

## Colloque en agroenvironnement

Le respect de l'environnement : tout simplement essentiel!

27 novembre 2008, Drummondville

Merci à nos partenaires financiers :



---

# Problématiques environnementales émergentes en production animale

**Stéphane GODBOUT\***, P.Eng., Ph.D., ingénieur, agronome, chercheur  
\*IRDA, Québec

Préparée en collaboration avec :

**Frédéric P. PELLETIER\***, M.Sc., ing., professionnel de recherche

**Lorie HAMELIN\***, ing. jr, professionnelle de recherche

**Stéphane P. LEMAY\***, P.Eng. Ph.D., ing., chercheur

**Martin BELZILE\***, M.Sc., ing. jr, professionnel de recherche

**Marc R. LAVERDIÈRE\***, Ph.D., agr. Directeur scientifique

**Caroline CÔTÉ\***, Ph.D., agronome, chercheuse

**Marcel GIROUX\***, M.Sc., agronome, chercheur

**Francis POULIOT**, MBA, ing., Centre de développement du porc du Québec

**Sylvain QUESSY**, DMV, Ph.D., professeur titulaire, FMV, Université de Montréal

---

Cette conférence a été présentée lors de l'événement et a été publiée dans le cahier des conférences.



Pour commander le cahier des conférences, consultez [le catalogue des publications du CRAAQ](#)

# PROBLÉMATIQUES ENVIRONNEMENTALES ÉMERGENTES EN PRODUCTION ANIMALE

## FAITS SAILLANTS

Au cours des prochaines décennies, le contexte mondial, à savoir l'augmentation de la population et l'intensification de la globalisation des marchés, est susceptible d'imposer des changements en production animale tant au niveau de la façon de produire qu'au niveau du produit lui-même. De grands défis devront être relevés puisque plusieurs problématiques émergentes auront des impacts majeurs sur notre environnement. Les grandes problématiques peuvent être regroupées dans les catégories telles que l'atmosphère et la qualité de l'air, la qualité de l'eau et des sols, et l'énergie. Chacune des problématiques reliées à ces catégories devra être examinée en tenant compte de contraintes sociales et économiques souvent en contradiction. Plus spécifiquement, au niveau de la production animale au Québec, six grandes problématiques émergent, soit : les émissions d'ammoniac, les bioaérosols, les éléments traces dans l'eau et les sols, le besoin en énergie non fossile et renouvelable, les déplacements de polluants et le développement de pratiques agricoles intégrées. Quelques actions sont également ciblées à différentes échelles, dont le développement de nouveaux concepts de bâtiments et d'outils d'aide à la décision.

## INTRODUCTION

### Contexte mondial

Le contexte environnemental mondial est dominé par la problématique des changements climatiques. Selon le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD, 2007), le changement climatique sera le défi du 21<sup>e</sup> siècle exerçant la plus grande influence sur les perspectives du développement humain. En effet, les changements climatiques auront un impact sur la biodiversité, les précipitations, les températures, la recrudescence de certaines maladies et toucheront directement tous les pays. Le cœur du problème des changements climatiques est le dépassement de la capacité de la terre à absorber le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et d'autres gaz à effet de serre (GES) (PNUD, 2007). C'est d'ailleurs pour cette raison que les changements climatiques sont intimement liés à la consommation d'énergie fossile. Les émissions directes de GES (fermentation entérique, gestion des fumiers, utilisation des sols) provenant de l'agriculture représentent entre 10 et 12 % des émissions totales mondiales. En ajoutant les émissions indirectes (production et distribution des fertilisants, opérations culturales, conversion des terres), la contribution de l'agriculture varie entre 17 et 32 % du total des émissions de GES (Bellarby *et al.*, 2008). Au niveau mondial, le secteur des productions animales (incluant les émissions directes et indirectes) est responsable de 9 % des émissions anthropogéniques de GES (Steinfeld *et al.*, 2006). L'élevage animal, en tant qu'activité économique tributaire des ressources naturelles, ne peut qu'être affecté par un changement du climat.

D'un point de vue économique, le secteur des productions animales représente 40 % des produits agricoles mondiaux, en plus d'être socialement et politiquement très significatif. Actuellement, les augmentations de la population et des revenus couplées à la globalisation des marchés changent les habitudes alimentaires et accroissent de façon importante la demande en produits alimentaires d'origine animale. Il est prévu que la consommation mondiale de viande double entre 1999 et 2025, passant de 229 millions à 465 millions de tonnes annuellement (Steinfeld *et al.*, 2006). Selon ces mêmes auteurs, le secteur des productions animales émergera comme un des trois plus importants contributeurs aux problématiques environnementales, et ce, autant à l'échelle locale que mondiale. Toutefois, ce secteur dispose d'un large potentiel de moyens de réduction des impacts, et ce, à des coûts raisonnables.

Sous un autre angle, l'agriculture (incluant le secteur des productions animales) est appelée à jouer un rôle majeur afin de combler le besoin en énergie de source non fossile et renouvelable et, conséquemment, les besoins en sécurité énergétique. En effet, sur la base d'un scénario de référence, la demande mondiale en énergie primaire devrait augmenter de 53 % entre 2004 et 2030 (OECD/IEA, 2006). L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) soutient par ailleurs que ce siècle pourrait voir le passage d'une économie basée sur les combustibles fossiles à une économie basée sur la bioénergie (FAO, 2006). Les énergies à base de biomasse ont pour avantage de ne pas ajouter de carbone lors de leur combustion dans le cycle du carbone. Donc, en théorie, ces énergies dites « vertes » n'amplifieront pas le problème de changement climatique. Toutefois, il est possible que leur procédé de production puisse entraîner des impacts environnementaux non négligeables. D'ailleurs, selon Johnson (2008), l'énergie est le « trou noir » du développement durable. La demande en intrants d'origine agricole pour la production d'énergie entre directement en compétition avec les demandes du secteur des productions animales. Ces dernières sont et seront confrontées à une hausse du prix des moulées puisque certains des constituants ciblés pour la production d'énergie servaient d'ingrédients de base pour l'alimentation.

