

ÉMISSIONS DE GAZ

Lexique

Ammonium: l'ammonium (NH_4^+) est une molécule composée d'azote et d'hydrogène. Une partie des composés protéiques ingérés mais non digérés est rejetés par les animaux le sont sous la forme de NH_4^+ .

Ammoniaque: l'ammoniaque (NH_3) est également une molécule azotée formée d'azote et d'hydrogène. Au niveau des fumiers, l'ammoniaque est produit par la décomposition chimique du NH_4^+ .

Green Label standards: La norme Green Label a été élaborée aux Pays-Bas dans le but de contrôler les émissions d'ammoniaque par les établissements de productions animales. Afin de rencontrer les exigences de cette norme environnementale, une entreprise agricole doit avoir introduit dans ses bâtiments de production (neufs ou rénovés) des équipements ou des technologies qui permettent de réduire les émissions d'ammoniaque comparativement aux pratiques conventionnelles.

ÉMISSIONS AÉRIENNES PAR LES BÂTIMENTS DE PRODUCTION

Les émissions aériennes causées par les fermes de production animale peuvent avoir des conséquences négatives sur les animaux, les agriculteurs, les résidents voisins, l'environnement immédiat de la ferme ainsi que l'atmosphère en raison de la diffusion de contaminants dans l'air. Les gaz, les odeurs de même que les poussières sont les principales composantes de ces émissions aériennes. Leurs impacts, leurs modes de diffusion ainsi que leurs rayons d'action sont cependant différents en raison de leurs propriétés particulières. Par conséquent dans ce document, chacun de ces types d'émissions est traité séparément dans les sections odeurs, émissions de gaz et poussières.

ÉMISSIONS DE GAZ

Les différents gaz produits par les fermes de production animale ont un impact sur la qualité de l'air dans les bâtiments d'élevage ainsi que sur l'environnement immédiat de ces bâtiments en raison de la diffusion de ces gaz par le système de ventilation. Des émissions sont aussi produites au niveau de la manutention, l'entreposage et l'épandage des fumiers/lisiers. Dans les bâtiments clos certains gaz comme : le méthane (CH_4), le sulfure d'hydrogène (H_2S) et le monoxyde de carbone (CO), peuvent causer des problèmes sérieux de santé allant jusqu'à la mort lorsque leur concentration dépasse un niveau critique. De son côté, l'ammoniaque (NH_3) constitue un irritant pour le système respiratoire. Lorsque l'on considère leur diffusion dans l'atmosphère, les gaz découlant des activités de production animale peuvent être regroupés en deux catégories : 1) les gaz responsables de l'acidification et l'eutrophisation de l'environnement tels le NH_3 , les oxydes d'azote (NO , NO_2 , NO_x) et les composés organiques volatils et, 2) les gaz à effet de serre tels le bioxyde de carbone (CO_2), le méthane ainsi que les oxydes d'azote qui ont tous été reliés aux phénomènes de réchauffement global et de détérioration de la couche d'ozone (Schulte, 1997).

AMMONIAQUE (NH_3) ET AUTRES COMPOSÉS D'AZOTE

D'où proviennent ces gaz ?

L'azote (N) est un élément essentiel pour la saine croissance des porcs et est donc retrouvé dans leur alimentation sous forme de protéines. Puisque l'assimilation de ces protéines par le système digestif porcin n'est pas efficace à 100%, la partie non digérée de ces protéines se retrouve dans les fèces tandis qu'une autre partie de l'azote non transformée en tissus est éliminée dans l'urine de l'animal sous forme d'urée. L'urée est rapidement convertie en azote ammoniacal (NH_3 and NH_4^+) sous l'action de l'enzyme uréase. Pour un porc en croissance, le bilan azoté typique peut se résumer ainsi : 34% du N ingéré est

conservé dans les tissus de l'animal, 30% est excrété dans les fèces et 36% est éliminé dans l'urine. C'est donc typiquement 66% du N ingéré par les porcs qui est rejeté dans l'environnement dans les proportions suivantes : 13% est volatilisé dans l'atmosphère et 53% est conservé dans le lisier. Lors de l'épandage du lisier, 40% du N ingéré par les porcs se retrouvera dans le sol comme fertilisant et 13% sera volatilisé dans l'atmosphère (CIGR, 1994). Hartung (1988a) ont estimé que 1,5 tonnes de NH_3 par année étaient émises dans l'atmosphère par l'air de ventilation d'une porcherie ayant une capacité de 1 000 porcs. Il s'agit là d'une valeur moyenne susceptible de varier de façon importante en fonction de la gestion des lisiers de la porcherie.

IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DU NH_3

L'ammoniacque constitue un élément important aux niveaux de la composition chimique de l'atmosphère et des précipitations acides. Ce gaz peut être transporté sur des distances très importantes et son impact doit être considéré à l'échelle internationale (Apsimon et Kruse-Plass, 1991). Il faut cependant préciser que la production animale n'est pas la seule activité responsable des précipitations acides; plusieurs autres types d'industries y contribuent également. Dans les régions où la production animale est pratiquée de façon intensive, certains écosystèmes fragiles aux propriétés tampons réduites peuvent être considérablement affectés par les précipitations acides résultant des émissions de NH_3 . Roelofs et Houdijk (1991) ont rapporté des cas de disparitions de certaines espèces végétales dans un certain nombre de régions d'Europe qui sont ainsi affectées. Des impacts aussi importants n'ont pas encore été rapportés en Amérique du Nord où les concentrations animales sont moins importantes (Bundy, 1997). Puisque les problèmes associés aux émissions de NH_3 ne sont pas encore aussi manifestes ici, les producteurs qui veulent diminuer l'impact de leur production choisissent l'adoption de mesures visant la réduction des odeurs plutôt que celles réduisant les émissions d'ammoniacque. Il pourra donc s'avérer nécessaire éventuellement de mettre en place des mesures incitatives ou réglementaires pour s'assurer du contrôle de ces émissions (Voorburg, 1994).

PROCESSUS D'ÉMISSION DU NH_3

Le taux d'émission de NH_3 varie en fonction d'un certain nombre de paramètres : concentration en NH_4^+ du fumier/lisier, activité enzymatique, pH, température du fumier/lisier, taille de la surface du fumier/lisier exposé à l'air, vitesse de l'air ou du vent et propriétés du fumier/lisier. Un équilibre s'établit entre les concentrations de NH_4^+ et de NH_3 (Schulte 1997; Paul and Beauchamp 1989) dans le fumier/lisier. À mesure que les émissions de NH_3 augmentent, davantage de NH_4^+ est transformé en NH_3 afin de maintenir l'équilibre, ce qui se traduit par des émissions accrues de NH_3 . Selon le même raisonnement, les émissions de NH_3 augmenteront en fonction de la concentration du lisier en NH_4^+ . La séparation de l'urine et des fèces peut réduire la volatilisation du NH_3 contenu dans le lisier puisque la présence de NH_4^+ dans les fèces est beaucoup moins importante (CIGR 1994; Elzing and Swierstra 1993). De même, le mélange de l'urine et des fèces accélère la production de NH_3 dans ces dernières. La dilution du lisier permet aussi de réduire les émissions de NH_3 en raison d'une diminution des concentrations de NH_4^+ dans le lisier dilué; l'enlèvement du lisier des dalots de porcheries par « flushing » constitue une façon d'appliquer ce principe (Hoeksma et al., 1993). La dilution a cependant le désavantage d'accroître considérablement les volumes de lisier à gérer.

