



# EXPLOITATION PORCINE ET GAZ À EFFET DE SERRE

 Fédération des  
producteurs de porcs  
du Québec



# INDEX



SECTION 1	
EXPLOITATION PORCINE ET GAZ À EFFET DE SERRE	1
SECTION 2	
IDENTIFICATION DES BONNES PRATIQUES UTILISÉES SUR L'ENTREPRISE PORCINE (DIAGNOSTIC)	11
SECTION 3	
PLAN DE RÉDUCTION OU D'ÉVITEMENT DES GAZ À EFFET DE SERRE SUR L'ENTREPRISE PORCINE	13
SECTION 4	
RÉFÉRENCES	19

Ce projet a été réalisé dans le cadre du programme Prime-Vert, volet 8.3 - Information et sensibilisation en matière de technologies et de pratiques agricoles visant la réduction ou l'évitement des émissions de gaz à effet de serre avec une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.

La Fédération des producteurs de porcs du Québec (FPPQ) remercie le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) pour son implication et appui financier à la réalisation de ce projet.

## RÉALISATION

Fédération des producteurs de porcs du Québec

## COLLABORATION

Marc-André Ouellet, Coordonnateur du volet information et sensibilisation des émissions de gaz à effet de serre, Direction de l'environnement et du développement durable, MAPAQ

Nancy Lease, Analyste en gaz et effet de serre, Direction de l'environnement et du développement durable, MAPAQ

Marc Trudelle, Conseiller en agroenvironnement, Direction de l'environnement, FPPQ

## RÉVISION LINGUISTIQUE

Carole Duval, secrétaire de direction à la FPPQ  
Stéphanie Paquin, secrétaire à la FPPQ

## CONCEPTION GRAPHIQUE

Groupe Charest inc.





## Introduction

L'effet de serre est un phénomène naturel essentiel au maintien de la biosphère. Cet effet de serre résulte de la présence de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère qui captent la chaleur de l'énergie solaire. Les principaux gaz à effet de serre sont le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), le méthane ( $\text{CH}_4$ ) et l'oxyde nitreux ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Par ailleurs, le méthane et l'oxyde nitreux sont respectivement 21 et 310 fois plus puissants que le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) pour capter la chaleur dans l'atmosphère.

L'utilisation de combustibles fossiles, le déboisement ou la modification de l'affectation des terres et les processus industriels, entre autres, ont fait croître la concentration atmosphérique de ces gaz. Ce phénomène observé par les scientifiques risque d'accroître « l'effet de serre naturel » engendrant ainsi non seulement un réchauffement, mais une perturbation des flux d'énergie entre l'air, l'eau et la terre.

L'inventaire le plus récent des GES estimait les émissions totales de gaz à effet de serre au Canada à 721 Mt d'équivalent de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$  eq) en 2006 (Environnement Canada, 2006). Selon le même inventaire, les émissions de GES reliées au secteur agricole ont contribué à 62 Mt ( $\text{CO}_2$  eq), ce qui représente environ 8,6 % du total des émissions canadiennes.

En 2006, le secteur de l'agriculture au Québec génère 7,5 % des émissions totales de gaz à effet de serre, soit 6,36 Mt d'équivalent de dioxyde de carbone (MDDEP, 2008). Par ailleurs, les émissions de la production porcine, comprenant l'épandage des fumiers comme fertilisants, constituent environ 15 % du total agricole, ce qui représentait moins de 1 % des émissions totales de GES au Québec (Leblanc et Lease, 2008). Cependant, malgré le fait que le secteur porcin n'est pas une source importante d'émissions de GES, il y a parfois un lien entre ces émissions et les odeurs ainsi que l'efficacité de l'utilisation des intrants, d'où la nécessité pour l'industrie porcine de promouvoir la contribution des bonnes pratiques agricoles à réduire ces émissions.

Les procédés à l'origine des émissions de GES dans le secteur agricole sont la fermentation entérique des animaux (bovins laitiers et de boucherie, les moutons et les chèvres), les systèmes de gestion des fumiers ainsi que l'épandage d'engrais et les pratiques culturales (gestion des sols agricoles). Les émissions provenant de la fermentation entérique des animaux et des systèmes de gestion des fumiers et lisiers ont représenté 58 % du total des émissions de GES du secteur agricole en 2006 au Québec. Les émissions de la gestion des sols agricoles se composent des émissions directes d'oxyde nitreux des engrais azotés synthétiques, du fumier et lisier épandus sur les terres cultivées, de la décomposition des débris végétaux, des méthodes de labour et du travail des sols ainsi que des émissions indirectes d'oxyde nitreux provenant de la volatilisation et du lessivage des engrais, des fumiers et lisiers et de l'azote contenu dans les débris végétaux. Ces sources ont représenté 42 % du total des émissions de GES du secteur agricole en 2006 au Québec.

LA RÉPARTITION DES SOURCES AGRICOLES DES GAZ À EFFET DE SERRE AU QUÉBEC EN 2006 APPARAÎT À LA FIGURE 1.

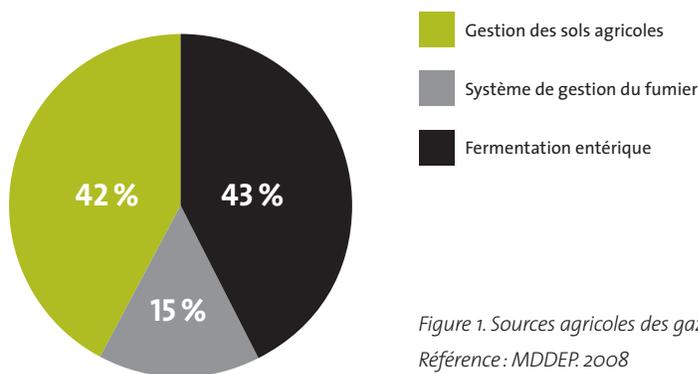


Figure 1. Sources agricoles des gaz à effet de serre au Québec en 2006  
Référence : MDDEP. 2008

## Les émissions de gaz à effet de serre produites par le secteur agricole

Les principaux GES émis par le secteur agricole sont le méthane ( $\text{CH}_4$ ), l'oxyde nitreux ( $\text{N}_2\text{O}$ ) et le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ).

Les principales sources d'émissions de méthane sur les fermes incluent :

- la fermentation entérique en provenance principalement des ruminants (bovins, moutons, chèvres); et,
- les systèmes d'entreposage du fumier liquide dans des fosses.