De plus, il faut ajouter les besoins des consommateurs au niveau planétaire, lesquels sont à la recherche de produits de bonne qualité et à un prix abordable. Le critère « prix » est généralement celui qui motive les choix d'achats pour la majorité des consommateurs; ceux-ci n'hésitent pas à acheter un produit importé moins cher même si sa qualité est inférieure ou incertaine, comparativement à un produit local plus cher.

### **Au Québec**

Le Québec est tributaire de ce contexte et n'y échappe pas. Avec la venue de nouvelles techniques d'élevage et de leur automatisation, les producteurs agricoles québécois des années 1970 n'ont cessé d'augmenter leurs troupeaux et d'agrandir leurs installations, particulièrement dans les domaines de la volaille et du porc. L'élevage animal fait donc face, depuis quelques années, à une forte pression sociale sur le territoire québécois (CSE, 2000) en raison, entre autres, du phénomène de concentration des entreprises agricoles dans les régions spécifiques plus propices à l'élevage animal.

Entre 1981 et 2001, le nombre de fermes porcines au Québec a diminué, passant de 3 322 à 2 199. Toutefois, le nombre de porcs produits annuellement s'est accru, passant de 4,8 à 7,7 millions entre 1994 et 2004 (CDPQ, 2005). La production porcine est un bon exemple de l'effet des différentes pressions. Cette production a, sous l'effet des pressions de toutes sortes, augmenté de façon importante son efficacité et sa capacité de production pour subséquemment subir des pressions contraires visant la réduction du niveau de production. Cette augmentation de la production ne s'est pas réalisée uniformément sur l'ensemble du territoire, ce qui s'est traduit par l'apparition de zones de concentration de production animale. L'accroissement de la production et sa concentration géographique, jumelés à la gestion liquide des effluents dans 98 % des exploitations (CDPQ, 2005), ont engendré plusieurs problématiques de nature environnementale (ex. : détérioration de la qualité de l'eau et de l'air) et de cohabitation en milieu rural (ex. : propagation des odeurs).

Dans l'ensemble, les producteurs québécois subissent des pressions de la société et sont encadrés par des contraintes environnementales strictes. Ces problèmes ne sont pas nécessairement les mêmes sur toute la planète et sont l'apanage des pays développés. Dans le présent texte, seules les problématiques environnementales seront abordées; toutefois il est essentiel de bien prendre en compte les contextes social et économique dans lesquels ces problématiques évoluent. Les trois composantes (environnement, économie et société) sont à la base du concept du développement durable.

## **LES PROBLÉMATIQUES ENVIRONNEMENTALES**

### **Les grandes catégories**

À l'échelle mondiale, plusieurs personnalités publiques ont discuté d'agriculture et d'environnement. Par exemple, l'ancien président des États-Unis, Bill Clinton, lors d'une allocution devant plus de mille ingénieurs agricoles au Minnesota (États-Unis) en 2007, mentionnait que les trois principaux défis à relever dans un proche avenir par le milieu agricole consisteront à nourrir la planète dans un contexte de i) diminution des ressources naturelles, ii) de changements climatiques et iii) d'augmentation de la population mondiale. Certains groupes tels Greenpeace et la FAO ont également sonné l'alarme. Selon le premier groupe, les activités agricoles occasionnent des impacts environnementaux importants (principalement par rapport au changement climatique), mais présentent un important potentiel de mitigation (Bellarby *et al.*, 2008).

Par ailleurs, Steinfeld *et al.* (2006) ont déterminé les six grands enjeux auxquels devront faire face les intervenants du milieu agricole. Ces enjeux sont les changements structuraux de la production animale et leurs impacts, la dégradation des sols, l'atmosphère et le climat, l'eau, la biodiversité et les politiques visant à réduire les impacts.

Selon Bellarby *et al.* (2008) et PNUD (2007), les changements climatiques constituent l'un des problèmes les plus critiques affectant l'environnement planétaire et le développement humain. Selon la littérature et la réalité agricole québécoise, les grandes problématiques environnementales peuvent être regroupées en fonction des quatre grandes ressources dont la vie sur terre dépend, soit l'atmosphère (l'air), les sols, l'eau et l'énergie. De plus, il est important de souligner que ces ressources doivent être non seulement disponibles, mais aussi de qualité.

## **L'atmosphère et la qualité de l'air**

La notion de la qualité de l'air regroupe les émissions de gaz, d'odeurs et de bioaérosols. Les principaux gaz reliés aux productions animales sont l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), le gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ), le méthane ( $\text{CH}_4$ ), le monoxyde de carbone ( $\text{CO}$ ), le protoxyde d'azote ( $\text{N}_2\text{O}$ ) et le sulfure d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{S}$ ). La majorité de ces gaz proviennent des déjections animales et le reste provient des animaux eux-mêmes (Pelletier *et al.*, 2004).