MODIFICATIONS À L'ALIMENTATION DES PORCS

Toute modification du contenu de protéines brutes de la diète des porcs se traduira par une modification des quantités de N excrétées par les animaux et aura donc un impact sur les émissions atmosphériques de NH_3 . Toute réduction des quantités de N présentes dans le lisier résulte en une réduction des émissions de NH_3 . Hobbs et al. (1996, 1997) ont obtenu des réductions de 40% des émissions de NH_3 lorsque les porcs ont été alimentés à partir de deux rations à teneur réduite en protéines brutes (rations à base de fèves - pois et de soya - farine de poisson respectivement) plutôt qu'avec une ration commerciale typique. De

leurs côtés, Lee et Kay (1997) ont observé une réduction de la teneur en N du lisier de 40% pour des porcs alimentés avec une ration à teneur réduite en protéines brutes plutôt qu'avec une ration commerciale, ce qui a permis de réduire les émissions de NH_3 de 58%.

ADDITIFS

Des produits pouvant être ajoutés aux aliments ou au lisier ont été utilisés afin de réduire les émissions de NH_3 ainsi que les odeurs. Ce ne sont cependant pas tous les produits ni tous les essais qui ont permis d'obtenir de telles réductions. En effet, Dewes et al. (1990) n'ont mesuré aucun effet significatif sur les émissions de NH_3 pour des lisiers traités avec six additifs différents. Des conclusions similaires ont été tirées par Airoidi et al. (1993) (ajout de zeolite comme additif alimentaire), Buscher et al. (1997) (utilisation de poudre de pierre lava et des mélanges la contenant), Krieger et al. (1993) (utilisation de « Klinofeed »), et Kemme et al. (1993) (utilisation d'un extrait de Yucca appelé « Microaid »).

Cependant des extraits d'algues ont réduit la production de NH_3 de 14% (Buscher et al. 1997) et une réduction de 59% (Amon, 1994) et de 26% (Amon et al. 1995) des émissions de NH_3 a été mesurée lors de tests où du De-Odorase était ajouté à l'alimentation et au lisier produit par des porcs en croissance-finition. Barrington et Moueddeb (1995) ont réalisé une expérience sur l'utilisation du zéolite comme additif dans l'alimentation de porcs en croissance-finition et ils n'ont pas trouvé de différence significative dans la concentration de NH_3 dans l'air des chambres où les porcs étaient nourris avec le zéolite et ceux ne recevant pas l'additif. Cependant, ils ont observé des différences importantes après avoir arrêté le système de ventilation pendant 30 minutes: le niveau de NH_3 mesuré dans la chambre où le zéolite était utilisé était resté pratiquement le même tandis que dans la chambre où aucun additif n'avait été utilisé la concentration de NH_3 avait presque triplé. Leake (1996) a obtenu une réduction NH_3 potentielle de 59% en vaporisant un produit dans l'air ambiant de bâtiments d'élevage.

ACIDIFICATION

Le pH du lisier a un impact important sur les émissions de NH_3 ; lorsque le pH est faible, moins de NH_3 est émis (Dewes et al., 1990) et un lisier/fumier qui a un pH de moins de 6 voit ses émissions de NH_3 réduites de manière importante (CIGR, 1994). Des manipulations de l'alimentation des porcs ainsi que l'acidification du lisier/fumier lors de l'entreposage peut réduire le pH de celui-ci. Canh et al. (1997) ont modifié la ration de verrats en interchangeant le tapioca par de l'ensilage de pulpe de betterave à sucre. Ils ont mesuré que pour chaque augmentation de 5% du contenu en ensilage de betterave à sucre, le pH dans le lisier était réduit de 0.4 à 0.5 unités et une réduction de 15% des émissions de NH_3 était observée. Hoeksma et al. (1993) ont trouvé que des acides mélangées à la fraction liquide de lisier séparé (liquide-solide) réduisaient les émissions de NH_3 de 70%. Hendriks et al. (1997) n'ont pas obtenu de différence significative en comparant les émissions de NH_3 de lisiers provenant de porcs qui avaient été nourris d'une diète régulière et de porcs qui avaient une diète acidifiée à l'aide d'ajout de sels. Horning et al. (1997) ont trouvé que l'addition d'acide lactique au lisier avait une influence sur les émissions de NH_3 en les réduisant de 85 à 90% et ce jusqu'à l'épandage. Pour réduire le pH à 4 – 5, il est nécessaire d'ajouter de l'acide lactique de manière à obtenir une concentration de 5% par volume (Berg and Horning, 1997). Le coût associé à un tel traitement est comparable aux coûts de biofiltration ou de laveur d'air qui ont toutefois une efficacité supérieure. Ils mentionnent que plus de recherches sont nécessaires pour évaluer l'impact de l'application de lisier acidifié sur les plantes et le sol. L'acidification du lisier et le contrôle du pH nécessitent de la main d'oeuvre et de l'équipement (mélangeur, lecteur de pH, système d'application et électricité) et ces coûts doivent être considérés en plus des coûts d'acquisition de l'acide (Hendriks and Vrielink, 1997).

TEMPÉRATURE

La température a un effet direct et indirect sur les émissions de NH_3 . La température modifie les paramètres critiques de NH_3 au niveau du fumier/lisier et les taux d'émission augmentent jusqu'à un certain niveau à des températures plus élevées (Schulte 1997; Sommer et al. 1993). Des températures de moins de 10°C réduisent considérablement les émissions de NH_3 (CIGR, 1994). La température ambiante intérieure modifiera aussi d'autres paramètres (taux de ventilation, la vitesse de l'air) et le comportement des animaux (des animaux sales, une consommation élevée en eau, une production réduite de muscle (viande), des variations dans la prise alimentaire, des variations dans le taux de conversion alimentaire) qui peuvent avoir comme conséquences une augmentation des émissions. Den Brok and Verdoes (1997) ont présenté des résultats obtenus à l'aide d'un système de refroidissement du lisier installé dans le dalot qui maintient la couche superficielle du lisier à moins de 15°C . Ce système a permis de réduire les émissions moyennes de NH_3 de 44%. Le coût annuel d'un tel système est très élevé pour les porcs en croissance-finition et revient à \$16.50 CAN par place-porc. Les températures de l'air et du sol lors de l'épandage sont aussi importantes car des températures élevées résulteront en un niveau d'émissions de NH_3 plus élevé (Moal et al., 1995).

MOUVEMENT DE L'AIR

La vitesse de l'air au-dessus du fumier/lisier doit être limitée car plus d'émissions de NH_3 surviennent à une vitesse d'air élevée (CIGR 1994; Christianson et al. 1993). Les systèmes de ventilation à extraction basse sont reconnus pour leur réduction des concentrations de NH_3 dans les bâtiments d'élevage, toutefois ce type de ventilation produit plus d'émissions de NH_3 à l'atmosphère comparé à d'autres systèmes de ventilation (Guingand et al. 1997; Choiniere et al. 1997). Cette augmentation des émissions à l'atmosphère s'explique du fait que l'extraction de l'air du bâtiment se fait près de la source de NH_3 et que la vitesse d'air à la surface du fumier/lisier est plus grande qu'avec d'autres systèmes.