Les principales sources d'émissions agricoles d'oxyde nitreux impliquent, d'une part, toute la gestion de l'azote (épandage des déjections animales et engrais minéraux) pour la croissance des cultures et, d'autre part, les conditions de drainage des sols agricoles. En effet, l'oxyde nitreux est produit lors de deux transformations biologiques de l'azote minéral : la nitrification qui transforme l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) en nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) et la dénitrification qui réduit le nitrate en azote moléculaire ( $\text{N}_2$ ). Par unité d'azote transformé, la dénitrification produit environ 10 % plus de  $\text{N}_2\text{O}$  que la nitrification et constitue entre 80 % et 90 % des émissions totales d'oxyde nitreux. (Chantigny, M. 2002)

En agriculture, la majorité des émissions de dioxyde de carbone proviennent de :

- la combustion de combustibles fossiles pour le chauffage des bâtiments de ferme, l'utilisation de la machinerie agricole, etc.; et
- les régimes de culture intensive qui entraînent la décomposition rapide de la matière organique.

Par ailleurs, l'entreposage de fumiers solides génère également des émissions d'oxyde nitreux.

## Les émissions de gaz à effet de serre produites par les entreprises porcines

Les émissions de gaz à effet de serre produites par les entreprises porcines proviennent de trois sources distinctes : les bâtiments porcins, les fosses à lisier et les superficies d'épandage.

Dans ce contexte, les sources directes d'émissions de GES incluent le méthane produit et émis à partir du bâtiment d'élevage et des fosses à lisier ainsi que l'oxyde nitreux produit à la suite de l'épandage de l'azote du lisier sur des superficies en culture. L'utilisation de combustibles fossiles comme le propane, l'huile à chauffage, le diesel ou le gaz naturel pour chauffer les bâtiments porcins, produire de l'électricité à la ferme (ex. : génératrice) ou faire fonctionner la machinerie agricole (ex. : travaux de ferme) constitue une source directe d'émissions de dioxyde de carbone.

Les sources indirectes sont celles qui ne sont pas nécessairement produites à la ferme, mais qui sont liées à la production de porcs. L'énergie électrique produite à l'extérieur de la ferme est un exemple de source d'émission indirecte. Ainsi, l'électricité d'un réseau (ex. : Hydro-Québec) utilisée pour l'éclairage, le chauffage (ex. : tapis ou matelas chauffants dans les maternités ou pouponnières), les moteurs électriques (ex. : pompage de l'eau, réfrigération, préparation et distribution de nourriture) et les systèmes de ventilation représente une source indirecte d'émissions de GES. Notons qu'au Québec où la plupart de l'électricité est produite par aménagement hydroélectrique, ces émissions sont peu élevées.

Par ailleurs, les émissions d'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) provenant des bâtiments porcins, des fosses à lisier (lors du brassage) ou de l'épandage des lisiers aux champs par volatilisation de l'azote constituent une autre source indirecte d'émissions de gaz à effet de serre à la suite de leur dépôt sur les sols agricoles et transformation biologique par nitrification et dénitrification. Le lessivage de l'azote des sols est une autre source indirecte des émissions de GES.

## Mesures de réduction des gaz à effet de serre sur les entreprises porcines

De façon générale, la mise en application de certaines bonnes pratiques agroenvironnementales peut diminuer le bilan des émissions totales de GES pour le secteur porcin :

- avec la mise en place de meilleures pratiques de régie alimentaire aux bâtiments et de gestion d'épandage des lisiers;
- avec la mise en place d'écrans boisés (séquestration du carbone par les arbres); et
- en remplaçant l'utilisation d'énergie conventionnelle par des énergies renouvelables (ex. : utilisation du méthane produit lors de la digestion anaérobie des lisiers au lieu du mazout ou du propane)

## Module 1: Gestion au bâtiment

### SANTÉ DU TROUPEAU

L'achat de lignées génétiques performantes, la mise en place de pratiques visant à diminuer le stress et l'amélioration du statut sanitaire de l'élevage ont des impacts directs sur l'amélioration de l'efficacité alimentaire permettant de diminuer la quantité d'aliments par kilogramme de gain de poids et, par conséquent, les rejets d'azote et les émissions de GES.

#### Choisir des lignées génétiques performantes

La sélection génétique des animaux à haute efficacité alimentaire améliore les performances zootechniques et réduit la quantité de nutriments excrétés dans le lisier. En effet, une amélioration de 0,1% de l'efficacité alimentaire résulte en une réduction de 3,3% des rejets de nutriments (Conseil canadien du porc. 2007).

#### Diminuer le stress en élevage

Le stress modifie l'utilisation des nutriments par les porcs. Un élevage exposé à des conditions stressantes, notamment la chaleur, l'entassement, l'accès limité aux aliments et à l'eau, voit diminuer ses performances de croissance et augmenter sa conversion alimentaire. Ainsi, selon le stade de croissance du porc, la hausse de la consommation d'aliments variera en moyenne de 35 à 90 g par jour par degré entre 14 et 22°C (ITP. 2000).

Des conditions d'élevages respectant le bien-être animal permettent d'éliminer le stress néfaste et de maximiser les performances zootechniques et environnementales. Selon Hyun et al. (1998), un élevage dont les porcs sont entassés en été et dont le mode de distribution de l'eau et des aliments engendre la compétition verra ses performances de croissance diminuer de 10 à 20% et sa conversion alimentaire augmenter de 5 à 15%.

#### Améliorer le statut sanitaire de l'élevage

Chez des animaux malades, les performances zootechniques diminuent considérablement. Ces porcs mangent moins et utilisent les nutriments pour combattre les agents pathogènes plutôt que pour se développer.

La présence de certaines maladies dans les élevages détériore la conversion alimentaire de 2 à 15% (English, et al. 1988). Cette perte de performance se traduit par une augmentation des rejets d'azote de 5 à 25% selon la maladie et son degré de sévérité (FPPO. Août 2005. Réduire les odeurs par la régie alimentaire. Fiche technique no. 9).

### GESTION DE L'ALIMENTATION

Les aliments ou nutriments servis en excès aux besoins nutritifs du porc ainsi que la moulée non consommée par le cheptel augmentent les coûts de production tout en contribuant à accroître les rejets d'azote, de phosphore et autres nutriments. Plusieurs pratiques alimentaires peuvent être intégrées à la régie d'élevage afin de diminuer les rejets d'azote et ainsi réduire les émissions de gaz à effet de serre.

### Réduire le contenu en protéine brute des moulées

Les protéines brutes sont composées d'acides aminés essentiels et non essentiels qui servent à synthétiser des protéines corporelles, par exemple les muscles. Ainsi, le niveau de protéines brutes dans les moulées devait assurer les besoins en acides aminés essentiels du porc. Par contre, l'animal excrète l'azote qui excède ses besoins (croissance et entretien). Avec les années, la réduction du contenu en protéines brutes des moulées, à la suite de l'inclusion d'acides aminés de synthèse (ex.: lysine, méthionine, thréonine ou tryptophane), a constitué une excellente stratégie pour réduire l'excrétion d'azote dans les lisiers. Ainsi, la pratique consistant à diminuer de 2 % le niveau de protéines brutes de la moulée (de 18,5 % à 16,5 %), par l'inclusion d'acides aminés synthétiques, permet de réduire les rejets d'azote de 15 à 20 % selon Pomar (1997) et les coûts d'alimentation de 0,60 à 1,40 \$/porc (FPPQ, Août 2005. Réduire les odeurs par la régie alimentaire. Fiche technique no.9).

