des fermes d'élevage. Ces résultats démontrent qu'il y a des contradictions dans les résultats et qu'il n'y a pas de corrélation entre les différentes méthodes de mesure d'odeur. De plus, on note des variations très importantes dans les niveaux d'odeur et de concentrations de H_2S entre les répétitions pour une même période d'échantillonnage. La méthodologie expérimentale a besoin d'être améliorée afin de réduire ces variations.

Massé et al. (2003) ont réalisé des travaux visant à développer une méthodologie expérimentale en laboratoire pour vérifier sur une base scientifique les affirmations des manufacturiers d'additifs. Cette méthodologie est plus représentative des conditions d'entreposage du lisier dans les caniveaux et fosses à fumier. Quatre additifs commercialisés ont été testés lors de ce projet (agent masquant, neutralisants biologique et chimique et agent chimique). Les variations dans les mesures d'unités d'odeur étaient trop importantes pour établir de façon significative une différence entre les lisiers contrôles et les lisiers avec additifs. De plus, lors des analyses d'olfactométrie, certains additifs réduisaient les unités d'odeur tout en augmentant la gêne olfactive.

Conclusion

Les variations importantes dans les résultats d'analyse d'odeur et les contradictions entre les différentes méthodes de mesure d'odeur rendent difficile l'évaluation des additifs de lisier. Il est nécessaire d'établir des procédures encore plus efficaces, notamment sur les techniques de prélèvement d'échantillon d'air pour analyser les odeurs. Par exemple, dans les structures d'entreposage, de petites bulles gazeuses peuvent demeurer emprisonnées dans le lisier et former des poches de biogaz assez importantes. La libération soudaine de ces grosses bulles de gaz lors de l'échantillonnage affecterait de façon significative les analyses olfactométriques et gazeuses.

Les analyses d'odeurs devraient être effectuées au minimum en triplicata à cause de la grande erreur expérimentale reliée à la dilution et aux facteurs humains. La majorité des études antérieures ont seulement utilisé les unités d'odeurs pour évaluer l'efficacité des additifs. Les odeurs devraient être aussi quantifiées en termes d'intensité comparative et de caractère hédonique. Le caractère hédonique représente le niveau de nuisance olfactive perçu par la population.

Massé et al. 2003 ont aussi démontré qu'il est difficile de standardiser le montage expérimental pour l'évaluation des additifs. Ce dernier doit être modifié de façon à être applicable à des conditions spécifiques d'entreposage et environnementales.

Dans le futur, au lieu de simplement tester des additifs, la recherche devrait davantage porter sur une meilleure compréhension des mécanismes fondamentaux d'émissions gazeuses et d'odeurs afin de développer des additifs plus performants (McCrory et Hobbs, 2001).

RÉFÉRENCES

CEN. 1997. European Standard « Air Quality Determination of Odour Concentration by Dynamic Olfacto-metry.» Commission Européenne de Normalisation, Central Secretariat : rue de Stassart 36, B-1050, Brussels.

CHOINIÈRE, Y. 1996. Rapport fourni à la Fédération des producteurs de porcs du Québec.

HAMMOND, E.G. and R.J. Smith. 1981. Survey of some molecularly dispersed odorous constituents in swine-house air. Iowa State J. Res. 55(4):393-399.

HAMMOND, E.G., C. Heppner and R. Smith. 1989. Odors of swine waste lagoons. Agric. Ecosyst. Environ. 25, 103-110.

HARTUNG, J. 1992. Luftgetragene Emissionen der Tierhaltung. (Airborne Emissions from Livestock farming). In Akkermann, R., behrends, H.B., Ehrnsberger, R. (Eds): Allergie und Umwelt. Vechtaer Universitätsschriften/Verlag Günter Runge, Cloppenburg, germany, pp. 85-104.

HEBER, A.J., J. Ni, A.L. Sutton, J.A. Patterson, K.J. Fakhoury, D.T. Kelly and P. Shao, 2001. Laboratory testing of commercial manure additives for swine odor control. Report submitted to the National Pork Producers Council.

HINZ, T., Krause, K.H. 1987. *Emission of Respiratory Biological-mixed Aersols from Animal Houses.* In Bruce, J.M., Sommer, m. (Eds): Environmental Aspects of Respiratory disease in Intensive pig and poultry Houses, including the implication for Human health. Proceedings of EEC Conference, Aberdeen, 29-30 October.

JOHNSON, J., 1997. Final Report "Evaluation of commercial manure additives" Agricultural Utilization Research Institure. Waseca, Mn.

LAVOIE, J. 1995. *La ventilation par extraction basse dans les porcheries.* Études et recherches, IRSST, rapport # R-116, octobre, 29 pages.

LAVOIE, J., Pigeon, S. 2001. Évaluation des agents chimiques et des bioaérosols dans une porcherie utilisant la technique d'élevage sur litière mince. *Travail et Santé* **17**(2):28-31.

LACHANCE, A. 1998. Agriculture. Gare aux espaces clos. Prévention au travail 11(3):7-13.

LEFEBVRE, S., Héroux, M., Guy, C. 1997. Évaluation d'agents neutralisants d'odeurs pour le site d'enfouissement sanitaire de la ville de Montréal. Compte rendu du quatrième Congrès international sur la caractérisation et la réduction des émissions d'odeurs et de COV, Montréal, 20-22 octobre, pp. 301-313.

MASSÉ, D.I., Lavoie, J., Barnet, G., Croteau, F., Topp, E., Masse, L. 2003. *The Development of Experimental Procedures for the Evaluation of Additives to Attenuate Manure Odour, and the Impact of these Additives on Workers, Animals and the Environment.* In: Proceeding of the 2nd IWA International Conference on Odour and VOCs. Singapore, sept. 14-17, 8 pages.

MASSÉ, D., Croteau, F., Patni, N.K., Masse, L. 2002. Methane Emision from Dairy Cows and Swine Manure slurries stored at 10 and 15 °C. *Canadian Biosystems Engineering* **45**:6.1-6.6.

McCRORY, D.F., and P.J. Hoobs, 2001. Additives to reduce ammonia and odour emissions from livestock wastes: A review. In Journal Environmental Quality. 30:345-355.

O'NEILL, D.H. and V.R. Phillips. 1992b. A review of the control of odour nuisance from livestock buildings: Part 3, properties of the odorous substances which have been identified in livestock wastes or in the air around them. J. Agric. Eng. Res. 53:23-50.