Les principaux impacts des émissions de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  et  $\text{N}_2\text{O}$  sur l'environnement sont le réchauffement climatique, ces trois gaz contribuant à l'effet de serre. Tel que mentionné précédemment, les émissions directes agricoles représentent de 10 à 12 % des émissions de GES mondiales. En équivalent  $\text{CO}_2$ , les émissions de  $\text{N}_2\text{O}$  provenant des sols agricoles représentent 38 % de toutes les émissions de GES d'origine agricole, le méthane provenant de la fermentation entérique représente 32 %, le brûlage de la biomasse émet environ 12 %, la production de riz compte pour 11 % et la gestion des fumiers pour 7 % (Bellarby *et al.*, 2008). De plus, Steinfeld *et al.* (2006) indiquaient que, compte tenu de l'importante augmentation de la production, les impacts environnementaux par unité animale produite devraient être coupés de moitié par rapport à leur niveau actuel pour éviter une augmentation des dommages. McMichael *et al.* (2007) ont, quant à eux, calculé qu'en assumant une augmentation de la population mondiale de 40 % d'ici 2050 et aucune avancée sur le plan des pratiques de réduction de GES, la consommation mondiale de viande devrait chuter à 90 g/personne/jour, et ce, seulement pour stabiliser les émissions des GES du secteur des productions animales.

L'ammoniac est l'un des gaz d'origine agricole rapporté comme ayant le plus d'effets sur l'agroécosystème (Schiffman *et al.*, 2001; Copeland, 2006). Au niveau mondial, les émissions d'ammoniac provenant de l'activité humaine estimées pour l'année 1990 varient entre 43 à 52 millions de tonnes (Galloway *et al.*, 2004). Environ 94 % de ces émissions sont attribuées au secteur agricole (Galloway *et al.*, 2004). De ce pourcentage, les auteurs rapportent qu'environ 52 % proviendraient des déjections animales. De façon similaire, Steinfeld *et al.* (2006) rapportent que parmi les émissions mondiales d'ammoniac provenant de l'activité humaine, 64 % proviendraient de l'élevage animal. Au Canada, l'agriculture représente la plus importante source d'augmentation des émissions d'ammoniac (Kurvits et Marta, 1998). En 2006, ce secteur d'activité représentait à lui seul 90 % du total des émissions d'ammoniac au pays (Environnement Canada, 2008).

Les émissions de NH<sub>3</sub> sont responsables de l'acidification des sols et des cours d'eaux, de l'eutrophisation des cours d'eau, génèrent une diminution de la biodiversité et ont un effet indirect sur les changements climatiques, puisque l'ammoniac peut être transformé en N<sub>2</sub>O (IPCC, 2006). De plus, une fois dans l'atmosphère, l'ammoniac peut réagir avec du dioxyde de soufre ou avec l'ozone pour produire des aérosols, incluant les sulfates et les nitrates d'ammonium (Schiffman *et al.*, 2001).

Les odeurs associées aux productions animales sont causées par un mélange complexe de plusieurs composés chimiques. De par ses caractéristiques, son alimentation et ses déchets, l'animal produit des gaz et des poussières qui sont à l'origine des odeurs. La majeure partie des odeurs est produite par la décomposition des fumiers et des lisiers. Que ce soit dans les bâtiments, lors de l'entreposage ou encore à la reprise, la quantité d'odeurs produite est fonction de la surface de contact entre l'effluent et l'air, et ce, peu importe la race de l'animal, le type de bâtiment, le mode de gestion des lisiers ou des fumiers (Pelletier *et al.*, 2004). Les odeurs ne sont pas vraiment un problème environnemental, mais plutôt à l'origine des problématiques de cohabitation.

Les bioaérosols et les poussières ont fait l'objet de plusieurs études, principalement en Europe et aux États-Unis. Les poussières elles-mêmes ont été étudiées dans un contexte de santé humaine et animale. Entre autres, leur granulométrie a un impact important, puisqu'elle dicte souvent à quelle profondeur ces particules pourront pénétrer dans le système respiratoire et ainsi causer des problèmes de santé (Nicolai et Hofer, 2008; Lee *et al.*, 2008; Zhao *et al.*, 2008). Toutefois, d'un point de vue environnemental, les poussières renferment généralement un grand nombre de polluants et microorganismes variés et elles peuvent ainsi agir en tant que vecteur de certaines maladies, principalement animales. L'ensemble est appelé bioaérosols. Les principaux constituants des bioaérosols en production animale sont des cellules et des fragments de spores (ex. : virus, bactéries, spores de champignons, etc.) et plusieurs particules de poussières organiques et inorganique (Cox et Whates, 1995). Également, les mêmes auteurs signalent la présence d'un effet synergique lorsque se retrouvent dans un même milieu virus, bactéries, poussières et gaz tels que l'ammoniac. Ces effets synergiques sont difficiles à comprendre et à prédire. Même si les microorganismes dangereux sont relativement peu nombreux et généralement non transférable à l'humain, quelques événements inquiétants se sont produits aux cours des dernières années, dont la fièvre aphteuse, l'encéphalopathie spongiforme bovine (SRRP) et la grippe aviaire. La globalisation, l'intensification de la production, la proximité des unités d'élevage, l'augmentation de la circulation entre les pays et le réchauffement climatique (augmentation de la température moyenne) sont en partie responsables de l'apparition de ces événements.