SURFACE DE CONTACT AVEC L'AIR

Les surfaces souillées de lisier/fumier dans une porcherie augmentent les échanges air – lisier/fumier et augmentent directement les taux d'émission de NH_3 (CIGR 1994; Christianson et al. 1993). Les émissions de NH_3 mesurées dans les porcheries à plancher totalement latté sont plus élevées que lorsque le plancher est partiellement latté (Klaarenbeek and Bruins 1988; Aarnik et al. 1997) car la surface de lisier exposé à l'air dans le dalot est beaucoup plus importante. Aarnik et al. (1993a) ont trouvé que les émissions de NH_3 dans les pouponnières peuvent être réduites de 20% lorsque la surface de lattes est réduite de 50 à 25%. Pour obtenir de bons résultats avec une surface de plancher si réduite, une attention spéciale doit être apportée au système de ventilation et aux conditions ambiantes car le souillage du plancher plein et des animaux peut survenir plus facilement augmentant ainsi les émissions.

Lors d'expériences réalisées en laboratoire, une mince couche d'huile a été vaporisée sur le lisier pour en vérifier les effets. Il a été démontré qu'une couche d'huile de colza peut réduire les émissions de NH_3 provenant de lisier entreposé par 64, 53 and 46% comparé à du lisier non recouvert et ce pour des taux d'application d'huile de 60, 40 and 20 L/m^3 respectivement (Buscher et al., 1997). L'huile minérale a aussi été efficace en réduisant jusqu'à 90% les émissions provenant de lisier recouvert lorsque comparé à du lisier non traité (Derikx and Aarnik, 1993).

Sommer et al. (1993) ont observé que certains types de couverts installés au-dessus de fumier/lisier entreposé, incluant toitures et couvertures flottantes (PVC – aluminium), réduisent la volatilisation du NH_3 de manière significative à plus de 80%. William et Nigro (1997) ont réalisé des simulations sur l'effet de couverts présentant différentes propriétés d'échange d'air sur le fumier/lisier entreposé et ils ont obtenu des réductions d'émissions allant jusqu'à 90%. Miner et Suh (1997) ont aussi mesuré des réductions d'émissions de NH_3 allant de 45 à 90% lorsque différents couverts de mousse de polystyrène étaient utilisés comparé à du lisier entreposé sans couverture.

ÉPANDAGE

Des taux d'émissions élevés de NH_3 sont obtenus tôt après que l'épandage du fumier/lisier soit réalisé (Luxen 1994; Sommer et al. 1995) avec des taux de pointe mesurés dans les six premières heures après l'épandage (Christensen, 1988). En moyenne, 75% des pertes de NH_3 seront mesurées après les 15 premières heures (Moal et al., 1995). Le processus d'émission continue pendant les premiers sept jours qui suivent l'épandage (Cameron and Rate, 1993). Ces résultats sont en accord avec Pain et al. (1991) et Pain (1994) qui ont démontré que plus long est le délai avant l'incorporation du fumier/lisier plus importantes seront les pertes en NH_3 . Des tests réalisés avec du lisier de porc ont démontré que les pertes de 43.2% de NH_3 pour l'épandage conventionnel peuvent être réduites à 12.6% et à 3.1% respectivement lorsque l'épandage est suivi d'une incorporation ou lorsqu'il y a injection directe (Luxen, 1994). Pain et al. (1991, 1994) ont comparé l'effet de différentes techniques d'incorporation à l'épandage conventionnel sur la réduction des pertes en NH_3 et ils ont trouvé que dans les sols argileux ou sableux le labour suivi par un hersage était la technique la plus efficace. Pain et al. (1991) ont mesuré une réduction des émissions de NH_3 de 20% lorsque les urines sont épandues séparément des solides comparativement à un épandage de fumier/lisier standard. Une explication possible vient du fait que la partie liquide a un taux d'infiltration dans le sol plus rapide.

PROCESSUS DE NITRIFICATION/DÉNITRIFICATION

Les processus de nitrification et de dénitrification convertissent le NH_4^+ en N_2 (une composante naturelle de l'air). Cependant dans certaines conditions des oxydes nitreux (N_2O and NO) indésirables peuvent aussi être produits. Plus de recherches sont nécessaires pour mieux comprendre la formation des oxydes nitreux, les processus qui sont impliqués et les conditions favorables à leur formation (Pahl et al., 1997). Les émissions de NH_3 et oxydes nitreux peuvent être importants durant les traitements d'aération des lisiers si le traitement n'est pas assez long ou si l'aération n'est pas suffisante ou est périodique. Les pertes peuvent s'élever jusqu'à 70% du N présent avant le début du traitement (Burton et al. 1993; SRI 1995a). Un traitement d'aération complet et contrôlé, qui favorise le procédé de nitrification/dénitrification, peut résulter en un transfert de près de 70 % du N présent dans le lisier en N_2 qui est retourné à l'atmosphère (Hoeksma et al. 1993). Pour le fumier composté et les systèmes de litière profonde, si les conditions de compostage ne sont pas optimales (faible ratio C/N, aération inadéquate, taux d'humidité inadéquat, température de compostage non atteinte) du NH_3 et des oxydes nitreux seront émis. Kaufmann (1997) a évalué les pertes totales en N dans les systèmes de litière profonde à 76.6% de la quantité totale de N présente dans le lisier entrant dans le système comparativement à 49.5% pour les systèmes sous gestion liquide. Groenestein et al. (1993) et Thelosen et al. (1993) ont aussi trouvé des pertes plus importantes en N, sous forme de NH_3 et d'oxydes nitreux, dans les systèmes à litière profonde comparativement aux systèmes conventionnels de gestion des lisiers dans les bâtiments.

TRAITEMENT DE L'AIR DE VENTILATION

L'air vicié qui est évacué des bâtiments peut être traité pour en extraire le NH_3 en utilisant des techniques de biofiltres, de laveurs d'eau ou de biolaveurs (VDI, 1991). Turgeon et al. (1997) ont mesuré des réductions de 72% de NH_3 par l'utilisation de biofiltres. Cependant des réductions plus faibles de seulement 15 et 36% ont été obtenues lors de l'utilisation prolongée de deux biofiltres (matériel filtrant âgé de 6.5 ans, Hartung et al., 1997). Lais et al. (1997) n'ont pas obtenu de résultats de réduction de NH_3 significatifs lors de l'utilisation d'un biolaveur. De plus, ils considèrent que cette technologie n'est pas suffisamment fiable et est trop dispendieuse comparativement à d'autres techniques. Siemers et Van den Weghe (1997) ont trouvé des variations importantes (13 to 90% de réduction de NH_3) résultant de différentes gestions de biofiltre/biolaveur. Comme mentionné par Scholtens et al. (1988), les performances des biofiltres et biolaveurs dépendent grandement des conditions d'opération et d'entretien de ces équipements. Le matériel filtrant des biofiltres et le liquide de biolavage doivent être remplacés car leur capacité de rétention est diminuée par l'accumulation des éléments nutritifs captés. L'élimination

du biofiltre et des boues de biolavage doit être faite de manière appropriée car ils sont chargés de matières nutritives (azote particulièrement).