Par ailleurs, une réduction de 4 % du taux de protéines dans les moulées (de 16,5 % à 12,5 %) permet de réduire de plus de 50 % les rejets d'azote des porcs en croissance. Cependant, le coût actuel de ces acides aminés ne permet pas de rentabiliser cette pratique dans les élevages québécois.



### Inclure l'enzyme phytase dans les moulées

Le phosphore contenu dans les ingrédients d'origine végétale n'est disponible qu'entre 14 et 50 % par comparaison avec une source minérale comme le phosphore monocalcique. Le reste du phosphore est non disponible pour le porc et lié dans la plante sous forme de phytates. La structure complexe des phytates retient également d'autres minéraux ainsi qu'une certaine quantité d'acides aminés.

L'inclusion de la phytase dans les moulées, un enzyme qui peut dégrader les phytates, augmentera la digestibilité du phosphore, des autres minéraux ainsi que des protéines, réduisant ainsi l'excrétion d'azote dans les lisiers d'environ 2 % (FPPQ, Septembre 2002. Fermes en surplus : Analyse des solutions. Fiche technique no. 1). L'addition de phytase aux moulées pourrait augmenter les coûts d'alimentation. Toutefois, dans la majorité des cas, cette augmentation des coûts est compensée par les économies associées à la diminution des suppléments de phosphore et de calcium minéraux ajoutés dans les moulées.

### Implanter l'alimentation en phases

Les porcs ont des besoins nutritionnels variables durant leur croissance. Par conséquent, le contenu en protéines des moulées doit changer pour les porcs selon leur stade de croissance afin d'éviter une suralimentation en protéines. Cette stratégie d'alimentation, combinée également à une formulation réduite en protéines brutes, peut réduire de manière significative les rejets d'azote dans les lisiers. En effet, selon les conditions d'élevage, on utilise de 3 à 5 moulées différentes durant la phase d'engraissement des porcs, ce qui permet de réduire les rejets d'azote de 10 à 20 % (Pomar, 1997) et les coûts d'alimentation de 0,90 à 1,75 \$/porc (FPPQ, Août 2005. Réduire les odeurs par la régie alimentaire. Fiche technique no. 9).

De façon similaire, la formulation de moulées séparées pour les truies en gestation et en lactation peut réduire l'excrétion d'azote, de phosphore et d'autres minéraux de près de 20 % (Conseil canadien du porc. 2007).



#### **Installer des trémies-abreuvoirs et bols économiseurs**

Les systèmes d'alimentation avec trémies-abreuvoirs et bols économiseurs augmentent l'efficacité alimentaire en réduisant la quantité d'aliments requis pour atteindre le taux de gain désiré. Une trémie-abreuvoir intègre la distribution à volonté de l'eau et de l'aliment solide dans le même équipement. La trémie sèche sert seulement à distribuer de l'aliment solide, la distribution de l'eau se faisant par un bol économiseur d'eau indépendant de la trémie.

L'alimentation au sol étant la principale cause du gaspillage de moulée, l'utilisation d'une trémie bien ajustée en engraissement permet de réduire ce gaspillage d'environ 5,5 % (FPPQ. Septembre 2002. Trémies-abreuvoirs et bols économiseurs. Fiche technique no. 4). Ainsi, l'utilisation optimale des trémies permet donc de réduire les rejets d'azote de 8 à 10 % et les coûts d'alimentation de 1,80 à 4 \$/porc (FPPQ. Août 2005. Réduire les odeurs par la régie alimentaire. Fiche technique no. 9).

#### **Contrôler la granulométrie des ingrédients et favoriser des moulées en cubes plutôt qu'en farine**

La granulométrie fait référence à la taille des particules des matières premières incluses dans la moulée. La réduction de la taille des particules augmente la surface de contact avec les enzymes digestifs et donc, améliore l'assimilation et la disponibilité des nutriments pour l'animal. Les particules ayant une taille de 600 microns permettent de réduire les rejets d'azote de 5 à 10 % selon plusieurs auteurs (Giesemann, M.A. et al. 1990, Hancock, J.D. 1996, Healy, B.J. et al. 1994 et Wonkra, K.J. et al. 1995) ainsi que les coûts d'alimentation de 0,90 à 4,00 \$/porc (FPPQ. Août 2005. Réduire les odeurs par la régie alimentaire. Fiche technique no. 9).

Une moulée en cubes présente de nombreux avantages : une meilleure digestibilité due à la taille des particules et au traitement thermique, une plus grande consommation quotidienne de moulée et moins de gaspillage lié à la poussière et aux dépôts non consommés dans les mangeoires ou sur les planchers. Cette pratique permet de réduire les rejets d'azote de 3 à 10 % et les coûts d'alimentation de 0,25 à 2 \$/porc selon les équipements disponibles (FPPQ. Août 2005. Réduire les odeurs par la régie alimentaire. Fiche technique no. 9).



#### **RÉALISER UN BILAN ALIMENTAIRE**

Le bilan alimentaire en production porcine permet de faire le lien entre les performances d'un élevage et la charge d'azote et de phosphore de ses déjections, d'appuyer les résultats de la caractérisation des déjections animales à la ferme, tel qu'exigé par le *Règlement sur les exploitations agricoles* (REA, 2002) et d'évaluer divers scénarios d'amélioration des pratiques d'élevage qui auront un impact sur le plan environnemental, mais également sur la rentabilité de l'entreprise (Roch, G. et Maltais, L. 2006).

## EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

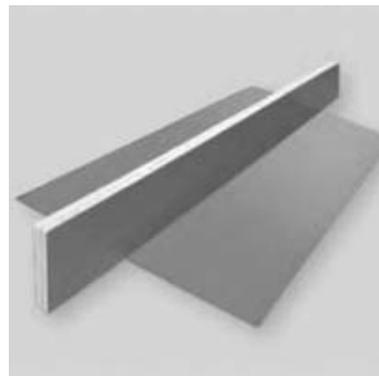
Les bâtiments pour la production porcine utilisent à la fois les combustibles fossiles, pour le chauffage des bâtiments, et l'électricité pour la ventilation, la préparation et la distribution des aliments, l'éclairage et le chauffage des porcelets. Par ailleurs, la gestion des lisiers sur l'entreprise porcine utilise également les combustibles fossiles lors de la reprise, du chargement, du transport et de l'épandage des lisiers. La plupart de ces activités génèrent du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et autres GES. Ces émissions liées à l'énergie représentent environ 20% des émissions totales de l'entreprise porcine.