### **La qualité des sols et de l'eau**

L'une des principales problématiques reliée au sol est l'excédent de phosphore qui y est retrouvé en plusieurs endroits. Le phosphore est responsable de la prolifération d'algues dans plusieurs lacs du Québec à la suite de sa migration vers les plans d'eau par

ruissellement, traitement inadéquat des eaux usées. Toutefois, depuis quelques années, les autorités ont agi en implantant des réglementations spécifiques. Le *Règlement sur les exploitations agricoles* (REA) a remplacé en 2002 le *Règlement sur la réduction de la pollution d'origine agricole* (RRPOA), lui-même mis en place en 1997, et s'applique aux élevages d'animaux et aux installations d'élevage de ces animaux, aux ouvrages de stockage de leurs déjections et à l'épandage de celles-ci, ainsi qu'aux caractéristiques des parcelles de sol utilisées pour les cultures. Il a pour objet d'assurer la protection de l'environnement, particulièrement celle de l'eau et du sol, contre la pollution causée par certaines activités agricoles. La mise en place de ce règlement exige l'atteinte d'un équilibre entre la capacité de support en phosphore des sols et la quantité épandue de matières fertilisantes d'ici 2010, selon un échancier qui établit l'atteinte progressive des objectifs. Depuis le 15 juin 2003, tout exploitant de lieux d'élevage ou d'épandage doit fournir annuellement un bilan du phosphore apporté sur les terres disponibles, et ce, à partir de la quantité annuelle de phosphore présent dans les effluents du cheptel, auquel s'ajoutera le phosphore de toutes autres matières fertilisantes utilisées.

Une autre problématique a été soulevée par certains auteurs. Il s'agit des éléments ou matières présents au niveau de traces dans les déjections. Ces éléments peuvent s'accumuler dans l'environnement, dans les eaux, dans les sols et dans les organismes et pourront même entraîner des problèmes environnementaux importants.

Les principaux éléments relevés dans la littérature sont les éléments traces métalliques. Chaque année, environ 31 millions de tonnes d'effluent d'élevage et près d'un million de tonnes de matières résiduelles fertilisantes sont épandues sur les terres agricoles du Québec. Certaines de ces matières fertilisantes contiennent des teneurs relativement élevées en éléments traces métalliques. C'est le cas, par exemple, des lisiers porcins et des boues d'épuration en provenance des eaux usées municipales, qui peuvent contenir des quantités appréciables de cuivre et de zinc. Une application répétée de ces matières fertilisantes peut accroître les teneurs en éléments traces métalliques dans les sols et en augmenter la biodisponibilité, ce qui peut être problématique dans certains cas. Un suivi analytique s'avère donc pertinent pour mesurer leur niveau d'accumulation et prévenir la contamination des sols. La liste des éléments traces métalliques les plus courants comprend des métaux et des métalloïdes, dont certains sont considérés essentiels ou bénéfiques, en faible quantité, pour les plantes ou pour les animaux.

Selon l'inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles du Québec, réalisé par Tabi *et al.* (1990), près de 50 000 ha de sols agricoles ont montré des augmentations significatives de la teneur en éléments traces métalliques dans la couche arable. Actuellement, le phénomène d'accumulation des éléments traces métalliques dans les sols agricoles est observé principalement pour le cuivre et le zinc, en raison d'applications répétées de certains engrais de ferme et certaines matières résiduelles fertilisantes qui en contiennent des quantités non négligeables. Cependant, aucun cas de phytotoxicité n'a encore été rapporté au Québec, bien que des cas aient déjà été observés en Bretagne (Aurousseau, 2001).

La salubrité alimentaire fait l'objet de préoccupations grandissantes partout dans le monde. Les engrais de ferme peuvent contenir des microorganismes potentiellement pathogènes pour l'humain et qui sont introduits dans l'environnement lors des épandages. Une des problématiques les plus souvent évoquées concerne une possible contamination des sols ou des eaux par les microorganismes présents dans les lisiers et fumiers utilisés pour la fertilisation organique. Toutefois, malgré plusieurs tentatives en ce sens, très peu de liens ont pu être établis à ce jour entre les virus et bactéries présents dans les fertilisants organiques et des problèmes de santé chez des humains qui auraient pu être en contact direct ou indirect avec les sols et l'eau.

D'une part, les principaux virus retrouvés lors de problèmes entériques – donc plus susceptibles de se retrouver dans les lisiers chez les animaux d'élevage – n'ont tout simplement pas de potentiel zoonotique démontré. D'autre part, si plusieurs bactéries entériques zoonotiques telles que les salmonelles, les *E. coli* O :157 et les *Campylobacter* peuvent être retrouvées en quantités appréciables dans les déjections, leur survie dans les sols est limitée dans le temps.

Lorsque les règles d'épandage sont respectées, la possibilité que des concentrations significatives atteignent l'eau de consommation apparaît donc très faible. Les très rares cas documentés de contamination de l'eau de consommation par des microorganismes présents dans les déjections animales, par exemple lors de l'épisode de Walkerton, sont reliés à une contamination accidentelle due à une utilisation ou à des structures non conformes.

Ce qui apparaît comme la voie la plus probable d'exposition à des bactéries entériques zoonotiques animales par le biais de l'eau contaminée réside dans l'utilisation d'eau non traitée pour irriguer ou arroser des cultures de fruits et légumes. L'évaluation du risque de transport des microorganismes pathogènes vers l'eau ou sur les cultures destinées à la consommation humaine ou animale représente un défi de taille. Une attention accrue est aussi portée aux impacts indirects des épandages, tels que le transfert de gènes de résistance aux antibiotiques. Il convient donc, dans le contexte québécois, de s'assurer d'une application stricte des normes d'épandage pour diminuer cette exposition potentielle. La mise en place de normes quant aux eaux d'irrigation devrait aussi être envisagée.

## **L'énergie**

Les énergies fossiles ont facilité la mécanisation et permis un développement fulgurant de l'agriculture. Toutefois, cette énergie non renouvelable entraîne des problèmes environnementaux importants tels que le réchauffement de la planète. La problématique majeure est reliée à l'augmentation des besoins en énergie occasionnée par l'accroissement de la population et des besoins des pays en voie de développement. Dans la dernière décennie et de façon plus accentuée à la fin de celle-ci, la production d'énergie de source non fossile s'est développée. Certains pays, tels que la Suède, ont pour objectif d'être complètement indépendants des énergies fossiles d'ici 2020.

