



Groupe-conseil

**TECHNIQUE D'ÉLEVAGE DU PORC
SUR LITIÈRE MINCE**

**Expérimentation et suivi agronomique,
environnemental et économique**

RAPPORT FINAL

présenté à :

**Fédération des producteurs de porcs du Québec
555, boul. Roland Therrien
Longueuil (Québec)
J4H 3Y9**

Notre référence : R99-96-67

préparé par :

Sylvain Pigeon, ing., M.Sc.
Responsable scientifique

Janvier 2001

RÉSUMÉ

L'élevage du porc sur litière en général est réputé pour être une alternative intéressante à la production porcine sur lisier en regard de la protection de l'environnement. Bien que l'introduction des techniques d'élevage sur litière au Québec ait eu lieu principalement durant l'été où les conditions sont plus propices pour ce type d'élevage, il se pratique de plus en plus à l'année longue dans des bâtiments adaptés. Cependant, les données techniques et économiques concernant ces techniques d'élevage sont actuellement rares et souvent peu disponibles, notamment dans le cas de l'élevage sur litière mince. Aussi, ce projet avait pour principal objectif de déterminer les différents paramètres d'opération de la technique d'élevage du porc sur litière mince et de mesurer ses impacts concernant les aspects agronomique, environnemental, économique et d'ingénierie.

L'expérimentation a été réalisée dans un bâtiment de 375 emplacements de porc à l'engraissement construit à l'été 1996 spécifiquement pour l'élevage sur litière mince. Ce bâtiment comporte 3 sections indépendantes de 2 parcs chacune et une chambre d'expédition. Chacun des 6 parcs permet d'accueillir de 60 à 65 porcs pour une superficie moyenne de 1,05 m² par porc. Une grande porte aménagée dans chaque section permet l'entrée de la litière sèche et l'évacuation du fumier en fin de bande à l'aide d'un chargeur frontal. Les porcelets proviennent de la maternité assainie de la ferme. Le poids moyen des porcelets est de 20 à 25 kg à leur arrivée dans la section d'engraissement et un poids de 107 kg est visé pour l'abattage des animaux. La conduite en bandes par section est préconisée et est décalée de 3 semaines pour chacune des 3 sections. Un bâtiment sur plancher latté permet de compléter le cycle d'engraissement de 18 semaines de l'entreprise. Les animaux sont alimentés à volonté en trémie sèche à partir de 6 formulations différentes et l'eau d'abreuvement est fournie à volonté par des auges avec couvercle. Les conditions d'ambiance sont maintenues par un système de ventilation entièrement mécanique avec entrées d'air continues ajustées manuellement et par des éleveuses au propane. Les paramètres d'ambiance sont ajustés et maintenus au moyen de contrôleurs électroniques.

Les deux années d'essai et de suivi de la technique d'élevage du porc sur litière mince ont permis de tirer des conclusions sur plusieurs aspects de cette technique sous nos conditions climatiques et d'élevage.

Sur le plan agronomique, les besoins totaux de litière ont été évalués à 0,92 kg de sciure et planure sèches par porc par jour. Ces besoins varient sensiblement avec la gestion des conditions d'ambiance : ils sont de l'ordre de 0,80 kg par porc par jour lorsque les conditions d'évaporation sont optimales (été) et de 1,25 kg par porc par jour en hiver. D'autre part, le projet a montré la faisabilité technique et l'intérêt d'incorporer de la paille au démarrage de l'élevage en réduisant de 15 % et 10 % respectivement la quantité de litière sèche utilisée et le volume de fumier produit.

L'analyse de la litière indique que le produit généré par l'élevage du porc sur litière mince a un contenu moyen en azote, phosphore (P₂O₅) et potassium (K₂O) de 5,2, 7,2 et 5,8 kg/t respectivement et une teneur moyenne en matière sèche de 34,6 % (de 30 % à 40 %). La valeur

fertilisante (équivalent minéral de première et deuxième années) de ce produit n'a cependant pas été déterminée.

Les pertes importantes d'azote au bâtiment diminuent le rapport N:P₂O₅ du fumier à environ 0,7:1 comparativement à 1,5:1 pour le lisier de porc à l'engraissement. Ce ratio est équivalent à celui obtenu en litière biomâtrisée. La problématique du déficit d'azote par rapport au phosphore en regard de la fertilisation des cultures, déjà présente dans le lisier, est donc aggravée dans le cas de la litière. D'autre part, les quantités d'humus stable apportées au sol seront supérieures à la gestion conventionnelle considérant les coefficients isohumiques plus élevés des fumiers et composts et l'absence de lignine dans les lisiers.

