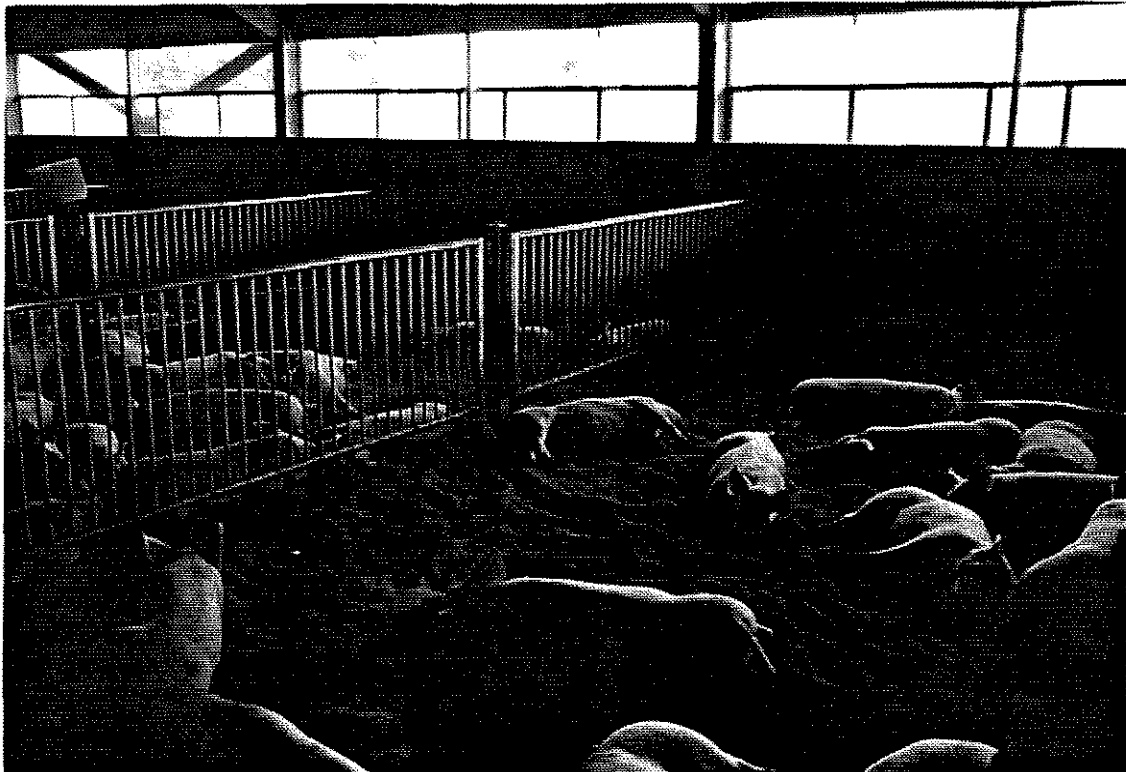


RAPPORT FINAL

**IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE L'ÉLEVAGE  
DU PORC SUR LITIÈRE**



Présenté à:

Fédération des producteurs de porcs du Québec  
a/s Mme Sylvie Richard, agr.  
555 boul. Roland Therrien  
Longueuil (Québec) J4H 3Y9

Préparé par:

BPR Ingénieurs-conseils  
4655 boul. Hamel Ouest, Québec  
(Québec) G1P 2J7

Mai 1996



**IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE L'ÉLEVAGE  
DU PORC SUR LITIÈRE**

**RAPPORT FINAL**

N/D: R99 - 95 - 61

Présenté à:

Fédération des producteurs de porcs du Québec  
a/s Mme Sylvie Richard, agr.  
555 boul. Roland Thérien  
Longueuil, Qc, J4H 3Y9

Préparé par:

BPR Ingénieurs-conseils  
4655 boul. Hamel Ouest, Québec  
(Québec) G1P 2J7

Mai 1996

## RÉSUMÉ

Au cours des dernières années, l'élevage du porc sur litière a pris un essor considérable au Québec. Les préoccupations environnementales de la population, concernant la pollution diffuse et les odeurs, le surplus chronique de porcelets durant l'été, les craintes suscitées par le GATT chez certains producteurs laitiers et, dans le moyen terme, l'établissement d'une nouvelle grille de classement des porcs à l'abattage de même que le recours de plus en plus fréquent au sevrage précoce (SPMM) sont des raisons, d'ordres différents, qui justifient l'intérêt que portent les producteurs vers ce mode d'élevage. La revue de littérature effectuée vient donc faire le point relativement à l'élevage du porc sur litière.

La revue de littérature a permis de distinguer quatre techniques de base d'élevage sur litière: la litière profonde (biomaîtrisée), la litière mince, la litière accumulée et la litière à écoulement continu. Bien que celles-ci soient décrites de façon relativement précise, la réalité telle que vécue sur le terrain par les producteurs montre que leur application peut différer passablement de ces descriptions et propose même des combinaisons de ces techniques. Tout en étant conscient de cette variabilité, les techniques ont été examinées sous différents aspects. Les points importants sont présentés ci-dessous.

### Bien-être, comportement et santé de l'animal

L'élevage du porc sur litière procure, sans contredit, un bien-être supérieur à l'élevage sur plancher latté, que ce soit en raison de la superficie plus élevée par porc ou par un confort, thermique et physique, accru par la litière. Le comportement des animaux s'en trouve ainsi amélioré, étant plus enjoués et moins agressifs. Ceci se dénote, entre autres, par l'absence quasi totale de cannibalisme et de combats entre animaux d'un même parc. Il est cependant difficile de traduire cette amélioration du comportement en termes économique et de performances. L'élevage sur litière semble cependant poser des problèmes du côté sanitaire, particulièrement lorsque plusieurs bandes de porcs sont élevées sur la même litière (litière biomaîtrisée par exemple). Une incidence accrue de vers *Ascaris*, des lésions plus fréquentes du foie et des risques plus élevés de dysenterie sont fréquemment observés dans ces techniques d'élevage. Ainsi, il semble que les avantages notés relativement au bien-être et au comportement ne compensent pas les risques sanitaires encourus.

### Santé du travailleur agricole

L'analyse, en regard de la santé des travailleurs, porte sur les contaminants biologiques, les poussières et les contaminants chimiques. Elle révèle que les concentrations en bactéries totales et en bactéries Gram négatives, bien que supérieures aux normes généralement admises, sont équivalentes pour l'élevage du porc sur litière et pour l'élevage sur plancher latté. L'élevage sur litière, en particulier sur litière biomaîtrisée, permet la prolifération de bactéries thermophiles tels que thermoactinomycètes, responsables de la maladie du *poumon du fermier*. Quant aux concentrations de moisissures totales, elles sont équivalentes pour l'élevage sur litière et sur plancher latté. La concentration d'*Aspergillus fumigatus* mesurée dans l'élevage sur litière biomaîtrisée est équivalente à celle mesurée sur certains sites de compostage.

Bien que la litière pourrait être une source importante de poussières, la concentrations de ces dernières dans l'élevage sur litière est généralement inférieure de 50 % à celle mesurée dans les élevages sur lattes et bien en deçà des normes permises.

Les concentrations mesurées de contaminants chimiques (NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CO, NH<sub>3</sub>) sont toujours de 50 % inférieures aux normes admises. Les gaz azotés émis par l'élevage sur litière (NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>) sont cependant plus variés que ceux émis par l'élevage sur plancher latté (essentiellement HH<sub>3</sub>).

### Bilan agronomique

D'un point de vue agronomique, le produit résultant de l'élevage sur litière est plus intéressant que le lisier provenant de l'élevage sur plancher latté. La forme solide du produit généré, sa concentration en éléments fertilisants, la stabilité de ces derniers de même que l'importante quantité d'humus stable apportée par ce produit constituent des avantages indéniables pour l'élevage sur litière, particulièrement pour les régions en surplus et pour les sols pauvres en matière organique. À ces avantages vient également s'ajouter une réduction drastique du

volume de fumier à gérer (entreposage, reprise et transport) de l'ordre de 50 à 80 % par rapport au volume à gérer sous forme de lisier.

Les pertes d'azote reliée à ce type d'élevage donnent cependant un produit dont le rapport N:P:K d'environ 1,54:1:1 en fait un produit déficitaire en azote pour les besoins moyens des cultures sous nos conditions.

#### Bilan environnemental

L'élevage sur litière présente également un bilan environnemental plus intéressant que l'élevage sur plancher latté. La stabilisation des éléments fertilisants, obtenue par l'activité biologique de la litière, permet de réduire les risques de pollution diffuse suite à l'épandage du produit solide généré. En effet, une réduction du lessivage de l'azote et des pathogènes de même qu'une réduction du ruissellement du phosphore permettent de maintenir ou d'améliorer la qualité des sources d'eau potable et des cours d'eau. L'émission plus importante, par rapport à l'élevage sur lisier, de gaz azotés ayant une incidence sur les pluies acides, sur l'effet de serre ou sur la couche d'ozone ternit cependant ce bilan.

Contrairement aux appréhensions populaires, le risque associé à l'accumulation de métaux lourds dans les sols ayant reçus un apport de fumier généré par l'élevage sur litière est à toute fin pratique inexistant. De plus, la nécessité de l'utilisation d'enzymes pour assurer le bon fonctionnement de l'élevage sur litière biomaitrisée n'a pas été démontrée, ni scientifiquement, ni pratiquement.

Le plus grand avantage de l'élevage du porc sur litière, et plus spécifiquement l'élevage sur litière biomaitrisée, réside dans sa capacité à réduire les odeurs. En effet, bien que très peu de mesures aient été effectuées dans ce domaine, l'expérience témoigne de l'efficacité de ces techniques à cet égard. Cet atout est majeur pour plusieurs entreprises porcines qui doivent exploiter des fermes en région de villégiature, de tourisme ou tout simplement à proximité de sites habités.

#### Bilan énergétique

Au chapitre énergétique, l'élevage sur litière est jusqu'à deux fois plus exigeant que l'élevage sur plancher latté. En effet, la grande évaporation d'eau et d'urine provenant de la litière, particulièrement par le compostage intense sous litière biomaitrisée, nécessite de grands débits de ventilation et indirectement, un besoin plus grand de chauffage.

#### Bilan économique

Le bilan économique de l'élevage sur litière est tributaire de plusieurs paramètres qu'il est encore difficile d'évaluer de façon juste. Au point de vue des performances zootechniques des porcs, elles se sont révélées au moins égales sinon supérieures aux performances sur plancher latté. Quant aux bâtiments, la nécessité de disposer d'une superficie plus grande par porc joue fortement contre l'élevage sur litière. Cependant, la simplicité du bâtiment et la possibilité d'être dispensé de posséder une structure d'entreposage viennent compenser, en tout ou en partie, ce coût de construction. Dans l'éventualité d'un élevage sur litière dans un bâtiment désaffecté, les coûts d'aménagement sont évidemment de beaucoup inférieurs au coût de construction d'un bâtiment neuf et la rentabilité économique est assurée.

Le maintien des paramètres d'ambiance du bâtiment sous nos conditions se traduit par une augmentation de 100 % des coûts reliés à la ventilation et au chauffage (de 3,00 \$ à 6,00 \$ par porc produit). Relativement à la litière, un coût d'approvisionnement d'environ 3,50 \$ par porc produit doit être prévu si cette litière n'est pas disponible sur la ferme. Le coût de main-d'oeuvre est fonction de la technique utilisée et varie de 1,25 \$ à 3,50 \$ par porc produit. Quant au coût des enzymes, il peut être considéré comme étant nul si la litière est bien entretenue.

Un gain économique important vient de la disposition des fumiers. En effet, suite à la seule réduction de 50 à 80 % des volumes à gérer, il est raisonnable d'envisager une réduction du coût de disposition de 2,75 \$ par porc produit sur lisier à 0,65 \$ par porc produit sur solide. L'augmentation du taux de demande du produit solide généré et l'augmentation du prix de vente éventuellement associé à ce produit pourraient même générer des revenus à ce chapitre.

### Analyse et synthèse

Ces techniques d'élevage sur litière représentent une solution potentielle à plusieurs problématiques rencontrées au Québec (région en surplus, région touristique ou de villégiature, proximité des habitations, etc.). Déjà plusieurs producteurs exploitent des bâtiments porcins sur litière, surtout durant l'été, et la tendance semble vouloir se maintenir vers l'accroissement du cheptel élevé sur litière, tel qu'il l'a été mentionné par les intervenants de diverses régions agricoles. Cependant plusieurs considérations indiquent que ces techniques ne sont pas toutes au même degré de développement et qu'elles ne sont pas encore optimisées. De fait, plusieurs expériences ont mené à des échecs essentiellement faute de connaissances ou de disponibilité de ces connaissances. De plus, la réglementation actuelle en matière d'élevage porcine n'est plus adaptée à la situation actuelle et ne permet pas l'élevage du porc sur litière et présente des contraintes importantes à son élevage sur fumier solide.

### Recommandations

À la lumière des informations disponibles, il est recommandé, pour l'élevage du porc sur litière en général, que:

1. Le Règlement sur la prévention de la pollution des eaux par les établissements de production animale (R.R.Q., 1981, c. Q-2, r. 18) de même que la Directive 038 sur la pollution de l'air soient révisés afin d'y intégrer des normes concernant l'élevage porcine sur litière. Cette révision permettrait ainsi l'obtention par les producteurs d'un certificat d'autorisation pour l'élevage du porc sur litière;
2. La production d'un document synthèse de vulgarisation comprenant les données les plus récentes actuellement disponibles relativement aux différentes techniques d'élevage du porc sur litière soit réalisée. Ce document s'adresserait autant aux producteurs porcins qu'aux intervenants et présenterait les informations essentielles pour la réussite de tels élevages;
3. Par souci d'équité, le programme de subvention mis en place pour l'aide à l'aménagement des structures d'entreposage des lisiers et fumiers (PAAGF) soit revu et adapté aux bâtiments d'élevage porcine sur litière (pour les cheptels acquis avant le 1er juin 1993).

Pour l'élevage du porc sur litière biomaitrisée (litière profonde), il est recommandé de:

4. Développer un concept de bâtiment permettant la mécanisation des opérations reliées à la litière et intégrant tous les aspects de ce type d'élevage (gestion de la litière, contrôle d'ambiance, contrôle parasitaire, etc.);
5. Concevoir et développer un équipement pour mécaniser les opérations reliées à la litière (distribution, brassage);
6. Développer une méthode pour réaliser l'hygiénisation de la litière entre deux bandes d'élevage;
7. Évaluer les coûts réels de production d'un tel type d'élevage dans un bâtiment neuf.

Pour l'élevage du porc sur litière accumulée et sur litière mince, il est recommandé de:

8. Déterminer les paramètres d'opération de ces deux techniques d'élevage: contrôle d'ambiance, gestion de la litière, contrôle sanitaire, etc.;
9. Caractériser les différents paramètres de ces types d'élevage: qualité de l'air, caractéristiques physico-chimiques de la litière, performances zootechniques, état sanitaire, etc.;
10. Déterminer les paramètres d'opération pour différents types de litière (paille, sciure, planure);
11. Évaluer la rentabilité de ce type d'élevage dans un bâtiment neuf et dans un bâtiment désaffecté aménagé (par exemple: bâtiment laitier);
12. Évaluer la possibilité de réaliser plus d'une bande sur la même litière, ceci dans le but d'éviter le recours à une plate-forme d'entreposage des solides;
13. Développer une stratégie de contrôle sanitaire de la litière entre deux bandes d'élevage.

Dans le cas de l'élevage du porc sur litière à écoulement continu, son adaptation et sa mise au point sous nos conditions ne nous semblent pas, pour l'instant, prioritaires.

## **ÉQUIPE DE RÉALISATION**

Sylvain Pigeon, ing., M.Sc.

Jean-Yves Drolet, agr., M.Sc.

BPR Ingénieurs-conseils

Division Agronomie et Génie Rural

4655 boul. Wilfrid-Hamel

Québec, G1P 2J7

Tél.: (418) 871-8171

Fax: (418) 871-9625

**REMERCIEMENTS**

Ce projet a été rendu possible grâce à un soutien financier de 5 655 \$ de la Fédération des producteurs de porcs du Québec accordé par le comité conjoint de recherche Fédération des producteurs de porcs du Québec/Centre de développement du porc du Québec inc. Nous désirons remercier Mme Sylvie Richard, secrétaire de ce comité, pour la collaboration qu'elle nous a apportée.

Nous désirons également remercier les différents intervenants qui ont bien voulu collaborer à cette revue de littérature en partageant leurs connaissances et leurs expériences concernant l'élevage du porc sur litière, soient MM. Michel Fortier, Raymond Martel, Lauréat Nolet, Laurent Larouche, Luc Senay, Georges Dugal, Gaétan Gingras et Maurice Daigle des différents services du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et M. Marius Bélanger du Centre de développement du porc du Québec.

---

**TABLE DES MATIÈRES**

<b>RÉSUMÉ</b> .....	<b>i</b>
<b>ÉQUIPE DE RÉALISATION</b> .....	<b>iv</b>
<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>v</b>
<b>TABLE DES MATIÈRES</b> .....	<b>vi</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	<b>viii</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. CONTEXTE</b> .....	<b>1</b>
<b>2. MANDAT</b> .....	<b>4</b>
<b>3. MÉTHODOLOGIE</b> .....	<b>4</b>
<b>4. DESCRIPTION DES DIFFÉRENTES TECHNIQUES D'ÉLEVAGE DU PORC SUR LITIÈRE</b> .....	<b>5</b>
4.1 LITIÈRE BIOMAÎTRISÉE .....	5
4.2 LITIÈRE ACCUMULÉE .....	8
4.3 LITIÈRE MINCE.....	9
4.4 LITIÈRE À ÉCOULEMENT CONTINU .....	9
<b>5. RELEVÉ DE LITTÉRATURE</b> .....	<b>12</b>
5.1 BIEN-ÊTRE, COMPORTEMENT ET SANTÉ DE L'ANIMAL.....	12
5.1.1 <i>Bien-être et comportement</i> .....	13
5.1.2 <i>Santé</i> .....	14
5.2 SANTÉ DU TRAVAILLEUR AGRICOLE.....	16
5.3 BILAN AGRONOMIQUE .....	19
5.3.1 <i>Caractéristiques des fumiers produits</i> .....	19
5.3.2 <i>Bilan de l'azote, du phosphore et de l'humus</i> .....	22
5.3.3 <i>Volumes de litière et de fumier à gérer</i> .....	25
5.4 BILAN ENVIRONNEMENTAL.....	28
5.4.1 <i>Azote et phosphore</i> .....	28



---

5.4.2 Métaux lourds .....	30
5.4.3 Utilisation des enzymes .....	33
5.4.4 Odeurs .....	34
5.5 BILAN ÉNERGÉTIQUE.....	35
5.6 BILAN ÉCONOMIQUE.....	36
5.6.1 Performances zootechniques .....	36
5.6.2 Bâtiment.....	38
5.6.3 Contrôle d'ambiance.....	41
5.6.4 Gestion de la litière.....	41
<b>6. RELEVÉ DE L'EXPERTISE.....</b>	<b>46</b>
<b>7. SYNTHÈSE DE L'INFORMATION .....</b>	<b>49</b>
7.1 BIEN-ÊTRE, COMPORTEMENT ET SANTÉ DE L'ANIMAL.....	49
7.2 SANTÉ DU TRAVAILLEUR AGRICOLE.....	49
7.3 BILAN AGRONOMIQUE .....	50
7.4 BILAN ENVIRONNEMENTAL.....	51
7.5 BILAN ÉCONOMIQUE.....	52
<b>8. RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>54</b>
<b>9. BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>57</b>
<b>10. PERSONNES RESSOURCES CONSULTÉES .....</b>	<b>64</b>

---

**LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 5.1	Normes et seuils relatifs aux concentrations de différents contaminants de l'air et concentrations moyennes maximales obtenues pour l'élevage sur litière profonde au Québec .....	17
Tableau 5.2	Composition de la litière obtenue par différents chercheurs après l'élevage d'une ou plusieurs bandes de porcs sur la même litière .....	20
Tableau 5.3	Comparaison de la valeur fertilisante d'un lisier de porcs et d'un fumier de porcs élevés sur litière biomaitrisée.....	21
Tableau 5.4	Caractéristiques des techniques d'élevage du porc sur litière.....	27
Tableau 5.5	Quantité d'azote émis sous forme NH <sub>3</sub> , NO et N <sub>2</sub> O par espace de porc par année pour deux systèmes d'élevage en litière profonde biomaitrisée.....	29
Tableau 5.6	Normes sur la qualité des compost pour différents états américains et teneurs limites souhaitables et maximales pour la valorisation agricole des boues des stations des eaux usées municipales (OME, 1990; MENVIQ, 1991).....	32
Tableau 5.7	Performances zootechniques relevées en Europe Litière biomaitrisée (LBM) vs élevage conventionnel (CONV).....	39
Tableau 5.8	Performances zootechniques de porcs élevés sur litière biomaitrisée obtenues au Québec .....	40
Tableau 5.9	Variation des coûts de production du porc pour différentes techniques d'élevage sur litière par rapport à l'élevage sur plancher latté (lisier) .....	45

---

**LISTE DES FIGURES**

Figure 4.1	Vue en coupe d'un bâtiment destiné à l'élevage sur litière profonde biomâtrisée.....	7
Figure 4.2	Bâtiment en construction destiné à l'élevage sur litière biomâtrisée.....	7
Figure 4.3	Élevage sur litière mince sous tunnel de polyvinyle .....	10
Figure 4.4	Vue en coupe d'un parc destiné à l'élevage sur litière en écoulement continu (tiré du Guide porc 1995, CPAQ).....	10
Figure 5.1	Litière à base de sciure après l'élevage d'une bande de porcs sur litière biomâtrisée (photo Marius Bélanger, CDPQ) .....	23
Figure 5.2	Litière accumulée à base de paille (et traitée) après une bande d'élevage de porcs.....	23
Figure 5.3	Atmosphère d'un bâtiment abritant un élevage de porcs sur litière biomâtrisée pour lequel les conditions minimales de ventilation ne sont pas rencontrées .....	37
Figure 5.4	Atmosphère d'un bâtiment abritant un élevage de porcs sur litière biomâtrisée pour lequel les conditions de ventilation et de chauffage sont respectées .....	37
Figure 5.5	Brassage de la litière biomâtrisée à l'aide d'un rotoculteur de jardin.....	44
Figure 5.6	Brassage de la litière biomâtrisée à l'aide d'une herse à dent de type vibroculteur .....	44

## 1. CONTEXTE

L'évolution du secteur porcin au Québec, depuis le début des années '60, a été très marquée autant par la croissance de son cheptel que l'augmentation de la taille des entreprises. Ainsi, de 1961 à 1991, le cheptel porcin s'est accru d'un facteur 5, passant d'environ 705 000 à 3 230 990 porcs, alors que le nombre moyen de porcs par entreprise passait de 15 à 900 (Brassard et Fillion, 1991). La mécanisation et l'automatisation des différentes opérations de l'exploitation ont rendu possible cette augmentation de la taille des entreprises. Il en est ainsi de la gestion des déjections animales qui s'est graduellement transformée d'une gestion sur fumier solide à une gestion sur fumier liquide (lisier), cette dernière étant plus apte à la mécanisation et à l'automatisation.