En excluant l'électricité (hydraulique, solaire et éolienne) et la combustion directe de la biomasse, les principales formes d'énergies renouvelables sont le biogaz, les biohuiles, les biodiesels et l'éthanol. De façon générale, il existe deux groupes de technologies reconnues pouvant extraire l'énergie emmagasinée dans la biomasse. Le premier groupe concerne les procédés chimiques tels que l'oléochimie et la thermochimie alors que le deuxième concerne les procédés de digestion biologique tels que la biométhanisation et la production d'alcool par fermentation (Chang, 2004). Les biogaz sont généralement obtenus par digestion anaérobie et sont principalement constitués d'un mélange de CH<sub>4</sub> (environ 70 %), de CO<sub>2</sub> et de quelques autres composés en faible concentration, tel le H<sub>2</sub>S. Les biohuiles sont souvent obtenues à l'aide de procédé thermochimique. Les biodiesels sont des carburants obtenus principalement par des procédés oléochimiques et doivent viser à rencontrer les normes des biodiesels (Knothe, 2005). L'éthanol est actuellement obtenu par des procédés de fermentation. Finalement, il existe des chaudières pouvant utiliser directement la biomasse et plusieurs utilisateurs ont d'ailleurs de la difficulté à trouver la matière première (Le Soleil, 2008). Tous ces carburants ont un point en commun; ils sont tous générés à partir de la biomasse (transformée ou non) de provenances diverses, telles que résidus agricoles, forestiers ou municipaux, ou encore de cultures dédiées.

La production d'énergie à partir de biomasse exerce déjà une pression sur les terres agricoles, et ce, autant localement que mondialement. Certains pays ont pris un virage vers la production et l'utilisation de ces énergies. Le Brésil, entre autres, accentue actuellement la production de la canne à sucre dans le but de produire de l'éthanol afin d'exporter à l'échelle mondiale ce carburant liquide « vert ».

## **LES PROBLÉMATIQUES ENVIRONNEMENTALES ÉMERGENTES ET LES PRODUCTIONS ANIMALES QUÉBÉCOISES**

### **L'atmosphère et la qualité de l'air**

#### *Les émissions d'ammoniac*

Même si les GES ont été rapportés comme un enjeu majeur pour la société et la planète, ceux d'origine agricole ne représentent qu'environ 10 à 12 % des émissions canadiennes, tandis que les productions agricoles sont responsables de 90 % des émissions d'ammoniac. Pour le Québec, 91 % des émissions d'ammoniac totales en 2006 étaient dues à l'agriculture et associées à l'élevage animal (80 %) et à l'application de fertilisants (11 %) (Environnement Canada, 2008). En plus de réduire la valeur fertilisante azotée des déjections et autres fertilisants épandus, ces pertes azotées contribuent à accentuer le déséquilibre du cycle de l'azote dans les écosystèmes naturels, ce qui se traduit par l'acidification des sols et des cours d'eau, la diminution de la biodiversité et l'eutrophisation (en raison de l'enrichissement du milieu en azote). De plus, certains auteurs (Toombs, 2003; Steinfeld *et al.*, 2006) attribuent au NH<sub>3</sub> un rôle significatif dans les émissions d'odeurs d'origine agricole. Le NH<sub>3</sub> a par ailleurs été placé parmi les principaux contaminants atmosphériques rapportés dans le projet de *Loi canadienne sur la qualité de l'air*.

L'ammoniac est un gaz hautement volatil, très soluble dans l'eau et dégageant une odeur âcre. Sa formation résulte de la décomposition microbienne de l'azote organique présent dans les déjections et, par conséquent, il existe un potentiel d'émission de  $\text{NH}_3$  dès qu'il y a présence de déjections (EPA, 2005). Les pertes d'ammoniac sont présentes dans plusieurs maillons des activités associées à l'élevage animal (séjour des animaux dans le bâtiment, entreposage des excréments, épandage au champ, etc.). Les émissions provenant du bâtiment représentent à elles seules 30 à 35 % des pertes d'ammoniac reliées à l'élevage animal (Gay et Knowlton, 2005). Dans un bâtiment avec une gestion liquide, les pertes d'ammoniac se produisent principalement au niveau de la surface du plancher latté (60 %) et du caniveau (40 %; Ogink et Kroodsma, 1996). D'ailleurs, Basset-Mens et van der Werf (2005) ont démontré que le bâtiment constitue le point critique en production porcine et qu'une meilleure conception pourrait être un moyen efficace de réduire les émissions d'ammoniac.

Nul doute que l'ammoniac deviendra un enjeu majeur en productions animales au cours des prochaines années, puisque ces dernières sont majoritairement responsables de son émission et que sa mitigation pourrait affecter de façon non négligeable la conception des bâtiments d'élevage. De plus, tel que mentionné précédemment, l'ammoniac joue un rôle dans la formation d'aérosols (matières particulaires fines en suspension dans l'air).

#### *Les bioaérosols*

L'apparition de nouvelles maladies, la circulation accrue des denrées entre les pays et le manque d'information sur les lois physiques régissant le transport des bactéries et virus imposent la prudence. L'impact de ces contaminants sur la santé humaine et animale est également encore méconnu.