Il existe plusieurs bonnes pratiques et équipements efficaces afin d'atteindre un meilleur niveau d'efficacité énergétique sur l'entreprise porcine et ainsi réduire les coûts d'opération et les émissions de GES.

Les bonnes pratiques permettent d'améliorer l'efficacité énergétique à la ferme et peuvent être mises en place rapidement par des changements de comportement, sans investissement. Il s'agit de la manière la plus économique d'améliorer l'efficacité énergétique à la ferme. Par exemple, le nettoyage du système de chauffage, le nettoyage des volets, grilles et ailettes des ventilateurs et la gestion de l'éclairage sont des bonnes pratiques facilement applicables à la ferme (CRAAQ, 2008. Audit énergétique sommaire en production porcine).

Par ailleurs, l'investissement dans de nouvelles technologies pour optimiser l'efficacité énergétique à la ferme représente également une autre option disponible aux entreprises porcines afin d'améliorer leur consommation d'énergie. Par exemple, l'achat de tapis ou de matelas chauffants, d'un mur solaire, de ventilateurs à haut rendement énergétique et d'équipements de réduction des volumes de déjections animales permettent une économie d'énergie intéressante à la ferme et est encouragé par des programmes de remises (ex. : Hydro-Québec) ou d'aide financière (ex. : Prime-Vert). Ainsi, l'implantation de trémies-abreuvoirs et de bols économiseurs réduira les volumes de lisier à transporter et/ou à épandre d'environ 25 %, diminuant d'autant la consommation de combustibles fossiles pour l'entreprise porcine (CRAAQ, 2008. Audit énergétique sommaire en production porcine).

En utilisant l'énergie de façon plus efficace, les fermes deviennent plus compétitives et réduisent en même temps leurs émissions nettes de gaz à effet de serre.



## Module 2 : Gestion des lisiers et système d'entreposage

### GESTION AU BÂTIMENT

Les émissions de gaz à effet de serre au bâtiment sont composées de méthane produit par la fermentation entérique des animaux et par le lisier entreposé sous les planchers. Plus spécifiquement, le grattage et l'enlèvement fréquents des déjections sur les planchers ainsi que la diminution de la période d'entreposage de ces déjections dans le bâtiment au niveau des rigoles constituent des actions favorisant une réduction des émissions de méthane. En effet, le lisier, qui est gardé dans les bâtiments a tendance à rester plus chaud que celui qui est entreposé à l'extérieur, émettra donc davantage de méthane.

Les émissions d'oxyde nitreux au bâtiment sont considérées comme nulles.

## GESTION DE L'ENTREPOSAGE

Le lisier contient des composés carbonés, notamment des aliments non utilisés et du matériel non digestible dans les moulées comme les écaillés d'orge. Les fosses à lisier constituent un environnement anaérobie (sans oxygène). Dans ces conditions, des bactéries méthanogènes convertissent ces composés carbonés en méthane. Ces émissions de méthane en provenance des fosses à lisier sont aussi plus élevées pendant les périodes chaudes de l'année en raison d'une plus grande activité biologique de ces bactéries en été.

Les pratiques agricoles permettant de réduire la production de méthane dans les fosses à lisier ont pour objectif de réduire, d'une part, les quantités de matières fermentescibles (solides volatils) excrétées dans le lisier et, d'autre part, de diminuer l'intensité de cette fermentation. Les solides volatils sont constitués de la partie organique non-digérée de la moulée excrétée dans le lisier et potentiellement disponible pour la conversion en méthane.

Il est possible de réduire la quantité de solides volatils entretenant la fermentation dans les fosses à lisier en modifiant les pratiques d'élevage ainsi qu'en adoptant de nouveaux modèles alimentaires et stratégies d'alimentation. En effet, la quantité de solides volatils excrétés dans le lisier variera selon les types d'ingrédients utilisés dans la fabrication des moulées et la performance des élevages. Ainsi, par des ajustements à la formulation de la moulée (type et quantité d'ingrédients), l'excrétion de solides volatils par quantité de moulée pourrait être abaissée réduisant d'autant leur accumulation dans la fosse à lisier (Conseil canadien du porc. Version 1.0, 2007). La séparation du lisier à l'aide d'un décanteur-centrifuge ou d'un système de collecte sélective des solides et liquides sous les lattes permet également d'obtenir une réduction significative de l'accumulation de ces solides dans la fosse à lisier.

L'intensité de la fermentation peut, quant à elle, être diminuée par une réduction de la durée de l'entreposage par des épandages plus fréquents des lisiers au champ en tenant compte de la période disponible et des besoins des cultures.

L'installation d'une couverture sur les fosses à lisier présente de nombreux avantages agronomiques et environnementaux, entre autres, la réduction des odeurs et des distances séparatrices ainsi qu'une augmentation de la capacité d'entreposage et de la concentration des éléments fertilisants du lisier. Ainsi, l'implantation d'une couverture sur l'ouvrage de stockage des lisiers réduira les volumes de lisier à transporter et/ou à épandre de 15 à 30 % (FPPQ, Juin 2007. Les couvertures sur les fosses à lisier. Fiche technique no. 4), diminuant d'autant la consommation de combustibles fossiles pour l'entreprise porcine. De plus, les couvertures peuvent également retenir le méthane, l'hydrogène sulfuré et l'ammoniac qui se dégagent du lisier.

De même, le matelas de paille flottant est une option à faible coût pour contrôler les émissions d'ammoniac et les odeurs en provenance des fosses à lisier. Cependant, ce type de couverture ne permet pas le captage du méthane.

Par ailleurs, la mise en place de couvertures imperméables, couplées à des technologies appropriées de captage des gaz, représente une option encore plus efficace pour la réduction des émissions de GES en provenance des fosses à lisier. Cependant, la mise en place



d'une torchère pour brûler le méthane peut s'avérer coûteuse (environ 25 000\$) et cet équipement est actuellement peu disponible sur le marché.

Certains éleveurs démontrent un intérêt envers les procédés de compostage. Cette technique nécessite une quantité importante de substrats (résidus forestiers, fumier de volailles, etc.), soit une quantité à peu près équivalente au lisier sur base massique, pour obtenir une teneur en eau du mélange optimale pour le procédé. Cependant, cette technique génère une perte d'azote importante durant les premières phases de compostage, sous forme moléculaire mais aussi sous forme ammoniacale et d'oxyde d'azote, en particulier le  $N_2O$ , notamment si le mélange n'est pas homogène.