IMPACT DU TYPE DE LOGEMENT

Différents systèmes de logement qui réduisent les émissions de NH_3 ont été développés en Europe, particulièrement aux Pays Bas où les standards Green Label doivent être respectés (voir le chapitre sur la législation et la réglementation). Ces systèmes sont dérivés de systèmes traditionnels et présentent des modifications dans l'arrangement des équipements (ex: réduction de la surface de plancher latté), dans la gestion du lisier à l'intérieur (ex: réduction de la surface du dalot, séparation des fèces de l'urine) ou des changements au niveau du système d'alimentation (Verdoes and Ogink, 1997). Les systèmes suggérés, qui sont de moindre coût sont aussi les plus rentables au niveau de la réduction de $\text{kg NH}_3/\text{porc}$ (van Brecken et al., 1997). Les niveaux nécessaires de réduction pour l'obtention de la certification Green Label sont présentés dans le tableau suivant (consultez aussi le chapitre sur la législation et la réglementation).

Niveau d'émissions de NH_3 pour les systèmes de logement conventionnels et les systèmes pouvant recevoir la certification Green Label.

Stade de production	Émissions de NH_3 ($\text{kg NH}_3 / \text{an} - \text{place-animal}$)	
	Systèmes conventionnels	Niveau maximal pour la certification Green Label
Truies gestantes	4.2	2.5
Maternité (truies)	8.3	4.0
Pouponnière (porcelets)	0.6	0.3
Croissance-finition	3.0 (totalement latté)	1.5
	2.5 (partiellement latté)	1.5

MODÉLISATION

Des modèles ont été développés et sont utilisés pour représenter et comprendre les émissions de NH_3 , leur mode de dispersion et de transport au niveau atmosphérique (VDI 1992; Schafer et al. 1997; Depta et al. 1997; Apsimon and Kruse-Plass 1991). Des modèles ont aussi été développés pour évaluer les niveaux de production d'émissions à l'intérieur (Klarenbeek and Bruins 1988; Christianson et al. 1993; Aarnik et al. 1993b; Buscher et al. 1997; Menzi and Katz 1997). La précision de ces modèles dépend de l'exactitude des hypothèses posées et aussi des informations qui sont disponibles. Les processus d'émissions de NH_3 sont complexes car plusieurs facteurs sont impliqués ce qui rend le développement de modèles fiables et très représentatifs de la réalité plus compliqué.

TECHNIQUES DE MESURE DES ÉMISSIONS

Différentes techniques sont utilisées pour mesurer la concentration et les émissions de NH_3 . Ces méthodes sont: tubes de détection de gaz, *impinger*, analyse de gaz à l'infrarouge, senseur électrochimique, convertisseur $\text{NH}_3 \gg \text{NO}$ et analyseur de chemiluminescence d'oxyde N, échantillonneurs passifs (CIGR, 1994), et spectroscopie optique à absorption différentielle (Sommer et al.,

1995). Pour les mesures d'émissions de NH_3 dans un bâtiment ou pour un volume d'air défini au champ (comme pour les chambres à émissions ou les souffleries; Reitz and Kutzbach 1997; Schurer and Kutzbach 1997), deux niveaux de mesures doivent être prises: une mesure en continue de la concentration et une mesure du débit d'air dans le bâtiment ou dans le volume défini (CIGR, 1994). Pour les mesures d'émissions de NH_3 prises à l'extérieur, l'analyse des gaz à l'infrarouge peut être couplée avec des modèles de dispersion (Amon et al. 1997; Schafer et al. 1997; Depta et al. 1997). Aucune procédure standardisée n'a été définie pour les mesures de NH_3 (Brunsch, 1997), donc il est difficile de comprendre les niveaux de variations obtenus par les différentes méthodes.

GESTION DES ÉMISSIONS

Pour mesurer l'impact des pertes de N à l'environnement et dans le cycle de production, une étude du cycle du N est un outil important dans les relations intrants/extrants. Ce cycle doit être étudié de la prise alimentaire jusqu'à la production de la plante pour produire l'aliment si le fumier/lisier est utilisé comme fertilisants ou comme produits dérivés transformés (Schatzchen and Kuhl, 1993). Une telle étude systématique du cycle de N est très utile pour investiguer l'impact de différentes mesures ou traitements sur l'équilibre du N de l'intrant (ration) jusqu'à l'extrait (fumier/lisier et la récolte de végétaux). En considérant à la fois les aspects économiques et écologiques, plus d'attention devrait être apportée aux pertes de N (Dewes et al. 1990; Hartung and Phillips 1994). Toutes mesures qui permettent d'améliorer la productivité de la production porcine, comme plus de porcelets sevrés par truie, une meilleure conversion alimentaire, une meilleure santé et une plus faible mortalité, vont avoir un impact direct sur la réduction des pertes en N (Dourmad and Henry, 1994). Aarnik et al. (1993b) ont trouvé qu'une réduction dans la prise alimentaire quotidienne de 0.1 kg de ration/jour résulte en une réduction de l'ammonium dans le lisier de 4% et une augmentation de la croissance du porc de 50 g/jour pour une même prise alimentaire correspondant à une réduction de 5% de NH_4^+ . Une réduction du ratio eau/aliment de 2.4 à 2.2 augmente le contenu en NH_4^+ du lisier de 11%. En considérant que plus d'émissions de NH_3 surviennent à une concentration plus élevée en NH_4^+ , ce changement de ratio peut ne pas s'avérer être une amélioration si on considère les émissions.

DIOXYDE DE CARBONE (CO_2)

En production animale, le CO_2 est principalement produit par la respiration des animaux et une portion secondaire est produite par la dégradation du fumier/lisier (la décomposition de l'urée et aussi la décomposition anaérobie de la matière organique du fumier/lisier). Dans les bâtiments d'élevage, le CO_2 est fréquemment utilisé comme indicateur de la qualité du système de ventilation car sa concentration peut être mesurée facilement. La production de CO_2 peut être évaluée en utilisant une relation qui tient compte de la production de chaleur totale de l'animal. Avec une mesure de la concentration de CO_2 dans le bâtiment et l'évaluation de la production des animaux présents, il est possible d'estimer le débit de ventilation dans un bâtiment ou une chambre. Les émissions de CO_2 provenant des bâtiments d'élevage ne peuvent être contrôlées car elles sont reliées presque exclusivement au nombre d'animaux présents dans un bâtiment, cependant la concentration dans un bâtiment peut être abaissée par une augmentation du débit de ventilation (CIGR, 1994).

L'augmentation des activités industrielles et agricoles a eu un impact significatif sur la balance de carbone dû aux quantités de CO_2 produites. La relation entre le réchauffement de la planète et la concentration de CO_2 dans l'atmosphère peut être faite (EHC, 1994).

MÉTHANE (CH_4)

Le méthane est principalement produit par la fermentation entérique chez les ruminants et à un moindre niveau, à la fermentation intestinale et à la dégradation anaérobie des fumiers/lisiers (CIGR, 1994). La digestion anaérobie contrôlée des lisiers est un processus qui permet le recyclage de l'énergie venant du

méthane (voir la section sur la gestion des fumiers/lisiers). Martinez et al. (1996) ont réalisé une expérience pour vérifier les émissions de méthane provenant de l'entreposage du lisier. Ils ont découvert que le lisier qui était aéré émettait moins de méthane que le lisier non traité soit; 6% vs 60%, du contenu total en carbone. Le méthane qui s'accumule peut, à des concentrations entre 5000 et 15000 ppm, causer des explosions (CIGR, 1994). L'effet de serre de ce gaz est élevé car sa capacité d'emmagasiner de chaleur est 21 fois plus élevée que celle du CO₂ (Schulte, 1997).