À la suite de l'expérience européenne, les émissions de poussières devraient devenir un enjeu majeur dans un avenir rapproché. À cet enjeu s'ajoute le déplacement de bactéries et de virus qui, accrochés sur des poussières, peuvent voyager sur de longues distances, comme le démontrent des recherches récentes, pour se répandre dans l'environnement et contaminer d'autres animaux. Plusieurs inconnues subsistent et devront faire l'objet de recherches, notamment les distances de transport, les conditions de l'air, le type ou la granulométrie de particules favorisant le transport.

Toutefois, cette problématique pourrait entrer en conflit avec les tendances actuelles visant le bien-être animal, notamment les approches par grands groupes ou encore l'accès à des aires extérieures. Les concepteurs devront jongler avec ces contraintes difficiles à satisfaire parce que diamétralement opposées. Par conséquent, tous ces aspects entraîneront une révision en profondeur de la conception et de la construction des bâtiments d'élevage.

## La qualité des sols et de l'eau

### *Les éléments traces dans l'eau et les sols*

Chaque année de grandes quantités de déjections sont appliquées sur les terres agricoles à titre de fertilisant. Ces déjections contiennent des éléments fertilisants tels l'azote et le phosphore ainsi que des éléments métalliques à des niveaux de traces. Quoique la problématique du phosphore demeure actuelle, les différentes législations en place combinées à des programmes d'aide ciblés permettent d'envisager une résorption du problème, ce qui n'est pas le cas pour les éléments métalliques traces au Québec. Les principaux éléments métalliques contenus dans ces déjections sont le cuivre et le zinc. Afin d'éviter les risques de phytotoxicité dans les sols agricoles du Québec, il est important de réduire la quantité des éléments apportés. Ceci amènera de grands défis pour les intervenants en alimentation animale ainsi que pour les vétérinaires.

Les exigences du marché entraînent une sensibilisation croissante des producteurs et de la population en général sur les aspects sanitaires reliés aux pratiques agricoles. En effet, un des inconvénients associés aux productions animales intensives est l'utilisation régulière d'antibiotiques, assez souvent dans les aliments, pour traiter ou prévenir les maladies. Il est inévitable qu'une partie des antibiotiques, sous leur forme native ou sous forme de métabolites actifs, se retrouve dans les déjections animales, et possiblement dans les sols et l'eau à la suite de l'épandage. Toutefois, l'implantation des guides de salubrité à la ferme devrait avoir un impact sur plusieurs éléments, dont la présence de résidus d'antibiotiques dans les engrais de ferme.

Il en est de même, à un degré nettement moindre, avec les hormones (souvent confondues avec les promoteurs de croissance antibiotiques) qui sont principalement utilisées pour accroître ou synchroniser la fertilité. Les impacts appréhendés sont reliés principalement au développement ou transfert de gènes de résistance dans la flore commensale des sols ou le déséquilibre de celle-ci. Le cas échéant, on pourrait craindre une éventuelle exposition de l'homme à des souches bactériennes résistantes par le biais de légumes contaminés ou de l'eau. Les rares données disponibles dans le contexte canadien en ce qui concerne l'impact sur la flore commensale, mieux adaptée, indiquent que celle-ci est assez stable pour ne pas être affectée significativement. Dans le cas du développement ou du transfert de la résistance, les recherches sont à faire pour évaluer ce risque. Il en est de même pour les résidus d'hormones, quoique le facteur de dilution anticipé laisse *a priori* sceptique quant à la possibilité d'un impact quelconque.

Par conséquent, l'hygiène de l'environnement agricole demeure un secteur en développement au Québec et ailleurs dans le monde. Donc, il est probable que l'évaluation des impacts indirects de la gestion des fumiers et lisiers deviendra un enjeu important dans les prochaines années (transfert de gènes de résistance antibiotique, transport des microorganismes pathogènes, etc.).

### *La production d'énergie renouvelable en provenance de la biomasse*

L'énergie renouvelable tirée de la biomasse qui sera le plus en demande dans la prochaine décennie sera sous forme liquide. Cette forme permet un entreposage et une manutention faciles et sécuritaires tout en permettant un mélange à d'autres carburants liquides, qu'ils soient d'origine végétale ou fossile.

Plusieurs industries utilisent actuellement des chaudières ou d'autres équipements faisant intervenir une utilisation de la biomasse comme source d'énergie. Cette biomasse pourra provenir des résidus d'origines diverses, mais également de plantes spécialement cultivées à cette fin, tel le panic érigé.

La production de ces carburants exigera un volume important de biomasse et entraînera une pression sur les systèmes agricoles, et est susceptible de provoquer des changements majeurs dans la manière de produire et d'alimenter les animaux.

Finalement, afin d'être moins tributaires de la disponibilité et du prix de l'énergie et d'être en mesure de mettre en place une production animale durable, les producteurs, tout comme l'ensemble des citoyens, auraient avantage à réduire leur consommation d'énergie. D'ailleurs, Pouliot (2008) démontrait qu'il existait déjà plusieurs solutions simples pouvant être implantées à l'échelle de la ferme et permettant de réduire la consommation d'énergie.

### **Les autres aspects à considérer**

#### *Déplacement des polluants*

Dans un contexte global, il est évident qu'il faut éviter de déplacer les problématiques et les polluants vers d'autres maillons de la chaîne de production alimentaire, ou encore vers d'autres pays. Pour ce faire, les décideurs devront donc adopter des outils appropriés d'aide à la décision afin d'éviter ce déplacement des problèmes. Le récent rapport du commissaire au développement durable du bureau du Vérificateur général du Québec (VGQ, 2007) abonde par ailleurs en ce sens et souligne à maintes reprises que le Québec n'est pas isolé du reste du monde.