### PROCÉDÉS DE DIGESTION ANAÉROBIE

La biométhanisation des lisiers consiste en une digestion anaérobie (sans oxygène) de la matière organique contenue dans les lisiers, fumiers ou autres résidus organiques. Cette réaction produit du « biogaz » à partir du carbone contenu dans la matière organique. Ce biogaz est composé principalement de méthane (60 %), de dioxyde de carbone (40 %) et d'une quantité négligeable d'autres gaz. Ce biogaz peut être, par la suite, directement utilisé dans un système de bouilloires où l'eau chaude est utilisée pour chauffer les bâtiments ou, dans certains cas, pour faire fonctionner de petites génératrices pour produire de l'électricité (CRAAQ, 2008. La biométhanisation à la ferme).

Ces systèmes de digestion anaérobie réduiront les émissions de GES par :

- le captage du méthane produit dans les bioréacteurs;
- la génération de chaleur et d'énergie sur la ferme par ce biogaz réduisant d'autant les besoins d'utilisation de combustibles fossiles;
- une meilleure gestion de l'azote contenu dans la fraction liquide (plus grande efficacité fertilisante) issue du traitement réduisant d'autant les émissions d'oxyde nitreux des sols agricoles.

Cependant, la disposition du digestat est très importante. En effet, s'il est composté on peut perdre beaucoup d'oxyde nitreux.

## Module 3 : Gestion de l'épandage du lisier au champ

La production d'oxyde nitreux sur les fermes porcines implique essentiellement la gestion de toutes les matières fertilisantes azotées (engrais synthétiques et lisier) et des conditions de drainage des sols (Bonnes pratiques agroenvironnementales. 2<sup>e</sup> édition. 2005).

La gestion des nitrates dans le sol peut être optimisée en synchronisant la disponibilité des nitrates avec les besoins nutritifs des plantes par :

- une analyse du contenu en azote des lisiers et tenue d'un registre d'épandage et/ou d'expédition;
- une optimisation des apports fertilisants (analyse de sol, besoins des cultures, doses d'épandage, précédents culturaux);
- un épandage des lisiers au moment opportun;
- ainsi qu'en variant les périodes d'épandage des lisiers au champ et en évitant d'épandre lorsque les sols sont saturés d'eau



Les émissions d'oxyde nitreux lors de l'épandage au champ des lisiers peuvent être réduites par le suivi d'un protocole d'échantillonnage des lisiers (CRAAQ, 2008. Protocole de caractérisation des lisiers de porc) et la mise en place de pratiques d'épandage plus précises et efficaces afin d'éviter l'apport d'azote en excès des besoins des cultures. En fractionnant les applications des lisiers sur deux ou trois périodes, on favorise aussi l'apport d'éléments azotés selon le stade de croissance de la plante permettant ainsi de réduire l'accumulation de nitrates dans le sol.

Par ailleurs, l'application des lisiers durant la saison de croissance des cultures augmente l'utilisation efficace de l'azote et en réduira les pertes par dénitrification. En effet, la majorité des émissions d'oxyde nitreux seront produites au début du printemps ou la fin de l'automne lorsque les fortes pluies ou la fonte des neiges satureront le sol favorisant ainsi la dénitrification des nitrates en conditions anaérobies. Ainsi, une vérification de l'état de saturation du sol avant l'épandage des lisiers permettra de minimiser les risques de pertes d'azote par dénitrification. Un sol saturé d'eau est propice au développement de conditions anaérobies et favorise la transformation des nitrates du sol en azote moléculaire ( $N_2$ ) et finalement en oxyde nitreux ( $N_2O$ ).

Par ailleurs, le risque de développement de conditions anaérobies dans le sol peut, quant à lui, être réduit par une gestion optimale de l'eau du sol impliquant un aménagement adéquat du terrain afin d'éviter les excès d'eau au champ. La réalisation d'un diagnostic des conditions de drainage des sols pourrait identifier les zones à risque et prévoir des correctifs appropriés (Conseil des productions végétales du Québec inc. 2000).

L'incorporation du lisier et l'épandage du lisier sur prairies par rampe avec pendillards augmentent l'efficacité de l'azote en réduisant les pertes d'ammoniac par volatilisation, les odeurs à l'épandage et les risques de ruissellement vers les eaux de surface. Cependant, l'ammoniac n'est pas un GES, mais constitue une source d'azote convertible en oxyde nitreux par dépôt sur les sols agricoles et représente ainsi une source indirecte d'émissions de GES, d'où la pertinence de bien contrôler ce processus de pertes d'azote par volatilisation.

## Module 4 : Acceptabilité sociale

L'implantation d'un écran boisé, c'est-à-dire une barrière végétale vivante formée d'une ou plusieurs rangées d'arbres et d'arbustes minutieusement sélectionnés selon leurs capacités à réduire les odeurs, permet de réduire les coûts de chauffage et donc les émissions de GES y associées ainsi que le volume de poussière et de bruit. Cette stratégie améliore également la biodiversité à la ferme, embellit le paysage et favorise grandement l'acceptabilité sociale de la production porcine. Par ailleurs, un écran boisé sur un site de production porcine permet également de séquestrer du carbone. En effet, les arbres en croissance enlèvent le dioxyde de carbone de l'atmosphère et l'entreposent dans leur biomasse. Cependant, l'implantation et l'entretien des haies entraînent des coûts pour l'entreprise porcine. Ainsi, Vézina et Tanguay (2008) ont estimé des coûts actualisés après 40 ans pour une haie de trois rangées à environ 1000 \$/100m linéaire.

## IDENTIFICATION DES BONNES PRATIQUES UTILISÉES SUR L'ENTREPRISE PORCINE (DIAGNOSTIC)



Cette section propose de passer en revue les bonnes pratiques réalisables sur l'entreprise porcine pour les modules bâtiment, gestion des lisiers et système d'entreposage, gestion des épandages au champ et acceptabilité sociale permettant de réduire ou d'éviter les émissions de gaz à effet de serre.

Parmi les bonnes pratiques apparaissant au Tableau 1, cochez [✓] celle actuellement en place, celle qui vous semble prioritaire à implanter sur votre entreprise dans l'année en cours (priorité 1), celle qui devrait être implantée dans les prochaines années (priorité 2) et finalement celle qui sera implantée à plus long terme (priorité 3) après analyse approfondie de la situation.

Cette première évaluation constitue un premier diagnostic qualitatif des pratiques sur l'entreprise porcine permettant de réduire ou d'éviter ces émissions.

Par la suite, un plan de réduction ou d'évitement des GES sera élaboré pour les entreprises porcines qui souhaitent approfondir leur démarche globale.