RAPO, R.O. 1989. *Toxic Gases from Manure Pits.* In: Principles of Health and Safety in Agriculture, Dosman, J.A. and Cockroft, D.W. ed.., CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, pp. 55-57.

Règlement sur la santé et la sécurité du travail.2001. Décret 885-2001. Éditeur officiel du Québec.

RITER, W.F. 1981. Chemical and Biological Odor Control of Livestock Wastes: a Review. *Canadian Agricultural Engineering* **23**(1):1-4, 1981.

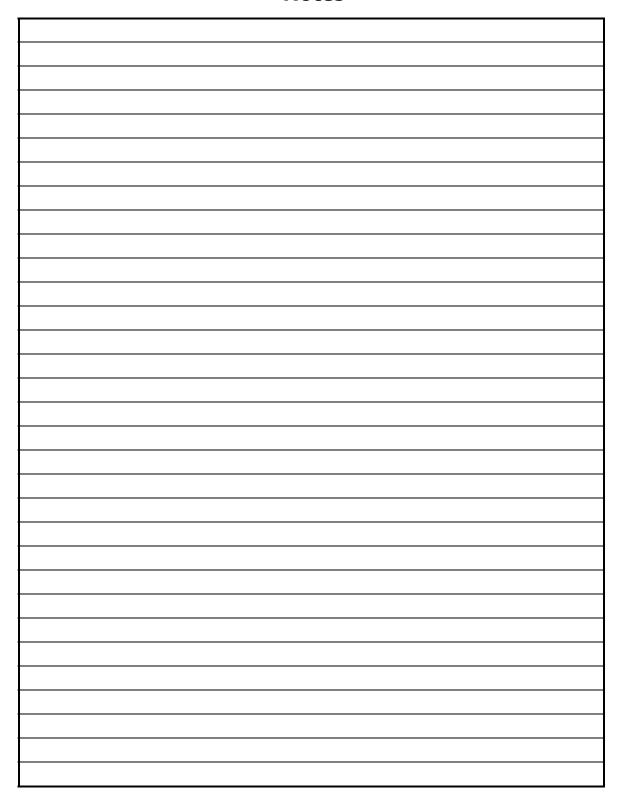
SCHIFFMAN, S.S., J.L. Bennett and H.R. James. 2001. Quantification of odors and odorants from swine operations in North Carolina. Agricultural and Forest Meteorology. 108: 213-240.

STINSON, R., S.P. Lemay, E.M. Barber and T. Fonstad, 2000. Effectiveness of three manure pit additives in commercial scale manure channels and simulated outdoor storage. Advance in Pork production, Volume 11, Abstract no. 30.

WILLIAM, C.M. 1995. *Odor Control Additives : Protocole for Evaluation in Proceeding of Nuisance Concerns.* In Animal Manure Management, University of Florida, pp. 36-43.

ZUH, J., D.S. Bundi, L. Xiwei, and Rashid. 1997. A procedure and its application in evaluating pit additives for odour control. Can. Agric. Eng. 39:207-214.

Notes



Le projet Nutrinor au Saguenay-Lac-St-Jean

André Fortin, Vice-président, UPA Saguenay-Lac-St-Jean

Le projet Nutrinor au Saguenay-Lac-St-Jean

André Fortin UPA Saguenay-Lac-St-Jean

27 janvier 2004

Description du projet Nutrinor

Projet initial: février 2000
2 phases: 1196 truies / phase
8 engraissements au total

• Projet réalisé : 2003

■ 1 phase avec 4 engraissements

Étapes importantes

- Présentation du projet dans les municipalités
- CCA élargi de la MRC Lac-St-Jean Est
 - Entreprise régionale qui veut réaliser un projet
 - Producteurs qui veulent réaliser leurs projets
 - Autres producteurs qui ne veulent pas subir des contrecoups de ce projet
- Dépôt du rapport du RLDD au CCA élargi

27	janvier	2004

Intervenants du CCA élargi · 22 intervenants en tout · Les principaux : CCA Nutrinor UPA Producteurs MRC ■ Comité des citoyens CRE Est Résultats • Établissement d'un guide de bonnes pratiques • Règlement de PIIA qui n'est pas plus sévère que les orientations gouvernementales • Plan de développement agricole · Types de lisier Litière Liquide • Traitement des lisiers : vitrine technologique subventionnée par le gouvernement Bons coups · Tous les intervenants impliqués • Bon dialogue : chacun a pu s'expliquer Population rassurée • Réalisation du schéma d'aménagement · Lien de confiance · Coffre d'outils pour les municipalités pour l'étude de projets · Engagement des municipalités

Améliorations possibles Réunir les intervenants le plus tôt possible Élaborer les projets d'une manière concertée dès le début Limiter l'étendue du projet selon la région Le projet Nutrinor touchait 4 MRC et 8 municipalités : trop d'un coup Réactions à la démarche et aux résultats UPA : Contraintes et règlements supplémentaires MRC Réussite Municipalités et citoyens calmés Démarche qui permet de bonifier un projet

Réactions à la démarche et aux résultats

· Promoteur et producteurs

• Évite le zonage de production

- Positif
- Aucune plainte sur la production porcine par la suite

Projet visant à réduire les odeurs reliées à la production porcine à Ste-Marie

Lyse Grenier Audet, Présidente, Association professionnelle des producteurs de porcs de la Beauce



Projet visant à réduire les odeurs reliées à la production porcine à Sainte-Marie

Lyse Grenier Audet Association professionnelle des producteurs de porcs de la Beauce



Plan de la présentation

- · Le contexte
- · L'origine du projet
- · Son cheminement
- · L'entente avec la Ville
- Le plan de communication
- Les résultats
- La suite
- En conclusion



Le contexte

Beaucoup de critiques au cours de l'été 2002

- Température chaude, peu de précipitations
- Plus d'épandage l'été vs PAEF
- Nouvelles ententes d'épandage

つつ		vier	$\gamma \Lambda$	വ
,,	ian	VIEL	70	114

Le contexte

- Diffusion du film Bacon
- Amorce des audiences du BAPE

Pressions
> sur les
producteurs

- Implication des médias
- Engagements électoraux

L'origine du projet

- Réflexion du conseil d'administration de l'Association sur des pistes d'action de valorisation
- Mise en place d'un comité de travail
 - Analyse de la situation
 Prioriser des actions pour Ste-Marie
 Adoption d'un plan de travail

Son cheminement

- Analyse de la direction des vents
 - Situer la provenance des odeurs
- Rencontre avec les producteurs concernés
 - Partager les constats
 - Analyser les moyens d'action