SULFURE D'HYDROGÈNE (H₂S)

Le sulfure d'hydrogène (H₂S) est produit lorsque le lisier est entreposé sur une certaine période (10 jours ou plus) (CIGR, 1994). Ce gaz est le plus toxique des gaz produits dans l'industrie porcine et il contribue aussi à l'acidification de l'environnement (Schulte, 1997). La concentration du H₂S ne devrait jamais excéder 5 ppm dans un bâtiment d'élevage. Lorsque la concentration atteint 50 ppm, des symptômes physiques peuvent être remarqués comme des irritations aux yeux et aux voies respiratoires, vient ensuite une paralysie du nerf olfactif lorsque la concentration est de 150 ppm, des maux de tête, des étourdissements et une atteinte au système nerveux peuvent être observés lors d'exposition à des concentrations de 200 ppm. Lorsque les concentrations atteignent 500 to 2000 ppm, le système respiratoire se paralyse et une mort rapide s'en suit (CIGR, 1994). Jacobson et al. (1997) ont mesuré la concentration en H₂S d'échantillons d'air prélevés à la surfaces de structure d'entreposage de fumier/lisier. Ils ont trouvé des concentrations de H₂S variant de 6 ppb (parties par milliard) jusqu'à 118 ppm (parties par million). Ces chercheurs mentionnent que l'état du Minnesota a établi une norme dictant que la concentration de H₂S, à la limite de propriété d'une ferme, ne doit pas excéder 30 ppb durant une période d'une demie heure et ce dans un laps de temps de cinq jour ou 50 ppb durant une période d'une demie heure et ce pas plus de deux fois par an.

Les biofiltres peuvent être utilisés pour extraire le H₂S de l'air vicié de la ventilation (VDI, 1991) et une efficacité de réduction de 96% a été obtenue avec un tel système par Turgeon et al. (1997).

MONOXYDE DE CARBONE (CO)

Le monoxyde de carbone n'est pas un produit direct résultant de la production animale car il provient de la combustion incomplète des combustibles utilisés pour le chauffage des bâtiments (CIGR, 1994). Les brûleurs au propane à flamme nue et les fournaies à l'huile doivent être bien installés et bien entretenus de manière à éviter ces émissions. Le niveau seuil limite qui a été fixé par le conseil Européen a été déterminé à 10 ppm et des problèmes importants d'intoxication peuvent être causés par des concentrations élevées de CO de plus 4000 ppm, niveau qui peuvent causer la mort à des porcs adultes.

QU'EST-CE QUI PEUT ÊTRE FAIT POUR CONTRÔLER LES ÉMISSIONS ?

Les différents gaz qui résultent des productions animales peuvent être perçus comme une autre source de déchets. Déchets qui ne sont toutefois pas visibles et qui, dans certains cas, peuvent avoir un effet direct sur les performances de production mais qui dans la plupart des cas peuvent avoir un effet sur l'environnement. Comme pour tout déchet, qui veut investir sur eux? Des pratiques de bonne gestion, des approches systémiques et le recyclage sont les clés vers des solutions durables et ces solutions seront spécifiques aux réalités régionales où la production animale est réalisée.

Les processus de nitrification et de dénitrification doivent être investigués et les conditions qui permettent l'émission d'oxyde nitreux doivent être mieux connu de manière à optimiser la dégradation des composés azotés en N₂ dans les processus de compostage et dans les systèmes de litière. Des méthodes de mesure standardisées doivent être développées de manière à pouvoir comparer plus facilement les résultats de recherche obtenus par différentes équipes de chercheurs.

Le cycle complet de N doit être mieux contrôlé et intégré dans la gestion des intrants/extrants de manière à estimer l'impact de mesures de réduction des émissions de NH₃ qui sont prises à différents stades de production et ce en relation avec les émissions totales de N de la production prises dans son ensemble.

L'efficacité des systèmes de production doit être étudiée et intégrée au niveau de la ferme et les pertes atmosphériques sous forme d'émissions de N, NH₃ et d'oxydes nitreux devraient être considérés comme une perte d'énergie et d'argent car le N perdu en émissions a été payé sous forme de protéines dans la ration et ne peut pas être utilisé comme fertilisant pour les cultures.

Références

(N.B. Certaines références présentent une lettre suivant l'année de publication. Cette lettre aide à retrouver la bonne référence dans le texte mais aussi dans la base de données.)

- Aarnik, A.J.A., M.J.M. Wagemans et A. Keen. 1993a. Factors Affecting Ammonia Emission from Housing for Weaned Piglets. Dans Nitrogen Flow in Pig Production and Environmental Consequences. Édité par M.W.A Verstegen, L.A. den Hartog, G.J.M. van Kempen et J.H.M. Metz, pp. 286-294.
- Aarnik, A.J.A., P. Hoeksma et E.N.J. van Ouwerkerk. 1993b. Factors Affecting Ammonium Concentration in Slurry from Fattening Pigs. Nitrogen Flow in Pig Production and Environmental Consequences. Pudoc Scientific Publishers. Wageningen, pp. 413-420.
- Aarnink, A.J.A., T.T. Canh et Z. Mroz. 1997. Reduction of Ammonia Volatilization by Housing and Feeding in Fattening Piggeries. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale présentée à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, pp. 283-291.
- Airoldi, G., P. Balsari et R. Chiabrando. 1993. Odor Control in Swine Houses by the Use of Natural Zeolites: First Approach to the Problem. Livestock Environment IV. Fourth International Symposium. Coventry, England. 6-9 Juillet, pp. 701-708.
- Amon, M. 1994. Reduction of Ammonia, Compared with Odour Concentration on Pig and Poultry Farms. Animal Waste Management. REUR Technical Series 34. FAO, Rome, pp. 51-58.
- Amon, M., M. Dobeic, T.H. Misselbrook, B.F. Pain, V.R. Phillips et R.W. Sneath. 1995. A farm scale study on the use of De-Odorase for reducing odour and ammonia emissions from intensive fattening piggeries. Bioresource Technology (United Kingdom), V. 51(2/3), pp. 163-169.
- Apsimon, H.M. et M. Kruse-Plass. 1991. The role of Ammonia as an Atmospheric Pollutant. Odour and Ammonia Emissions from Livestock Farming. Edited by V.C. Nielsen, J.H. Voorburg and P. L'Hermite. Elsevier Applied Science, pp. 17-20.
- Barrington, S. et K. El Moueddeb. 1995. Zeolite as feed additive to control swine manure odours and to improve animal growth performance. Paper 95-510. Présentation à la conférence annuelle de Canadian Society of Agricultural Engineering at the Agricultural Institute of Canada. 9 - 12 Juillet. Ottawa, Ontario, p. 15.
- Berg, W. et G. Hornig. 1997. Emission Reduction by Acidification of Slurry - Investigations and Assessment. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, pp. 459-466.
- Brunsch, R. 1997. Methodical Aspects Relating the Results of Multigas Monitoring and Multipoint sampling. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, pp. 185-191.