**TABLEAU 1. IDENTIFICATION PAR PRIORITÉ DE BONNES PRATIQUES SUR L'ENTREPRISE PORCINE AFIN DE RÉDUIRE OU D'ÉVITER LES ÉMISSIONS DE GES**

BONNE PRATIQUE	PRIORITÉ			
	Actuellement en place	1	2	3
<b>Module 1 : Gestion au bâtiment</b>				
<b>Santé du troupeau</b>				
Choisir des lignées génétiques performantes				
Diminuer le stress en élevage et améliorer le statut sanitaire de l'élevage				
<b>Gestion de l'alimentation</b>				
Réduire le contenu en protéines brutes de 2% des moulées				
Inclure l'enzyme phytase dans les moulées				
Implanter l'alimentation en phases				
Installer des trémies-abreuvoirs et bols économiseurs				
Contrôler la granulométrie des ingrédients et favoriser les moulées en cubes				
Réaliser un bilan alimentaire				
<b>Efficacité énergétique</b>				
Réaliser un audit énergétique de votre ferme porcine				
<b>Module 2 : Gestion des lisiers et système d'entreposage</b>				
<b>Gestion au bâtiment</b>				
Évacuer fréquemment les lisiers				
<b>Gestion de l'entreposage</b>				
Réduire la quantité de solides volatils s'accumulant dans la fosse à lisier				
Implanter un traitement mécanique des lisiers (séparation solide/liquide du lisier)				
Couvrir les ouvrages de stockage des lisiers				
Capter le biogaz produit par les ouvrages de stockage				
<b>Procédés de digestion anaérobie</b>				
Implanter une technologie de biométhanisation à la ferme				
<b>Module 3 : Gestion de l'épandage du lisier au champ</b>				
Analyser annuellement les lisiers selon un protocole établi et tenir un registre d'épandage et/ou d'expédition				
Optimiser les apports de toutes les matières fertilisantes azotées				
Si responsable de la gestion des sols et des cultures	Varier les périodes d'épandage des lisiers			
	Identifier les zones avec excès d'eau et réaliser un diagnostic des conditions de drainage du sol			
Incorporer les lisiers ou utiliser une rampe d'épandage avec pendillards sur prairies				
<b>Module 4 : Acceptabilité sociale</b>				
Mettre en place un écran boisé				

# 3 PLAN DE RÉDUCTION OU D'ÉVITEMENT DES GAZ À EFFET DE SERRE SUR L'ENTREPRISE PORCINE



Cette section propose d'élaborer votre plan de réduction ou d'évitement des gaz à effet de serre pour votre entreprise porcine à la suite du diagnostic préliminaire et selon l'incidence sur les rejets d'azote et les odeurs, les conditions d'élevage et leur rentabilité.

Confirmer [✓] pour chacune des bonnes pratiques apparaissant au tableau 2 les actions que vous voulez entreprendre à court terme (priorité 1), pour les prochaines années (priorité 2) ou à la suite d'une analyse approfondie à plus long terme (priorité 3) à la colonne « Plan de réduction ou d'évitement des émissions de GES ». Il s'agit de pratiques connues et innovatrices qui permettront de réduire, d'une part, la quantité totale de solides volatils et d'azote excrétés du site d'élevage et, d'autre part, d'améliorer son efficacité énergétique ainsi que son acceptabilité sociale.

Cette partie constitue votre plan de réduction ou d'évitement des émissions de gaz à effet de serre pour votre entreprise porcine qui correspond le mieux à votre stratégie de gestion et échéancier de réalisation.

**TABLEAU 2. PLAN DE RÉDUCTION OU D'ÉVITEMENT DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE POUR L'ENTREPRISE PORCINE**

BONNE PRATIQUE	INCIDENCE SUR LES REJETS D'AZOTE AINSI QUE SUR LES ÉMISSIONS DE GES ET D'ODEURS, LES PERFORMANCES D'ÉLEVAGE ET LES COÛTS DE PRODUCTION			PLAN DE RÉDUCTION OU D'ÉVITEMENT DES ÉMISSIONS DE GES. Cochez [✓] les actions à entreprendre		
	Impact sur les rejets d'azote ainsi que les émissions de GES et d'odeurs	Impact sur l'amélioration des performances zootechniques de l'élevage	Impact économique	À court terme	Prochaines années	Après analyse
Choisir des lignées génétiques performantes	Réduction des rejets d'azote de 3,5 à 7,8 %	Amélioration du gain de poids (kg/jour) de 0,708 à 0,824  Amélioration de la conversion alimentaire de 3,12 à 2,64	Nul			
<b>FPPQ. Août 2005. Réduire les odeurs par la régie alimentaire. Fiche no 9</b>						
Diminuer le stress en élevage et améliorer le statut sanitaire de l'élevage	Selon la maladie et son degré de sévérité, augmentation des rejets d'azote de 5 à 25 %	Présence de certaines maladies détériore la conversion alimentaire de 2 à 15 %	Variable selon les actions entreprises			
<b>FPPQ. Août 2005. Réduire les odeurs par la régie alimentaire. Fiche no 9</b>						
Réduire le contenu en protéine brute de 2% des moulées	Réduction des rejets d'azote de 15 à 20 %  Réduction des odeurs au bâtiment : moins de 20 %	Amélioration du gain de poids de 2 à 4 %  Amélioration de la conversion alimentaire de 2 à 4 %	Réduction du coût d'alimentation de 0,60 à 1,40 \$/porc			
<b>FPPQ. Août 2005. Réduire les odeurs par la régie alimentaire. Fiche no 9</b> <b>FPPQ. Juin 2005. Réduction des odeurs du bâtiment au champs. Fiche no. 8.</b>						
Inclure l'enzyme phytase dans les moulées	Réduction des rejets d'azote de 2 %	L'emploi de la phytase permet généralement une plus grande disponibilité des acides aminés et de l'énergie des grains	L'augmentation des coûts est compensée par les économies associées à la diminution des suppléments de phosphore et de calcium			
<b>FPPQ. Septembre 2002. Régie alimentaire pour réduire les rejets d'azote et de phosphore. Fiche no 2.</b>						
Planter l'alimentation en phases	Réduction des rejets d'azote de 10 à 18 %	Amélioration du gain de poids de 1,5 à 4 %  Amélioration de la conversion alimentaire de 1,5 à 3 %	Réduction du coût d'alimentation de 0,90 à 1,75 \$/porc			
<b>FPPQ. Août 2005. Réduire les odeurs par la régie alimentaire. Fiche no 9</b>						

**TABLEAU 2. PLAN DE RÉDUCTION OU D'ÉVITEMENT DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE POUR L'ENTREPRISE PORCINE (SUITE)**