Son cheminement

- Rencontre des élus municipaux
 - Connaître leurs intentions
 - Informer sur notre démarche
- Nouvelle rencontre des producteurs



Discuter du projet de règlement de la Ville

Définir une proposition d'entente

ı	'en	tent	e a	vec	la ۱	/ille
ı	_ 511	CIII	וכ מי	75 6	ıa '	A IIIC

Pour la Ville

- Consent à retirer son projet de règlement qui aurait couvert toute la Ville
- Accepte la proposition des producteurs
- Implication dans le plan de communication

L'entente avec la Ville

Pour les producteurs

- Devance de 2 ans l'utilisation de rampes basses pour le lisier de porc
- Limiter autant que possible l'épandage du lundi au jeudi du 20 juin au 31 août
- Pas d'épandage les 28 et 29 juin

ı		 	 	
J				
ì				
l		 		
l		 		
l				
l				
l	•			
l		 	 	
l				
l				
l				
1				
l	•			
l		 		
l		 	 	
I		 	 	
١			 	
١		 	 	
I		 	 	

Le plan de communication

- Informer la population sur les contraintes des producteurs (obligations réglementaires, météo, fertilisation, etc.)
- Informer sur les objectifs et le contenu de l'entente

Le plan de communication

- Conférence de presse
- · Journal de la Ville
- · Télévision communautaire
- Émission ligne ouverte à la radio



Message à la radio à tous les vendredis pour informer la population sur la situation

Les résultats

Sur le plan des odeurs

- Nette amélioration vs été 2002
- Conditions météo y ont été pour beaucoup dans les résultats

27	janvier	2004

Les résultats

Sur le plan médiatique

 Pression médiatique fut moins forte



Implication des producteurs est reconnue



Pour la Ville

Disposée à renouveler l'entente en 2004

Pour les producteurs

- Disposés à répéter l'expérience en 2004
- Conscients que ce type d'entente ne peut s'appliquer à toute une ville ou une région (épandage sur 4 jours)

En conclusion

- Le projet a permis d'initier un dialogue et démontrer la bonne foi des producteurs
- Prudence vis-à-vis les résultats compte tenu de l'impact météo
- Merci à FPPQ, Fertior, MAPAQ, Syndicat de base de Beauce-Nord et Club de fertilisation de Beauce pour leur soutien



27 janvier 2004	

Contrôle des odeurs avec un matelas de paille d'orge sur les fosses

Pierre Benoît, ing., agr., Directeur, et Nicolas Lussier, dta, Chargé de projet F. BERNARD experts-conseils

Avec la collaboration de : Club-Conseil en Agroenvironnement, Coopérative Agricole des Beaux-Champs et Les Fromages Saputo Ltée

La recherche de solutions pour réduire les odeurs n'est pas une préoccupation exclusive aux éleveurs de porcs du Québec. En effet, depuis près de dix ans, le ministère de l'Agriculture du Manitoba fait la promotion du recouvrement des lagunes à lisier; celles-ci constituent le mode d'entreposage le plus populaire dans cette province, avec un matelas de paille d'orge. Les réductions d'odeurs qui sont observées sont surprenantes, comme nous avons pu le constater lors d'une visite sur place à l'été 2001.

Plus près de nous, la compagnie *Les Fromages Saputo Ltée* recouvre depuis l'été 2001 une lagune d'entreposage de liqueur de lactosérum avec un matelas de paille d'orge, sur le territoire de la municipalité de Varennes en Montérégie. Là aussi, les réductions d'odeurs ont été convaincantes.

Toutefois, dans ces deux exemples, les conditions sont différentes de celles qui sont rencontrées dans les fosses d'entreposage de lisier de porcs retrouvées au Québec. Les pluies sont peu abondantes dans l'Ouest canadien, ce qui favorise la flottabilité de la paille. Dans le cas de la liqueur de lactosérum, sa densité est plus élevée que celle du lisier de porcs ce qui peut aussi aider la paille à flotter.

Les objectifs du projet

Afin de vérifier si cette méthode présente de l'intérêt sous nos conditions, la firme d'expertsconseils F. BERNARD de Saint-Hyacinthe, en collaboration avec le club-conseil en agroenvironnement la Coopérative Agricole des Beaux-Champs, a effectué des essais, sur une période de deux ans, dans les conditions réelles sur deux fosses à lisier de porcs. Ces essais financés par le Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ) avaient pour objectifs de vérifier la durée de flottaison de la paille d'orge sous les conditions climatiques du Québec et de faire une appréciation du contrôle des odeurs. Cette conférence présente les résultats obtenus lors des deux années d'essais.

Le site d'essai

Le site d'essai est situé sur une ferme porcine à Saint-Liboire appartenant à M. Claude Heine. Cette ferme exploite une porcherie de 650 porcs à l'engraissement et une maternité de 125 truies. Le lisier de porcs à l'engraissement est entreposé dans une fosse de 26 mètres alors que le lisier de maternité est dans une fosse de 19 mètres de diamètre. Le producteur faisait face à un problème puisque les vents les plus fréquents poussent les odeurs vers une route située à 128 m.

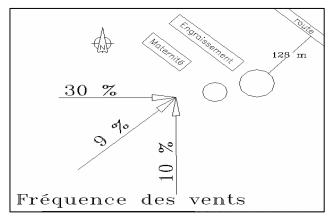


FIGURE 1. LOCALISATION DU SITE D'ESSAIS

La méthodologie

La paille d'orge a été soufflée à trois reprises sur les deux fosses à lisier, soit en juin 2002, en juin 2003 et en novembre 2003.

Des observations qualitatives concernant la flottaison de la paille et des appréciations du contrôle des odeurs ont été faites régulièrement par un observateur depuis juin 2002 et se poursuivront jusqu'au printemps 2004. En ce qui concerne les odeurs, les évaluations ont été faites par un observateur qui se plaçait à 0, à 30 et à 60 mètres de la fosse, sous le vent, sans appareillage particulier. En ce qui concerne la flottaison, l'évaluation est faite par des observations visuelles. De plus, des

Tableau 1 : Détails des applications de pailles

Date	Quantitée		Taux	Épaisseur
	(kg)	nb de balle ⁽¹⁾	(kg/m ²⁾	(cm)
27-juin-02	3 520	176	4,3	10
03-juin-03	6 530	327	8,0	20
07-nov-03	5 770	289	7,1	17

(1) Basé sur une petite balle carré de 20 kg.

observations concernant la reprise et l'épandage du lisier contenant la paille ont été faites à l'automne 2002, ainsi qu'au printemps et à l'automne 2003.