Cependant, cette transformation de la gestion vers la forme liquide ne tenait pas compte des inconvénients, mieux connus aujourd'hui, qui y sont reliés. Bien qu'elle soit grandement mécanisée et automatisée, cette gestion génère des volumes impressionnants de lisier, soit près de 0,9 m<sup>3</sup> par porc produit et 7 m<sup>3</sup> par année par truie en inventaire. On estime ainsi à près de 10 000 000 m<sup>3</sup> (incluant les précipitations) le volume de lisier généré annuellement par le secteur de la production porcine. Ces lisiers doivent être entreposés à la ferme, ce qui nécessite de lourds investissements. D'autre part, les importants volumes à épandre de même que les courtes périodes de temps disponibles pour les épandages ont favorisé l'utilisation de citernes de grande capacité et, par le fait même, l'augmentation des risques de compaction des sols par ces épandages.

Compte tenu de la dilution à laquelle les déjections sont soumises, le lisier de porcs est un produit organique qui présente une valeur fertilisante inférieure à celle des fumiers solides générés à la ferme (bovins, volailles ou autres) et même à celle des autres lisiers tels que le lisier de poules pondeuses. Cette faible concentration du lisier de porc implique donc, au moment de son épandage au champ, l'application d'une dose élevée. De plus, sa composition fait du lisier de porcs un produit organique instable particulièrement au chapitre de ses composés azotés qui se retrouvent à près de 75% sous forme ammoniacale, forme sujette à une volatilisation importante. La forte dose appliquée à l'épandage de même que la composition du lisier de porcs permettent de l'associer à une fraction

importante de la pollution diffuse d'origine agricole et également à l'émission de gaz responsables des pluies acides. Le lisier de porcs, finalement, à cause de sa forte teneur en azote ammoniacal et de son entreposage en conditions anaérobies devient un générateur important d'odeurs, tant au bâtiment qu'au moment de son épandage au champ.

D'autre part, le déplacement d'une partie de la population rurale vers le milieu urbain a modifié de façon importante la perception du monde agricole. Parallèlement à cette évolution, une préoccupation de plus en plus importante de la population s'est développée vis-à-vis de l'environnement et de la conservation des ressources. La conjugaison de ces différents paramètres a jeté un discrédit important sur l'élevage porcin, dont une partie importante est imputable à la gestion liquide des déjections. Ce phénomène se reflète, entre autres, dans plusieurs municipalités du Québec où la production porcine sur le territoire est tout juste tolérée ou est menacée d'être interdite. Ceci étant particulièrement vrai pour les municipalités dont l'activité touristique et la villégiature représentent une activité économique de premier plan.

Toutes ces considérations sur la production porcine avec gestion liquide des déjections ont entraîné une popularité grandissante de l'élevage sur solide (sur litière). Cependant, bien que ces facteurs soient importants, ce ne sont pas les seuls. Des facteurs, d'ordres technique et économique, favorisent également cette orientation. Il en est ainsi du surplus chronique de porcelets durant la saison d'été. Aussi, l'adoption en 1995 d'une nouvelle grille de classement à l'abattage par la Fédération des producteurs de porcs du Québec incite à l'abattage de porcs d'un poids vif supérieur à 105 kg plutôt qu'à 100 kg. À moyen terme, l'augmentation de la durée d'engraissement qui en a résulté a brisé l'équilibre entre la capacité de production des unités d'engraissements et celle des maternités. Ce déséquilibre est amplifié par la mise en place progressive du programme de sevrage hâtif (SPMM) qui augmente la capacité de production des maternités (nombre de porcelets sevrés par truie par année). Afin de remédier à cette situation, de nombreux producteurs ont donc eu recours à des bâtiments désaffectés pour augmenter leur capacité d'engraissement, particulièrement les naisseurs-finisieurs et les intégrateurs. Ces bâtiments n'ayant pas été conçus pour la gestion liquide, les producteurs n'ont eu d'autre choix que de faire l'élevage sur litière.

Par ailleurs, dans certaines régions où la production laitière est importante, plusieurs producteurs entretiennent des craintes face aux conséquences qu'auront à long terme les accords du GATT et de l'ALÉNA (éventuellement élargi à des partenaires de l'Amérique Centrale et du Sud) sur cette production. Les bâtiments de production laitière ne pouvant s'adapter à l'élevage du porc sur gestion liquide, ces producteurs voudraient pouvoir intégrer éventuellement le secteur de la production porcine via la gestion solide dans leurs propres bâtiments de production laitière. Cette adaptation de l'élevage du porc sur fumier solide pourrait également profiter à de nombreux autres producteurs qui disposent actuellement de bâtiments désaffectés sur leur ferme (Bélanger, 1996). Les producteurs voudraient pouvoir les utiliser à des fins de production porcine et ce, de façon économique et rentable.

Malgré la réglementation actuelle qui ne reconnaît pas l'élevage du porc sur litière pour des établissements de plus de 5 unités animales (R.R.Q., Q-2, r. 18, 1981), le développement de l'élevage du porc sur litière, par les avantages qu'on lui associe, pourrait permettre l'expansion de la production porcine dans plusieurs régions du Québec, principalement là où la gestion des déjections sous forme liquide constitue une contrainte majeure. Cependant, cet élevage sur litière peut se pratiquer selon plusieurs techniques de base. L'élevage sur litière biomâtrisée, sur litière mince, sur litière accumulée et sur litière en écoulement continu sont des techniques qui réfèrent souvent à des principes et des gestions différents. Le degré de connaissance des impacts (performances, environnement, santé, etc.) associés à chacune d'elles est aussi très différent.

## **2. MANDAT**

Dans le contexte décrit ci-dessus, le mandat confié par la Fédération des producteurs de porcs du Québec a donc consisté globalement à faire le point sur les impacts environnementaux reliés à l'élevage du porc sur litière. Cette revue de littérature devrait permettre au comité conjoint de recherche de préciser ses priorités de recherche en regard de l'élevage du porc sur litière.

## **3. MÉTHODOLOGIE**

L'exécution de ce mandat a, dans un premier temps, nécessité le recensement de l'information scientifique disponible concernant les différentes techniques d'élevage du porc sur litière, à l'échelle nationale et internationale, par le biais des outils informatiques reconnus (banques de données). Dans un second temps, l'identification et la consultation de l'expertise dans ce domaine ont apporté une quantité importante d'informations très récentes. Puis, l'analyse et la synthèse des informations obtenues ont permis d'apprécier l'applicabilité (environnementale, économique, etc.) de ces techniques au contexte de la production porcine au Québec. Finalement, des recommandations ont été formulées quant aux axes de recherche et de développement à prioriser.

#### 4. DESCRIPTION DES DIFFÉRENTES TECHNIQUES D'ÉLEVAGE DU PORC SUR LITIÈRE

Compte tenu que plusieurs techniques différentes d'élevage du porc sur litière se sont révélées à la lueur des informations recueillies, il est essentiel de bien les décrire avant d'aborder les aspects relatifs aux différents impacts de chacune. Il est bien entendu que la description présentée ne rend pas compte de la diversité retrouvée dans l'application de celles-ci par les producteurs. En pratique, de multiples variantes et souvent des combinaisons de plus d'une technique sont rencontrées. Ainsi, le document présente une caractérisation de ces différentes techniques, ces dernières ayant été regroupées en techniques d'élevage sur litière profonde, sur litière mince, sur litière accumulée et sur écoulement continu de litière. Ces différentes litières peuvent être traitées ou non avec des produits biologiques. Le terme *biomaîtrisée* s'appliquait à l'origine à une litière traitée avec un produit biologique. Par contre, l'utilisation courante l'a associé à la litière profonde, traitée ou non traitée. Aussi, le terme *litière biomaîtrisée* signifiera dans ce rapport à la fois la litière profonde traitée et la litière profonde non traitée.

##### 4.1 LITIÈRE BIOMAÎTRISÉE

L'élevage du porc sur litière profonde biomaîtrisée a été développé initialement au Japon par la compagnie multinationale Nissan (Châtillon et Viel, 1990a). Elle s'est graduellement déplacée en Asie (Hong Kong et Taïwan) puis a été introduite dans les principaux pays producteurs de porcs d'Europe, notamment en Hollande, en France, en Belgique, en Allemagne et en Italie. Les premiers essais menés au Québec l'ont été par quelques producteurs seulement et remontent aux débuts des années '90.

Cette technique consiste à réaliser l'élevage du porc sur une litière (préférentiellement de sciure) dont l'épaisseur varie de 60 à 90 cm. La particularité de cette technique est qu'un produit issu de la biotechnologie est incorporé à la litière avec les déjections. Ce produit, constitué essentiellement d'enzymes, permet d'intensifier l'activité des bactéries naturellement présentes dans les déjections de porcs. Cette activité microbienne dégrade ainsi rapidement la cellulose et la lignine de la litière. Le dégagement de chaleur résultant de cette activité maintient alors des températures de



30°C en surface de la litière et de plus de 50 à 60°C à une profondeur de 30 cm. Ainsi, l'activité microbienne, en plus de capter l'azote du lisier avant qu'il ne se volatilise (élimination des odeurs) permet de sécher la litière (fumier solide) et de stériliser une partie des germes contenus dans la litière.

La gestion de la litière et du produit enzymatique varie selon le fabricant du produit et le type de litière (Châtillon, 1991a). Cependant, la pratique de l'élevage sur litière de paille est plutôt de type litière accumulée et est décrite à la section 4.2. Généralement le démarrage de l'élevage biomaitrisée sur sciure se fait par la mise en place d'un fond de 20 cm d'un mélange litière, lisier et enzymes de fermentation (pied de cuve). Puis, la litière est amenée à une épaisseur de 70 cm et plus. Un délai de quelques jours (10 à 12) est par la suite recommandé pour que l'activité microbienne soit bien démarrée au moment de l'arrivée des porcs. Régulièrement (1 à 2 fois par semaine), les déjections restées en surface sont réparties et enfouies dans la litière et une dose du produit enzymatique est ajoutée (selon les recommandations du fabricant). À cette même occasion, le brassage de la litière est effectué. À tous les 12 à 18 mois, la couche superficielle de 20 cm est renouvelée par de la litière fraîche. Un *vide sanitaire* de 2 semaines est recommandé entre deux bandes. La totalité de la litière est renouvelée à tous les 3 ou 4 ans. La figure 4.1 montre une vue en coupe d'un bâtiment d'élevage sur litière profonde biomaitrisée et la figure 4.2 montre un bâtiment en construction adapté à cette technique.

L'intérêt grandissant pour cette technique d'élevage a permis la commercialisation de plusieurs produits enzymatiques tels que SEF-C (Spécial Enzyme de Fermentation), Biolyse, Spéciflor-Litière, Envistim, etc.

Cependant, la nécessité de recourir à ces produits biologiques n'est pas scientifiquement démontrée. Il est en effet possible de bien réussir l'élevage sur litière profonde sans l'utilisation de ces produits enzymatiques. La gestion de la litière est la même que ci-dessus, sauf pour le démarrage où les porcs sont introduits directement sur la litière fraîche. À défaut de recourir à ces produits, une plus grande attention de la part du producteur est requise afin de maintenir les conditions optimales pour le compostage de la litière.

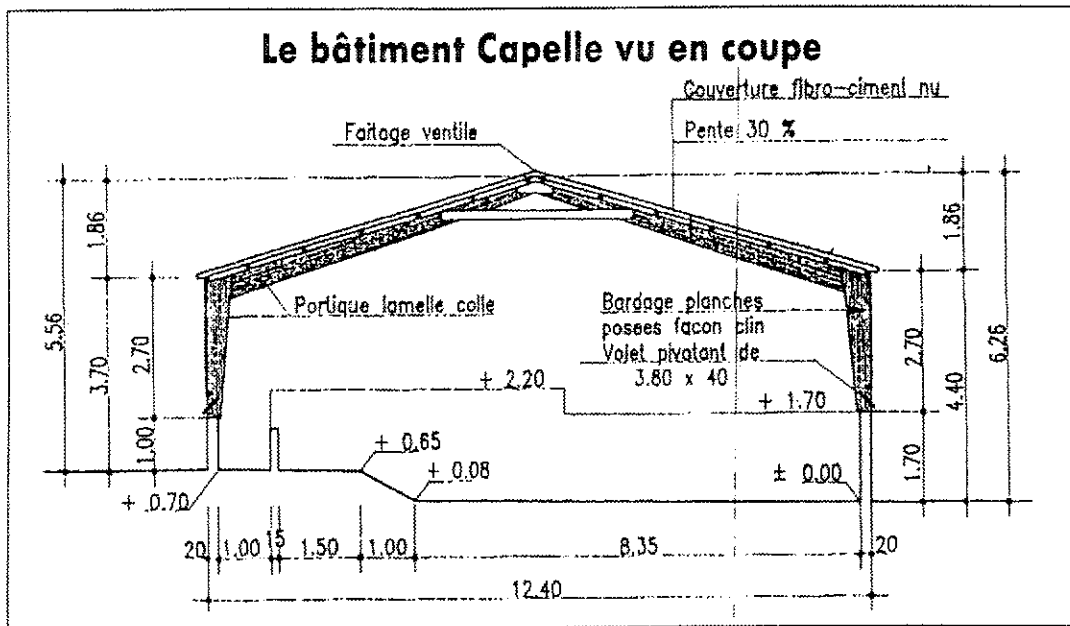


Figure 4.1 Vue en coupe d'un bâtiment destiné à l'élevage sur litière profonde biomaitrisée.

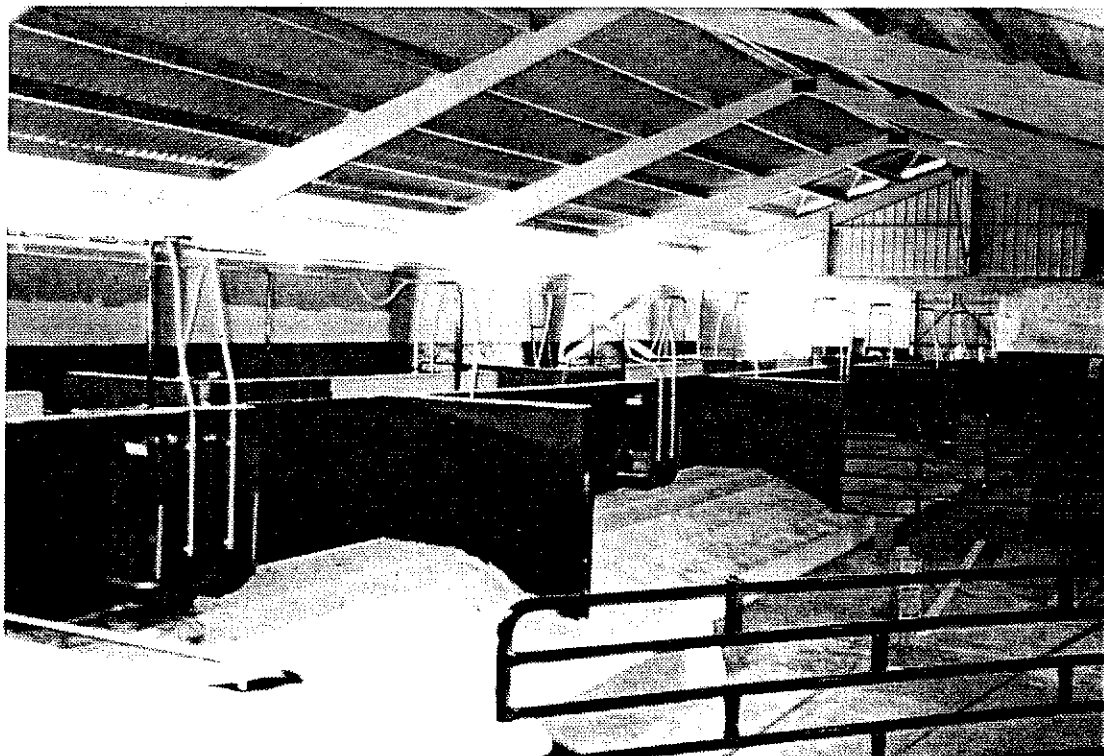


Figure 4.2 Bâtiment en construction destiné à l'élevage sur litière biomaitrisée.

#### 4.2 LITIÈRE ACCUMULÉE

L'élevage du porc sur litière accumulée est, à la base, une technique découlant de la technique de litière biomâtrisée. Elle a été développée en France par le groupe Sanders et sa filiale française Sogeval afin de combler certaines lacunes observées au système de litière profonde (Châtillon et Viel, 1990b; Châtillon, 1991b). Cette technique recourt également à des produits enzymatiques. La technique de litière accumulée utilise le même principe du compostage de la litière, mais la pratique est différente. Elle demande beaucoup moins de main-d'oeuvre, particulièrement pour le déplacement, l'enfouissement et le travail de la litière de même que pour l'épandage du produit enzymatique.

Le démarrage de l'élevage se fait sur une litière d'environ 20 à 30 cm de sciure ou de paille entière. L'ensemencement au produit ne se fait qu'au besoin et seulement sur les zones souillées. Puis de la litière est ajoutée régulièrement. Cette technique ne permet pas un compostage aussi intense que la litière biomâtrisée. Ainsi les températures atteintes dans la litière en cours d'élevage sont moins élevées et l'évacuation de la litière est effectué entre chaque bande. Ceci permet de désinfecter les parcs entre chaque entrée de nouveaux porcs, les températures de compostage n'étant pas suffisantes pour assurer l'hygiénisation de la litière.

La version québécoise de cette technique s'apparente plus à la façon traditionnelle de garder les animaux en claustration dans des parcs. Elle est actuellement pratiquée par un bon nombre de producteurs au Québec (Martel, 1996). Elle consiste donc à démarrer l'élevage sur une couche d'environ 15 à 20 cm de litière (préférentiellement sciure) puis d'en ajouter de façon régulière afin de maintenir la surface de la litière sèche et d'éviter tout écoulement de purin. Dans cette situation, le compostage est beaucoup moins intense et l'évaporation se fait plus lentement, nécessitant des ajouts plus réguliers de litière.

### 4.3 LITIÈRE MINCE

L'élevage sur litière mince s'est développé également au Japon où il est dénommé le Système Ishigami, du nom du producteur qui en a fait l'essai et la mise au point (Gadd, 1991a, 1991b et 1992). Le système a été popularisé en Europe et au Canada sous l'appellation de Tunnel Housing System (Gadd, 1993). Le principe qui sous-tend cette technique est le même que celui de la litière profonde biomâtrisée, soit le compostage de la litière activé par l'apport de produits enzymatiques. Cependant, l'élevage sur litière mince ne requiert qu'une épaisseur de 25 à 30 cm et le complexe enzymatique est fourni directement dans l'alimentation du porc plutôt qu'incorporé aux déjections et à la litière. La figure 4.3 montre l'intérieur d'un tunnel en polyvinyle accueillant des porcs à l'engrais sur litière mince.

La gestion de la litière est également différente. Elle doit être évacuée après chaque bande d'élevage, une épaisseur de quelques centimètres étant cependant laissée dans le parc afin d'inoculer la litière fraîche de la bande suivante. La litière évacuée est compostée à l'extérieur afin de détruire les germes pathogènes et peut être réutilisée comme litière pour trois ou quatre bandes supplémentaires. Contrairement à la technique de litière biomâtrisée, aucun travail de la litière n'est recommandé.