- Bundy, D.S. 1997. Odor Control Technologies. In: Environmental Issues in Pork Production. The Allen D. Lemay Swine Conference. 20 Septembre. Minnesota Extension Service. University du Minnesota, pp. 59-65.
- Burton, C.H., R.W. Snearch et J.W. Farrent. 1993. The Effect of Continuous Aerobic Treatment on the Fate of the Nitrogen Component in Piggery Slurry. Nitrogen Flow in Pig Production and Environmental Consequences. Pudoc Scientific Publishers. Wageningen, pp. 404-409.
- Buscher, W., T. Jungbluth et E. Hartung. 1997. Modeling Emissions. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, pp. 15-22.
- Cameron, K.C. et A.W. Rate. 1993. The Fate of Nitrogen in Pig Slurry Applied to a Pasture Soil in New Zealand. Nitrogen Flow in Pig Production and Environmental Consequences. Pudoc Scientific Publishers. Wageningen, pp. 368-373.
- Canh, T.T., A.J.A. Aarnik, J.W. Schrama, et J. Haaksma. 1997. Ammonia Emission from Pig Houses Affected by Pressed Sugar Beet Pulp Silage in the Diet of Growing-finishing Pigs. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, pp. 273-281.
- Choiniere, Y., B. Marquis et G. Gingras. 1997. Ammonia and Contaminant Concentrations with Conventional versus Pit Ventilation in Finishing Pig Units. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, pp. 365-372.
- Christensen, B.T. 1988. Ammonia Loss from Surface-Applied Animal Slurry under Sustained Drying Conditions in Autumn. Volatile Emissions from Livestock Farming and Sewage Operations. Edited by Nielsen, V.C., J.H. Voorburg & P. L'Hermite. Elsevier Applied Science, London, pp. 92-102.
- Christianson, L.L., R.H. Zhang, D.L. Day et G.L. Rikowski. 1993. Effects of Building Design, Climate Control, Housing System, Animal Behavior and Manure Management at Farm Levels on N-losses to the Air. Dans 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, pp. 271-279.
- CIGR - Commission Internationale de Génie Rural. 1994. Aerial Environment in Animal Housing. Concentration in and Emissions from Farm Buildings. Working Group Report Series No. 94.1.
- den Brok, G.M. et N. Verdoes. 1997. Slurry Cooling to Reduce Ammonia Emission from Pig Houses. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, pp. 441-447.
- Depta, G., S. Naser, S. C. Becker, A. Gronauer, I. Steinicke, A. Sedimaier et K. Schafer. 1997. Distinction between Different Slurry Application Techniques by their Ammonia Emission with FTIR-Open-Path Measurements and Dispersion Modeling. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, pp. 175-183.
- Derikx, P.J.L. et A.J.A. Aarnik. 1993. Reduction of Ammonia Emission from Slurry by Application of Liquid Top Layers. 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, pp. 344-349.
- Dewes, T., L. Schmitt, U. Valentin et E. Ahrens. 1990. Nitrogen Losses during the Storage of Liquid Livestock Manure. Biological Wastes, 31:241-250.
- EHC - Environmental Health Center. 1994. Reporting on Climate Change: Understanding the Science. National Safety Council. Novembre 1994. ISBN 0-87912-177-7. Document électronique: www.nsc.org/ehc/guidebks/climtoc.htm.

- Elzing, A. et D. Swierstra. 1993. Ammonia Emission Measurements in a Model System of a Pig House. Dans Nitrogen Flow in Pig Production and Environmental Consequences. Edité par M.W.A Verstegen, L.A. den Hartog, G.J.M. van Kempen and J.H.M. Metz, pp. 280-285.
- Groenestein, C.M., H.M. Vermeer et J.M.G. Hol. 1997. Ammonia Emission and Feeding-induced Activity from Houses with Sows Kept Individually and in Groups. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, pp. 553-560.
- Guingand, N., R. Granier et P. Massabie. 1997. Influence of Hygrometry, Temperature and Air Flow Rate on the Evolution of Ammonia Levels. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, pp. 111-119.
- Hartung, E., T. Jungbluth et W. Buscher. 1997. Reduction of Ammonia and Odor Emissions from a Piggery with Biofilters. Paper 974126. 1997 ASAE Annual International Meeting. 10-14 Août. ASAE, 2950, Niles Road, St. Joseph, MI 49085-9659.
- Hartung, J. 1988a. Tentative Calculations of Gaseous Emissions from Pig Houses by Way of the Exhaust Air. Volatile Emissions from Livestock Farming and Sewage Operations. Edité par Nielsen, V.C., J.H. Voorburg & P. L'Hermite. Elsevier Applied Science, London, pp. 54-58.
- Hartung, J. et V.R. Phillips. 1994. Control of Gaseous Emissions from Livestock Buildings and Manure Stores. *Journal of Agricultural Engineering Research* 57(3): 173-189.
- Hendriks, J., D. Berckmans et C. Vinckier. 1997. Field Tests of Bio-additives to Reduce Ammonia Emission from Pig Houses. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, pp. 707-714.
- Hendriks, J.G.L. et M. G.M. Vrieling. 1997. Reducing Ammonia Emission from Pig Houses by Adding or Producing Organic Acids in Pig Slurry. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, pp. 493-501.
- Hobbs, P.J., B.F. Pain, R.M. Kay et P.A. Lee. 1996. Reduction of Odorous Compounds in Fresh Pig Slurry by Dietary Control of Crude Protein. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, V. 71(4):508-514.
- Hobbs, P.J., B.F. Pain, R.M. Kay et P.A. Lee. 1997. Control of Odours by Dietary Manipulation. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, pp.267-272.
- Hoeksma, P., N. Verdoes, et G.J. Monteny. 1993. Two Options for Manure Treatment to Reduce Ammonia Emission from Pig Housing. In Nitrogen Flow in Pig Production and Environmental Consequences. Edité par M.W.A Verstegen, L.A. den Hartog, G.J.M. van Kempen et J.H.M. Metz, pp. 301-306.
- Hornig, G., W. Berg et M. Turk. 1997. Harmful Gas and Odor Emissions under Use of Feed and Slurry Additives. *Livestock Environment V. Volume 1. Texte du Fifth International Symposium*. Edité par Robert W. Bottcher, Steven J. Hoff. Publié par l'American Society of Agricultural Engineering. St. Joseph, Michigan. 49085-9659, pp. 78-85.
- Jacobson, L.D., C.J. Clantont, D.R. Schmid, C. Radman, R.E. Nicolai et K.A. Janni. 1997. Comparison of Hydrogen Sulfide and Odor Emissions from Animal Manure Storages. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, pp. 405-412.