Le rapport C/N du fumier produit varie de 25 à 46 et le rapport N ammoniacal / N total, entre 9 et 37 %. D'autre part, la température de la litière dans les parcs est peu élevée (généralement entre 20°C et 35°C), de sorte que le fumier est très peu composté au moment de son évacuation du bâtiment. Dans une optique de commercialisation de ce produit, il serait donc inévitable de réaliser un vrai compostage de cette litière afin d'en contrôler les pathogènes et de réduire le taux d'azote ammoniacal et le taux d'humidité. Toutefois, la teneur élevée en cuivre (de 185 à 241 ppm sur base de matière sèche) pourrait limiter le potentiel de valorisation du compost obtenu (compost de type B). Le projet a cependant mis en évidence le potentiel de compostage de cette litière. Il a montré également que le temps disponible entre l'élevage de deux bandes successives était insuffisant pour qu'un compostage *in situ* de la litière abaisse suffisamment son taux d'humidité et sa concentration en pathogènes pour permettre sa réutilisation immédiate dans les parcs.

Sur le plan zootechnique, la production sur litière a peu d'incidences négatives sur la santé des animaux lorsque les autres aspects de la gestion de l'élevage sont bien maîtrisés (génétique, contrôle d'ambiance, etc.). Une augmentation du taux de parasitisme par les vers de type *Ascaris* a toutefois été décelée dans le cas de l'élevage sur litière. Il faut toutefois préciser que l'incidence de ce vers dans l'ensemble du troupeau est très élevée, pour l'élevage sur litière comme pour l'élevage conventionnel. D'autre part, des observations effectuées sur d'autres élevages sur litière indiqueraient des problèmes respiratoires plus importants lorsque la génétique ou les conditions de logement sont déficientes.

Les performances de croissance se sont révélées équivalentes pour l'élevage sur litière et l'élevage conventionnel. Globalement, le gain moyen quotidien et l'indice de classement favorisent légèrement la gestion conventionnelle sur lisier alors que le taux de mortalité plus faible favorise l'élevage sur litière mince.

Sur le plan environnemental, la technique d'élevage sur litière permet de réduire les volumes de fumier à gérer et de générer un produit solide plus intéressant que le lisier à plusieurs égards. La forme solide du produit ainsi que la proportion importante d'azote sous forme organique en font un produit plus stable que le lisier, ce qui constitue un atout majeur en regard de la contamination des eaux de surface et des eaux souterraines. D'autre part, la concentration de cette litière en certains éléments fertilisants tels que le phosphore et le potassium, ainsi que son faible potentiel de production d'odeurs en font un produit qu'il est intéressant de valoriser dans une région à vocation touristique ou de villégiature ou d'exporter hors d'une région en surplus.

La technique implique par contre des pertes plus importantes d'azote gazeux au bâtiment que la production sur lisier. Ces pertes sont d'abord sous forme de NH_3 , gaz associé à la génération de précipitations acides, mais également de N_2O , gaz associé à l'effet de serre et à la destruction de la couche d'ozone. Toutefois, bien qu'un bilan global de l'azote n'ait pas été réalisé sur l'ensemble de la chaîne de gestion de la litière, les pertes plus importantes au bâtiment et l'augmentation du ratio N organique / N total du produit final laissent entrevoir des pertes d'azote moins importantes, lors de l'entreposage et de l'épandage, qu'en gestion conventionnelle.

Les concentrations en gaz et en micro-organismes de l'air ont été comparables aux niveaux rencontrés dans les bâtiments conventionnels, à l'exception des thermoactinomycètes et des champignons de type *Aspergillus fumigatus*, organismes spécifiques aux litières et composts. Le port d'un masque muni de filtres HEPA (*high efficiency particulate air filters*) offrirait une protection efficace aux travailleurs contre les maladies susceptibles d'être engendrées par ces organismes.

Sur le plan économique, le coût de construction du bâtiment sur litière est évalué à \$ 250 par emplacement. La litière étant exportée dès son évacuation du bâtiment, la construction d'une structure d'entreposage est exclue de ce coût. Ce bâtiment se révèle donc légèrement plus économique qu'un bâtiment conventionnel dont le coût de construction est de l'ordre de \$ 300 par emplacement de porc (\$ 265 en excluant la structure d'entreposage).