L'adaptation de cette technique au Québec fait en sorte qu'aucun complexe enzymatique n'est utilisé et qu'un minimum de litière est ajoutée en cours d'élevage (Nolet, 1995). L'évacuation de la litière est complète entre chaque bande. Cette évacuation permet de désinfecter les parcs avant l'arrivée des prochains porcs.

### 4.4 LITIÈRE À ÉCOULEMENT CONTINU

L'élevage du porc sur litière à écoulement continu s'est développé récemment en Angleterre (Bruce, 1990; Arey, 1992 et 1993; Arey et Bruce, 1993; Châtillon, 1992), bien qu'il ait déjà été réalisé par quelques producteurs ici même au Québec.

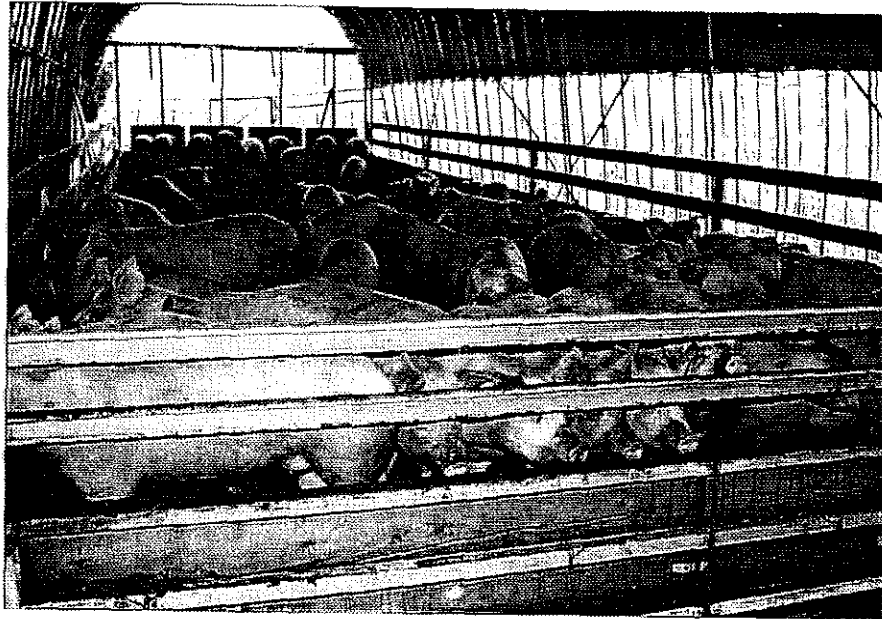


Figure 4.3 Élevage sur litière mince sous tunnel de polyvinyle.

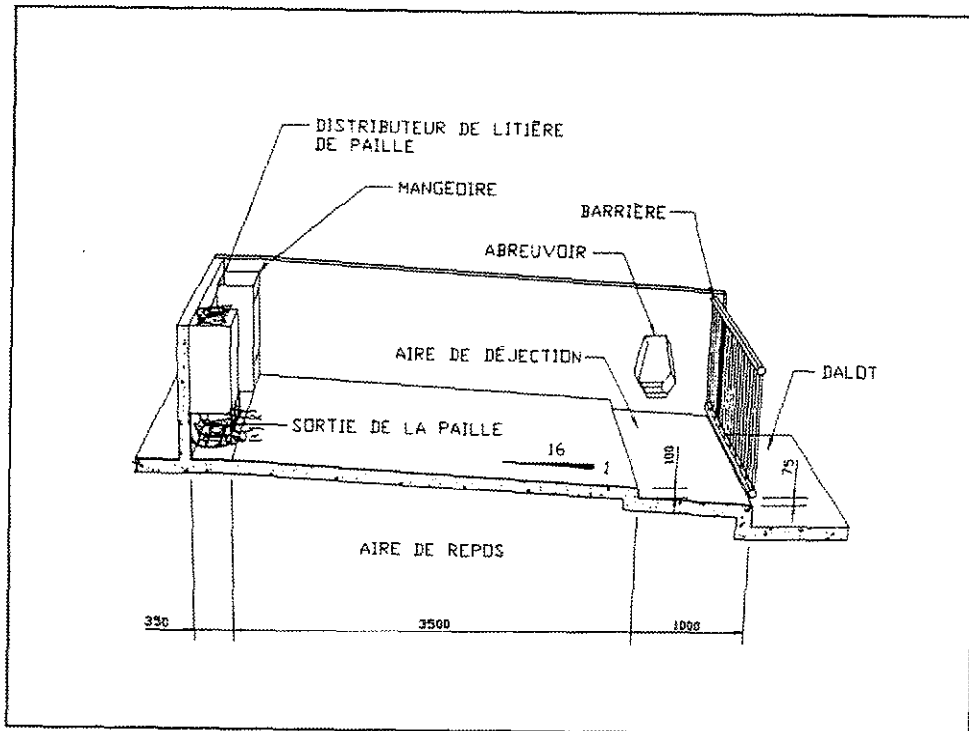


Figure 4.4 Vue en coupe d'un parc destiné à l'élevage sur litière en écoulement continu (tiré du *Guide porc 1995*, CPAQ).

Cette technique est basée principalement sur l'aménagement du bâtiment. D'abord, une trémie (ou râtelier) accessible aux porcs fournit la paille longue, puis le plancher en pente permet à cette litière de se déplacer graduellement vers le bas de la pente, où se situent la zone de déjections et la rigole d'écurage (figure 4.4).

Pour assurer le fonctionnement de cette technique, la trémie desservant la paille est placée près de celle pour l'alimentation et doit fournir de 50 à 100 grammes de paille quotidiennement aux porcs.

La pente du plancher de béton (1:16) et l'activité des porcs assurent l'écoulement de la litière jusqu'à la rigole d'écurage en environ 24 heures. Une dénivellation de 100 mm sépare la zone de confort de la zone de déjections. Un écurer à fumier solide est alors utilisé pour l'évacuation des fumiers. Les quantités de paille utilisées n'assurent pas nécessairement que tout le liquide est absorbé par la litière. Ainsi, selon le concept original anglais, on doit prévoir un système de récupération des urines non absorbées ou non évaporées. Par contre, un projet mené au Québec montre que l'utilisation de 120 grammes de litière par porc par jour a permis d'évacuer les déjections sous forme solide seulement, l'entreposage se faisant sur une plate-forme à fumier (Pelletier, 1996). Cependant, une petite quantité de purin devait s'échapper sur la montée d'écurer lors de l'évacuation de cette litière, ce qui laisse croire qu'un certain volume de fumier devra être gérée sous forme liquide au moment de la reprise et de l'épandage. D'autre part, un projet allemand (Hesse, 1992) indique qu'une quantité de 300 grammes par jour par porc de paille hachée est nécessaire pour maintenir le plancher sec en tout temps. La technique d'élevage sur litière en écoulement est toutefois le système qui pourrait s'adapter le mieux à la mécanisation des opérations reliées à la litière.

## 5. RELEVÉ DE LITTÉRATURE

L'examen de la littérature indique que parmi les systèmes d'élevage du porc sur litière, seule la litière profonde (biomaîtrisée ou non) est relativement bien documentée. De multiples projets menés dans plusieurs pays (européens, asiatiques et américains), ont permis d'examiner ce type d'élevage sous plusieurs aspects (santé animale, santé humaine, performances zootechniques, agronomie, environnement, contrôle d'ambiance, etc.). Le compte rendu de la conférence internationale tenue au Research Institute for Pig Husbandry aux Pays-Bas, en 1992, (*Proceedings workshop deep litter systems for pig farming*) ainsi que le compte rendu de la conférence tenue à l'Université de Warwick en Angleterre, en 1993, (*Livestock environment IV. Fourth International Symposium*) sont les références les mieux documentées et représentent donc une source importante d'informations scientifiques concernant l'élevage du porc sur litière. Au Québec, deux projets d'élevage sur litière (litière biomaîtrisée), menés successivement sur la même ferme pendant une période totale de 3 ans, ont permis d'examiner les différents aspects de cette technique sous nos conditions d'exploitation.

Concernant les autres types d'élevage sur litière, les résultats scientifiques sont plus disséminés. Cependant, plusieurs projets et plusieurs fermes produisant du porc sur litière ont été ou sont suivis actuellement au Québec. Le présent rapport présente les données moyennes qui ont été colligées au moment de sa rédaction à partir des informations fournies par les différents intervenants impliqués dans ces projets.

### 5.1 BIEN-ÊTRE, COMPORTEMENT ET SANTÉ DE L'ANIMAL

Le recours à un système d'élevage sur litière modifie radicalement le milieu de vie des animaux. Ce nouveau milieu influence leur bien-être et leur comportement mais affecte également leur santé.

### 5.1.1 Bien-être et comportement

Le recours à l'élevage sur litière améliore le confort des animaux et ce, quel que soit le type de litière utilisée. Ce confort est d'abord apporté par la nécessité d'allouer près de 1,2 m<sup>2</sup> de superficie par porc (Hervo et Théobald, 1992). De plus, le contact avec la litière, qui constitue pour les animaux un plancher souple et procurant de la chaleur, améliore leur bien-être, particulièrement lorsque la température ambiante est basse. Un risque de stress existe cependant durant les journées les plus chaudes de l'été durant lesquelles une ventilation plus importante et une litière plus mince (dans le cas de la litière biomaîtrisée) réduiront l'effet de ce stress (Lo, 1992).

Les observations effectuées au Québec (BPR, 1994a) indiquent également que les porcs élevés sur litière sont plus enjoués et moins agressifs que ceux élevés sur plancher latté. Ces observations sont corroborées par des études éthologiques plus systématiques réalisées en Europe. Ainsi, Böhmer et Hoy (1993) indiquent que les porcs sur litière biomaîtrisée s'assoient moins et sont davantage engagés dans des activités exploratoires qui correspondent à des besoins comportementaux de base. Ils passent également moins de temps en interactions agressives avec d'autres congénères, la fréquence des combats, des morsures d'oreilles et de queues et des frottements étant significativement plus faible pour les porcs sur litière tout au long de la période d'élevage. Ces comportements ont également été relevés par Arey et Bruce (1993) pour l'élevage sur litière en écoulement continu, par Gadd (1991a) sur litière mince et par Luymes (1995) sur une technique associant litière mince et écoulement continu.

Bien qu'il soit difficile de mesurer l'effet de l'amélioration du bien-être des animaux sur leurs performances de croissance, il demeure que cet aspect revêt, sur le plan social comme sur le plan marketing, une importance grandissante. Le bien-être des animaux d'élevage est un enjeu d'actualité dans le milieu agricole européen et ce mouvement pourrait s'amplifier au Québec dans les années à venir. Cet avantage des porcs élevés sur litière se traduirait éventuellement par des prix de vente plus élevés dans la mesure où un concept de porc *environnemental* permettrait d'atteindre une clientèle cible consentante à payer plus cher pour le produit.



### 5.1.2 Santé

L'élevage du porc sur litière comporte, pour les animaux, des risques plus élevés de maladies que l'élevage sur lattes. D'une part, la litière fraîche est une source importante de micro-organismes (bactéries, champignons et autres) et d'autre part, elle constitue un milieu propice pour le développement des organismes pathogènes, particulièrement dans le cas de la litière biomaitrisée où la même litière est utilisée pour plusieurs bandes successives d'élevage.

Un premier constat est fait sur l'incidence des parasites, tel que le ver *Ascaris suum*. Ce dernier provient généralement de porcelets non traités ou de l'introduction de déjections pour l'activation de la litière. Les résultats obtenus au Québec (BPR, 1994a) indiquent que l'incidence du ver *Ascaris* augmente avec le nombre de bandes d'élevage. Un traitement antiparasitaire prolongé s'avérerait plus efficace que quelques traitements sporadiques. Afin de limiter les dégâts provoqués par *Ascaris* et autres parasites, Hoy (1996) recommande de ne s'approvisionner en porcelets qu'à partir de maternités où les truies et les porcelets sont traités (avant leur introduction dans les parcs).

Par ailleurs, Huysmans *et al.* (1992) ont détecté la présence de bactéries responsables de la dysenterie porcine, *Serpulina hyodysenteriae*, dans 43 des 144 échantillons de fèces prélevés chez des porcs sur litière profonde. Ce microbe peut survivre dans les fèces durant 7 jours à une température de 25°C (CPAQ, 1995). Les mêmes auteurs ont également détecté la présence, dans 15 des 51 échantillons prélevés de litière, de *Salmonella* responsable de la salmonellose porcine. D'autre part, Hoy *et al.* (1992a) ont observé que les porcs élevés sur planché latté montraient plus souvent des diarrhées liquides que ceux sur litière profonde et ils ont attribué cette différence au fait que l'absorption d'une quantité non négligeable de litière aurait des effets positifs sur ceux-ci.

Comparativement à l'élevage sur plancher latté, le système d'élevage sur litière biomaitrisée cause également plus de lésions du foie (Huysman *et al.*, 1992; Hoy *et al.*, 1992a; Hoy, 1996). Ces lésions sont causées principalement par *Hepatitis parasitaria* et son occurrence augmente également avec le nombre de bandes d'élevage sur la même litière. De plus, Hoy (1996) note la

présence de *Mycobacterias sp.* provenant de la litière. Cette présence est associée aux changements observés des ganglions lymphatiques des porcs élevés sur litière.

Par ailleurs, Hoy (1996) et Huysmans *et al.* (1992) n'ont observé aucune différence relativement aux lésions au poumon et au coeur entre les porcs élevés sur litière profonde et ceux élevés sur lattes.

Face à l'aspect sanitaire de l'élevage sur litière, Huysmans *et al.* (1992) concluent que la stratégie optimale serait de changer de litière à chaque bande mais ils indiquent du même coup la difficulté rencontrée du point de vue économique. En revanche, ils proposent de laisser les parcs vides le plus longtemps possible entre les bandes afin de diminuer le nombre de pathogènes. La durée de cette période de repos (pouvant être associée à un vide sanitaire) est impossible à préciser à l'heure actuelle. Dans cette optique, Lo (1992) indique que la même litière ne devrait pas être utilisée pour plus de deux bandes consécutives surtout s'il existe une demande sur le marché pour les résidus compostés.

Ces constatations sur l'aspect sanitaire de la production porcine sur litière ont contribué au développement de techniques alternatives à l'élevage sur litière biomaitrisée. Ainsi, le développement par Sanders de la technique sur litière accumulée visait d'une part à diminuer les manipulations des déjections mais également à évacuer la litière à la fin de chaque bande permettant ainsi la désinfection des lieux. Il en est ainsi de la technique sur litière mince (Gadd, 1993) pour laquelle la presque totalité de la litière est évacuée après chaque bande.

Les auteurs concluent que, dans le cas de la litière profonde biomaitrisée, les avantages observés sur le meilleur comportement des porcs ne compensent pas les risques sanitaires plus élevés encourus par les porcs. Le manque de données traitant de cet aspect pour les autres types de litière empêche de conclure à ce chapitre pour ces techniques.

## 5.2 SANTÉ DU TRAVAILLEUR AGRICOLE

Le milieu de travail des producteurs est important. La présente section relève les données disponibles sur la qualité de l'air ambiant dans divers types d'élevage du porc sur litière. Ces données réfèrent aux contaminants chimiques (NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CO, NH<sub>3</sub>), aux contaminants biologiques (bactéries totales, bactéries Gram négatives, thermoactinomycètes et moisissures dont *Aspergillus fumigatus*) et aux poussières. Ces contaminants sont reconnus comme étant toxiques ou présentant des risques de maladies respiratoires pour les humains qui y sont exposés. Parmi ces maladies, l'asthme professionnel, l'alvéolite allergique, la bronchite chronique et le syndrome des poussières organiques toxiques sont les plus répandues (Lavoie *et al.*, 1994 et 1995).

Afin de pouvoir mesurer leur impact, il est important de préciser certaines normes ou recommandations relatives à ces contaminants, ou si elles n'existent pas, les seuils pour lesquels des symptômes de maladies respiratoires ont déjà été observés chez des individus sensibles. Le tableau 5.1 présente ces valeurs, extraites de Lavoie *et al.* (1994 et 1995).

Les résultats obtenus sur litière profonde, biomaîtrisée ou non, sont similaires. Le tableau 5.1 indique les concentrations moyennes qui ont été observées au Québec (Lavoie *et al.*, 1994). Du point de vue des contaminants biologiques, la concentration des bactéries totales et Gram-négatives est généralement plus élevée que les normes admises. Lavoie *et al.* (1994) rapporte des concentrations de 27 et 4 fois plus élevées que les normes, bien que ces niveaux soient comparables avec les concentrations observées dans les porcheries sous gestion liquide (Cormier *et al.*, 1990). Quant aux thermoactinomycètes, bactéries thermophiles responsables de la maladie du poumon du fermier, les concentrations mesurées sont également plus élevées que celles réputées pouvant causer des symptômes de maladies respiratoires. Kay (1992a) observe également cette situation dans la concentration de ces bactéries dans la litière. La litière constitue pour ces bactéries un milieu idéal de croissance à cause de la température qui y règne.

Tableau 5.1 Normes et seuils relatifs aux concentrations de différents contaminants de l'air et concentrations moyennes maximales obtenues pour l'élevage sur litière profonde au Québec (Lavoie *et al.*, 1994).

Contaminant	Unité	Norme	Seuil	Litière biomaitrisée
Bactéries totales	UFC <sup>1</sup> /m <sup>3</sup>	10 000	-	270 000
Bactéries Gram-négatives	UFC/m <sup>3</sup>	1 000	-	3 840
Thermoactinomycètes	UFC/m <sup>3</sup>	-	1 000	3 840
Moisissures totales	UFC/m <sup>3</sup>	-	13 000	8 740
<i>Aspergillus fumigatus</i>	UFC/m <sup>3</sup>	-	10 à 10 000	9 420
Poussières totales	mg/m <sup>3</sup>	10	-	< 1
Anhydride carbonique (CO <sub>2</sub> )	ppm	5 000	-	700 à 2500
Ammoniac (NH <sub>3</sub> )	ppm	25	-	1 à 5
Protoxyde d'azote (N <sub>2</sub> O)	ppm	50	-	2 à 12
Monoxyde de carbone (CO)	ppm	50	-	1 à 34
Oxyde nitrique (NO)	ppm	25	-	< 1
Bioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	ppm	5	-	< 2

<sup>1</sup> UFC: unités formant des colonies

Les concentrations mesurées de moisissures totales sont semblables à celles relevées dans les porcheries conventionnelles. *A. fumigatus* est reconnu comme pouvant causer des symptômes allant des réponses allergiques aux maladies respiratoires chroniques chez les individus ayant un système immunitaire déficient. Ces concentrations sont du même ordre de grandeur que celles rencontrées sur certains sites de compostage (jusqu'à 3600 UFC/m<sup>3</sup>) mais de beaucoup inférieures à celles mesurées dans des champignonnières (jusqu'à 750 000 UFC/m<sup>3</sup>) (Millner *et al.*, 1994).

Dans le cas des contaminants chimiques, toutes les concentrations mesurées sont généralement de 50 % inférieures aux normes citées (tableau 5.1). La concentration d'ammoniac est moins élevée

que dans les porcheries sur lattes à cause de la transformation de l'azote sous des formes intermédiaires par l'action du compostage. Ainsi, ces composés intermédiaires n'apparaissent pas dans le cas de l'élevage sur lisier.

Dans le cas des poussières, bien que les parcs soient remplis de litière, les concentrations de poussières sont très en dessous des normes, soit de l'ordre de 0,5 à 1 mg/m<sup>3</sup>. De plus, cette concentration est généralement inférieure à celle rencontrée dans les élevages sur lattes, soit de 1 à 3 mg/m<sup>3</sup> (Lavoie, 1995).

Les données relatives aux contaminants de l'air des bâtiments d'élevage utilisant les autres techniques sur litière sont très fragmentaires et, le plus souvent, inexistantes. Actuellement, les seules données relatives à la technique sur litière mince concernent le projet Eco Barn (Luymes, 1995) où les concentrations mesurées de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) variaient de 900 à 1200 ppm et celles de l'ammoniac, de 18 à 23 ppm. L'aménagement spécial du bâtiment, de même que le faible taux de ventilation, expliquent en grande partie la concentration élevée d'ammoniac (tout juste inférieure à la norme de 25 ppm). Quant à la technique d'écoulement continu de paille, les seuls résultats proviennent d'un projet québécois (Dugal, 1996). Les dernières mesures indiquaient des concentrations de CO<sub>2</sub> de 1200 à 1900 ppm, de NH<sub>3</sub> de l'ordre de 15 ppm et aucune trace de H<sub>2</sub>S.

De façon générale, tous les contaminants qui proviennent de l'air de la porcherie, i.e. les gaz et les bactéries (totales, Gram négatives, thermoactinomycètes) sont retrouvés en plus grand nombre en hiver, lorsque les débits de ventilation sont plus faibles et que le taux d'humidité est plus élevé. D'autre part, le brassage de la litière augmente de façon sensible les concentrations de contaminants provenant de la litière, soit essentiellement les contaminants biologiques.