BONNE PRATIQUE	INCIDENCE SUR LES REJETS D'AZOTE AINSI QUE SUR LES ÉMISSIONS DE GES ET D'ODEURS, LES PERFORMANCES D'ÉLEVAGE ET LES COÛTS DE PRODUCTION			PLAN DE RÉDUCTION OU D'ÉVITEMENT DES ÉMISSIONS DE GES. Cochez [✓] les actions à entreprendre		
	Impact sur les rejets d'azote ainsi que les émissions de GES et d'odeurs	Impact sur l'amélioration des performances zootechniques de l'élevage	Impact économique	À court terme	Prochaines années	Après analyse
Installer des trémies-abreuvoirs et bols économiseurs	Réduction des rejets d'azote de 8 à 10%	Amélioration du gain de poids de 5 à 10%  Amélioration de la conversion alimentaire de 4 à 7%	Réduction du coût d'alimentation de 1,80 à 4 \$/porc			
<b>FPPQ. Août 2005. Réduire les odeurs par la régie alimentaire. Fiche no 9</b>						
Contrôler la granulométrie des ingrédients et favoriser les moulées en cubes	Une taille de particules de 600 microns réduit les rejets d'azote de 5 à 10%	Une moulée en cubes favorise une plus grande consommation quotidienne de moulée et moins de gaspillage	Réduction du coût d'alimentation selon la stratégie retenue			
<b>FPPQ. Août 2005. Réduire les odeurs par la régie alimentaire. Fiche no 9</b>						
Réaliser un bilan alimentaire	Réduction des rejets d'azote et phosphore (variable selon les actions entreprises)	Amélioration du gain de poids  Amélioration de la conversion alimentaire	Le bilan alimentaire permet de tester divers scénarios d'amélioration des pratiques d'élevage			
<b>FPPQ. Janvier 2007. Le bilan alimentaire. Outil d'évaluation des charges d'azote et de phosphore. Fiche no 2A.</b>						
Réaliser un audit énergétique de votre ferme porcine	Réduction des émissions de GES par la réduction de la consommation de combustibles fossiles	Amélioration des conditions d'élevage (chauffage localisé des porcelets, chauffage et ventilation des bâtiments)	Économie d'énergie dans les postes énergivores de l'entreprise porcine			
<b>CRAAQ. 2008. Audit énergétique sommaire en production porcine.</b>						

**TABLEAU 2. PLAN DE RÉDUCTION OU D'ÉVITEMENT DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE POUR L'ENTREPRISE PORCINE (SUITE)**

BONNE PRATIQUE	INCIDENCE SUR LES REJETS D'AZOTE AINSI QUE SUR LES ÉMISSIONS DE GES ET D'ODEURS, LES PERFORMANCES D'ÉLEVAGE ET LES COÛTS DE PRODUCTION			PLAN DE RÉDUCTION OU D'ÉVITEMENT DES ÉMISSIONS DE GES. Cochez [✓] les actions à entreprendre		
	Impact sur les rejets d'azote ainsi que les émissions de GES et d'odeurs	Impact sur l'amélioration des performances zootechniques de l'élevage	Impact économique	À court terme	Prochaines années	Après analyse
Évacuer fréquemment les lisiers	Réduction dans le bâtiment de la production de méthane et des odeurs : moins de 25%	Amélioration des conditions d'élevage	Négligeable			
<b>FPPQ. Juin 2005. Réduction des odeurs du bâtiment au champ. Fiche no. 8.</b>						
Réduire la quantité de solides volatils s'accumulant dans la fosse à lisier	Réduction de la production de méthane dans les ouvrages de stockage des lisiers	À vérifier avec votre nutritionniste	À vérifier avec votre nutritionniste			
<b>Conseil canadien du porc. Méthode pour calculer les GES en production porcine. 2007.</b>						
Implanter un traitement mécanique des lisiers (séparation solide/liquide du lisier)	Sous les lattes : Réduction CH <sub>4</sub> 20% au bâtiment et 80% à l'entreposage  Centrifuge : Réduction CH <sub>4</sub> 50% à l'entreposage	N/A	Séparation solide-liquide : Décanteur centrifuge : 18 \$/porc produit ou 354 \$/truite Sous les lattes : 10 \$/porc produit ou 197 \$/truite			
<b>Pelletier et al. 2005. Réduction des émissions de GES : faisabilité de l'implantation d'une chaîne de gestion des lisiers au Québec. IRDA et BPR. 94 pages.</b>						
Couvrir les ouvrages de stockage des lisiers	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réduction des pertes annuelles d'azote ammoniacal de 10 à 20%</li> <li>Réduction des émissions d'odeurs (variables selon le type de couverture)</li> </ul>	N/A	Coût brut variant de 0,25 \$/porc produit (matelas de paille) à 2,80 \$/porc produit (bâche flottante) pour une fosse de 30 m de diamètre			
<b>FPPQ. Juin 2007. Les couvertures sur les fosses à lisier. Fiche no 4.</b>						

**TABLEAU 2. PLAN DE RÉDUCTION OU D'ÉVITEMENT DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE POUR L'ENTREPRISE PORCINE (SUITE)**

BONNE PRATIQUE	INCIDENCE SUR LES REJETS D'AZOTE AINSI QUE SUR LES ÉMISSIONS DE GES ET D'ODEURS, LES PERFORMANCES D'ÉLEVAGE ET LES COÛTS DE PRODUCTION			PLAN DE RÉDUCTION OU D'ÉVITEMENT DES ÉMISSIONS DE GES. Cochez [✓] les actions à entreprendre		
	Impact sur les rejets d'azote ainsi que les émissions de GES et d'odeurs	Impact sur l'amélioration des performances zootechniques de l'élevage	Impact économique	À court terme	Prochaines années	Après analyse
Capter le biogaz produit par les ouvrages de stockage (ex : bache flottante)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Azote ammoniacal (100% de réduction)</li> <li>Réduction des odeurs de 80%</li> <li>Substitution des combustibles fossiles</li> </ul>	N/A	Bâche flottante :  110 \$/m <sup>2</sup> ou 2,80 \$/porc produit  Possibilité d'installer un système de récupération du méthane (coût en sus)			
<b>CRAAQ. 2008. La biométhanisation à la ferme. CRAAQ.</b>						
Implanter une technologie de biométhanisation à la ferme	Potentiel de réduction de 90% des émissions de GES  Réduction des émissions d'odeurs	Amélioration des conditions d'élevage et de la santé du troupeau	350000 \$ pour 5000 porcs produits/an  Seuil de rentabilité = 0,13 à 0,22 \$/kWh  Co-digestion potentielle (revenus)  Production de méthane			
<b>CRAAQ. 2008. La biométhanisation à la ferme. CRAAQ.</b>						
Analyser annuellement les lisiers et tenir un registre d'épandage et/ou d'expédition	Réduction des émissions de N <sub>2</sub> O des sols	N/A	Négligeable			
<b>CRAAQ. 2008. Protocole de caractérisation du lisier de porc.</b>						
Optimiser les apports de toutes les matières fertilisantes azotées	Réduction des émissions de N <sub>2</sub> O des sols	N/A	Négligeable			
<b>MAPAQ. Février 2005. Bonnes pratiques agroenvironnementales pour votre entreprise agricole. 2e édition.</b>						