Le coût de gestion de la litière, incluant son traitement par compostage, a été de \$ 7,94 par porc produit. L'achat de la litière a représenté 57 % de ce coût, la disposition de la litière (reprise, transport et compostage) en a représenté 24 % et la manutention à la ferme, 19 %. Si la litière avait été épandue à une distance équivalente de 20 km, un coût de gestion de \$ 7,61 par porc produit aurait été obtenu. Plusieurs avenues pourraient réduire ce coût de gestion : prix inférieur pour l'achat de litière, utilisation de sciure humide en début d'élevage, réduction de la quantité apportée en début d'élevage, élimination du coût de traitement (receveur pour l'épandage de la litière), mécanisation des apports en cours d'élevage (pour un bâtiment de plus grande taille).

Le coût relié au chauffage est de \$ 1,17 par porc produit. Une quantité importante de cette énergie est utilisée pour évaporer l'eau du lisier au bâtiment. D'autre part, bien que la consommation énergétique des ventilateurs n'ait pas été mesurée, la capacité du système ainsi que les consignes programmées indiquent que cette consommation n'aurait pas été différente d'un élevage conventionnel. Cependant, le maintien d'un taux d'humidité plus faible au bâtiment se serait traduit par une augmentation du coût de chauffage et de ventilation.

Les performances zootechniques observées au cours du projet ainsi que les performances mesurées pour l'ensemble des porcs produits par l'entreprise semblent globalement équivalentes pour l'élevage conventionnel et pour l'élevage sur litière mince. Ces performances n'ont donc aucun impact sur la rentabilité comparative de ces deux types d'élevage.

Au global, le coût de production du porc à l'engraissement sur litière se différencie de celui de l'élevage conventionnel au chapitre de la gestion des déjections et du contrôle d'ambiance. En élevage conventionnel, le coût de gestion du lisier aurait été de \$ 4,46 par porc produit avec

épandage du lisier à 20 km et le coût de chauffage de \$ 0,66 par porc produit. Ainsi, des coûts supplémentaires de \$ 3,67 par porc produit ont été obtenus dans le cas de l'élevage sur litière soit \$ 3,15 supplémentaires pour la gestion des déjections et \$ 0,52 pour le chauffage. Il faut toutefois noter que compte tenu de la qualité du produit généré, la litière pourrait présenter une valeur marchande plus élevée que celle du lisier, particulièrement pour une entreprise située hors d'une région en surplus.

Sur le plan du génie rural, le suivi des conditions d'ambiance a démontré le lien entre le contrôle des conditions d'ambiance et l'utilisation de litière. Le choix de maintenir le débit de ventilation au minimum durant les périodes d'hiver a limité les besoins en chauffage mais s'est traduit par une augmentation des besoins en litière sèche, une augmentation du volume de fumier produit ainsi que de sa teneur en eau et par un taux d'humidité élevé au bâtiment. Cependant, aucun effet n'a été décelé sur les performances de croissance. D'autre part, et compte tenu de ces nombreux effets, il est difficile de conclure sur la pertinence économique de cette option (réduction des coûts de chauffage vs augmentation du coût de gestion de la litière). Il est toutefois recommandé, dans un but sanitaire et de durabilité des infrastructures, de maintenir un taux d'humidité relative suffisamment bas permettant d'éviter la condensation sur les murs.

Le suivi de la litière indique qu'un volume de fumier de 0,35 m³ par porc produit doit être considéré pour ce type d'élevage, soit l'équivalent de 4,0 L par porc par jour pour une durée d'engraissement moyenne de 87 jours. Ce volume à gérer correspond à une réduction de 36 % par rapport à une gestion conventionnelle. Pour des fins de calcul de capacité d'entreposage, le volume de fumier par porc produit devrait être préféré à celui du volume quotidien, le volume total étant plus influencé par le contrôle d'ambiance que par la durée de présence en parc. D'autre part, et compte tenu de l'exception réglementaire qui prévaut encore pour l'entreposage de litière de porc au champ, il s'avérerait intéressant pour le développement de la production porcine sur litière de déterminer dans quelle mesure l'entreposage au champ devrait pouvoir être autorisé.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

DIRECTION DE PROJET, ANALYSE ET RAPPORT

BPR Groupe-conseil

Sylvain Pigeon, ing., M.Sc.

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

Marie-Christine Bélanger, agr.

LES COLLABORATEURS

ESSAIS SUR LA FERME

Ferme Saint-Noël enr., Saint-Narcisse de Beaurivage

SUIVI DES CONDITIONS D'AMBIANCE

Angèle et Norbert Drapeau, Ferme Saint-Noël enr.