Les contaminants qui proviennent de l'air extérieur comme les moisissures, dont *Aspergillus fumigatus*, ont des concentrations plus élevées en été, puisque leurs périodes optimales de croissance se situent au printemps et à l'automne.

Considérant les risques encore existants pour la santé des travailleurs, les responsables de l'IRSST recommandent le port de masques de protection respiratoire munis de filtres HEPA (High Efficiency Particulate Air-filters), ceux-ci assurant une rétention de 99,7% des spores de bactéries et de moisissures.

### 5.3 BILAN AGRONOMIQUE

#### 5.3.1 Caractéristiques des fumiers produits

La gestion solide des déjections du porc présente des impacts agronomiques différents de ceux des lisiers. En effet, le mélange d'une substance riche en carbone (litière) avec les déjections amène une transformation plus rapide de celles-ci comparativement à un lisier. La litière constitue d'abord une source de carbone pour les micro-organismes qui dégradent les déjections. Puis, elle permet de maintenir un certain degré d'oxygène dans le fumier ce qui stimule l'activité des micro-organismes aérobies. Cette dégradation par voie aérobie est plus intense dans le cas de la litière profonde que dans celui des autres types de litière car un travail intense et fréquent d'aération mécanique est recommandé pour profiter pleinement de cette technique.

L'analyse des composantes du fumier produit par une gestion solide des déjections permet de mieux cerner l'impact que ces techniques d'élevage peuvent avoir sur les cultures et les sols. Le tableau 5.2 présente les résultats d'analyses de fumiers obtenus par quelques auteurs qui ont étudié les techniques d'élevage sur litière. Il est à noter qu'ici aussi, les résultats sont beaucoup plus nombreux pour l'élevage sur litière profonde biomâtrisée que pour les autres type d'élevage sur solide.

Dans un premier temps, on constate qu'indépendamment des chercheurs et du type de litière étudiée, les fumiers produits sont très comparables à plusieurs égards. Ainsi, les teneurs en matière sèche varient autour de 40 à 50 % et les teneurs en azote total et en phosphore (sur base sèche) sont généralement de l'ordre de 1 à 2 %. Le tableau 5.3 compare par ailleurs les caractéristiques d'un lisier de porc moyen avec celles d'un fumier de porc sur litière. Outre les différences concernant la teneur

TABLEAU 5.2 Composition de la litière obtenue par différents chercheurs après l'élevage d'une ou plusieurs bandes de porcs sur la même litière

PARAMÈTRES	UNITÉS	BPR	Bonazzi et	Kay(2)		De Koning	Nicks <i>et al.</i>	Lesguiller	Neukermans	Nolet	Senay	Luymes
		(1994a)	Navarotto (1992)	(1992)		(1992)	(1995)	<i>et al.</i> (1995)	(1991)	(1995)	(1993)	(1995)
Type de litière		Prof. biom.	Prof. biom.	Prof. biom.	Prof. biom.	Prof. biom.	Prof. biom.	Prof. biom.	Prof. biom.	Mince	Mince	Mince
Nb de bandes		3	4	3	5	4	4	3	3	1	1	1
Matière sèche	(%)	38.8	42.5	-	30 - 40	59.2			47.5	40.9	43.7	37
C organique	(% b.s.)	50.5	36.9	-	-	-			37.7		50	39
C/N		26.9	45.3	-	-	-			28.0	21.4	24.0	26
N-total	mg/kg b.s.	18,800	8,150	-	15000 - 20000	23,000			7,600	23,423	20,072	42,080
N-NH4	mg/kg b.s.	3,500	2,200	1,313	3,392	-				3,620	3,770	3,970
N-NO3	mg/kg b.s.	34	-	-	-	-						1,735
P	mg/kg b.s.	13,870	9,520	-	-	11,000			11,830	18,386	17,480	20,662
K	mg/kg b.s.	12,801	12,190	-	-	37,000			30,000	22,763	22,370	22,555
Cu	mg/kg b.s.	289	541	236	322	230	600	36	280		309	
Zn	mg/kg b.s.	523	640	-	600 - 700	460	1,500	166	764		676	

Tableau 5.3 Comparaison de la valeur fertilisante d'un lisier de porcs et d'un fumier de porcs élevés sur litière biomâtrisée.

Paramètre	Unité	Lisier de porc moyen <sup>1</sup>	Fumier de porc moyen <sup>2</sup>	Indices de perte d'efficacité de l'azote <sup>3</sup>		
				Saison	Lisier	Fumier
Matière sèche	(%)	3,5	45			
C/N	-	3	20-45			
<b>Base humide</b>						
N-total	(kg/t)	3,5 - 4,2	4,5 - 9,0	Automne	1,4 - 1,8	1,2 - 1,4
				Print.-été	1,0 - 1,1	1,0 - 1,1
N-NH <sub>4</sub>	(kg/t)	2,1 - 2,8	0,9 - 3,6			
Norg / N-total	(%)	20 - 40	60 - 70			
P	(kg/t)	1,0 - 1,5	4,5 - 13,5			
K	(kg/t)	1,0 - 2,0	4,5 - 13,5			
Cu	(ppm)		90 - 225			
Zn	(ppm)		135 - 315			
<b>Base sèche</b>						
N-total	(%)	10 - 12	1 - 2			
N-NH <sub>4</sub>	(%)	6 - 8	0,2 - 0,8			
Norg / N-total	(%)	20 - 40	60 - 70			
P	(%)	2 - 3	1 - 3			
K	(%)	3 - 6	1 - 3			

<sup>1</sup> BPR, 1994b<sup>2</sup> BPR, 1994a<sup>3</sup> MAPAQ, 1994

en matière sèche et le rapport C/N, l'examen des teneurs humides indique que le produit solide est davantage concentré en éléments fertilisants et que les formes d'azote organique sont plus importantes.

Les résultats indiquent également que le procédé de compostage, se produisant à différentes intensités selon le type de litière, est incomplet. En effet, les techniques d'élevage sur litière présentent des rapports C/N de la litière de l'ordre de 20 à 45, alors qu'il est reconnu que les composts matures ont des rapports C/N en deçà de 20 (Hirai *et al.*, 1983). L'apport régulier de déjections fraîches et de litière explique cette situation. Ainsi, il serait plus indiqué de compléter ce procédé de compostage avant de



procéder à la valorisation agricole de ce fumier lors de sa sortie du bâtiment. Par ailleurs, l'ajout régulier de litière, son maintien à une température plus élevée que la température ambiante et une ventilation adéquate permettent d'obtenir des teneurs en matière sèche de la litière de l'ordre de 40% et ce, même après plusieurs bandes d'élevage dans le cas de la litière profonde. Cette teneur en matière sèche facilite la manutention du produit et diminue son potentiel de lixiviation ultérieure (figures 5.1 et 5.2).

Les coefficients considérés par le MAPAQ relativement aux pertes d'azote liées à la date d'épandage et au type de sol indiquent que les risques de pertes par lessivage ou ruissellement, à l'automne, sont plus élevés pour les lisiers que pour les fumiers. De même, le potentiel de perte d'azote par volatilisation est directement lié au contenu du fumier ou du lisier en ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Ainsi, les pertes à l'épandage risquent d'être substantiellement plus élevées pour du lisier que pour du fumier de porcs pour des apports équivalents en éléments fertilisants.

En d'autres termes, puisque les analyses du lisier du tableau 5.3 sont issues d'un échantillonnage réalisé dans le réservoir d'entreposage, les pertes à venir peuvent être encore importantes. En contrepartie, le fumier de porcs aura subi l'essentiel de ses pertes au bâtiment même.

### 5.3.2 Bilan de l'azote, du phosphore et de l'humus

La dynamique de l'azote dans la litière est beaucoup plus complexe qu'elle n'en a l'air *a priori* et elle a des impacts considérables sur les teneurs finales mesurées dans la litière et sur le bilan massique par rapport à une gestion sur lisier. Plusieurs auteurs européens travaillant sur la litière biomaitrisée se sont penchés sur cet aspect, qui peut être mis en relation avec les concentrations d'azote gazeux sous différentes formes dans le bâtiment d'élevage.

Thelosen et Voermans (1992) ont réalisé des essais comparatifs entre un élevage sur lisier et deux systèmes de litière profonde biomaitrisée (sur sciure et sur sciure et planure, respectivement). Un bilan quantitatif des éléments N, P et K a été réalisé après plusieurs bandes d'élevage sur la même litière. Les entrées considérées étaient celles des teneurs relevées dans les aliments et les sorties étaient celles

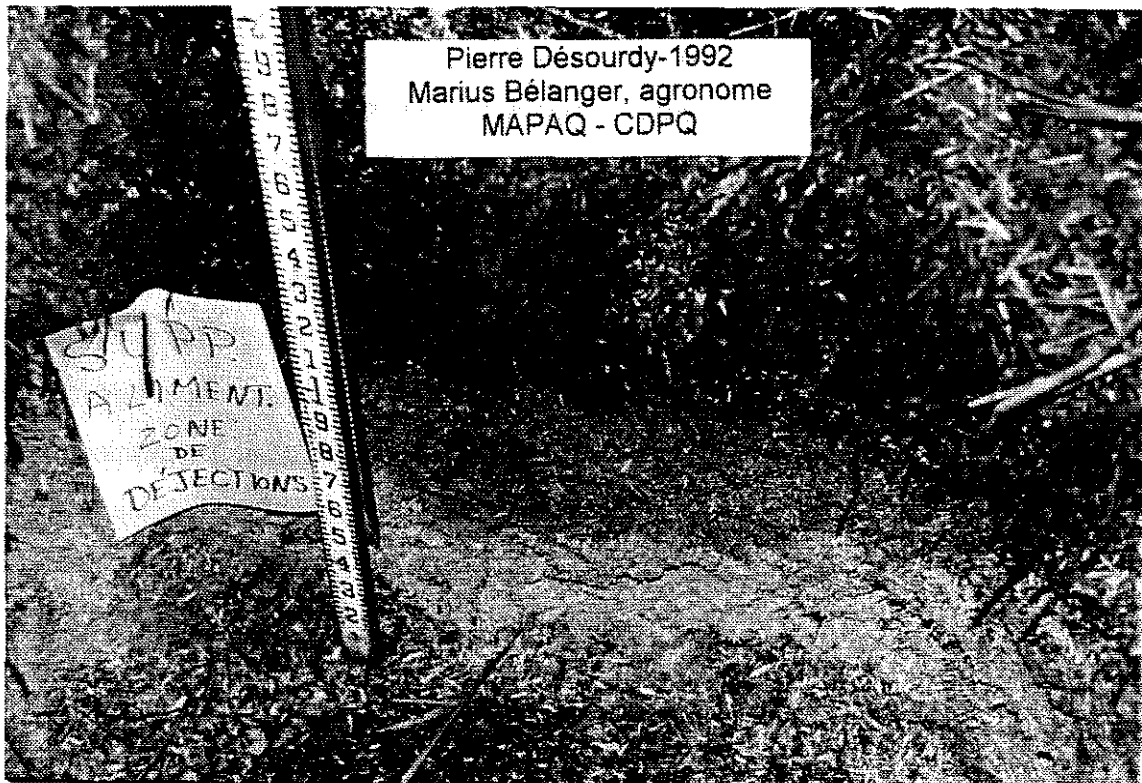


Figure 5.1 Litière à base de sciure après l'élevage d'une bande de porcs sur litière biomaftrisée (photo Marius Bélanger, CDPQ).

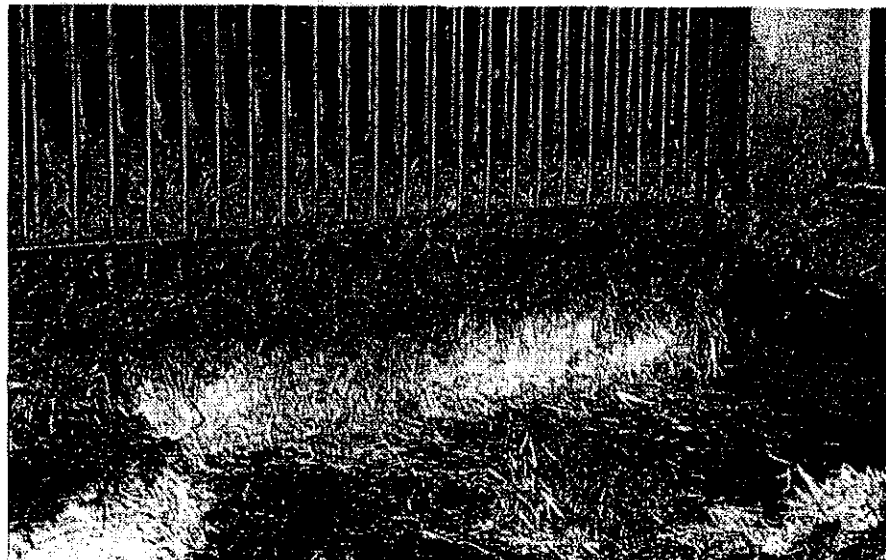


Figure 5.2 Litière accumulée (et traitée) à base de paille après une bande d'élevage de porcs.

des éléments contenus dans les porcs abattus et dans la litière. Si le bilan pour P et K était fidèle à  $\pm 10\%$ , les sorties d'azote ont été inférieures d'environ 50% aux entrées. Ces pertes d'azote sont sous forme gazeuse et représentent 3 kg N/porc produit. Ces résultats concordent avec ceux de Van Schaijk (1992) qui a mesuré, pour un élevage sur litière profonde avec sciure, des pertes de 2,6 kg N/porc produit, sous forme gazeuse (incluant  $\text{NH}_3$ ), soit 40 % des entrées d'azote. Il est important de noter ici que ces pertes importantes ont été mesurées pour une litière profonde. À cause des températures qui règnent dans cette litière et de l'intensité du processus de compostage, on doit s'attendre à des pertes inférieures dans les autres types de gestion de litière. Les résultats obtenus au Québec (BPR, 1994a) indiquent des pertes d'azote sous forme gazeuse supérieures à ces valeurs, soit 3,95 kg N/porc produit. Cette valeur n'a pas été mesurée, mais calculée à partir de rejets théoriques et peut donc être plus ou moins précise. Cependant, on doit noter que les pertes d'azote sous forme gazeuse sont très importantes.

Cette diminution de l'azote réduit le rapport N:P:K du compost par rapport au lisier puisque les quantités absolues des deux derniers éléments demeurent théoriquement stables. Ainsi, si le rapport théorique N:P:K du lisier est d'environ 4,0:1:1,5, celui du compost immature est de l'ordre de 1,5:1:1. Après 3,5 bandes, des rapports pour le lisier de 3,5:1:2,8 et pour le compost de 2:1:3,3 ont été obtenus en Hollande (de Koning, 1992).

Dans le cadre d'une stratégie de gestion des surplus de lisier axée sur la valorisation des solides compostés à l'intérieur même de la région de surplus, la charge en azote appliquée sur le territoire sera réduite mais la charge en phosphore demeurera aussi limitative que dans le cas des lisiers si l'on considère les besoins de la plante. Par contre, si une stratégie d'exportation des solides à l'extérieur de la zone de surplus est envisagée, la diminution de l'azote du produit rend ce dernier moins attrayant dans une perspective commerciale.

Dans le cas du phosphore, il est prévisible que sa réorganisation dans des formes majoritairement organiques diminuera sa sensibilité à être fixé par les oxydes de fer et d'aluminium dans les sols acides et que sa disponibilité soit plus grande dans ces circonstances par rapport au lisier brut.

Concernant les apports de matière organique au sol, les calculs réalisés par BPR (1994a) indiquent que la production de matière sèche est de l'ordre de 40 à 50 kg MS/porc produit pour le lisier et pour le compost et ce, malgré l'ajout important de litière. Ceci indique que la litière et les solides des déjections sont grandement dégradés durant le procédé de compostage. Il est certain que ce résultat ne s'applique que dans le cas où le compostage est suffisamment long et intense. Toutefois, les quantités d'humus stable apportées au sol seront supérieures dans le cas du compost et ce, même lorsque le phosphore est considéré comme le facteur limitant à l'épandage, à cause du coefficient isohumique (K1) plus élevé pour les composts. Ainsi, la fertilisation d'une culture de maïs par du lisier apportera 400 kg/ha d'humus stable comparativement à 1 440 kg/ha s'il était fertilisé à l'aide de fumier. Ce résultat traduit l'absence de lignine et le peu de matière organique contenue dans le lisier.

### 5.3.3 Volumes de litière et de fumier à gérer

La littérature scientifique de même que le suivi de plusieurs exploitations porcines au Québec ont permis de dresser un bilan des volumes de litière et de fumier à gérer pour chaque type de litière exploité. Il en ressort que le fait que la litière soit biomâtrisée ou non n'influence pas ces paramètres. Ainsi les discussions sur ces volumes ne référeront qu'aux autres qualificatifs de la litière.

Les premières données disponibles concernant l'élevage sur litière profonde biomâtrisée, utilisant de la sciure, font état d'une consommation de litière de 0,1 à 0,3 m<sup>3</sup> par porc produit (Châtillon, 1991a). D'autre part, trois chercheurs présentaient, en 1992, les résultats de leur travaux. Hervo et Théobald (1992) obtenaient ces mêmes résultats alors que selon Lo (1992), 0,15 et 0,35 m<sup>3</sup> de litière par porc produit étaient nécessaires, respectivement, pour des conditions d'été et d'hiver. Thelosen et Voermans (1992) quant à eux obtenaient des volumes de 0,3 et 0,5 m<sup>3</sup> avec deux complexes enzymatiques différents. Ces derniers obtenaient un volume de fumier de 0,20 et 0,28 m<sup>3</sup> par porc produit, respectivement, pour ces deux mêmes produits, correspondant à une réduction de volume de 55 et 38 %, respectivement, par rapport au volume de lisier produit sous une gestion liquide. Les expérimentations menées au Québec (BPR, 1994a) font plutôt état d'un

volume de litière utilisée de  $0,7 \text{ m}^3$  par porc produit et d'un volume de fumier de  $0,23 \text{ m}^3$  par porc produit. Ces derniers résultats sont indépendants de l'utilisation de produits enzymatiques. En effet, la gestion de la litière a été effectuée avec et sans produits, les résultats obtenus ne montrant aucune différence. Ce volume de fumier produit correspond à une réduction d'environ 75 % du volume de fumier à gérer comparativement à une gestion sur lisier sous nos conditions d'élevage, soit  $0,9 \text{ m}^3$  par porc produit (incluant dilution et précipitations).

Quant à l'élevage sur litière accumulée, il existe beaucoup moins de données relativement à la gestion des fumiers. Châtillon (1991b) relève que les recommandations d'un groupe français montre que l'élevage sur paille accumulée biomâtrisée nécessite de 40 à 60 kg par porc produit en été et de 50 à 65 kg en hiver. Ceci correspond à un volume de  $0,7$  à  $1,0 \text{ m}^3$  par porc produit en été et de  $0,9$  à  $1,2 \text{ m}^3$  en hiver. Les volumes de fumier produits sont alors d'environ  $0,3$  à  $0,5 \text{ m}^3$  par porc produit. La litière de paille est complètement évacuée entre deux bandes d'élevage. Ce même groupe recommande pour la sciure accumulée une utilisation de  $0,3$  à  $0,4 \text{ m}^3$  en été et de  $0,5$  à  $0,6 \text{ m}^3$  en hiver. Les volumes de fumier produits sont alors d'environ  $0,3$  à  $0,6 \text{ m}^3$  par porc produit. Les deux tiers de la litière sont évacués entre deux bandes et toute la litière est évacuée après deux bandes. Les résultats obtenus au Québec sont beaucoup plus partiels. Ainsi, Granger (1992) obtient que  $1,2 \text{ kg}$  de paille par porc par jour est nécessaire pour éviter l'écoulement de purin. Cette quantité correspond à la quantité nécessaire pour absorber tout le liquide produit par les porcs, supposant ainsi que l'évaporation a été négligeable. Ce taux d'application équivaut à près de  $2 \text{ m}^3$  de paille par porc produit. D'autre part, un autre projet suivi par Martel (1996) montre que sur une litière accumulée de sciure,  $0,73 \text{ m}^3$  a été utilisé par porc produit. Le volume de fumier résultant est d'environ  $0,36 \text{ m}^3$  par porc produit.