Le soufflage de la paille

Tout d'abord, il a été possible de souffler la paille sur toute la surface de chacune des fosses à partir d'un seul point. Ceci a été possible car les fosses n'excédaient pas une hauteur de 1,80 mètre par rapport au sol, ce qui a permis de positionner le souffleur de paille de manière à profiter du vent. Il serait impossible de souffler la paille contre le vent puisque la poussière rendrait la tâche irréalisable par les opérateurs. Le souffleur utilisé lors des essais est de type industriel. Il est principalement utilisé par la compagnie Sotramex 3000 pour l'ensemencement des bordures de routes. Dès le printemps 2004, l'agriculteur prévoit modifier un souffleur d'ensilage conventionnel pour souffler la paille sur les fosses.

Flottabilité de la paille et contrôle des odeurs

Année 2002

La figure 2 illustre les résultats obtenus en ce qui concerne la flottaison de la paille sur la fosse

d'engraissement. On remarque que la paille est demeurée complètement sèche à la surface de la fosse jusqu'au milieu du mois de juillet.

Par la suite, la paille a commencé à s'imbiber graduellement de lisier et à devenir partiellement immergée dans le lisier. Ainsi, à compter de la mi-septembre, la paille était complètement imbibée et elle était presque totalement immergée dans le lisier (elle flottait entre deux eaux).

La figure 3 montre le contrôle des odeurs obtenu pendant la même période sur la fosse d'engraissement. Ce contrôle était très bon pendant toute la période où la paille était sèche à la surface de la fosse ainsi que pendant le début de la période où la paille a commencé à

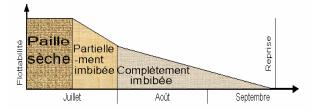


Fig.2: Flottabilité de la paille en fonction du temps, fosse d'engraissement, 2002.

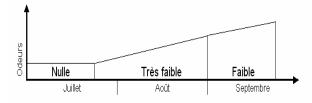


Fig. 3: Appréciation des odeurs en fonction du temps, fosse d'engraissement, 2002.

s'imbiber. Ainsi, nous avons noté une absence quasi-totale d'odeurs, mêmes à quelques mètres sous le vent, pendant les trois premières semaines de juillet.

Par la suite, le contrôle des odeurs est demeuré bon pendant toute la période où la paille était partiellement imbibée de lisier, mais qu'elle continuait à flotter, c'est-à-dire jusqu'à la fin août. De légères odeurs pouvaient être perçues occasionnellement à quelques mètres de la fosse sous le vent. Toutefois, ces odeurs n'étaient pas perceptibles à 30 mètres de la fosse.

Finalement, à partir du moment où la paille était complètement imbibée de lisier et qu'elle était immergée, de faibles odeurs de lisier ont commencé à être perçues à des distances de 120 mètres de la fosse, sous le vent.

Année 2003

En 2003, les résultats ont été meilleurs. La paille a bien flotté et le contrôle des odeurs a été de très bon à bon jusqu'à la mi-août sur la fosse d'engraissement (voir figures 4 et 5).

Sur la fosse de la maternité, la paille est demeurée sèche, elle a très bien flotté et le contrôle des odeurs a été très bon jusqu'à la reprise du lisier au début de l'automne et ce, pendant les deux années d'essais. Les écailles de grain non digérées, contenues dans le lisier de truies alimentées avec de l'avoine, ont même remonté à la surface du lisier pour flotter avec la paille d'orge à l'opposé du tuyau d'arrivée de lisier. Le lisier qui circule maintenant par le fond de la fosse fait remonter une fraction du solide accumulé au fond du réservoir, ce qui n'était pas le cas auparavant.

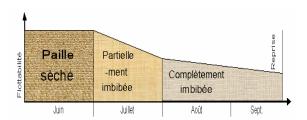


Fig.4: Flottabilité de la paille en fonction du temps, fosse d'engraissement, 2003.

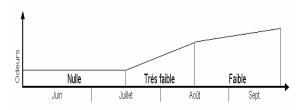


Fig. 5 : Appréciation des odeurs en fonction du temps, fosse d'engraissement, 2003

Arrivée du lisier

Des modifications ont été apportées au tuyau d'arrivée du lisier dans les fosses afin de préserver le matelas de paille d'orge. Elles ont consisté à fixer un tuyau de 200 mm de diamètre verticalement sur le mur intérieur de la fosse pour acheminer le lisier jusqu'au fond de la fosse, sous le niveau de lisier. Ces modifications ont très bien fonctionné, même l'hiver alors que le lisier gèle à la surface de la fosse.

Évaporation du lisier

Des essais préliminaires faits avec quatre barils (2 barils témoin, sans couvert de paille et 2 barils d'essai recouvert de paille) ont été réalisés à l'été 2003. Ils ont permis de constater que le couvert de paille diminue d'environ 15 centimètres l'évaporation du lisier pendant l'été. Ceci représente pour une fosse de 26 mètres de diamètre, un volume de 80 m³, soit 6 voyages d'une citerne de 13 m³ (3 000 gallons).

Coûts

Les coûts du soufflage de la paille sur une fosse de 26 mètres de diamètre sont estimés à 681 \$ (voir tableau 1) en supposant que les travaux soient faits avec un souffleur d'ensilage modifié pour cette tâche. Les coûts par fosse pourraient être diminués si plus d'une fosse étaient couvertes sur une ferme. Le temps par fosse serait alors réduit. Ils pourraient également diminuer si la paille était récoltée sur la ferme même. Par contre, ils augmenteraient si les travaux étaient effectués par un entrepreneur spécialisé avec un équipement industriel et de la main-d'œuvre spécialisée.

TABLEAU 1. ESTIMATION DES COÛTS⁽¹⁾

Paille (4,25 t à 125 \$/t)	531 \$
Soufflage ⁽²⁾ (2 h x 75 \$/h)	150 \$
Total	681 \$

- (1) Soufflage de paille sur une fosse de 26 mètres de diamètre.
- (2) Un tracteur, un souffleur d'ensilage modifié, deux hommes.

Reprise du lisier

Pendant les deux années du projet, la présence de paille dans les fosses à lisier n'a pas causé de difficultés particulières lors de la reprise; le matelas de paille a rapidement été détruit et mélangé au lisier de façon homogène. À l'épandage, l'agriculteur utilise une citerne munie d'une rampe pour incorporer le lisier au sol et il n'y a pas de problème particulier avec la paille mélangée au lisier.