- Kemme, P.A., A.W. Jongbloed, B.M. Dellaert et F. Krol-Kramer. 1993. The Use of a Yucca Schidigera Extract as 'Urease Inhibitor' in Pig Slurry. Dans Nitrogen Flow in Pig Production and Environmental Consequences. Édité par M.W.A Verstegen, L.A. den Hartog, G.J.M. van Kempen et J.H.M. Metz, pp. 330-335.
- Klarenbeek J.V. et M.A. Bruins. 1988. Ammonia Emissions from Livestock Buildings and Slurry Spreading in the Netherlands. Volatile Emissions from Livestock Farming and Sewage Operations. Edited by Nielsen, V.C., J.H. Voorburg & P. L'Hermite. Elsevier Applied Science, London, pp. 73-84.
- Kaufmann, R. 1997. Deep Litter Fermentation Systems for Fattening Pigs (technical Improvements, Nutrient Balance). Livestock Environment V. Texte du Fifth International Symposium. Édité par R.W. Bottcher et S.J. Hoff. American Society of Agricultural Engineering. St. Joseph, Michigan 49085-9659, pp. 718-724.
- Krieger, R., J. Hartung et A. Pfeiffer. 1993. Experiments with a Feed Additive to Reduce Ammonia Emissions from Pig Fattening Housing - Preliminary Results. Dans Nitrogen Flow in Pig Production and Environmental Consequences. Édité par M.W.A Verstegen, L.A. den Hartog, G.J.M. van Kempen et J.H.M. Metz, pp. 295-300.
- Lais, S., E. Hartung and T. Jungbluth. 1997. Reduction of ammonia and odour emissions by bioscrubbers. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, pp. 533-536.
- Leake, L.L. 1996. Mist product helps cut odor. FIN. Janvier, p. 120.
- Lee, P.A. et R.M. Kay. 1997. Economic Implication of Reduced Crude Protein Diets for Pigs to Reduce Ammonia Emissions. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, pp. 699-706.
- Luxen, P. 1994. Pertes par volatilisation après épandage de lisier sur prairies permanentes. Fourrages. 140, 559-565.
- Martinez, J., F. Guiziou et V. Gueutier. 1996. Émissions de méthane au cours du stockage des déjections animales. Agriculture et gaz à effet de serre. Dossier de l'Environnement de l'INRA no. 10, pp. 17-22.
- Menzi, H. et P.E. Katz. 1997. A Differentiated Approach to Calculate Ammonia Emissions from Animal Husbandry. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, pp. 35-42.
- Miner, J.R. et K.W. Suh. 1997. Floating Permeable Covers to Control Odor from Lagoons and Manure Storages. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, pp. 435-440.
- Moal, J.F., J. Martinez, F. Guiziou et C.M. Coste. 1995. Ammonia Volatilization Following Surface-Applied Pig and Cattle Slurry in France. Journal of Agricultural Science 125: 245-252.
- Pahl, O., C. H. Burton et A.J. Biddlestone. 1997. N₂O Emission from Redox Controlled Aeraobic Treatment of Pig Slurry. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, pp. 93-99.
- Pain, B.F. 1994. Odours from Landspreading Livestock Wastes. Animal Waste Management. REUR Technical Series 34. FAO, Rome, pp. 151-155.
- Pain, B.F., V.R. Phillips, J.F.M. Huijsmans et J.V. Klarenbeek. 1991. Anglo-Dutch experiments on odour and ammonia emissions following the spreading of piggery wastes on arable land. Rapport 91-9, December 1991, prijs f 25, -. IMAG-DLO, IGER and Silsoe Institute. Dienst Landbouwkundig Onderzoek. Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen, p. 28.

- Paul, J.W. et E.G. Beauchamp. 1989. Relationship between Volatile Fatty Acids, Total Ammonia, and pH in Manure Slurries. *Biological Wastes*. 29, 313-318.
- Reitz, P. et H. D. Kutzbach. 1997. Accuracy of a Windtunnel System for Measuring Ammonia Emissions after Slurry Application. *Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre*, pp. 595-602.
- Roelofs, J.G.M. et A.L.F.M. Houdijk. 1991. Environmental Effects of Ammonia. *Odour and Ammonia Emissions from Livestock Farming*. Edited by V.C. Nielsen, J.H. Voorburg and P. L'Hermite. Elsevier Applied Science, pp. 10-16.
- Schafer, K., S. Emeis, K. Hoechstetter, O. Reitebuch, A. Sedimaier, M. Stockhause, R. Sussmann et T. Trickl. 1997. Determination of Gaseous Emission Rates from Livestock Buildings and Manure Spreading by FTIR Open-path Spectroscopy and Inverse Dispersion Modeling. *Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre*, pp.169-174.
- Schatzchen, O. et H. Kuhl. 1993. The Nitrogen Flow and Ammonia Emissions in a Pig Facility and its Share in the N-Load to the Agroecosystem. Dans *Nitrogen Flow in Pig Production and Environmental Consequences*. Édité par M.W.A Verstegen, L.A. den Hartog, G.J.M. van Kempen et J.H.M. Metz, pp. 374-379.
- Scholten, R., J.V. Klarenbeek et M.A. Bruins. 1988. Control of Ammonia Emissions with Biofilters and Bioscrubbers. *Volatile Emissions from Livestock Farming and Sewage Operations*. Édité par Nielsen, V.C., J.H. Voorburg & P. L'Hermite. Elsevier Applied Science, London, pp. 196-208.
- Schulte, D.D. 1997. Critical Parameters for Emissions. *Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre*, pp. 23-34.
- Schurer, E. et H.D. Kutzbach. 1997. Development of a Chamber System to Measure Emissions of Nitrous Oxide after Slurry Application on Grassland. *Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre*, pp. 603-606.
- Siemers, V. et H. Van den Weghe. 1997. Biofilter/Wetscrubber Combinations for the Reduction of Ammonia, Odour and Dust Emissions of Pig Fattening Houses. *Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre*, pp. 537-544.
- Sommer, S.G., H. Mikkelsen et J. Mellqvist. 1995. Evaluation of Meteorological Techniques for Measurements of Ammonia Loss from Pig Slurry. *Agricultural and Forest Meteorology* 71: 169-179.
- Sommer, S.G., B.T. Christensen, N.E. Nielsen et J.K. Schjorring. 1993. Ammonia Volatilisation During Storage of Cattle and Pig Slurry: Effect of Surface Cover. *Journal of Agricultural Science* 121: 63-71.
- SRI - Silsoe Research Institute. 1995a. Waste engineering. Annual Report 1994-1995. Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe, Bedford, MK45 4HS, pp. 36-37.
- Thelosen, J.G.M., B.P. Heitlager et J.A.M. Voermans. 1993. Nitrogen Balances of Two Deep Litter Systems for Finishing Pigs. Dans *Nitrogen Flow in Pig Production and Environmental Consequences*. Édité par M.W.A Verstegen, L.A. den Hartog, G.J.M. van Kempen et J.H.M. Metz, pp. 318-323.
- Turgeon, N., J.-L. Fanlo, P. Lessard, G. Buelna et C. Gracian. 1997. Traitement de mélanges gazeux odorants (NH₃ et H₂S) par la biofiltration sur boues granulees. (NH₃ and H₂S odours treatment by granular sludge biofilter). *Compte rendu de la 4ième Conférence Internationale sur la caractérisation et le contrôle des émissions d'odeurs et de CVOs. 20 au 22 octobre. Montréal, QC, Canada*, pp. 222-237.

- van Brakel, C.E.P., G.B.C. Backus et N. Verdoes. 1997. Costs of New Housing Systems for Pigs with Low Ammonia Emission. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, 691-697.
- VDI - Verein Deutscher Ingenieure. 1992. Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre - Dispersion of pollutants in the atmosphere - Gaussian dispersion model for air quality management. VDI 3782 Part 1.
- VDI - Verein Deutscher Ingenieure. 1991. Biologische Abgas-/Abluftreinigung - Biofilter. Biological Waste Gas/Waste Air Purification - Biofilters. VDI 3477, 32 p. Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN.
- Verdoes, N. et N.W.M. Ogink. 1997. Odour Emission from Pig Houses with Low Ammonia Emission. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, pp. 317-325.
- Voorburg, J.H. 1994. Farmer's Options to Reduce Odour and Ammonia Emissions from Animal Buildings and Storage. Animal Waste Management. REUR Technical Series 34. FAO, Rome, pp. 5-17.
- Williams, A.G. et E. Nigro. 1997. Covering Slurry Stores and Effects on Emissions of Ammonia and Methane. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, pp. 421-428.

Abstract ou résumé de publications intéressantes

- Amon, M., M. Dobeic, T.H. Misselbrook, B.F. Pain, V.R. Phillips et R.W. Sneath. 1995. A farm scale study on the use of De-Odorase for reducing odour and ammonia emissions from intensive fattening piggeries. Bioresource Technology (United Kingdom), V. 51(2/3), pp. 163-169.