Dans le cas de la litière mince biomâtrisée telle que décrite par Gadd (1991a et 1993), de 85 à 90 % de la litière à base de sciure est évacuée après chaque bande et est soumise à un processus de compostage plus complet. Cette litière peut être ainsi recyclée et utilisée au moins trois fois. En conséquence, le volume net de litière consommée est d'environ  $0,2$  à  $0,25 \text{ m}^3$  par porc produit et le volume de fumier, de  $0,15 \text{ m}^3$  par porc produit. Le projet Eco Barn mené en Colombie-Britannique (Luymes, 1995) est un concept mixte de litière mince et de litière en écoulement

continu (non-biomaîtrisée). La consommation de sciure mesurée, sans recyclage de la litière, est de 0,3 à 0,4 m<sup>3</sup> par porc produit respectivement en été et en hiver. Elle pourrait éventuellement être réduite au taux mentionné par Gadd (1991a, 1993) par la réutilisation de la litière après compostage. Le volume de fumier résultant n'est pas connu. L'élevage sur litière mince (non-biomaîtrisée) se développe également au Manitoba dans des abris non chauffés (Biotech Shelters) (Connor *et al.*, 1994). Les résultats montrent qu'un volume de 1,0 à 2,0 m<sup>3</sup> de paille est nécessaire respectivement en été et en hiver pour assurer le confort des porcs et pour empêcher l'écoulement de purin. Les expérimentations menées et les suivis réalisés au Québec concernant l'élevage sur litière mince non-biomaîtrisée sont relativement nombreux. Un projet suivi par Nolet (1995) mentionne ainsi un volume de litière de sciure utilisée de 0,34 m<sup>3</sup> par porc produit résultant en un volume de fumier de 0,25 m<sup>3</sup> par porc produit. D'autre part, le suivi réalisé par Fortier (1996) sur près de 10 fermes montre que les besoins en litière varie de 0,30 à 0,5 m<sup>3</sup> par porc produit, tout type de litière confondu (paille, sciure et planure) et que le volume de fumier produit varie de 0,20 à 0,45 m<sup>3</sup> par porc produit.

Tableau 5.4 Caractéristiques des techniques d'élevage du porc sur litière.

Technique	Litière utilisée		Fumier produit	Réduction de volume
	Type	Quantité (m <sup>3</sup> /porc produit)	Quantité (m <sup>3</sup> /porc produit)	(%)
Biomaîtrisée	Sciure	0,3 à 0,7	< 0,25	> 70 %
Accumulée	Sciure	0,73	0,36	60
	Paille	0,7 à 1,2	0,3 à 0,5	40 à 65
Mince	Sciure	0,3 à 0,5	0,2 à 0,45	25 à 50
À écoulement	Paille longue	0,15 à 0,45 <sup>1</sup>	0,15 à 0,50	40 à 80

<sup>1</sup> Une quantité minimum de 0,45 m<sup>3</sup> de paille par porc par jour permet de gérer les déjections sous forme solide seulement.

L'élevage sur litière à écoulement continu est beaucoup moins développé que les autres types d'élevage sur litière. Ainsi les données proviennent essentiellement du Royaume-Uni où le

Le système est plus populaire. Bruce (1991) révèle qu'une quantité de 100 grammes de paille longue par jour et par porc est nécessaire pour assurer le bon fonctionnement du système. Cette quantité équivaut ainsi à un volume d'environ 0,15 m<sup>3</sup> de paille par porc produit. Cependant, l'urine qui n'a pas été absorbée par la paille ou qui ne s'est pas évaporée est récoltée dans une citerne. Le volume de liquide ainsi entreposé correspond à environ 1,4 litre par porc par jour. Les essais menés au Québec (Pelletier, 1996) indiquent une consommation de 120 grammes de paille par porc et par jour, résultant en un volume de paille consommée de 0,18 m<sup>3</sup> par porc produit. Aucune donnée n'est cependant disponible sur les volumes de fumier obtenu. Le tableau 5.4 présente les volumes de litière et de fumier produit pour les différentes techniques sur litière.

## 5.4 BILAN ENVIRONNEMENTAL

### 5.4.1 Azote et phosphore

Le recours à l'élevage du porc sur litière permet, quelque soit le type de litière utilisée, un traitement partiel des déjections animales par un procédé de compostage. Ce compostage est rendu possible par la mise en présence de la litière avec les déjections et par l'apport d'oxygène. Son intensité est grandement contrôlée par le degré d'aération de la litière et sa teneur en eau.

Dans des conditions idéales, le compostage permettrait d'éliminer une fraction importante de la masse de litière par la formation de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) et de vapeur d'eau. D'autre part, l'azote des déjections, principalement sous forme ammoniacale, serait transformé sous une forme gazeuse inoffensive, soit N<sub>2</sub> par un procédé complexe de nitrification et dénitrification. Cependant, dans les conditions réelles, ces processus de transformation de l'azote ammoniacal aboutissent à plusieurs gaz azotés intermédiaires, soient N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub> et NO, ajoutés à une plus grande émission de NH<sub>3</sub>. Ces différents gaz ont tous des impacts sur l'environnement: le N<sub>2</sub>O et le CO<sub>2</sub> sont reconnus comme étant des gaz à effet de serre alors que le NO, le NO<sub>2</sub> et le NH<sub>3</sub> sont réputés générateurs de pluies acides.

Peu de mesures ont été effectuées pour déterminer effectivement l'importance de l'émission de ces gaz intermédiaires dans le cas de l'élevage sur litière. Groenestein *et al.* (1992) ont mesuré les

émissions annuelles de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}$  et  $\text{N}_2\text{O}$  par animal considérant trois cycles d'élevage annuels (tableau 5.4). Les pertes mesurées, ramenées en kg d'azote par porc produit, sont du même ordre que celles obtenues par Thelosen et Voermans (1992) et Van Schaijk (1992), soit respectivement 1,56 et 1,03 kg N/porc produit pour chacun des systèmes. Aucune mesure de ce genre n'a été effectuée sur d'autres types de gestion de litière (mince, accumulée, écoulement).

Concernant ces gaz azotés intermédiaires, Lipschultz *et al.* (1981) ont montré que l'émission de  $\text{N}_2\text{O}$  et  $\text{NO}$  pouvait être minimisée lors de la nitrification en maintenant une concentration élevée en oxygène dans la zone superficielle de la litière par une aération mécanique régulière. Quant à van Faassen (1992), il propose d'ajouter une source de carbone facilement dégradable au niveau inférieur de la litière, où la dénitrification s'opère, pour réduire l'émission de  $\text{N}_2\text{O}$  lors de sa dénitrification vers  $\text{N}_2$ . Basé sur la concentration observée dans le bâtiment (tableau 5.5), les gaz azotés émis lors du compostage de la litière sous les porcs sont, par ordre décroissant d'importance, le  $\text{N}_2\text{O}$ , le  $\text{NH}_3$ , le  $\text{NO}_2$  et le  $\text{NO}$ . Ces résultats sont corroborés par les chercheurs européens.

Tableau 5.5 Quantité d'azote émis sous forme  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}$  et  $\text{N}_2\text{O}$  par espace de porc par année pour deux systèmes d'élevage en litière profonde biomaitrisée.

Gaz azoté		Système Envistim (Finfeeds Inc)	Système Écopor (Sef-c)
$\text{NH}_3$	(kg N / porc espace/an)	1,9	1,1
$\text{NO}$	(kg N / porc espace/an)	0,4	0,1
$\text{N}_2\text{O}^1$	(kg N / porc espace/an)	2,4	1,9

<sup>1</sup> Basé sur des mesures mensuelles alors que  $\text{NH}_3$  et  $\text{NO}$  étaient mesurés en continu

D'autre part, des résultats expérimentaux ont démontré que les pertes d'azote sous forme ammoniacale après épandage de lisier de porcs étaient de l'ordre de 5 à 27% de l'azote total appliqué (Pain *et al.* 1989) et qu'après six jours suivant l'application, les pertes d'azote pouvaient représenter plus de 40% de l'azote ammoniacal appliqué (Lockyer et Pain, 1989). Ces dernières sont équivalentes aux pertes de 30 % de l'azote total considérées au Québec par le MAPAQ pour le lisier de porc laissé en surface. La réorganisation de l'azote par le processus de compostage, en



réduisant la forme ammoniacale au profit de la forme organique, diminue donc substantiellement les pertes potentielles d'azote sous forme d'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) lors de l'épandage. Le bilan global de l'azote est difficile à évaluer, mais les observations tendent à montrer que les pertes globales sont plus élevées pour l'élevage sur litière biomâtrisée que pour l'élevage sur plancher latté.

Pour le phosphore, des gains environnementaux sont prévisibles étant donné l'état solide des composts et la diminution des pertes par ruissellement associées aux applications de lisier. Après l'épandage, les différences sont plus difficiles à prévoir étant donné que la pollution diffuse par le phosphore est surtout dépendante de la sensibilité des sols à l'érosion hydrique et des pratiques culturales. Conformément à ce qui a été avancé concernant les aspects agronomiques, on peut affirmer que de façon générale et à doses égales de phosphore et de potassium appliquées, l'apport d'humus stable sera plus important avec les solides compostés qu'avec les lisiers, ce qui devrait à moyen et long terme améliorer les propriétés physiques et l'activité biologique du sol, donc à diminuer leur sensibilité à l'érosion et à améliorer leur capacité de rétention et de libération des éléments nutritifs.

#### 5.4.2 Métaux lourds

La problématique associée aux métaux lourds dans le cas de l'élevage du porc sur litière est reliée essentiellement à deux facteurs: l'alimentation complémentée en minéraux et la concentration des lisiers par la gestion solide des déjections. Le sulfate de cuivre de même que le zinc sont employés dans l'alimentation respectivement comme facteur de croissance et comme fongicide. Cependant, selon Ziegler et Héduit (1991), moins de 5% de ces additifs sont assimilés par les animaux et les autres 95% se retrouvent dans les déjections. D'autre part, la réduction de volume escomptée par la gestion solide des déjections est de l'ordre de 50 à 80% (section 5.3.3) par rapport à la gestion sur lisier. Compte tenu que la masse volumique du fumier produit est d'environ  $500 \text{ kg/m}^3$  (BPR, 1994a; de Koning, 1992), la concentration de ces métaux dans le fumier sur la base du poids humide sera donc de 4 à 10 fois supérieure à celle rencontrée dans les lisiers. Il faut toutefois noter que ces facteurs de concentration sont indépendants du type de gestion de la litière utilisée (profonde, mince, biomâtrisée ou non, etc.). Ainsi, bien que la majorité des données disponibles relativement aux concentrations de ces métaux lourds aient été

obtenues à la suite d'essais sur la litière biomaitrisée, elles demeurent valides pour les autres types de gestion de litière à condition que les doses de compléments minéraux dans l'alimentation et que la réduction des volumes de fumier à gérer soient équivalentes.

Les suivis effectués au Québec sur litière biomaitrisée (BPR, 1994a) et sur litière mince (Senay, 1993) révèlent que les concentrations maximales mesurées ont été de 289 ppm et 309 ppm, respectivement, pour le cuivre et de 523 ppm et 676, respectivement, pour le zinc. Ces mesures se comparent avec celles obtenues par d'autres chercheurs (tableau 5.2). Les concentrations mesurées par ces chercheurs varient de 36 et 600 ppm pour cuivre et de 166 à 1500 ppm pour le zinc. Comme le tableau l'indique, ces concentrations maximales sont obtenues généralement après plusieurs bandes d'élevage consécutives sur la même litière (ou avant renouvellement d'une fraction de la litière). Les valeurs obtenues par Senay (1993) sur litière mince se comparent avec celles obtenues sur litière profonde par les autres chercheurs.

D'autre part, les échantillonnages effectués à diverses profondeurs de la litière par Lesguiller *et al.* (1995) et par BPR (1994a) révèlent que les concentrations de métaux lourds sont plus élevées en surface qu'en profondeur. Ceci laisse supposer que la migration de ces métaux dans le profil de litière est relativement faible et qu'une homogénéisation de la litière est essentielle avant sa valorisation ultérieure.

Sur le plan pratique, il faut voir si ces teneurs constituent des valeurs pouvant poser des problèmes agronomiques ou environnementaux. Le tableau 5.6 présente les normes de plusieurs états américains concernant les métaux lourds dans les composts de boues, de résidus verts ou de déchets solides urbains (OME, 1990) et, à titre indicatif, les teneurs limites souhaitables et maximales pour les boues des stations d'épuration des eaux usées municipales au Québec (MEF, 1991). Les seules normes de qualité régissant actuellement les composts au Québec sont celles définies pour les composts d'ordures ménagères (BNQ 0413-300) et celles-ci ne définissent pas de critères pour les métaux lourds.

Tableau 5.6 Normes sur la qualité des compost pour différents états américains et teneurs limites souhaitables et maximales pour la valorisation agricole des boues des stations des eaux usées municipales (OME, 1990; MENVIQ, 1991)

SOURCE*	ÉTATS -UNIS																	CANADA		
	ÉTATS																	QUÉBEC		
	CO	CO	CO	DE	FL	FL	FL	FL	IL	IL	MA	MA	MD	MN	NY	NY	PA			
	BO	BO	BO	BO	RV/FU	BO/DS	BO/DS	BO/DS	BO	BO	BO/DS + RV	BO/DS + RV	BO	n.s	BO/DS	BO	BO/DS	BO		
USAGES**	U	L6	L1	U	U	U	L2	L5	U	L4	U	L1	U	U	U	L1	L3	L1		
TENEURS LIMITES (mg/kg base sèche)																				
																			souh.	maxim.
Bore	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	300	300	-	-	-	-	-	-	100	200
Cadmium	25	70	125	12.5	15	15	100	>100	10	25	2	25	12.5	10	10	25	25	10	15	
Chrome	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1000	1000	-	1000	1000	1000	1000	500	1000	
Cuivre	625	1650	3125	500	450	450	3000	>3000	-	-	1000	1000	500	500	1000	1000	1000	600	1000	
Mercure	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	10	10	5	5	10	10	10	5	10	
Molybdène	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	10	-	-	-	-	-	-	-	
Nickel	250	650	1250	100	50	50	500	>500	-	-	200	200	100	100	200	200	200	100	180	
Plomb	1000	2500	5000	500	500	500	1500	>1500	-	-	300	1000	500	500	250	1000	1000	300	500	
Zinc	1250	3325	6250	1250	900	900	1000	>1000	-	-	2500	2500	1250	1000	2500	2500	2500	1750	2500	

\* : BO: boues de stations d'épuration; RV:résidus verts; DS: déchets solides; FU: fumiers

\*\* : U: distribution non limitée; L: distribution limitée

L1: cultures non destinées à l'alimentation humaine

L2: Agences commerciales, agricoles, institutionnelles ou gouvernementales

L3: Distribution publique

L4: Distribution publique; cultures vertes sans feuilles

L5: Lieux d'enfouissement sanitaire ou sites dégradés

L6: Agriculture ou terrains bouleversés

L'examen du tableau 5.6 indique que les teneurs maximales permises pour le cuivre oscillent entre 500 et 3 000 mg/kg base sèche de compost et qu'elles n'ont pas été dépassées lors des expérimentations réalisées au Québec. Il en est de même dans le cas du zinc pour lequel les teneurs permises varient de 900 à 6250 mg/kg base sèche de compost. Seuls Nicks *et al.* (1995) obtiennent des concentrations légèrement supérieures aux normes les plus sévères.

D'un autre côté, les seuils de toxicité dans les sols, pour le cuivre et le zinc apportés par les boues des stations d'épuration des eaux usées, sont fixés au Québec à 100 mg/kg et 185 mg/kg de sol, respectivement (MEF, 1991). Si ces normes devaient être appliquées, l'accumulation de métaux jusqu'aux teneurs limites supposerait des apports par les déjections de 112 kg Cu/ha et de 250 kg Zn/ha en supposant que le sol contienne au départ environ 50 mg Cu/kg de sol et 75 mg Zn/kg de sol. Ces quantités accumulées de métaux représente plus de 100 ans de culture en continu de maïs dont les besoins en phosphore auraient été entièrement comblés par l'apport de ces fumiers.

En résumé, cela signifie que des effets négatifs sur l'environnement ou des déséquilibres nutritifs directs ou indirects sur les cultures ne seraient possibles que si l'on poursuivait l'élevage sur la même litière sur plus de cinq bandes, ce qui n'est pas envisageable pour des raisons techniques, ou si les composts étaient utilisés à fortes doses sur des sols acides ou des cultures sensibles.

#### 5.4.3 Utilisation des enzymes

La nécessité de l'utilisation des enzymes pour le traitement de la litière ne fait pas l'unanimité. Sur le plan théorique, van Schaijk (1993), à l'emploi d'une compagnie néerlandaise distributrice de ce type d'enzymes, soutient que l'utilisation d'additifs pourrait agir à différents niveaux:

- en améliorant la disponibilité de l'énergie contenue dans les déjections en facilitant la dégradation des parois cellulaires des matériaux fibreux;
- en liant et en transformant certains composés odorants comme l'ammoniac;
- en amenant des éléments nutritifs spécifiques stimulant la croissance bactérienne dans la litière.

Les essais qu'il a menés sur deux fermes ont permis de comparer des parcs dont la litière était traitée avec le produit commercialisé et des parcs dont la litière n'était pas traitée. Les résultats indiquent que la température de la litière (à une profondeur de 10 cm) et la matière sèche de la litière étaient significativement plus élevées avec l'enzyme par rapport au témoin sans enzyme. De plus, la concentration en  $\text{NH}_3$  dans l'air et les teneurs de la litière en N-total et N- $\text{NH}_4$  étaient supérieures pour le témoin sans enzyme.

Cependant, Lo (1992) note qu'aucune amélioration sensible dans les conditions de la litière n'a été observée par l'utilisation d'enzymes. De même, au Royaume-Uni, Kay (1992) a comparé un élevage sur lisier avec des élevage sur litière profonde de sciure, avec et sans ajout de produits enzymatiques. Celui-ci n'a noté aucune différence relativement aux performances zootechniques entre ces techniques, ni aucun effet significatif concernant les caractéristiques chimiques et microbiologiques de la litière et l'émission d'odeurs. Sur cette base, Kay (1992) conclut que les additifs n'apportent apparemment aucun bénéfice directement mesurable. De la même manière, les résultats obtenus par BPR (1994a) n'indiquent aucune différence entre la composition chimique de la litière produite avec et sans enzyme.

Ainsi, sur la base du peu de résultats scientifiques disponibles et de leur caractère contradictoire sur l'efficacité des additifs, il semble que la pertinence économique de leur utilisation reste encore à prouver. Ainsi, le succès de la technique repose d'abord sur une gestion adéquate des opérations liées à la litière (quantité, renouvellement, brassage), sur la gestion de l'eau et des conditions d'ambiance du bâtiment (ventilation, chauffage). Dans ce sens, les enzymes viennent à tout le moins compléter et bonifier ces conditions d'opération.

#### 5.4.4 Odeurs

L'élevage du porc sur litière se démarque nettement de l'élevage conventionnel sur lattes au chapitre des odeurs, bien que très peu de mesures formelles aient été réalisées sur l'émission d'odeurs à cause des coûts associés à de tels mesures. Kay (1992) a obtenu une réduction d'au moins 70 % des odeurs par rapport à une gestion sur liquide avant le brassage de la litière. Cependant, lors du brassage de la litière une augmentation d'un facteur 10 de l'émission a été

observée. Ces résultats ont cependant été obtenus dans des conditions où le fonctionnement de la litière n'était pas optimal (ventilation insuffisante et humidité trop élevée de la litière, donc mauvais compostage de la litière). Malgré le manque de données scientifiques sur l'émission des odeurs, l'observation sur le terrain ne peut mentir à cet égard. Les gaz odorants sont produits en très grande majorité par l'entreposage en condition anaérobie du lisier. L'élevage sur litière permet au contraire de maintenir un minimum d'aération dans les déjections et limite par le fait même la formation de ces gaz.

Cependant, des odeurs peuvent être produites sous certaines conditions (van Faasen, 1992). Ainsi, lorsque la litière est brassée, une grande quantité d'ammoniac est libéré et est responsable de cette odeur. D'autre part, lorsque l'activité de compostage est ralentie, une émission plus intense d'ammoniac est mesurable de même que l'émission de gaz généralement formés dans des conditions anaérobies tels que l'hydrogène sulfuré ( $H_2S$ , odeur d'œufs pourris) et un autre gaz toxique mais inodore, le méthane ( $CH_4$ ). Ces conditions de faible compostage se rencontrent dans plusieurs situations: lorsque les porcs deviennent plus lourds (production plus élevée d'urine), lorsque la litière est plus vieille, lors de conditions déficientes de ventilation ou de chauffage ou lorsque l'entretien de la litière n'est pas effectué de façon convenable. Ces conditions se rencontrent moins fréquemment dans l'élevage sur litière biomâtrisée que dans les autres types d'élevage sur litière.

Le choix de la litière a également une influence sur l'émission d'odeurs. Ainsi, Nicks *et al.* (1995) indiquent que l'élevage sur litière biomâtrisée de sciure procure une meilleure réduction des odeurs qu'une litière à base de paille.

## 5.5 BILAN ÉNERGÉTIQUE

Le bilan énergétique de l'élevage sur litière est très différent de celui sur plancher latté. Le bon fonctionnement de ces techniques est basé sur le maintien d'un taux d'humidité à peu près constant de la litière. Ceci suggère que, pour la litière biomâtrisée, la totalité de l'eau produite au bâtiment (urine et humidité de compostage) doit être évacuée par le système de ventilation

(figures 5.3 et 5.4). On doit prendre pour acquis qu'une accumulation d'eau dans la litière est impossible à cause du caractère permanent de cette litière. Pour les autres techniques, une certaine quantité d'eau peut être absorbée par la litière et évacuée avec celle-ci au départ des animaux, diminuant ainsi les quantités d'eau à évacuer par le système de ventilation. Bien que le compostage de la litière libère une certaine quantité d'énergie, celle-ci est de beaucoup inférieure à l'énergie évacuée par le système de ventilation. Compte tenu des conditions climatiques du Québec, les résultats obtenus par les chercheurs européens ne peuvent raisonnablement s'appliquer ici. Les conditions climatiques européennes permettent la production sur litière dans des bâtiments non isolés et souvent dépourvus de chauffage d'appoint. Bien que plus économique, la gestion de la litière dans ces conditions est plus difficile, le pouvoir évaporant de l'eau étant de loin inférieur à de l'air froid chauffé.