Conclusion

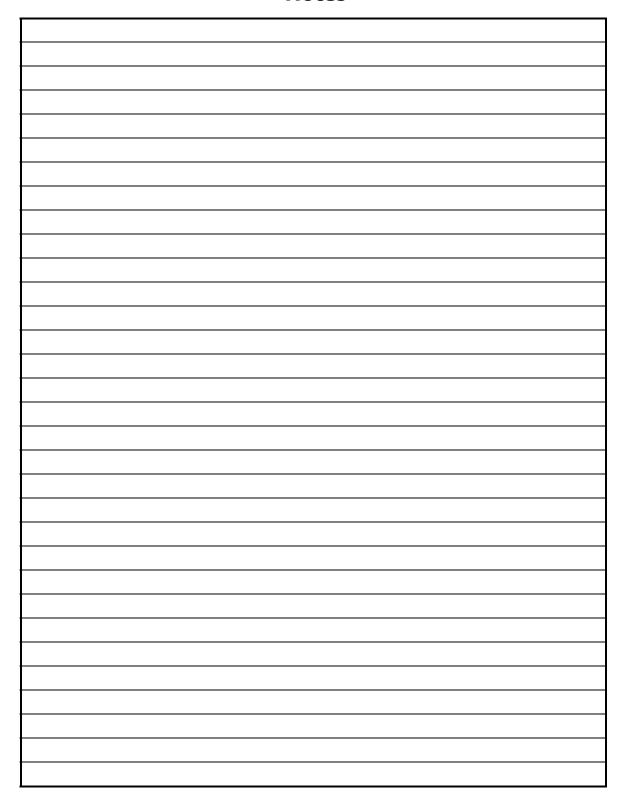
Le soufflage d'un matelas de paille d'orge sur les fosses à lisier de porcs est donc une méthode efficace pour contrôler, à faible coût, les odeurs provenant des fosses à lisier de porcs. Cette méthode permet d'éviter la quasi-totalité des odeurs de lisier de porcs à des distances supérieures à 30 mètres pendant tout le temps où la paille flotte sur le lisier, soit pendant la presque totalité de la période estivale. Elle permet également de valoriser un sous-produit qui peut être cultivé sur les fermes où il sera utilisé. De plus, cette méthode offre une opportunité aux agriculteurs qui voudraient s'équiper d'un souffleur et offrir à leurs voisins un service de soufflage de paille d'orge à forfait sur leurs fosses à lisier. Ceci pourrait représenter un à-côté intéressant pour certains d'entre eux. Toutefois, cette méthode ne peut pas régler tous les problèmes d'odeurs puisqu'il en restera lors des périodes de brassage des fosses, au moment de la reprise.

Note: Projet financé par le Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ)

Remerciements à :

- MM. Claude et Patrick Heine, agriculteurs
- M. Richard Montour, Sotramex 3000
- Mme Ginette Guertin agr., M. Sc., Les Fromages Saputo Ltée
- Mme France Papineau, ing. M. Sc., CDAQ

Notes



Tour d'horizon des avenues prometteuses au bâtiment

Stéphane P. Lemay, ing., P.Eng., Ph.D., et Stéphane Godbout, ing., Ph.D. et agr. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

Où en sommes-nous avec le contrôle des odeurs?

Les émissions odorantes émises par la production porcine sont toujours un défi de taille pour ce secteur agricole. En effet, même après plusieurs années d'efforts soutenus en recherche et en développement, tant au niveau national qu'international, la solution miracle permettant d'éliminer totalement les odeurs n'existe toujours pas.

Comme il est discuté au cours de cette conférence, les odeurs en production porcine sont le fruit de l'interaction entre quelques centaines de composés volatils ayant pour la plupart une très faible concentration. Il est difficile de mesurer objectivement les odeurs avec une bonne précision et leurs effets sur les personnes varient d'un individu à un autre. Quoiqu' imparfaite, l'olfactométrie demeure la seule méthode scientifiquement acceptée pour mesurer les odeurs. Cependant, les difficultés reliées à son application freinent fortement l'évaluation et le développement des techniques et technologies de réduction des odeurs.

L'objectif de cette présentation consiste à identifier et à discuter des technologies semblant les plus prometteuses pour réduire les émissions odorantes des bâtiments porcins. Bien que la solution finale n'est pas encore disponible, plusieurs pistes de solutions ont été identifiées et sont présentement en développement. Malgré qu'aucune liste exhaustive des technologies existantes n'est dressée dans le présent document, la discussion fait le point sur les techniques de réduction des odeurs qui, actuellement, suscitent le plus d'intérêts par leur efficacité et leur potentiel.

Réduire ou traiter?

Afin de comprendre et de prioriser les techniques de réduction et de contrôle des odeurs, il semble important de faire une distinction entre les techniques qui réduisent les émissions et celles qui les traitent. Lorsqu'une technologie prévient la formation de certains gaz responsables des odeurs, elle agit à réduire la production des odeurs comme telle. La gestion de l'alimentation ou le retrait rapide des déjections entrent dans cette catégorie. Par contre, l'utilisation d'un filtre biologique à la sortie d'un ventilateur constitue un nettoyage de l'air après que celui-ci ait été contaminé dans le bâtiment. Une stratégie d'agriculture durable favorisera tout d'abord le développement et l'optimisation des techniques de réduction des odeurs et par la suite, l'adoption des moyens de nettoyer l'air vicié. De plus, la réduction à la source est souvent abordable et permet également de réduire considérablement la dimension et la capacité des systèmes de traitement d'air.

Technique de réduction des émissions

Alimentation

Les diètes pour les porcs ont principalement été développées pour favoriser les performances zootechniques tout en réduisant les coûts de production. Cependant, comme la composition de la diète influence les émissions gazeuses des fèces et de l'urine, elle peut donc participer fortement à réduire la production d'odeur au bâtiment. Une approche nutritionnelle pour réduire les odeurs est très intéressante puisqu'elle ne nécessite aucun investissement en capital majeur et tout le volume de déjection est directement traité.

Jusqu'à présent, les chercheurs ont été capables de réduire les émissions d'ammoniac en utilisant deux stratégies de formulation. La première consiste à réduire le taux de protéines brutes dans l'alimentation en ajoutant des acides aminés essentiels de façon à diminuer les excrétions d'azote totale dans les excréments, tout en maintenant un bon taux de croissance des porcs. L'azote total de l'urine, principalement sous forme d'urée, joue un rôle de premier plan dans les émissions ammoniacales. Comme l'ammoniac constitue un des composés importants de l'odeur, une réduction de ces émissions contribue généralement à réduire les odeurs.