#### *Développer des pratiques agricoles intégrées*

Toujours dans le contexte d'une approche holistique, un autre défi que devront relever les décideurs est de bien jauger l'impact du changement de certaines pratiques agricoles telles que la production de bioénergie à l'aide de produits historiquement destinés à l'alimentation humaine. Également, les « chaînes courtes » (ex. : produire local et consommer local) devraient être analysées sur une base holistique afin d'évaluer les impacts sur l'environnement d'une telle approche. Donc, il ne faut absolument pas tomber dans le piège d'une analyse partielle et rapide visant à solutionner des problèmes à court terme au détriment de l'atteinte des objectifs qui sont à plus long terme. Le rapport du commissaire au développement durable du bureau du Vérificateur général du Québec (VGQ, 2007)

souligne par ailleurs cette même nécessité. De plus, les auteurs croient que les décisions prises aujourd'hui, dans le contexte de transition, s'avèreront cruciales pour le positionnement du Québec en matière d'agriculture d'ici la fin de la première moitié du 21<sup>e</sup> siècle.

## CONCLUSIONS ET ACTIONS À CIBLER

Dans le contexte mondial actuel, la table est mise pour une crise « agricole » et énergétique et force est de constater que l'agriculture et principalement les productions animales sont dans une période de grands changements. Dans les années à venir, le contexte mondial et la globalisation des marchés vont amener des changements au niveau de la production animale, et ce, autant dans la façon de produire que dans le produit lui-même. De grands défis devront être relevés, puisque plusieurs problématiques émergentes pourront avoir des impacts majeurs sur notre environnement. Il faudra résoudre ces problématiques environnementales tout en tenant compte des contraintes sociales et économiques qui entrent souvent en contradiction. La qualité de l'expertise disponible devrait permettre au Québec de se positionner comme un leader et un modèle en agroenvironnement. Pour ce faire, il est possible de cibler des actions pouvant être posées à différentes échelles :

- Développer des outils d'aide à la décision basés sur des techniques d'analyse holistique, telles les analyses du cycle de vie. Ces outils permettront d'évaluer des concepts de chaînes courtes et des approches de type « produire et consommer localement »;
- Développer une nouvelle génération de bâtiments d'élevage plus respectueux de l'environnement, intégrant des notions d'efficacité énergétique, de recyclage, de biosécurité (standardisation du traitement de l'air entrant et sortant des bâtiments d'élevage) et de réduction des émissions. Ce développement pourrait être encadré par des nouvelles normes ou exigences de construction basées sur des standards tels LEED et développées par les intervenants du milieu et les principales filières de production animale;
- Développer de nouveaux modèles alimentaires et stratégies d'alimentation plus vertes. Par exemple, l'insertion du triticale comme substitut au maïs dans le modèle alimentaire du porc. La luzerne pourrait également remplacer en partie le soya comme source de protéines. Les cultures de triticale et de luzerne exercent beaucoup moins de pression environnementale et devraient donc être priorisées. Il importe également de développer des rations alimentaires sans éléments métalliques traces en substituant à ces derniers des agents naturels tels les prébiotiques. De plus, la pression sur certaines cultures, résultant entre autres de la production de biocarburant et des changements climatiques, aura pour effet d'augmenter le prix de certains grains et céréales, imposant un changement dans la formulation. De nombreuses analyses du cycle de vie ont démontré que c'est la production de moulée qui génère le plus d'impacts environnementaux en

production animale, et ce, en raison de l'importation de soya, entre autres. Dans un tel contexte, la stratégie globale d'alimentation des animaux devrait être analysée et éventuellement repensée;

- Développer des méthodes ou techniques pour évaluer l'état de « l'hygiène environnementale » reliée aux activités d'élevage;
- Imposer des pratiques d'épandage plus précises et efficaces et mesurer leur impact environnemental;
- Développer chez le consommateur un réflexe de consommation durable et ainsi établir un mariage entre les exigences de qualité et de prix d'achat. Bref, développer une convergence entre l'agriculture et la consommation durable.

## RÉFÉRENCES

Aurousseau, P. 2001. *Les apports de métaux lourds sur les sols de Bretagne*. Conseil scientifique régional de Bretagne. 4 p.

Bellarby J., B. Foereid, A. Hastings et P. Smith. 2008. *Cool farming : Climate impacts of agriculture and mitigation potential*. Campaigning for Sustainable Agriculture. Greenpeace International, Amsterdam, Pays-Bas. 43 p.

Basset-Mens, C. et H.M.G. van der Werf. 2005. *Scenario-based environmental assessment of farming systems : the case of pig production in France*. Agriculture, Ecosystems and Environment. 105 : 127-144.

CDPQ. 2005. *Coup d'œil 2005*. Centre de développement du porc du Québec.

Chang, F. 2004. *Energy and sustainability comparisons of anaerobic digestion and thermal technologies for processing animal wastes*. ASAE Annual Meeting, Ottawa, Ontario, Canada, 1-4 août 2003. Paper #034124.

Copeland, C. 2006. *Air quality issues and animal agriculture : A primer*. Rapport RL-32948. CRS Report for Congress. [En ligne] <http://ncseonline.org/NLE/CRSreports/O6Mar/RL32948.pdf> (Page consultée le 16 octobre 2008).

Cox, C.S. et C. M. Wathes. 1995. *Bioaerosols handbook*. Lewis Publishers. 621 p.

CSE. 2000. *Les risques à la santé associés aux activités de production animale du Québec*. Document de référence. Québec, Québec : ministère de la Santé et des Services sociaux. Comité de santé environnementale du Québec.