Une expérience a été réalisée à une grande porcherie de croissance-finition en Slovenia. Différents groupes de 600 porcelets sevrés étaient gardés dans différentes chambres d'engraissement pendant 60 jours (de l'âge 24 à 84 jours). Toutes les chambres étaient ventilées mécaniquement et avaient des planchers complètement lattés où le lisier était conservé. De-Odorase était ajouté à la ration pour les animaux des groupes traitement aux taux recommandés par les fournisseurs, c.à.d. 65 g/ton. De-Odorase était aussi ajouté quotidiennement (32 g dilué dans 10 L d'eau) dans la partie haute des dalots à lisier. Une fois par semaine, la concentration en NH₃ dans l'air à l'intérieur de chaque chambre d'engraissement était mesurée à quatre différentes positions à l'aide de tubes Dragger, et le taux de ventilation était évalué en considérant la section des ventilateurs et la vitesse de l'air y sortant de chacun d'eux. De plus, des échantillons d'air étaient pris directement à la sortie de chacun des trois ventilateurs de chaque chambre et leurs concentrations en odeur ont été mesurées par olfactométrie. De cette manière des valeurs d'émissions de NH₃ et d'odeurs étaient calculées hebdomadairement. La concentration en NH₃ était significativement plus faible (P = 0.001) dans les chambres traitées au De-Odorase comparativement aux chambres non-traitées. La moyenne de réduction de concentration de NH₃ sur une période de 7 semaines était de 26%. Les émissions de NH₃ étaient aussi réduites de 26% par l'usage de l'additif. Cette réduction était significative à P = 0.048. Ni la concentration en odeur ni le taux d'émission d'odeurs n'ont été significativement réduits par l'utilisation de l'additif. L'utilisation de l'additif n'a pas eu d'influence significative sur le taux de croissance des porcs.

- Apsimon, H.M. et M. Kruse-Plass. 1991. The role of Ammonia as an Atmospheric Pollutant. Odour and Ammonia Emissions from Livestock Farming. Édité par V.C. Nielsen, J.H. Voorburg et P. L'Hermite. Elsevier Applied Science, pp. 17-20.

L'ammoniaque joue un rôle important dans la chimie atmosphérique et dans les précipitations acides. Le problème de pollution causé par le NH₃ est considéré sur une base internationale car son transport se fait

sur de longues distances. L'importance des dépositions acides n'a pas été largement considérée dans les dernières années. Avec l'intensification des élevages et de l'utilisation des fertilisants, les émissions de NH_3 en Europe proviennent maintenant de manière prédominante des activités agricoles. Le devenir du NH_3 dans l'atmosphère est complexe. La modélisation a été utilisée pour étudier le transport du NH_3 et ses interactions avec d'autres composés acidifiants (H , Cl , HNO_3 et H_2SO_4).

Hendriks, J.G.L. et M. G.M. Vrieling. 1997. Reducing Ammonia Emission from Pig Houses by Adding or Producing Organic Acids in Pig Slurry. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Textes de conférence internationale tenue à Vinkeloord, The Netherlands. 6 - 10 Octobre, pp. 493-501.

L'acidification ou une valeur de pH pour le lisier à 4,5, réduit de manière significative les émissions de NH_3 . Toutefois des désavantages sont associés à l'usage d'acide minéral abrasif lorsque l'on considère la manutention et la valeur fertilisante du lisier. Une nouvelle méthode utilisant de l'acide lactique (concentrée à 50%) présente quelques avantages pour la réduction des émissions et aussi pour la manipulation de l'acide et du lisier acidifié. Pour l'acidification du lisier à une valeur de pH de 4 à 5, il faut ajouter de l'acide lactique (concentrée à 50%) à environ 5% du volume. Une telle réduction de la valeur du pH mène à une réduction de 90% des émissions d'ammoniaque et de méthane. Les émissions d'oxydes nitreux viennent seulement de lisier non-acidifié qui est entreposé sur une longue période et dans ces conditions, ces émissions se produisent seulement lorsque les émissions de NH_3 ont diminué considérablement. Les effets sur la réduction des émissions sont aussi vus lors de l'épandage et aucun effet négatif du lisier acidifié n'a été détecté sur les sols et les plantes; d'ailleurs les résultats ont montré des rendements supérieurs en culture. Les coûts spécifiques associés à l'acidification des lisiers sont comparables à ceux des biofiltres et biolaveurs, toutefois la réduction potentielle de NH_3 est de 3 à 5 fois plus élevée.

Pain, B.F., V.R. Phillips, J.F.M. Huijsmans et J.V. Klarenbeek. 1991. Anglo-Dutch experiments on odour and ammonia emissions following the spreading of piggery wastes on arable land. Rapport 91-9, Décembre 1991, prijs f 25, -. IMAG-DLO, IGER and Silsoe Institute. Dienst Landbouwkundig Onderzoek. Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen, pp. 28.

Des expériences ont été réalisées par des chercheurs des Pays Bas et du Royaume Uni pour évaluer les émissions d'odeurs et de NH_3 (OAE) suivant l'épandage du lisier de porc sur les sols arables. Une emphase a été mise par l'équipe des Pays Bas sur la réduction des émissions de NH_3 pendant que l'équipe du Royaume Uni a porté plus d'attention à la réduction des émissions d'odeurs. Le labour est un bon moyen de réduire les OAE car le lisier exposé à l'air est grandement diminué ce qui augmente d'autant plus le contact du NH_4^+ avec les colloïdes du sol ce qui entraîne une réduction des émissions de NH_3 . Les recherches étaient réalisées en épandant du lisier sur des sols argileux et aussi des sols sableux pour différentes techniques d'enfouissement (charrue, cultivateur et herse à dents) pour évaluer leur capacité à contrôler les OAE. Différentes techniques de gestion des lisiers ont aussi été testées pour leurs émissions de NH_3 (séparation de solide-liquide, entreposage du lisier sous le plancher latté pour toute la période de croissance-finition et l'évacuation du lisier de manière hebdomadaire et l'entreposage dans un réservoir fermé). Les résultats ont montré que tous délais dans l'incorporation résultent en de plus importantes OAE; plus long sera le délai plus il y aura de OAE. L'incorporation par le labour a donné de meilleurs résultats dans les sols argileux et pour les sols sableux, l'utilisation de la charrue ou du rotoculteur était intéressante. L'utilisation du cultivateur a donné les résultats les moins intéressants dans les sols argileux et sableux. Cependant pour les odeurs, des réductions substantielles n'ont été obtenues que seulement lors de l'injection directe dans les sols argileux et retarder l'incorporation n'a pas eu d'effets significatifs sur les niveaux d'émissions. Des différences significatives ont été obtenues entre différentes pièces de

machinerie et le labour s'est avéré être le plus efficace pour la réduction des odeurs. Pour ce qui est des différentes techniques de gestion des lisiers dans le bâtiment, aucune différence significative n'a été mesurée au niveau des émissions de NH_3 lorsque le lisier était évacué hebdomadairement comparé à l'enlèvement seulement à la fin de la période d'engraissement. La technique de séparation s'est avérée être plus efficace pour la réduction des émissions de NH_3 après l'épandage car les pertes provenant des urines étaient à moins de 20% comparativement au lisier(contrôle) et les pertes de la partie solide étaient équivalentes à celle du contrôle.