La comparaison de différentes expériences indique qu'une réduction des protéines brutes combinée à un ajout d'acides aminés de synthèse permettaient de réduire l'excrétion totale d'azote de 25 à 40% (Jongbloed and Lenis 1993; Hartung and Phillips 1994; Kay and Lee 1997). Une réduction de 29% des protéines dans la diète a diminué les émissions d'ammoniac du lisier de 52% (Kay and Lee, 1997).

La deuxième stratégie implique de modifier le ratio entre l'azote total excrété dans l'urine et celle excrétée dans les fèces. La présence d'hydrates de carbone fermentables (HCF) dans la diète stimule la fermentation bactérienne dans le gros intestin et réduit la guantité d'azote excrétée dans l'urine par rapport à celle excrétée dans les fèces (Canh et al., 1997a). Zervas et Zijlstra (2002) indiquent également que la réduction en protéines et l'inclusion d'HCF auront un effet additif sur les excrétions d'azote (si la réduction en protéines permet une réduction des excrétions d'azote, l'ajout d'HFC réduira les excrétions d'azote encore davantage). Dans une deuxième étude, Canh et al. (1997b) indiquaient une réduction des émissions d'ammoniac de 40% avec une diète incluant des HFC. Godbout et al. (2001) ont mesuré les émissions d'ammoniac et d'odeur de chambres expérimentales contenant quatre porcs alimentés d'une diète ayant un taux de protéine brute inférieur de 2% et incluant des HCF. Cette formulation de la diète a permis de réduire les émissions d'ammoniac de 38%; mais aucun effet significatif ne fut mesuré sur les émissions d'odeur des unités expérimentales. Dans une étude complémentaire, Payeur et al. (2002a) mesurait sensiblement la même réduction d'émissions ammoniacales (42%) avec des salles en croissance-finition mais sans effet significatif sur les émissions d'odeur (Payeur et al., 2002b). Dans ce cas, la nouvelle diète augmentait le coût de l'alimentation de 3,40 \$ par porc produit. Comme l'augmentation de la fermentation bactérienne dans le gros intestin peut stimuler la production d'acides gras volatils qui sont une composante des odeurs, il apparaît essentiel de mesurer l'impact d'un changement de formulation sur l'analyse complète des odeurs et non seulement sur un seul composé.

Évacuation rapide et séparation des fèces et de l'urine au bâtiment

Plusieurs équipes de recherche (Université du Michigan, Université de la Caroline du Nord, Centres de recherche en France et en Hollande, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Prairie Swine Centre Inc. (PSCI)) travaillent à mettre au point des systèmes d'évacuation rapide des déjections et de séparation des fèces et de l'urine directement sur ou sous les caillebotis. Il est fort à parier que certains de ces systèmes feront partie intégrante des nouveaux concepts de bâtiments de demain qui réduiront les émissions d'odeur.

Il y a plus de 10 ans, O'Neil et Phillips (1991) mentionnaient que la meilleure façon de réduire la production d'odeur à l'intérieur d'un bâtiment d'élevage était d'évacuer les déjections le plus souvent possible. L'évacuation et la séparation des deux phases des déjections ralentissent les procédés de dégradation du lisier, ce qui réduit les émissions d'odeur de 50% (Gilbertson et al. 1987).

Les différentes équipes de chercheurs travaillent sur différentes configurations. Pour leur part, Ogink et al. (2000) utilisent des convoyeurs à courroie installés sous les lattes avec un système de gouttières pour évacuer l'urine. Des filets mobiles sous le caillebotis ont aussi été testés par Kroodsma (1980), Marchal (2002) et Van Kempen (2003). Un autre concept consiste à utiliser un système de grattes où le dalot est en pente (Voermans and Poppel 1993; Von Bernuth 2001).

Au Canada, différents projets sont actuellement en voie de réalisation. Par exemple, un projet est présentement en cours à l'IRDA pour tester et évaluer une version adaptée du système de séparation à la source développée par Von Bernuth (2001). Les résultats de cette étude permettront d'évaluer le potentiel réel de ce système sous les conditions québécoises de production. Un autre groupe de recherche localisé au PSCI en Saskatchewan a conçu un parc expérimental où les lattes sont directement remplacées par un système de convoyeur à courroie. Au cours des prochaines années, ce groupe espère pouvoir quantifier les émissions de gaz et d'odeur de ce système comparé à une configuration conventionnelle.

Bien qu'ils soient encore au stade embryonnaire, certains travaux de recherche (Pelletier et al. 2002; Demmers et al. 2003) ont démontré qu'il était possible de réduire les émissions gazeuses et d'améliorer le statut sanitaire en modifiant soit la configuration des planchers ou les matériaux le constituant.

En se basant sur les travaux de recherche complétés jusqu'à présent, l'évacuation rapide des déjections et la séparation des phases liquide et solide semblent avoir beaucoup de potentiel pour réduire la production d'odeurs et faciliter la gestion des excréments dans les bâtiments porcins. En améliorant et en développant les concepts actuels, il sera possible d'en arriver à offrir des systèmes commerciaux adaptés aux bâtiments neufs ou existants à des prix compétitifs.

Traiter les odeurs

Filtre biologique

Le principe de la biofiltration consiste à faire passer un flux d'air malodorant à travers un médium solide (tourbe, copeaux de bois, composte) sur lequel des microorganismes se sont développés. Ces microorganismes réduisent le niveau d'odeur du flux d'air en se nourrissant des composés présents dans l'air.

Plusieurs filtres biologiques (ou biofiltres) expérimentaux ont été testés et ont permis des réductions d'émissions d'odeurs de l'ordre de 70 à 94% (Nicolai et Janni 1997; Nicolai et Janni 1999; Hartung et al. 2001) en fonction de la dimension, du matériel utilisé et du temps de résidence de l'air dans le médium. Nicolai et Janni (2001) recommandent d'utiliser un mélange de compost et de copeaux de bois (30/70 ou 50/50 sur une base massique) pour le matériel du biofiltre. Selon Nicolai et Janni (1999), un temps de résidence de 5 s serait adéquat pour permettre une réduction d'odeur de plus de 80% pour l'air de porcheries.

L'efficacité du biofiltre est grandement affectée par le niveau d'humidité du médium utilisé. Selon différentes sources d'information, il semble que le biofiltre a un fonctionnement optimal d'opération lorsque le taux d'humidité du médium est maintenu entre 40 et 70% (Hartung et al. 2001; Von Bemuth et al. 1999).