Les résultats présentés dans ce rapport seront donc ceux obtenus par BPR (1994a) sous nos conditions climatiques. Ainsi, les calculs ont montré que les besoins en ventilation pour l'élevage sur litière biomâtrisée sont trois fois supérieurs à ceux de la production sur plancher latté. Cette augmentation des besoins en ventilation et l'augmentation des pertes thermiques du bâtiment (superficie supérieure de 50 %) se traduisent par une augmentation des besoins énergétiques de l'ordre de 100 % (de 3,00 \$ à 6,00 \$ par porc produit).

## 5.6 BILAN ÉCONOMIQUE

### 5.6.1 Performances zootechniques

L'analyse déterminant la performance économique d'une entreprise est largement tributaire des performances zootechniques obtenues par les porcs à l'engrais. En effet, la quantité d'aliments ingérés, la durée d'engraissement, la conversion alimentaire, le taux de mortalité de même que le classement des carcasses jouent un rôle prépondérant dans la rentabilité de l'entreprise.

De façon générale, lorsque l'élevage sur litière biomâtrisée a été introduit, les performances obtenues par les chercheurs et les producteurs étaient inférieures à celles des porcs sur plancher latté. Cette différence était souvent attribuable au manque de connaissances relativement à la

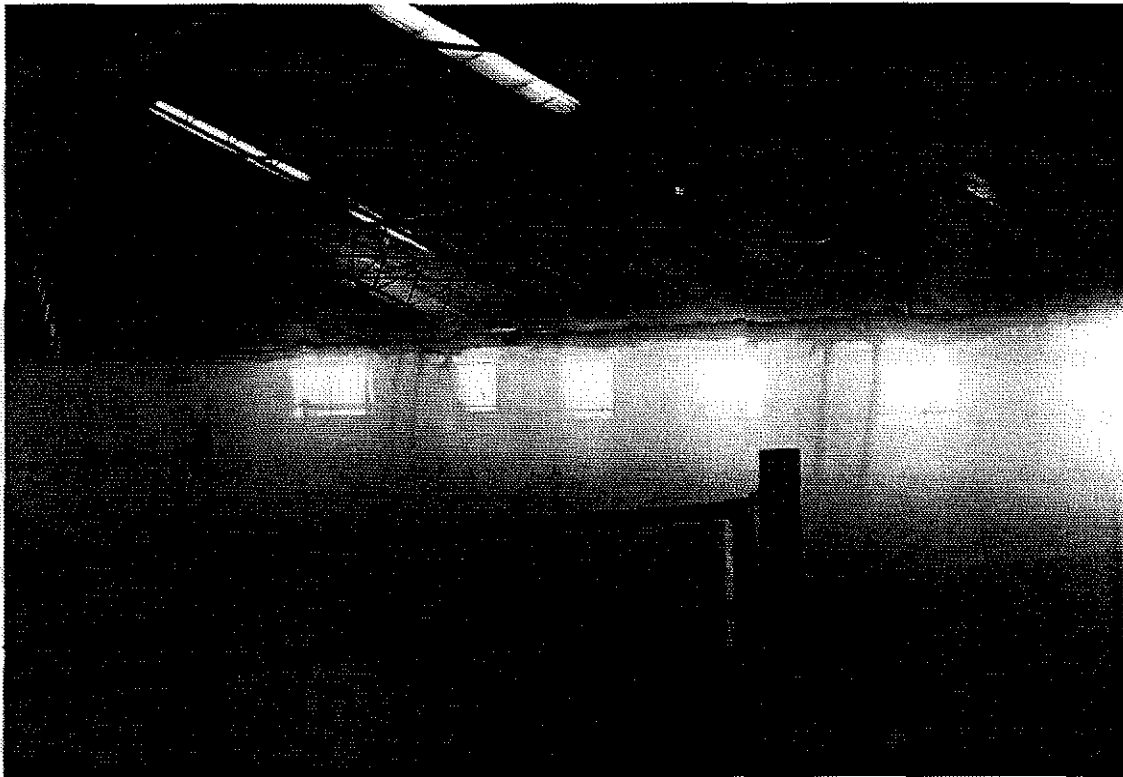


Figure 5.3 Atmosphère d'un bâtiment abritant un élevage de porcs sur litière biomâtrisée pour lequel les conditions minimales de ventilation ne sont pas rencontrées.

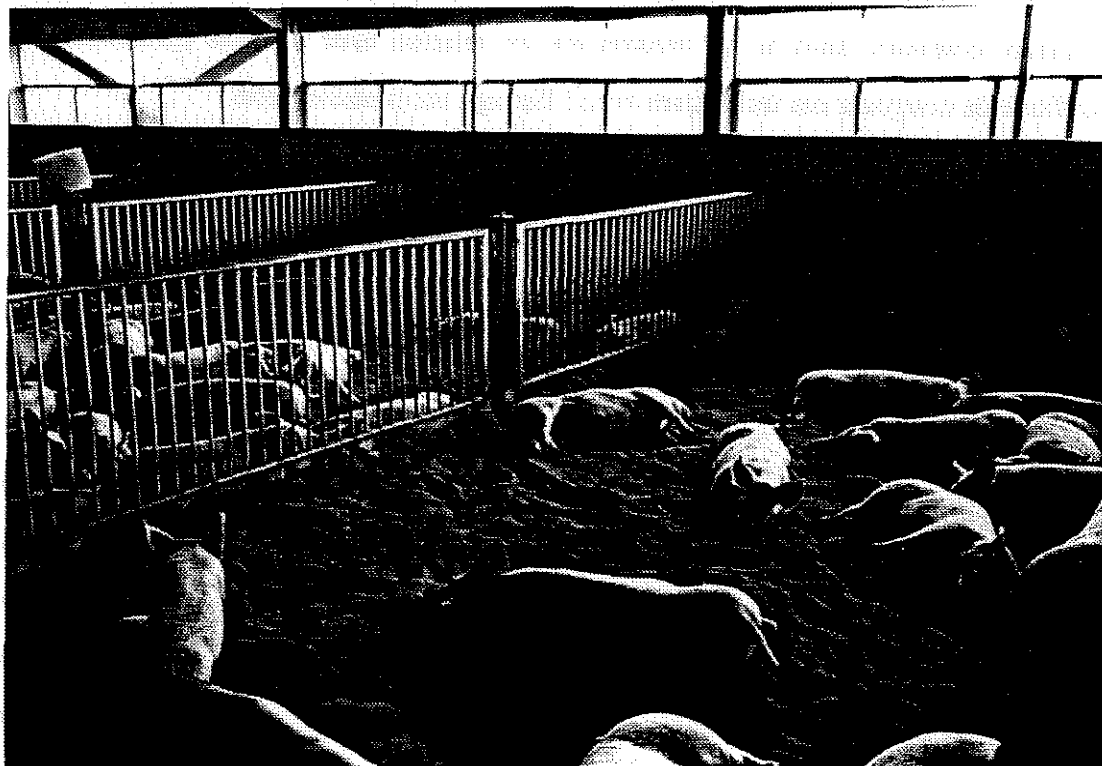


Figure 5.4 Atmosphère d'un bâtiment abritant un élevage de porcs sur litière biomâtrisée pour lequel les conditions de ventilation et de chauffage sont respectées.



conduite de tels élevages. Cependant, des résultats plus récents obtenus par les chercheurs indiquent que les performances des porcs élevés sur litière sont au moins égales sinon supérieures à celles obtenues par les porcs élevés sur plancher latté. Le tableau 5.7 présente les résultats de quelques chercheurs étrangers.

Les performances obtenues au Québec sur une base comparative sont rares (tableau 5.8). Ainsi, Matte (1993) a observé que le taux de conversion était plus élevé pour les porcs sur litière biomaitrisée, ce taux étant favorisé par une température extérieure basse ( $< 10^{\circ}\text{C}$ ). Cependant aucune différence significative n'a été observée pour la qualité de la carcasse. D'autres résultats, obtenus sur litière biomaitrisée (BPR, 1995) ont été comparés aux performances moyennes obtenues par 71 naisseurs-finisseries de l'Association du groupe d'éleveurs en production porcine (AGREPP). Ainsi, les performances obtenues ont été supérieures à la moyenne sauf dans le cas de l'indice des carcasses. Ces mauvais indices étaient le résultat soit d'une génétique déficiente des porcs à l'engrais ou d'une alimentation non adaptée à l'élevage sur litière. L'ensemble des performances obtenus a permis une amélioration du revenu de 8,49 \$ par porc produit. Les suivis effectués sur d'autres types d'élevage sur litière présentent des résultats concernant les performances obtenues, mais ne les mettent pas en relation avec d'autres performances. Il est ainsi difficile de comparer ces techniques avec l'élevage sur plancher latté.

### 5.6.2 Bâtiment

L'évaluation des coûts reliés aux bâtiments requis pour l'élevage du porc sur litière est un aspect sujet à la controverse. En effet, une des raisons de la popularité actuelle de l'élevage sur litière est qu'il peut se réaliser dans des bâtiments existants et ce, après certains aménagements. La base de calcul de ces coûts peut donc ne pas être la même. Le cas de la litière biomaitrisée est différent car les bâtiments ayant un dégagement suffisant sont rares et ce type de gestion de litière amènera inévitablement la construction de bâtiments neufs. D'autre part, les subventions accordées à la construction de structures d'entreposage pour les lisiers et les fumiers, pour les cheptels acquis avant le 1er juin 1993, interviennent également dans la comparaison des coûts reliés à la construction. Ainsi, l'élevage sur litière biomaitrisée ne nécessite aucune structure d'entreposage

Tableau 5.7 Performances zootechniques relevées en Europe  
Litière biomatrisée (LBM) vs élevage conventionnel (CONV)

PARAMÈTRES	Huysman et al (1992)		Thelosen et Voermans (1992)			Kay (1992)				Hoy et al (1992)		Nicks et al (1995)		
	LBM	CONV	LBM		CONV	LBM			CONV	LBM	CONV	LBM		CONV
	-	-	ENVISTIM	ECOPOR	-	SEF-C	ENVISTIM	0 % ENZ.	-	LBM	CONV	SCIURE	PAILLE	-
Porcs produits	40	1159	240	320	360	116	116	116	140			51	51	51
Gain moyen journalier (GMQ)	603	671	729	764	702	860	850	850	820	810 ± 101	786 ± 106	739 ± 84	745 ± 68	686 ± 86
Conversion alimentaire (kg/kg)	2.88	2.7	2.92	2.92	2.85	2.57	2.59	2.52	2.59	3.13	3.15	2.89	2.96	2.91
Consommation alimentaire (kg/d)	1.75	1.82	-	-	-	2.21	2.2	2.14	2.12	2.5	2.4	2.14	2.21	2
% de viande maigre	54.6	53.9	-	-	-	75	57	57	57.1	-	-	-	-	-
Qualité carcasse % AA + % A	86.7	90.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% mortalité	4.2	1.8	6.2	3.1	4.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prof. gras dorsal P1 + P3 (mm)	-	-	-	-	-	20.9	20.8	20.9	20.8	-	-	-	-	-

\*: Pas de système de chauffage dans les bâtiments; fermes de dimensions différentes

Tableau 5.8. Performances zootechniques de porcs élevés sur litière biomâtrisée obtenues au Québec.

PARAMÈTRES	Matte (1993)		BPR (1995) <sup>3</sup>	
	LBM <sup>1</sup>	CONV <sup>2</sup>	LBM	AGREPP <sup>4</sup>
Porcs produits	30	30	479	n/a
Gain moyen journalier (GMQ)	880	712	911	717
Conversion alimentaire (kg/kg)	2,73	2,88	2,64	2,85
Consommation alimentaire (kg/d)	2,38	2,07	2,41	2,04
Taux de mortalité (%)	-	-	0,4	2,45
Indice (carcasse de 80-85 kg)	-	-	107,1	109,9

<sup>1</sup> Litière biomâtrisée

<sup>2</sup> Élevage conventionnel

<sup>3</sup> Moyennes de quatre bandes d'élevage de 1993 à 1995

<sup>4</sup> Association du groupe d'éleveurs en production porcine

car plusieurs bandes de porcs peuvent être engraisées sur la même litière. Cette technique ne peut donc profiter de ces subventions compte tenu des modalités des programmes existants. Les autres types d'élevage sur litière nécessiteront toutefois des plates-formes d'entreposage, l'évacuation de la litière devant se faire après chaque bande. Nonobstant ces points, il est possible de dégager certaines tendances relativement à ces coûts de construction.

La superficie par espace de porc varie selon la technique d'élevage sur litière. Elle est typiquement de 1,2 m<sup>2</sup> pour la litière biomâtrisée (Voermans, 1992), de 1,0 à 1,1 m<sup>2</sup> pour la litière accumulée (Châtillon, 1991b) et la litière mince (Gadd, 1991a; Nolet et Senay, 1995) et inférieure à 1,0 m<sup>2</sup> pour l'écoulement de litière (Bruce, 1990). Comparé à une superficie d'environ 0,75 m<sup>2</sup> par porc pour un élevage sur plancher latté, l'augmentation de la superficie varie donc de 60 % pour l'élevage sur litière biomâtrisée à 30 % dans le cas de l'écoulement de litière.

Par contre, l'élevage sur litière ne requiert qu'un plancher plein contrairement à l'élevage sur lisier qui nécessite un plancher latté (de partiellement à entièrement), des rigoles et possiblement une pré-fosse pour l'évacuation du lisier. De plus, la fosse à lisier est remplacée par une plate-forme

de compostage pour l'élevage sur litière. Compte tenu de ces aspects, BPR (1994a) ont considéré des coûts d'investissement légèrement supérieurs pour l'élevage sur litière biomaitrisée.

Il est certain que l'étude cas par cas peut se révéler tout autre (lagune à la place d'une fosse, écoulement gravitaire du lisier, etc.). Il semble donc que le coût des bâtiments d'élevage sur litière serait équivalent ou légèrement supérieur aux coûts des bâtiments sur lisier les plus dispendieux, incluant les structures d'entreposage (Nolet, 1996).

Dans l'optique où l'élevage sur litière doit être pratiqué dans un bâtiment existant mais désaffecté, il est évident que les coûts sont très avantageux. Les coûts d'aménagement de bâtiments laitiers en bâtiments porcins sont typiquement de l'ordre de 120 \$ par espace de porc (Nolet, 1996). Ces coûts sont évidemment à établir selon chaque bâtiment.

### 5.6.3 Contrôle d'ambiance

En regard des paramètres d'ambiance et compte tenu des conditions climatiques spécifiques du Québec, peu d'informations disponibles dans la littérature s'appliquent, la plupart de ces bâtiments ne disposant pas de système de chauffage d'appoint. Les forts débits de ventilation requis pour évacuer l'humidité de même que des pertes thermiques plus élevées (superficie par porc plus élevée) contribuent largement à l'augmentation du coût de production du porc sur litière. BPR (1994a) ont évalué que les besoins énergétiques pour un élevage sur litière biomaitrisée étaient le double de ceux pour des porcs sur plancher latté, passant ainsi de 3,00 \$ à 6,00 \$ par porc produit. Ces coûts sont actuellement inconnus pour les autres techniques d'élevage sur litière. Cependant, on peut prévoir qu'ils seront inférieurs à ceux de l'élevage sur litière biomaitrisée.

### 5.6.4 Gestion de la litière

#### Approvisionnement de litière

Les coûts reliés à l'approvisionnement en litière sont très variables et sont fonction de plusieurs paramètres: sa nature (paille, sciure, planure), sa disponibilité (scierie, industrie du bois, ferme céréalière), la distance d'approvisionnement et le marché. Il serait donc inutile de comparer les coûts rencontrés dans les pays étrangers étant donnée la différence dans les prix de ces litières.

Les coûts sont cependant évalués en fonction des quantités requises par les différentes techniques telles que décrites à la section 4.9.1.

Ainsi, pour une technique d'élevage utilisant seulement  $0,15 \text{ m}^3$  de sciure par porc produit, le coût imputé à la litière serait d'environ  $0,75 \text{ \$}$  par porc produit ( $0,15 \text{ m}^3 \times 0,250 \text{ tm/m}^3 \times 20 \text{ \$/tm}$ ). Une utilisation de  $0,5 \text{ m}^3$  de sciure coûterait alors  $2,50 \text{ \$}$  par porc produit. Le coût de la litière pour l'élevage sur litière biomaîtrisée sur sciure utilisant  $0,7 \text{ m}^3$  par porc produit serait d'environ  $3,50 \text{ \$}$  par porc produit. Si la paille est utilisée comme litière, le coût est évidemment de beaucoup supérieur. En effet, bien que son prix d'achat soit également très variable, il se situe en moyenne près de  $80 \text{ \$/tm}$ . Les volumes de paille utilisée étant généralement plus élevés que dans le cas de la sciure, l'utilisation de ce type de litière n'est justifiée que pour un approvisionnement sur la ferme même (BPR, 1994b). À ce chapitre, on doit noter l'excellente performance de l'élevage sur litière en écoulement continu. En effet, les résultats obtenus autant au Québec (Pelletier, 1996) qu'à l'étranger (Bruce, 1990; Hesse, 1992) indiquent qu'une quantité de paille variant de  $0,1$  à  $0,3 \text{ kg}$  par jour et par porc est nécessaire, soit un coût maximum de  $2,65 \text{ \$}$  par porc produit (basé sur  $80 \text{ \$/tm}$ ).

### Enzymes

Les coûts reliés aux enzymes sont encore relativement importants. Ainsi, BPR (1994a) et Bélanger (1996) indiquent des coûts de  $3,00$  à  $3,50 \text{ \$/porc}$  produit. Ces coûts sont corroborés par ceux mentionnés en Europe pour la litière biomaîtrisée (Hervo et Theobald, 1992), la litière mince (Gadd, 1991a) et la litière accumulée (Châtillon, 1991b). Tel que mentionné à la section 5.4.3, la nécessité absolue de leur utilisation reste à prouver sur le plan scientifique. Par contre, dans certains pays, notamment en Hollande, les producteurs n'hésitent pas à utiliser des doses encore plus importantes que celles recommandées par les fabricants. Il est bien entendu que l'utilisation de ces enzymes n'est pas requise pour le système à écoulement de paille et que dans bien des situations comme celles vécues au Québec, les techniques telles qu'appliquées n'utilisent pas ces enzymes.

### Main-d'oeuvre

L'introduction de la litière dans la production porcine, à cause des opérations supplémentaires à effectuer, amène invariablement une augmentation de la main-d'oeuvre. Ces opérations reliées à la gestion de la litière comprennent la distribution de la litière, le temps de déplacement des porcs, l'application des produits enzymatiques, le brassage de la litière de même que son évacuation. L'importance de cette augmentation dépend de la technique utilisée et également du degré de mécanisation de ces opérations (figures 5.5 et 5.6).

Dans le cas de la litière biomaitrisée, qui est la plus exigeante en regard de la main-d'oeuvre, les expériences menées indiquent qu'un temps d'environ 1 à 2 minutes par porc par semaine (15 à 30 minutes par porc produit) est requis pour la gestion de la litière dont les opérations ne sont pas mécanisées (Vermeulen *et al.*, 1992; BPR, 1994a). La mécanisation permet de réduire de moitié ces temps d'opération (Vermeulen *et al.*, 1992). Dans le cas de la litière mince, ce temps est réduit à moins de 5 minutes de main-d'oeuvre par porc produit. Le système d'écoulement continu permet également de réduire le temps d'entretien de la litière à moins de 10 minutes par porc produit si le système d'évacuation est mécanisé (ex.: écurieur à chaîne d'étable bovine)(Châtillon, 1992). Selon ces différentes données, les coûts de main-d'oeuvre varieraient de 1,25 \$ à 3,50 \$ par porc produit selon le temps de main-d'oeuvre exigé (basé sur un taux de 15 \$/h).

### Disposition de la litière

L'élevage sur litière permet des réductions importantes des volumes de fumiers à disposer. À cet égard, il offre un avantage marqué par rapport à l'élevage sur lisier mais qui est très difficile à quantifier économiquement. Sur la base des volumes à disposer seulement, une réduction de 75 % est attendue. Se basant sur l'étude du GREPA (1994), les coûts moyens de disposition des lisiers sont de 3,04 \$/m<sup>3</sup>, soit environ 2,75 \$ par porc produit. La seule réduction de volume par l'élevage sur litière permettrait de réduire ce coût à près de 0,65 \$ par porc produit. Ceci ne tient pas compte de la réduction de la distance de transport nécessaire pour l'épandage de ce produit en région de surplus, ni de l'augmentation du taux de demande de celui-ci. Le coût de disposition peut être abaissé étant donné la valeur fertilisante de la litière et ses qualités en tant qu'amendement. Il est difficilement évaluable et variera selon la situation de chaque entreprise.



Figure 5.5 Brassage de la litière biomaitrisée à l'aide d'un rotoculteur de jardin.