- Environnement Canada. 2008. *2006 Air pollutant emissions for Canada*. Version 2, April 8<sup>th</sup>. [En ligne] [http://www.ec.gc.ca/pdb/cac/Emissions1990-2015/emissions\\_e.cfm](http://www.ec.gc.ca/pdb/cac/Emissions1990-2015/emissions_e.cfm) (Page consultée le 15 août 2008).
- EPA. 2005. *National Emission Inventory - Ammonia Emissions from Animal Agricultural Operations*. Revised draft report. 2005. Research Triangle Park, Caroline du Nord : United States Environmental Protection Agency.
- FAO. 2006. *Présentation de la plateforme internationale sur la bioénergie (IBEP)*. Rome, Italie : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- Galloway, J.N., F.J. Dentener, D.G. Capone, E.W. Boyer, R.W. Howarth, S.P. Seitzinger, G.P. Asner, C.C. Cleveland, P.A. Green, E.A. Holland, D.M. Karl, A.F. Michaels, J.H. Porter, A.R. Townsend et C.J. Vörösmarty. 2004. *Nitrogen cycles : past, present, and future*. *Biogeochemistry*. 70 : 153-226.
- Gay, S.W. et K.F. Knowlton. 2005. *Ammonia emission and animal agriculture*. Virginia Cooperative Extension. Publication n° 442-110. Blacksburg, Virginie : Virginia Polytechnic Institute and State University.
- IPCC. 2006. *IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories*. Volume 4. Agriculture, Forestry and Other Land Use. Hayama, Japan : Eggleston H.S., Buendia L., Mowa K., Ngara and Tanabe K. (eds).
- Johnson, P.M. 2008. Conférencier d'honneur. *Production et consommation durables : de la gouvernance au consommateur-citoyen*.
- Knothe, G. 2005. *Dependance of biodiesel fuel properties on the structure of fatty acid alkyl esters*. *Fuel processing technology* 86 : 1059-1070.
- Kurvits, T. et T. Marta. 1998. *Agricultural NH<sub>3</sub> and NO<sub>x</sub> in Canada*. Dans : Proceedings of Nitrogen, the confer-N-s. Noordwijerhout, Pays-Bas. 23-27 mars.
- Lee, J., Y. Zhang, X. Wang, X. Yang, J. Su, B. Faulkner, B.W. Shaw et G. L Riskowski. 2008. *Measurement of particle size distributions in swine buildings*. VIII International Livestock Environment Symposium. CIGR – ASAE – SBEA Technology for All : Sharing the Knowledge for Development. August 31st to September 4th, 2008, Iguassu Falls City, Brazil, 6 p.
- Le Soleil. 2008. *Québec accuse d'improviser*. Cahier « Actualités », vendredi 10 octobre, p. 5.
- McMichael, A.J., J.W. Powles, C.D. Butler et R. Uauy. 2007. *Food, livestock production, energy, climate change and health*. *Lancet*. 370 : 1253-1263.

- Nicolai, R.N. et B.J. Hofer. 2008. *Swine finishing barn dust reduction resulting from an electrostatic space discharge system*. VIII International Livestock Environment Symposium. CIGR – ASAE – SBEA Technology for All: Sharing the Knowledge for Development. August 31st to September 4th, 2008, Iguassu Falls City, Brazil, 7 p.
- OECD/IEA. 2006. *World energy outlook 2006*. Paris, France : OECD/IEA.
- Ogink, N.W.M. et W. Kroodsma. 1996. *Reduction of ammonia emission from a cow cubicle house by flushing with water or formalin solution*. Journal of Agricultural Engineering Research. 63 : 197-204.
- Pelletier, F., S. Godbout, R. Joncas, G. Gingras, A. Marquis et F. Pouliot. 2004. *Connaître et réduire les émissions de gaz, de poussières et d'odeurs reliées aux productions animales*. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire (CRAAQ), Commission de génie agroalimentaire et de l'environnement, 37 p.
- PNUD. 2007. Rapport mondial sur le développement humain 2007/2008. *La lutte contre le changement climatique : un impératif de solidarité humaine dans un monde divisé*. Édité pour le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD).
- Pouliot, F. 2008. *Augmentation des coûts d'énergie au bâtiment : des solutions pour y faire face*. Colloque le Rendez-vous Porcin de l'AQINAC, 5 novembre 2008, 4 p.
- Schiffman, S.S., B. W Auvermann et R. W. Bottcher. 2001. *Health effects of aerial emissions from animal production waste management systems*. Dans : Proceedings of international symposium : Addressing animal production and environmental issues. Raleigh, Caroline du Nord. 3-5 octobre.
- Steinfeld, H., P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales et C. de Haan. 2006. *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The Livestock, Environment and Development (LEAD). Rome, 407 p.
- Toombs, M. 2003. *Lutte contre les odeurs sur les fermes d'élevage de bétail et de volaille*. Agdex 700, commande no. 03-112. ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario, Division de l'agriculture et des affaires rurales.
- VGQ. 2007. *Rapport du Vérificateur général du Québec à l'Assemblée nationale pour l'année 2007-2008*. Tome II. Rapport du commissaire au développement durable. Québec, QC, 160 p.
- Zhao, Y., A.J.A. Aarnink, P.W.G.G. Koerkamp, N.W.M. Ogink et M.C.M. de Jong. 2008. *Removal Efficiency of Dust and Bacteria by Multi-stage Ari Scrubbers in Pig Houses*. VIII International Livestock Environment Symposium. CIGR – ASAE – SBEA Technology for All: Sharing the Knowledge for Development. August 31st to September 4th, 2008, Iguassu Falls City, Brazil, 7 p.