Mann et Garlinski (2002) étudient présentement une configuration verticale d'un biofiltre basée sur l'information développée par Nicolai et Janni (1997). En plus d'améliorer le contrôle des rongeurs et des mauvaises herbes, cet arrangement devrait diminuer les pertes de charge à travers le médium.

Page 77

Mêmes si le niveau de connaissance des biofiltres ne permet pas encore la recommandation de leur application à grande échelle dans le milieu (coût, stabilité du fonctionnement, contrôle de l'humidité, concept pour de grand volume d'air), leur performance est prometteuse et ils feront sans doute partie d'une solution pratique du contrôle des odeurs.

Laveurs d'air

Les laveurs d'air peuvent aussi être utilisés pour nettoyer l'air de sortie des bâtiments. Les composés de l'air à éliminer sont plus ou moins transférés ou dissous dans une solution liquide. Pour une configuration à contre-courant, l'air vicié et la solution liquide entrent en contact dans une tour de lavage contenant un médium synthétique. Dans d'autres systèmes, l'air vicié traverse simplement un rideau d'eau créé par des buses. La composition de la substance liquide peut être modifiée de façon à augmenter l'efficacité du lavage. Dans plusieurs applications, une population microbienne se développe dans la solution liquide et sur le médium de lavage et comme dans le cas des biofiltres, ces microorganismes contribuent à décomposer les polluants.

Lais et al. (1997) ont testé trois types de laveurs d'air pour mesurer leur efficacité à réduire les émissions d'odeurs et d'ammoniac. En moyenne, les laveurs d'air ont réduit les émissions odorantes de 61 à 89%. Cependant, considérant le coût des systèmes étudiés qui variait de 9 à 17 \$US par porc produit (12 à 23 \$CAN par porc produit), les auteurs concluaient que ces systèmes n'étaient pas économiquement viables.

Contrairement aux biofiltres, les essais conduits avec des laveurs d'air biologiques n'ont pas tous mené à des réductions d'émissions d'odeurs. Dans leur étude d'une unité de traitement de l'air, Siemers et Van Den Weghe (1997) ont mesuré une concentration d'odeur qui était parfois similaire avec ou sans lavage de l'air. Cependant, les caractéristiques de l'odeur de l'air après lavage étaient totalement différentes, ce qui réitère l'importance de quantifier tous les paramètres de l'odeur lorsque de telles technologies sont étudiées.

Le liquide utilisé dans le laveur d'air doit aussi être géré en respectant l'environnement. Si de l'eau alimente le laveur d'air, celle-ci devient chargée en nitrite et en nitrate et on doit en disposer correctement.

Certaines compagnies européennes de ventilation proposent des concepts de lavage d'air incorporés à l'ensemble des équipements de ventilation du bâtiment. Il semble y avoir très peu de données indépendantes sur l'efficacité et le coût de ces systèmes. Malgré les résultats plutôt timides de cette technologie, le principe de lavage d'air continue de susciter de l'intérêt. Comme cette technologie est plus commune dans d'autres industries, il semble possible de mieux la développer et de mieux l'adapter à la production porcine.

Ventilation centralisée

Le concept de ventilation centralisée ne constitue en rien une méthode de réduction des odeurs, mais il représente certainement une composante essentielle au traitement global des émissions d'un bâtiment. Bien que très peu répandu au Québec et au Canada, le concept de ventilation centralisée est très souvent utilisé en Europe de l'ouest (Van Wagenberg et Vermeij, 2001), surtout pour les bâtiments neufs. Chaque salle est munie d'une sortie d'air avec un volet motorisé qui communique avec un corridor central et commun à toutes les salles. De gros ventilateurs extraient l'air de ce corridor central et assurent la ventilation de toutes les salles en même temps. Cette approche a l'avantage de concentrer l'émission de tout l'air vicié à un seul endroit, ce qui en facilite le traitement. Comme les ventilateurs utilisent mieux l'énergie lorsqu'ils fonctionnent à plus haut régime sur leur courbe de performance, un ventilateur plus gros fonctionnant à 100% de sa vitesse consommera moins d'énergie que plusieurs petits ventilateurs tournant à faible

vitesse pour le même débit d'air total. Théoriquement, la ventilation centralisée devrait diminuer la demande énergétique globale du système de ventilation.

Beaucoup de travaux sont requis avant que l'implantation d'un tel système puisse être recommandée pour des bâtiments neufs ou usagers. Les stratégies de contrôle et la sélection des équipements devront être revues en combinant l'expertise du milieu agricole et industriel. Mais la ventilation centralisée deviendra un incontournable dans les prochaines générations de bâtiments minimisant les émissions.

Résumé

Il n'existe pas encore de recette miracle pour réduire facilement les émissions d'odeurs des porcheries; mais certaines pistes de solution ont été identifiées. Selon le niveau de connaissance actuel, certaines approches semblent plus prometteuses que d'autres pour contrôler les émissions odorantes. Mentionnons particulièrement les avenues suivantes : la manipulation de l'alimentation; le design de nouveaux concepts de bâtiment limitant la production d'odeur et le traitement de l'air vicié grâce à des biofiltres ou des laveurs d'air par l'intermédiaire d'une ventilation centralisée.

Malgré tous les efforts qui ont été déployés pour élargir notre niveau de connaissance sur ce sujet, beaucoup de travail reste à faire pour mieux comprendre comment on peut réduire la production d'odeur et la contrôler. Et c'est en continuant d'être persévérants et créatifs quant aux solutions envisagées que des systèmes de production efficaces et respectueux de l'environnement pourront être conçus afin d'assurer un développement durable de l'industrie porcine québécoise.

RÉFÉRENCES

Canh, T.T., M.W.A. Verstegen, A.J.A. Aarnink and J.W. Schrama. 1997a. Influence of dietary factors on nitrogen partitioning and compositions of urine and feces of fattening pigs. Journal of Animal Science 75: 700-706.

Canh, T.T., A.J.A. Aarnink, J.W. Schrama and J. Haaksma. 1997b. Ammonia emission from pig houses affected by pressed sugar beet pulp silage in the diet of growing-finishing pigs. Proceedings of the International Symposium on Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities, 273-281. CIGR and EurAgEng publication, Rosmalen, The Netherlands.

Demmers, T.G.M., R.M. Kay and N. Teer. 2003. Opportunities to reduce ammonia emissions from pig housing in the UK. Proceeding of the International Symposium on Gaseous and Odour Emissions from Animal Production Facilities, 249-256. CIGR and EurAgEng publication, Horsens, Denmark.