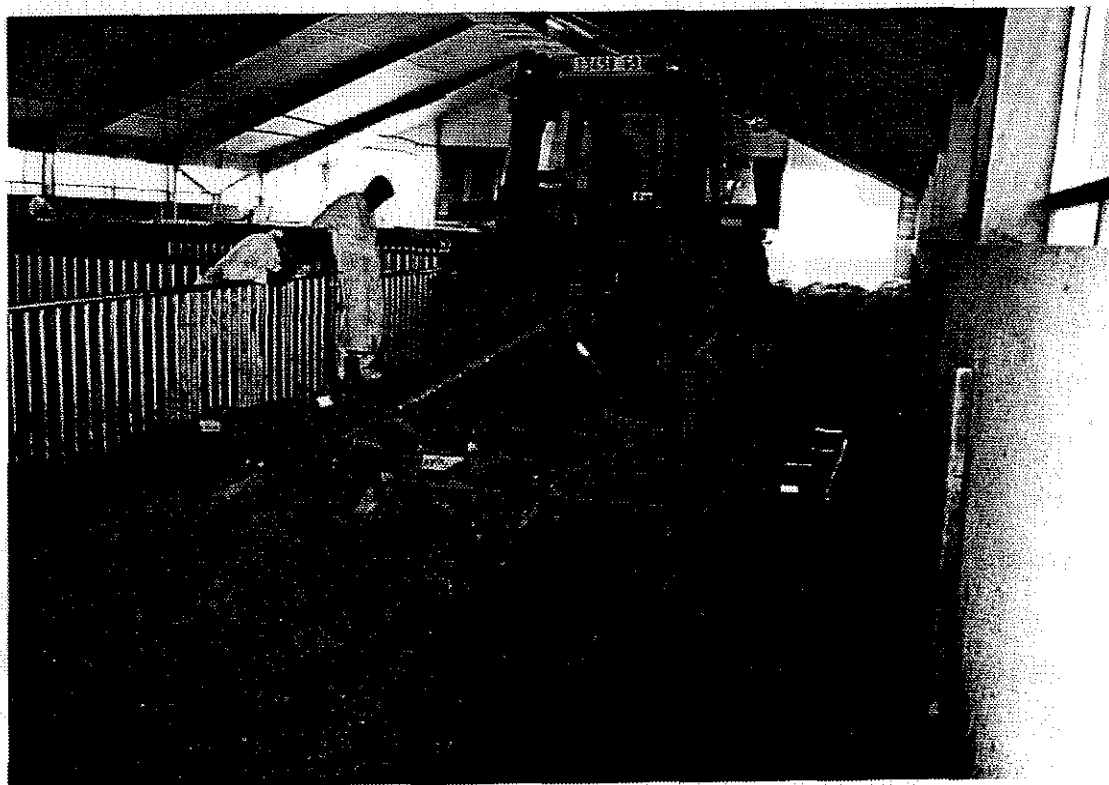


Figure 5.6 Brassage de la litière biomaitrisée à l'aide d'une herse à dent de type vibroculteur

Dans leur étude, BPR (1994b) ont considéré un prix de vente du lisier de 1,50 \$/m<sup>3</sup> et de 10 \$/m<sup>3</sup> de compost de litière biomâtrisée (75 % de la valeur de ses éléments fertilisants).

De façon globale, la pertinence économique ou la *rentabilité* de l'élevage sur litière par rapport à une gestion sur lisier est fonction de plusieurs facteurs dont les principaux sont les rendements zootechniques comparatifs, l'optimisation des paramètres d'opération (chauffage, ventilation, litière, enzymes), le coût des intrants spécifiques (litière, enzymes) et de la main-d'oeuvre et la situation particulière de l'élevage en regard des distances de transport à parcourir pour l'épandage en fonction de la réglementation en vigueur. Le tableau 5.9 indiquent les avantages et les désavantages économiques des techniques d'élevage sur litière par rapport à l'élevage sur lattes.

Tableau 5.9 Variation des coûts de production du porc pour différentes techniques d'élevage sur litière par rapport à l'élevage sur plancher latté (lisier).

Item	Litière biomâtrisée (\$/porc produit)	Litière accumulée (\$/porc produit)	Litière mince (\$/porc produit)
Performances <sup>2</sup>	0,00	0,00	0,00
Infrastructure			
Bâtiment	+++ <sup>1</sup>	+	+
Structure d'entreposage <sup>3</sup>	(1,20)	--	--
Bâtiment + structure	+	-	-
Contrôle d'ambiance	3,00	+	+
Litière			
Achat <sup>4</sup>	2,55	3,50	2,05
Enzymes	0,00	0,00	0,00
Main-d'oeuvre	~ 3,00	~ 2,00	~ 1,25
Disposition des fumiers <sup>5</sup>	(2,15)	(1,65)	(1,95)
Vente des fumiers (ou composts) <sup>6</sup>	(0,75)	(0,55)	0,10

Note: Cette évaluation a été faite à partir de données relevées dans la littérature. Cette variation de coût représente généralement une estimation et peut varier beaucoup avec la gestion de chaque producteur

<sup>1</sup> +/-, ++/-, +++ / - - -: respectivement coûts légèrement, moyennement ou beaucoup supérieurs / inférieurs

<sup>2</sup> La confirmation d'un indice de classement plus faible à l'abattage pourrait désavantager à ce chapitre

<sup>3</sup> Considère aucune structure d'entreposage pour litière biomâtrisée, une plate-forme pour litière accumulée et litière mince et un coût moyen de 1,20\$ par porc produit selon les données du GREPA (1994) pour une gestion sur lisier.

<sup>4</sup> Considère un coût de la sciure de 20\$/tm humide livré

<sup>5</sup> Considère un coût de disposition moyen de 3,05\$/m<sup>3</sup> de fumier ou lisier (GREPA, 1994)

<sup>6</sup> Considère un prix de vente de 1,50\$/m<sup>3</sup> pour le lisier, 10,00\$/m<sup>3</sup> pour le compost de litière biomâtrisée et 5,00\$/m<sup>3</sup> de fumier pour litières accumulée et mince.



## 6. RELEVÉ DE L'EXPERTISE

Le relevé de l'expertise à l'étranger (hors Québec) a révélé que le développement des systèmes d'élevage du porc sur litière est fonction des problématiques régionales (ou nationales) auxquelles le secteur de la production porcine est confronté de même qu'aux ressources locales des producteurs. Ainsi, les producteurs porcins français sont confrontés principalement aux problématiques de pollution diffuse d'origine agricole (Creusot, 1995) et de production d'odeurs.

La technique de l'élevage sur litière biomâtrisée apparaît donc pour eux une solution à ces problématiques. En effet, la réduction de la charge azotée des fumiers produits et la réduction très importante des odeurs obtenues par la litière biomâtrisée justifient les efforts de recherche et de développement qui lui ont été consentis.

La problématique des Pays-Bas est légèrement différente de celle de la France, l'élevage sur litière biomâtrisée ayant été introduit pour diminuer la problématique des surplus mais surtout pour contribuer à la réduction des émissions d'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) telle que souhaitée par le Gouvernement néerlandais (Groenestein *et al.*, 1992). Les activités agricoles sont en effet responsables de 94 % des émissions d'ammoniac dans ce pays.

D'autres pays, tels la Grande-Bretagne et l'Allemagne, attachent également une grande importance au bien-être des animaux et se sont intéressés aux techniques d'élevage sur litière. Conscients du problème de main-d'oeuvre associé à la litière biomâtrisée, l'écoulement de litière s'est alors développé en Grande-Bretagne (Châtillon, 1992). Cette dernière reçoit cependant une mauvaise note au chapitre des odeurs et ne peut donc satisfaire là où ces problèmes sont importants (Hesse, 1992). Le développement de cette technique ne s'est donc, par conséquent, réalisé que dans certains pays.

Cependant, une réglementation éventuelle prochaine sur les émissions azotées gazeuses pour tous ces pays européens laisse planer une grande incertitude sur l'avenir de ces techniques, et plus particulièrement sur celui de l'élevage sur litière biomâtrisée. En effet, ce dernier est reconnu pour l'émission de gaz azotés impliqués dans la formation de pluies acides, de l'effet de serre et

également de la destruction de la couche d'ozone. Ce motif explique en grande partie un désintéressement actuel des chercheurs des Pays-Bas (Vermeulen, 1996) et français (Guiziou, 1996).

Au Canada, le développement de l'élevage sur litière se fait beaucoup dans les provinces des Prairies où le secteur de la production porcine est en pleine extension. Cette situation s'explique en très grande partie par les disponibilités en paille de ces régions et vise essentiellement la rentabilité des entreprises porcines. La faible concentration de la population ainsi que celle du cheptel dans ces régions ne soulèvent pas de problématiques de surplus, de pollution diffuse ou d'odeurs. Ainsi, les bâtiments de même que les conditions d'ambiance sont réduits au strict minimum et l'on compense par un apport important de litière (Connor, 1994).

L'introduction de ces techniques au Québec a débuté par la litière biomâtrisée. Malgré un degré de développement et de connaissance plus élevé que pour les autres types d'élevage sur litière, cette technique ne s'est pas beaucoup développée pour plusieurs raisons. La nécessité d'avoir des bâtiments spéciaux (dégagement important, superficie), les risques sanitaires encourus, la main-d'oeuvre requise et les besoins en chauffage sont parmi les plus importantes (Bélangier, 1996). Elle a cependant fait place aux techniques de litière mince (Nolet, 1996; Senay, 1996; Larouche, 1996; Fortier, 1996), de litière accumulée (Martel, 1996) et, dans une moindre mesure, à la litière en écoulement continu (Dugal, 1996). La très grande majorité des exploitations sur litière ne sont en opération que durant l'été, soit pendant la période où les conditions d'élevage sont plus faciles (ventilation sans chauffage, pouvoir évaporant plus élevé, etc.). Malgré ces conditions, la gestion de la litière ne s'est pas toujours révélée un succès, particulièrement sur la paille (Larouche, 1996). D'autre part, les élevages conduits durant l'hiver ont fait ressortir le manque de connaissances, autant des producteurs que des intervenants, sur la majorité des paramètres d'opération. Les paramètres relatifs au contrôle d'ambiance expliquent la majorité des échecs vécus dans l'élevage sur litière. Les intervenants contactés ont en effet déploré le manque d'informations concernant le contrôle d'ambiance, la conception de ces bâtiments, la gestion de la litière et le contrôle sanitaire des porcs.

La majorité de ces intervenants s'accordent à dire que l'élevage sur litière fait partie d'une solution aux différentes problématiques rencontrées dans chacune des régions. Cependant, la réglementation actuelle ne permet pas de délivrer de tels certificats pour des entreprises porcines sur litière ou est très contraignante pour des entreprises sur fumier solide. Aussi, plusieurs demandes de *Certificat d'autorisation* pour l'exploitation de fermes porcines sur litière, présentées au Ministère de l'environnement, sont en attente de traitement à cause de cette réglementation (Daigle, 1996).

## 7. SYNTHÈSE DE L'INFORMATION

Cette section reprend les informations présentées dans les sections précédentes en les replaçant dans le contexte de l'élevage porcin au Québec.

### 7.1 BIEN-ÊTRE, COMPORTEMENT ET SANTÉ DE L'ANIMAL

Une des premières impressions qui se dégagent de l'élevage du porc sur litière est le bien-être visible des porcs et leur comportement moins agressif. Cet aspect de la production porcine ne prend pas encore au Québec la même importance qu'en Europe, particulièrement en Angleterre et en Allemagne. Il n'est pas évident, avec la globalisation des marchés, que la tendance sera celle-là. Ce bien-être des animaux cache cependant une santé qui semble plus affectée par les parasites et pathogènes hébergés par la litière. La tendance au Québec étant plutôt vers l'hygiénisation poussée de l'élevage, l'élevage sur litière est dans ce sens à contre-courant.

### 7.2 SANTÉ DU TRAVAILLEUR AGRICOLE

Pour ce qui est de la santé du producteur, le compostage, particulièrement intense dans le cas de la litière biomaitrisée, génère des concentrations importantes de bactéries et de moisissures qui peuvent entraîner des troubles respiratoires, notamment chez les personnes qui présentent une sensibilité à ces micro-organismes. Ainsi, bien qu'on ne puisse imposer aux producteurs le port d'un masque muni d'un filtre HEPA, on se doit de leur mentionner que l'exposition augmente lors du travail de la litière. Pour les autres contaminants de l'air (gaz, poussières), l'élevage sur litière semble procurer une meilleure qualité que l'élevage sur lisier. Pour les autres types d'élevage, très peu de données sont disponibles et nous ne pouvons conclure sur la pertinence de porter ce masque. Il est clair que la concentration en bactéries et moisissures devrait être plus faible pour ces bâtiments compte tenu de la température beaucoup plus basse qui règne dans ces types de litière.

### 7.3 BILAN AGRONOMIQUE

D'un point de vue agronomique, l'élevage sur litière montre un bilan supérieur à l'élevage sur lisier: concentration et stabilité plus élevée des éléments fertilisants, réduction des pertes au champ (lessivage, volatilisation et ruissellement) et apport plus important d'humus stable. Ces différents avantages de la litière sur le lisier présentent un intérêt très important dans le contexte actuel. En effet, l'étude de Statbec (1989) montre que la demande pour le lisier de porc est faible chez les receveurs potentiels (de l'ordre de 30 à 35 %) dans les régions en surplus. Les raisons invoquées concernent en partie la pauvre qualité agronomique du lisier, soient sa faible concentration en éléments fertilisants, sa variabilité et sa sensibilité aux pertes, ainsi que les risques de compaction des sols occasionnés par l'épandage de grandes quantités de lisier. Ainsi, la disponibilité de litière pourrait aider à résorber cette problématique. D'autre part, l'épandage de cette litière sur des sols sableux (ex. culture de la pomme de terre) améliorerait la structure et la capacité de rétention du sol à moyen terme.

Les points négatifs en regard du bilan agronomique concernent les pertes d'azote au bâtiment, notamment dans le cas de la litière biomaitrisée, qui sont plus élevées que dans le cas de l'élevage sur lisier. Ces pertes modifient le rapport N:P:K du fumier produit de façon telle que le produit devient trop riche en phosphore par rapport à l'azote et ce, pour l'ensemble des cultures pratiquées au Québec.

Un autre avantage d'importance de ces techniques d'élevage est sans contredit la réduction très importante des volumes de fumier à gérer. Cette réduction pouvant aller jusqu'à 80 % par rapport au volume de lisier, elle permet de diminuer substantiellement les coûts reliés à la disposition des fumiers. Ceci est particulièrement vrai dans les régions en surplus où les distances de transport sont élevées et le taux de demande du lisier de porc très faible.

#### 7.4 BILAN ENVIRONNEMENTAL

Le bilan environnemental de l'élevage du porc sur litière nous apparaît également supérieur à celui du lisier. D'une part, la densité du cheptel au Québec étant beaucoup plus faible que dans plusieurs pays européens, le problème de l'émission de gaz à effet de serre ou responsable de la formation de pluies acides ne se pose pas avec la même acuité. D'autre part, bien que les pertes d'azote au bâtiment soient supérieures à celles du lisier (les proportions des gaz émis sont différentes), le bilan global de cet élément n'a pu être vérifié. En effet, la réorganisation dans les cellules de micro-organismes des éléments fertilisants provenant des déjections diminue sensiblement les risques de pertes par lessivage et par ruissellement de ces éléments (azote, phosphore et autres). Un bilan global négatif de l'azote est toutefois escompté, alors que ceux du phosphore et du potassium s'avèrent positifs. D'un autre côté, l'apport d'humus stable au sol agit de façon indirecte dans le même sens en améliorant la structure du sol et sa capacité d'échange cationique. Ainsi, les techniques d'élevage sur litière peuvent contribuer grandement à protéger les sources d'eau potable de la contamination par les éléments fertilisants et par les pathogènes. De plus, la réduction des risques de ruissellement, en particulier du phosphore, permettra la protection des lacs et rivières contre la dégradation par eutrophisation.

Quant aux craintes véhiculées concernant la contamination du sol par des métaux lourds consécutivement à la concentration des déjections, les suivis effectués au Québec ont démontré que le risque est extrêmement faible et ce, même si plusieurs bandes de porcs étaient élevées sur la même litière. Dans presque toutes les expériences qui ont été menées, les concentrations de ces métaux dans la litière ont toujours été très en deçà des normes relatives à des produits organiques tels que les boues de station d'épuration.

D'autre part, l'utilisation d'enzymes incorporés à la litière, bien que recommandée par les fabricants, ne s'est pas révélée indispensable pour la réussite de l'élevage sur litière biomaitrisée. Il semble donc que, l'expérience aidant, un producteur puisse éviter cette dépense. Cependant, pour des producteurs débutant dans les techniques impliquant une activité de compostage, il peut

être préférable de suivre les indications du fabricant quant à l'utilisation du produit puis de réduire graduellement leur utilisation.

Une des principales forces de l'élevage sur litière est la réduction incontestée des odeurs à toutes les étapes de production. Cette réduction des odeurs est particulièrement évidente dans le cas de la litière profonde, à la condition toutefois que le contrôle du compostage de la litière soit assuré et que les conditions d'ambiance du bâtiment soient respectées. Dans ce cas, la réduction équivaut presque à l'élimination complète de ces odeurs. Cette réduction est moins importante dans les autres types d'élevage sur litière mais elle augmente généralement avec l'augmentation de la quantité de litière utilisée. Cette réduction des odeurs est particulièrement importante dans le contexte actuel de la production porcine. Ainsi, le recours à l'élevage sur litière pourrait permettre l'agrandissement ou l'installation de nouvelles entreprises dans des régions où des pressions sont actuellement exercées pour restreindre l'expansion de cette production.

#### 7.5 BILAN ÉCONOMIQUE

D'importantes interrogations demeurent cependant, principalement reliées à la rentabilité de ces élevages. En effet, jusqu'à maintenant très peu de fermes d'élevage sur litière se sont installées sans l'apport financier dans le cadre d'un programme de recherche et développement ou de démonstration. Toutefois, il est certain que l'élevage sur litière (sauf litière profonde) peut être réalisé dans des bâtiments existants mais désaffectés. Pour ces types d'élevages, il est rentable de transformer le bâtiment pour en faire un bâtiment d'élevage porcin sur litière. Dans le cas de l'élevage sur litière profonde, qui nécessite des bâtiments à haut dégagement, la rentabilité n'a pas encore été démontrée. D'autre part, les besoins en main-d'oeuvre sont beaucoup plus importants pour l'élevage sur litière que pour l'élevage sur plancher latté, bien que ces différences varient avec le type d'élevage sur litière pratiqué. La conception de bâtiments adaptés à ces techniques reste à être développée de même qu'un certain degré de mécanisation, particulièrement dans le cas de l'élevage sur litière biomaitrisée. Nous devons de plus considérer l'approvisionnement de la litière si elle n'est pas disponible à la ferme même. Bien qu'il y ait des scieries ou des usines de transformation du bois dans presque toutes les régions du Québec, l'approvisionnement dans ce

type de litière est largement influencé par les prix du marché. C'est donc un élément important à considérer dans la promotion de ce type d'élevage. Finalement, à cause de l'humidité produite dans ces bâtiment, les systèmes de contrôle d'ambiance (ventilation et chauffage) devront être plus importants. Une augmentation importante des coûts d'énergie est donc à prévoir, notamment dans le cas de l'élevage sur litière biomâtrisée.



## 8. RECOMMANDATIONS

L'élevage du porc sur litière, quel qu'en soit le type, représente selon nous une alternative très intéressante à la gestion sur lisier et ce, pour diverses problématiques reconnues au Québec. Pour les régions en surplus d'engrais organiques, le produit généré est plus intéressant du point de vue de la valorisation agricole. La réduction du volume de fumier qui y est associée a une incidence sur les coûts de disposition, particulièrement le transport, qui représente souvent plus de 50 % de ces coûts, et l'entreposage. Pour les régions de villégiature ou de tourisme, l'élevage sur litière procure une réduction très marquée des odeurs générées par l'élevage porcin. Ainsi, la poursuite et la croissance des activités de production porcine dans ces régions pourraient être facilitées par le recours à ce type d'élevage, plus particulièrement l'élevage sur litière biomâtrisée. Pour les régions où l'épandage de lisier de porcs à doses massives est une source de contamination des approvisionnements en eau potable et des cours d'eau, l'épandage d'un produit solide, compost immature dans le cas de la litière profonde, représente une solution très intéressante.

Ces différentes techniques sont donc intéressantes pour les producteurs du Québec et s'appliquent souvent à des problématiques différentes. Bien que plus développées dans d'autres pays, elles ne sont pas encore optimisées et elles nécessitent une adaptation à nos conditions climatiques. Les connaissances actuelles concernant chacune de ces techniques d'élevage sont disséminés à travers la littérature scientifique et les articles de vulgarisation et ne sont donc pas facilement accessibles aux producteurs et aux intervenants.