**TABLEAU 2. PLAN DE RÉDUCTION OU D'ÉVITEMENT DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE POUR L'ENTREPRISE PORCINE (SUITE)**

BONNE PRATIQUE	INCIDENCE SUR LES REJETS D'AZOTE AINSI QUE SUR LES ÉMISSIONS DE GES ET D'ODEURS, LES PERFORMANCES D'ÉLEVAGE ET LES COÛTS DE PRODUCTION			PLAN DE RÉDUCTION OU D'ÉVITEMENT DES ÉMISSIONS DE GES. Cochez [✓] les actions à entreprendre		
	Impact sur les rejets d'azote ainsi que les émissions de GES et d'odeurs	Impact sur l'amélioration des performances zootechniques de l'élevage	Impact économique	À court terme	Prochaines années	Après analyse
Varier les périodes d'épandage des lisiers	Réduction des émissions de N <sub>2</sub> O des sols	N/A	Négligeable			
<b>MAPAQ. Février 2005. Bonnes pratiques agroenvironnementales pour votre entreprise agricole. 2e édition.</b>						
Identifier les zones avec excès d'eau et réaliser un diagnostic des conditions de drainage du sol	Réduction des émissions de N <sub>2</sub> O des sols	N/A	Négligeable			
<b>Conseil des productions végétales du Québec inc. 2000. Guide des pratiques de conservation en grandes cultures. Module 7.</b>						
Incorporer les lisiers ou utiliser une rampe d'épandage avec pendillards sur prairies	Réduction de 50% à 95% des pertes d'azote ammoniacal par volatilisation	N/A	Coût supplémentaire à l'épandage de 0,71 \$/m <sup>3</sup>			
<b>FPPQ. Mars 2005. Rampes d'épandage. Fiche no. 5.</b>						
Mettre en place un écran boisé	Séquestration du carbone par les arbres  Réduction possible de combustibles fossiles pour le chauffage  Réduction des émissions d'odeurs	N/A	1000 \$/100m linéaire (3 rangées)			
<b>FPPQ. Septembre 2002. Écrans boisés. Fiche no. 6.</b>						



Chantigny, M. 2002. Émission de protoxyde d'azote en agriculture, contribution des amendements organiques, des fertilisants minéraux et du labour. Ordre des agronomes du Québec, Québec, Québec. Juin 2002.

CRAAQ. 2008. Audit énergétique sommaire en production porcine.

CRAAQ. 2008. La biométhanisation à la ferme.

CRAAQ. 2008. Protocole de caractérisation des lisiers de porc.

Conseil canadien du porc. 2007. Opérations porcines et gaz à effet de serre. Ottawa: CPC.

Conseil canadien du porc. Version 1.0, 2007. Méthode pour calculer les GES en production porcine. 50 pages.

Conseil des productions végétales du Québec inc. 2000. Guide des pratiques de conservation en grandes cultures. Module 7. Diagnostic et correction de problèmes de compaction et de drainage.

English, P.R., V.R. Baxter Fowler, and W.J. Smith 1988. The growing and finishing pig: improving efficiency. Farming Press.

Environnement Canada. 2006. Inventaire canadien des gaz à effet de serre pour 2006.

FPPQ. Septembre 2002. Fermes en surplus. Analyse de solutions. Fiche technique No. 1.

FPPQ. Septembre 2002. Régie alimentaire pour réduire les rejets d'azote et de phosphore. Fiche technique No. 2.

FPPQ. Janvier 2007. Le bilan alimentaire. Outil d'évaluation des charges d'azote et de phosphore. Fiche technique No. 2A.

FPPQ. Septembre 2002. Trémies-abreuvoirs et bols économiseurs. Fiche technique No. 3.

FPPQ. Juin 2007. Les couvertures sur les fosses à lisier. Fiche technique No. 4.

FPPQ. Mars 2005. Rampes d'épandage. Fiche technique No. 5.

FPPQ. Septembre 2002. Écrans boisés. Fiche technique No. 6.

FPPQ. Juin 2005. Réduction des odeurs du bâtiment au champs. Fiche technique No. 8.

FPPQ. Août 2005. Réduire les odeurs par la régie alimentaire. Fiche technique No. 9.

- Gieseemann, M.A. et al. 1990. Effect of particle size of corn and grain sorghum on growth and digestibility of growing pigs. *Journal of Animal Science*. No 68.
- Hancock, J.D. 1996. Effects of grinding and pelleting on the nutritional value of cereal grains and diet for pigs. Kansas State University. 13 pages.
- Healy, B.J. et al. 1994. Optimum particle size of corn and hard and soft sorghum for nursery pigs. *Journal of Animal Science*. No. 72. pages 2227-2236.
- Hyun, Y. et al. 1998. *Journal of Animal Science*. No 76. pages 721-727.
- ITP. 2000. Mémento de l'éleveur de porc. pages 49-55.
- Leblanc et Lease. Juin 2008. Les crédits de carbone : utopie ou opportunités pour les producteurs porcins. *Porc Québec*. Vol. 19, numéro 3, page 40-42.
- MAPAQ. Février 2005. Bonnes pratiques agroenvironnementales pour votre entreprise agricole. 2<sup>e</sup> édition.
- MDDEP. 2008. Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2006 et leur évolution depuis 1990.
- Pelletier et al. 2005. Réduction des émissions de gaz à effet de serre : faisabilité de l'implantation d'une chaîne de gestion des lisiers au Québec. IRDA et BPR. 94 pages.
- Pomar. C. 1997. Contrôle des rejets d'azote et de phosphore par le biais de l'alimentation chez le porc en croissance. Compte rendu du colloque de l'Ordre des agronomes du Québec, Saint-Hyacinthe, Qc. 12 novembre 1997.
- REA. 2002. Règlement sur les exploitations agricoles.
- Roch, G. et Maltais, L. Mars 2006. Bilan alimentaire en production porcine.
- Vézina et Tanguay. Juin 2007. Coûts et bénéfices des haies brise-vent. *Porc Québec* Vol. 18. Page 42 à 44.
- Wondra, K.J. et al. 1995. Effects of grinding and pelleting on the nutritional value of cereal grains and diets for pigs. *Journal of Animal Science*. No. 73. pages 427-432.





Fédération des  
producteurs de porcs  
du Québec

**Agriculture, Pêcheries  
et Alimentation**

**Québec** 

555, boulevard Roland-Therrien, bureau 120, Longueuil, Québec J4H 4E9

Téléphone : 450.679.0530 • Télécopieur : 450.679.0102 • Courriel : [fppq.upa.qc.ca](mailto:fppq.upa.qc.ca) • [www.leporcduquebec.qc.ca](http://www.leporcduquebec.qc.ca)