Gilbertson, C.B., D.D. Schulte and C.J. Clanton. 1987. Dewatering screen for hydraulic setting of solids in swine manure. Transactions of the ASAE 30(1): 202-206.

Godbout, S., S.P. Lemay, R. Joncas, J.P. Larouche, D.Y. Martin, J.F. Bernier, R.T. Zijlstra, L. Chénard, A. Marquis, E.M. Barber and D. Massé. 2001. Oil sprinkling and dietary manipulation to reduce odour and gas emissions from swine buildings – laboratory scale experiment. Proceedings of the 6th International Livestock Environment Symposium, 671-678. ASAE Publication 701P0201, Louisville, Kentucky, USA.

Hartung, J. and V.R. Phillips. 1994. Control of gaseous emissions from livestock buildings and manure stores. Journal of Agricultural Engineering Research 57: 173-189.

Hartung, J., T. Jungbluth and W. Buscher. 2001. Reduction of ammonia and odor emissions from a piggery with biofilters. Transactions of the ASAE 44(1): 113-118.

Jongbloed, A.W. and N.P. Lenis. 1993. Excretion of nitrogen and some minerals by livestock. In Nitrogen Flow in Pig Production and Environmental Consequences, edited by M.W.A. Verstegen, L.A. den Hartog, G.J.M. van Kempen and J.H.M. Metz, 22-36. Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, The Netherlands.

Kay, R.M. and P.A. Lee. 1997. Ammonia emission from pig buildings and characteristics of slurry produced by pigs offered low crude protein diets. Proceedings of the International Symposium on Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities, 253-260. CIGR and EurAgEng publication, Rosmalen, The Netherlands.

Kroodsma, W. 1980. Seperation of pig feces from urine using synthetic netting under a slatted floor. Livestock Waste: A Renewable Resource. ASAE: 419-421.

Lais, S., E. Hartung et T. Jungbluth. 1997. Reduction of ammonia and odour emissions by bioscrubbers. Proceedings of Ammonia and Odour Emissions From Animal Production Facilities, 533- 536. Vinkeloord, The Nertherlands.

Mann, D.D. and E.M. Garlinski. 2002. Design of a horizontal airflow biofilter. CSAE/SCGR Paper No. 02-611. Mansonville, QC: CSAE.

Marchal, P. 2002. Le système de séparation liquide-solide sous la queue: un choix technologique raisonné. CRAAQ 2002, 3^e Colloque sur les bâtiments porcins – Le bâtiment en évolution! Mercredi 20 mars, pp. 22-37

Nicolai, R.E. and K.A. Janni. 1997. Development of a Low Cost Biofilter for Swine production Facilities. ASAE Paper No. 974040. St-Joseph, MI: ASAE.

Nicolai, R.E. and K.A. Janni. 1999. Effect of Biofilter Retention Time on Emissions from Dairy, Swine, and Poultry Buildings. ASAE Paper No. 994149. St-Joseph, MI: ASAE.

Nicolai, R.E. and K.A. Janni. 2001. Determining Pressure Drop Through Compost-Wood Chip Biofilter Media. ASAE Paper No. 014080. St-Joseph, MI: ASAE.

Ogink, N.W.M., H.C. Willers, A.J.A. Aarnink and I.H.G Satter. 2000. Development of a new pig production system with integrated solutions for emission control, manure treatment and animal welfare demands. Proceedings of the 1st International Conference on Swine Housing, 253-259. ASAE Publication 701P0001, Des Moines, Iowa, USA.

O'neill, D.H. and V.R. Phillips. 1991. A Review of the Control of Odour Nuisance from Livestock Buildings: Part 1, Influence of the Techniques for Managing Waste Within the Building. Journal of Agricultural Engineering Research 50: 1-10.

Payeur, M., S.P. Lemay, R.T. Zijlstra, S. Godbout, L. Chénard, E.M. Barber and C. Laguë. 2002a. A low protein diet including fermentable carbohydrates combined with canola oil sprinkling for reducing ammonia emissions of pig barns. CSAE/SCGR Paper No. 02-503. Mansonville, QC: CSAE.

Payeur, M., S.P. Lemay, S. Godbout, L. Chénard, R.T. Zijlstra, E.M. Barber and C. Laguë. 2002b. Impact of combining a low protein diet including fermentable carbohydrates and oil sprinkling on odour and dust emissions of swine barns. ASAE Paper No. 024197. St-Joseph, MI: ASAE.

Pelletier, F., C. DeFoy, A. Marquis, S. Godbout, R. Joncas, R. Gagné and D. Massé. 2002 Effects of different concrete types on gas, odour emissions and sanitation of swine buildings. In the IVth International Symposium on Concrete for a Sustainable Agriculture, 287-294. Agro-, Aqua- and Community Applications, Ghent, Belgique.

Siemers, V. and H. Van Den Weghe. 1997. Biofilter/wetscrubber combinations for the reduction of ammonia, odour and dust emissions of pig fattening houses. Proceedings of Ammonia and Odour Emissions From Animal Production Facilities, 537-544. Vinkeloord, The Nertherlands.

Van Kempen, T. 2003. Re-Cycle: A profitable swine production system with zero waste. In the Banff Pork Seminar proceeding: Advances in Pork Production, Vol. 14, 195-204. Department of Agricultural, Food and Nutritional Science, University of Alberta, Edmonton, AB, Canada.

Van Wagenberg, A.V. and I. Vermeij. 2001. The Use of a Central Extraction Ventilation System for Pig Facilities, Energy Savings and Economic Consequences. ASAE Paper No. 014050. St-Joseph, MI: ASAE.

Voermans, J.A.M. and F. Van Poppel. 1993. Scraper systems in pig houses. In Livestock Environment IV, Proceedings of the 4th International Livestock Environment Symposium, 650-656. ASAE Publication 3-93. St-Joseph, MI: ASAE.

Von Bemuth, R.D., K.Vallieu and H. Nix. 1999. Experiences with a biofilter on a slatted floor hog barn. ASAE Paper No. 994148. St-Joseph, MI: ASAE.

Von Bernuth, R.D. 2001. Separate Ways/keeping manure solids and liquids apart benefits transport. Resource, Engineering and technology or a sustainable world, September 2001, p. 9-10.

Zervas, S. and R.T. Zijlstra. 2002. Effects of dietary protein and fermentable fiber on nitrogen excretion patterns and plasma urea in grower pigs. Journal of Animal Science 80: 3247-3256.

Notes