Compte tenu du contexte actuel et du degré de leur développement, les premières recommandations s'adressent à l'élevage du porc sur litière de façon générale. Afin de permettre l'adoption de ces techniques d'élevage, nous recommandons de façon prioritaire que:

1. *Le Règlement sur la prévention de la pollution des eaux par les établissements de production animale (R.R.Q., 1981, c. Q-2, r. 18) de même que la Directive 038 sur la pollution de l'air soient révisés afin d'y intégrer des normes concernant l'élevage porcin*

sur litière. Cette révision permettrait ainsi l'obtention par les producteurs d'un certificat d'autorisation pour l'élevage du porc sur litière;

2. La production d'un document synthèse de vulgarisation comprenant les données les plus récentes actuellement disponibles relativement aux différentes techniques d'élevage du porc sur litière soit réalisée. Ce document s'adresserait autant aux producteurs porcins qu'aux intervenants et présenterait les informations essentielles pour la réussite de tels élevages;
3. Par souci d'équité, le programme de subvention mis en place pour l'aide à l'aménagement des structures d'entreposage des lisiers et fumiers (PAAGF) soit revu et adapté aux bâtiments d'élevage porcin sur litière (pour les cheptels acquis avant le 1er juin 1993).

#### *Élevage sur litière biomaîtrisée (litière profonde)*

L'élevage sur litière biomaîtrisée, bien que sa rentabilité dans des bâtiments neufs reste encore à prouver, représente une technique de premier ordre pour les régions dont les impacts relatifs aux odeurs et aux surplus sont importants. Elle représente également la technique pour laquelle nous disposons de plus d'informations scientifiques. Les recommandations vont dans le sens de son amélioration au chapitre de la conception du bâtiment et de la manipulation de la litière. Ainsi, nous recommandons de:

4. Développer un concept de bâtiment permettant la mécanisation des opérations reliées à la litière et intégrant tous les aspects de ce type d'élevage (gestion de la litière, contrôle d'ambiance, contrôle parasitaire, etc.);
5. Concevoir et développer un équipement pour mécaniser les opérations reliées à la litière (distribution, brassage);
6. Développer une méthode pour réaliser l'hygiénisation de la litière entre deux bandes d'élevage;
7. Évaluer les coûts réels de production d'un tel type d'élevage dans un bâtiment neuf.

*Élevage sur litière accumulée et sur litière mince.*

L'élevage sur litière mince et l'élevage sur litière accumulée sont déjà très populaires au Québec et sont appelés à se développer encore rapidement. Ils représentent ainsi, au regard des priorités de recherche et développement, un cas *urgent*. Les informations relatives à ces techniques au Québec sont très partielles et très peu diffusées. Cette situation a d'ailleurs conduit à plusieurs échecs et ce, même chez des producteurs réputés. Comme ils peuvent se réaliser dans des conditions semblables de logement et dans des bâtiments neufs ou désaffectés, nous recommandons de:

8. Déterminer les paramètres d'opération de ces deux techniques d'élevage: contrôle d'ambiance, gestion de la litière, contrôle sanitaire, etc.;
9. Caractériser les différents paramètres de ces types d'élevage: qualité de l'air, caractéristiques physico-chimiques de la litière, performances zootechniques, état sanitaire, etc.;
10. Déterminer les paramètres d'opération pour différents types de litière (paille, sciure, planure);
11. Évaluer la rentabilité de ce type d'élevage dans un bâtiment neuf et dans un bâtiment désaffecté aménagé (par exemple: bâtiment laitier);
12. Évaluer la possibilité de réaliser plus d'une bande sur la même litière, ceci dans le but d'éviter le recours à une plate-forme d'entreposage des solides;
13. Développer une stratégie de contrôle sanitaire de la litière entre deux bandes d'élevage.

*Élevage sur litière à écoulement continu.*

Cette technique ayant été développée particulièrement dans le but d'améliorer le bien-être et le comportement des porcs, son adaptation et sa mise au point sous nos conditions ne nous semblent pas, pour l'instant, prioritaires. Les besoins de recherche et développement sont cependant les mêmes que pour celles de l'élevage sur litière mince et sur litière accumulée.

## 9. BIBLIOGRAPHIE

Les coordonnées des personnes ressources, citées dans cette bibliographie sous l'appellation *Communication personnelle*, sont présentées à la section 10.

Arey, D.S. (1992). *The effect of straw on the behaviour and performance of growing pigs kept in a novel housing system*. Dans: Livestock environment IV. Fourth International Symposium, University of Warwick, Coventry, England. 6-9 July 1993. Published by American Society of Agricultural Engineers. pp. 491-494.

Arey, D.S. and J.M. Bruce (1993). *A note on the behaviour and performance of growing pigs provided with straw in a novel housing system*. Anim. Prod. 1993, 56:269-272.

Arey, D.S. (1993). *Effect of straw on the behaviour and performance of growing pigs in straw-flow pen*. Farm Building Progress (112) April 93, pp 24-25.

Bélangier, M. (1996). *Communication personnelle*.

BPR (1994a). *L'élevage sur litière biomâtrisée; expérimentation et suivi agronomique, environnemental et économique*. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec. Rapport # 3333.21.92.01. 79 p.

BPR (1994b). *Étude des solutions de rechange à la gestion sous forme liquide des déjections de porcs*. Rapport final présenté au MEF dans le cadre du programme d'aide à la recherche et au développement en environnement. Juin 1994. 121 p

BPR (1995). *Adaptation de la technique d'élevage du porc sur litière biomâtrisée pour le climat canadien par la mise au point finale d'un bâtiment conçu à cette fin et par l'essai au champ du compost qui en résulte*. Rapport final présenté au MAPAQ dans le cadre du Programme d'aide à l'innovation technologique. 1995. 24 p.

Bonazzi, G. et P.L. Navarotto (1992). *Wood shaving litter for growing-finishing pigs*. Dans: Proceedings workshop deep litter systems for pig farming. Research Institute for pig Husbandry. 21 and 22 September 1992. Rosmalen, The Netherlands edited by J.A.M. Voermans. pp. 57-60.

Böhmer, M. et S. Hoy (1993). *The influence of the housing system (deep litter system with additives or slatted metallic floor) on the behaviour of fattening pigs*. Dans: Livestock environment IV. Fourth International Symposium, University of Warwick, Coventry, England. 6-9 July 1993. Published by American Society of Agricultural Engineers. 8 p.

- Brassard, H. et J. Fillion. 1991. *Profil des exploitations agricoles enregistrées au MAPAQ en 1992. Document-synthèse, Le Québec et ses régions.* Service de l'informatique et des statistiques. MAPAQ, avril 1993. 48 p.
- Bruce, J.M. (1990). *Straw-flow: a high welfare system for pigs.* Farm Building Progress (102) Octobre 90, pp. 9-13.
- Bruce, J.M. (1991). *Characteristics of waste from straw-flow.* Farm Building Progress (106) Oct. 91, pp. 15-20.
- Châtillon, G. et L. Viel (1990a). *Dossier Enquête Sef-C.* Porc Magazine, août-sept. 1990, No 226. pp 92-110.
- Châtillon, G. et L. Viel (1990b). *Dossier Enquête Sef-C - Une technique fine sur paille ou sciure expérimentée par Sanders.* Porc Magazine, août-sept. 1990, No 226. pp 113-118.
- Châtillon, G. (1991a). *Dossier litière biomâtrisée - Bloc-notes.* Porc Magazine, décembre 1991, No 240. pp. 71-74.
- Châtillon, G. (1991b). *Dossier litière biomâtrisée -Recharger n'est pas jardiner.* Porc Magazine, décembre 1991, No 240. pp. 68-70.
- Châtillon, G. (1992). *Elles fonctionnent en Grande-Bretagne.* Porc Magazine, mai 1992, No 245. pp. 79-84.
- Connor, M.L., L. Onischuk, Q. Zhang, R.J. Parker and J.I. Elliot (1994). *Alternative Housing with Canadian Biotech Shelters and a Review of Some European Concepts.* Presentation for the Forum on Innovations for Swine Housing. Regina, Saskatchewan, July 14, 94. Paper No. 94-232, CSAE.
- Cormier, Y., G. Tremblay, A. Mériaux, G. Brochu and J. Lavoie (1990). *Airborne Microbial Contents in Two Types of Swine Confinement Buildings in Quebec.* Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 51(6):304-309.
- CPAQ (1995). *Guide porc 1995.* Conseil des productions animales du Québec.
- Creusot, A. (1995). *Le contexte agroenvironnemental français.* Dans le Rapport final de la Mission d'étude socio-agroenvironnementale, Union des producteurs agricoles, Fédérations de Lévis-Bellechasse, de la Rive-Nord et de Lotbinière-Mégantic. 80 p.
- Daigle, M. (1996). Communication personnelle.

- De Koning, F.L.S.M. (1992). *A comparison between the mineral contents in slurry and deep litter bed*. Dans: Proceedings workshop deep litter systems for pig farming. Research Institute for pig Husbandry. 21 and 22 september 1992. Rosmalen, The Netherlands edited by J.A.M. Voermans. pp. 144-151.
- Dugal, G. 1996. Communication personnelle.
- Fortier, M. (1996). *Élevage de porcs sur litières  $\pm$  profonce*. Visite d'élevages de porcs à l'engrais sur litière, MAPAQ, documents de 12 pages.
- Fortier, M. (1996). Communication personnelle.
- Gadd, J. (1991a). *Tunnel polyvinyle pour porcs travailleurs*. Porc Magazine, décembre 1991, No 240. pp. 112-114.
- Gadd, J. (1991b). *European Update*. National Hog Farmer, septembre 1991. pp. 53-54.
- Gadd, J. (1992). *No slurry, no smell, no foul water run-off - less cos!*. PIGS-Misset, janvier-février 1992. pp. 12-13.
- Gadd, J. (1993). *Tunnel housing of pigs*. Dans: Livestock environment IV. Fourth International Symposium, University of Warwick, Coventry, England. 6-9 july 1993. Published by American Society of Agricultural Engineers. p. 1040-1048.
- Granger, F. (1992). *Évaluation de la quantité minimale de litière requise pour l'élevage des porcs sur litière accumulée*. Programme de démonstration de nouvelles technologies à la ferme du MAPAQ, Rapport 5051RE01 de Urgel Delisle et Ass. 16 p.
- GREPA (1994). *Les coûts de la gestion du lisier (1991) des exploitations porcines du Québec*. Groupe de recherche en économie et politique agricoles, Département d'économie rurale, Université Laval. 215 p.
- Groenestein, C.M., J. Oosthoek, H. Montsma et B. Reitsma (1992). *The emission of ammonia and other nitrogen compounds from deep litter systems for fattening pigs: a field study*. Dans: Proceedings workshop deep litter systems for pig farming. Research Institute for pig Husbandry. 21 and 22 september 1992. Rosmalen, The Netherlands edited by J.A.M. Voermans. pp. 51-56.
- Guiziou, F. (1996). Communication personnelle.
- Hervo, N. et O. Theobald (1992). *Biological deep litter for pigs in France*. Dans: Proceedings workshop deep litter systems for pig farming. Research Institute for pig Husbandry. 21 and 22 september 1992. Rosmalen, The Netherlands edited by J.A.M. Voermans. pp. 8-10.

- Hesse, D. (1992). *Straw in fattening pig husbandry*. Dans: Proceedings workshop deep litter systems for pig farming. Research Institute for pig Husbandry. 21 and 22 september 1992. Rosmalen, The Netherlands edited by J.A.M. Voermans. pp. 77-93.
- Hirai, M.F., V. Chanyasak et H. Kubota (1983). *A standard Measurement For Compost Maturity. A look at the use of organic-carbon: organic-nitrogen ratio in water extract as a measure of compost maturation*. BioCycle. 3 p.
- Hoy, St., J. Kaczmarek, and U. Ehser (1992a). *Fattening performance and animal health of keeping fattening pigs on a deep litter system with additives or on slatted floor*. Dans: Proceedings workshop deep litter systems for pig farming. Research Institute for pig Husbandry. 21 and 22 september 1992. Rosmalen, The Netherlands edited by J.A.M. Voermans. pp. 103-112.
- Hoy, S. (1996). *Hygienic evaluation of deep litter systems with additives for pig farming*. Rapport de recherche. Department of Hygiene, Epidemiology and Environmental Protection, University of Leipzig. pp. 50-53
- Huysmans, C.N., G.J. Greutink et J.A.M. Voermans (1992). *Experiences on 18 farms with pigs on deep litter*. Dans: Proceedings workshop deep litter systems for pig farming. Research Institute for pig Husbandry. 21 and 22 september 1992. Rosmalen, The Netherlands edited by J.A.M. Voermans. pp. 1-7.
- Kay, R.M. (1992a). *The performance and environment of pigs reared on deep sawdust beds compared with pigs reared on a conventional fully-slatted slurry system*. Dans: Proceedings workshop deep litter systems for pig farming. Research Institute for pig Husbandry. 21 and 22 september 1992. Rosmalen, The Netherlands edited by J.A.M. Voermans. pp. 93-100.
- Larouche, L. (1996). Communication personnelle.
- Lavoie, J., G. Marchand, J.Y. Drolet et G. Gingras (1995). *Biological and chemical contamination of the air in a grower-finisher pig building using deep-litter systems*. Canadian Agricultural Engineering 37(1995) 195-203.
- Lavoie, J., G. Marchand, Y. Beaudet, B. Roberge, H. Fournier, P., Caouette, J.Y. Drolet, G. Gingras et C. Jobil (1994). *Mesure des contaminants chimiques et biologiques dans l'air d'une porcherie utilisant la technique de litière biomâtrisée*. Publié par IRSST, Québec.
- Lesguillier, F., R. Gouin, F. Guiziou et B. Orain (1995). *L'élevage de porcs sur litières biomâtrisées: Contribution au dossier environnemental par l'évaluation des rejets. Bilans des éléments azotés et minéraux des litières*. Journées Recherche Porcine en France, 27, 343-350.
- Lipschultz, F., O.C. Zafirious, S.C. Wofsy, M.B. McElroy, F.W. Valois et S.W. Watson (1981). *Production of NO and N2O by soil nitrifying bacteria*. Nature 294:641-643.

- Lo, C.Y.Y. (1992). *Application and practice of the pig-on-litter system in Hong Kong (In-situ composting of pig manure)*. Dans: Proceedings workshop deep litter systems for pig farming. Research Institute for pig Husbandry. 21 and 22 september 1992. Rosmalen, The Netherlands edited by J.A.M. Voermans. pp. 11-22.
- Lockyer, D.R., B.F. Pain et J.V. Klarenbeek (1989). *Ammonia Emissions from Cattle, Pig and Poultry Wastes applied to Pasture*. Environmental Pollution 56 (1989) pp.19-30.
- Luymes, J.C. (1995). *Eco Barn: a description of an animal welfare-friendly hog feeder facility*. Presented at the Oct. 1-3, 95 Pacific Northwest Section Meeting, Paper No PNW95-401, ASAE.
- MAPAQ (1994). *Feuillet technique. Coefficients d'efficacité des fumiers et lisiers*. 13 p.
- MEF et MAPAQ (1991). *Valorisation agricole des boues de station d'épuration des eaux usées municipales*. Guide des bonnes pratiques. Juillet 1991. 90 p.
- Martel, R. (1996). Communication personnelle.
- Matte, J.J. (1993). *A note on the effect of deep-litter housing on growth performance of growing-finishing pigs*. Can. J. Anim. Sci. 73: 643-647.
- Millner, P.D., S.A. Olenchock, E. Epstein, R. Rylander, J. Haines, J. Walker, B.L. Ooi et M. Maritato (1994). *Bioaerosols associated with composting facilities*. Compost Science and Utilization 2(1994) 8-57.
- Neukermans, G.G. (1991). Résultats non publiés. Communication personnelle.
- Nicks, B., A. Désiron et B. Canart (1995). *Bilan environnemental et zootechnique de l'engraissement de 4 lots de porcs sur litière biomâtrisée*. Journées Recherche Porcine en France, 27, 337-342.
- Nolet, L. et L. Senay (1995). *Élevage de porcs sur litière mince*. Colloque sur la production porcine 95. CPAQ, pp. 33-38.
- Nolet, L. (1996). Communication personnelle.
- OME (1990). *Composting, A litterature study, 1989*. Rapport.
- Pain, B.F., V.R. Phillips, C.r. Clarkson et J.V. Klarenbeek (1989). *Loos of Nitrogen through Ammonia Volatilisation during and following the Application of Pig or Cattle Slurry to Grassland*. J. Sci Food Agric. 1989, 47, pp. 1-12.



- Pelletier, R. (1996). *Porcherie à écoulement de paille "Straw flow"*. MAPAQ, La Pocatière, Projet No EE-28-750-40-236
- R.R.Q. c. Q-2, r. 18 (1981). *Loi sur la protection de l'environnement - Règlement sur la prévention de la pollution des eaux par les établissements de production animale*. R.R.Q., 1981, c. Q-2, r. 18. Ministère de l'environnement et de la faune du Québec. 1981.
- Senay, L. (1993). *Élevage de porcs sur litière peu profonde*. Entente auxiliaire Canada-Québec, Programme d'aide à l'innovation technologique, Projet 23-873205-03003. MAPAQ. 39 p.
- Senay, L. (1996). Communication personnelle.
- STATBEC (1989). *Étude sur la gestion des lisiers*. Rapport effectué pour le compte du Menviq et du MAPAQ. 36 p.
- Thelosen, J.G.M. et J.A.M. Voermans (1992). *Comparison of two Deep Litter Systems for Fattening Pigs with a Traditional Housing System; influence on some environmental aspects*. Dans: Proceedings workshop deep litter systems for pig farming. Research Institute for pig Husbandry. 21 and 22 september 1992. Rosmalen, The Netherlands edited by J.A.M. Voermans. pp. 26-32.
- Van Schaijk, B. (1993). *Sawdust based systems for pigs: Development for practical solutions*. Dans: Livestock environment IV. Fourth International Symposium, University of Warwick, Coventry, England. 6-9 july 1993. Published by American Society of Agricultural Engineers. pp. 1240-1245.
- Van Schaijk, B. (1992). *The role of biotechnological additives to reduce on farm environmental problems*. Dans: Proceedings workshop deep litter systems for pig farming. Research Institute for pig Husbandry. 21 and 22 september 1992. Rosmalen, The Netherlands edited by J.A.M. Voermans. pp. 135-143
- Van Faassen, H.G. (1992). *Microbial processes of the nitrogen cycle in deep-litter systems for pig housing*. Dans: Proceedings workshop deep litter systems for pig farming. Research Institute for pig Husbandry. 21 and 22 september 1992. Rosmalen, The Netherlands edited by J.A.M. Voermans. pp. 157-165.
- Vermeulen, G.D., J.M. Maljaars et M.C. Sprong (1992). *Feasibility of alternative mechanisation methods for litter bed tillage operations*. Dans: Proceedings workshop deep litter systems for pig farming. Research Institute for pig Husbandry. 21 and 22 september 1992. Rosmalen, The Netherlands edited by J.A.M. Voermans. pp. 113-123.
- Vermeulen, G.D. (1996). Communication personnelle.

Voermans, J.A.M. (1992). *Closing session*. Dans: Proceedings workshop deep litter systems for pig farming. Research Institute for pig Husbandry. 21 and 22 september 1992. Rosmalen, The Netherlands edited by J.A.M. Voermans.

Ziegler, D. et M. Héduit (1991). *Engrais de ferme, Valeur fertilisante, Gestion, Environnement*. Edition 1991.

**10. PERSONNES RESSOURCES CONSULTÉES**

Bélanger, Marius  
Centre de développement du porc du Québec  
3230, Sicotte, C.P. 40  
St-Hyacinthe, Qc  
J2S 7B2  
Tél.: (514) 778-6530  
Fax: (514) 778-6540

Daigle, Maurice  
MAPAQ, Saint-Flavien  
175, rue Principale  
Saint-Flavien  
G0S 2M0  
Tél.: (418) 728-3136  
Fax: (418) 728-3465

Dugal, Georges  
MAPAQ, La Pocatière  
401, Poire  
La Pocatière, Qc  
G0R 1Z0  
Tél.: (418) 856-1110  
Fax: (418) 856-1719

Feddes, John Jerry  
Department of Agriculture, Food and  
Nutrition Science, University of Alberta  
410 Agriculture/Forestry Center  
Edmonton, AB  
T6G 2P5  
Tél.: (403) 492-0105  
Fax: (403) 492-9130  
Email: jfeddes@ansci.ualberta.ca

Fortier, Michel  
MAPAQ, Charny  
8032, Ave des Églises  
Charny, Qc  
G6X 1X7  
Tél.: (418) 839-9002  
Fax: (418) 832-6820

Gingras, Gaétan  
MAPAQ, Service des productions animales  
200, Chemin Ste-Foy, 9e Étage  
Québec, QC  
G1R 4X6  
Tél.: (418) 528-6065  
Fax: (418) 643-6680

Guiziou, F.  
CEMAGREF,  
Division Production et Économie Agricoles  
17, avenue de Cucillé  
35044 Rennes Cedex  
France  
Tél.: 99 28 15 15  
Fax: 99 33 29 59

Hervo, Nathalie  
Institut Technique du Porc  
Pôle Technique d'Élevage  
La Motte au Vicomte  
BP 3  
35650 Le Rheu  
Tél.: 99 60 98 25  
Fax: 99 60 93 55

Hoy, Steffen  
University of Leipzig  
Institute for Animal Hygiene  
Strasse des 18, Oktober 6  
0-7010 Leipzig  
Germany  
Email: Herbert.Hetfleisch@agr.uni-  
giessen.de