Gaétan Gingras, ing., agr., Direction de l'environnement et du développement durable, MAPAQ

Charles Jobin, tech., Direction de l'environnement et du développement durable, MAPAQ

Jacques Lavoie, hyg. ind., chargé de projet, IRSST

Yves Beaudet, technicien, IRSST

Rodrigue Gravel, technicien, IRSST

SUIVI ZOOTECHNIQUE

Éric Nadeau, agr., COOP La Seigneurie

Jean Brochu, Md. vét., COOP La Seigneurie

ÉCHANTILLONNAGE DE LITIÈRE

Serge Proulx, agr., FERTIOR

Sylvain Pigeon, ing., M.Sc.

BPR Groupe-conseil

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

BPR Groupe-conseil

Gaétan Gingras, ing., agr.,

Direction de l'environnement et

du développement durable, MAPAQ

Jacques Lavoie, hyg. ind.

Chargé de projet, IRSST

Éric Nadeau, agr.

COOP La Seigneurie

Jean Brochu, Md. vét.

COOP La Seigneurie

REMERCIEMENTS

Ce projet a été rendu possible grâce au soutien financier des organismes suivants :

- Fédération des producteurs de porcs du Québec (Fonds de recherche en production porcine);
- Coopérative fédérée du Québec;
- Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie;

ainsi qu'à la participation de

- Ferme Saint-Noël inc.;
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (Direction de l'environnement et du développement durable);
- Coopérative La Seigneurie;
- Institut de recherche en santé et sécurité au travail (IRSST);
- FERTIOR;
- Équipements GDL.

Nous désirons remercier particulièrement Mme Angèle Drapeau et M. Norbert Drapeau pour la prise méticuleuse et assidue des données dans la porcherie ainsi qu'aux proches collaborateurs au projet, soient MM. Gaétan Gingras et Charles Jobin du MAPAQ (DEDD), M. Jacques Lavoie de l'IRSST ainsi que MM. Éric Nadeau et Jean Brochu de la Coopérative La Seigneurie. Nous remercions également le Dr André Broes du CDPQ pour ses recommandations relativement aux aspects sanitaires.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	I
ÉQUIPE DE RÉALISATION.....	V
REMERCIEMENTS	VI
TABLE DES MATIÈRES.....	VII
LISTE DES FIGURES	IX
LISTE DES TABLEAUX.....	X
1 BUTS ET OBJECTIFS.....	1
1.1 OBJECTIFS AGRONOMIQUES	1
1.2 OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX.....	1
1.3 OBJECTIFS ÉCONOMIQUES	2
1.4 OBJECTIFS D'INGÉNIERIE.....	2
2 REVUE DE LITTÉRATURE	3
3 MÉTHODOLOGIE EXPÉRIMENTALE	6
3.1 SITE D'EXPÉRIMENTATION	6
3.2 SUIVI DES CONDITIONS D'AMBIANCE	6
3.3 SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'AIR.....	10
3.4 SUIVI DE LA LITIÈRE	11
3.4.1 Consommation de litière.....	11
3.4.2 Production de fumier	11
3.4.3 Analyse des éléments constitutants	11
3.4.4 Suivi des températures.....	12
3.5 SUIVI ZOOTECHNIQUE	12
3.5.1 Performances zootechniques	12
3.5.2 Maladies	12
4 RÉSULTATS ET DISCUSSION	13
4.1 SUIVI DES CONDITIONS D'AMBIANCE	13
4.1.1 Température	13
4.1.2 Humidité relative	13
4.1.3 Ventilation	15
4.1.4 Chauffage	16
4.2 SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'AIR.....	21
4.2.1 Contaminants chimiques.....	21
4.2.2 Contaminants microbiologiques.....	23
4.3 SUIVI DES LITIÈRES	26
4.3.1 Consommation de litière.....	26
4.3.2 Production de fumier	27
4.3.3 Analyses des éléments constitutants.....	32
4.3.4 Suivi des températures de la litière.....	36
4.4 SUIVI ZOOTECHNIQUE	39
4.4.1 Performances zootechniques	39
4.4.2 Suivi sanitaire.....	39

4.5	ANALYSE ÉCONOMIQUE	41
4.5.1	Coût de construction.....	41
4.5.2	Gestion de la litière	41
4.5.3	Chauffage	44
4.5.4	Performances zootechniques	44
4.5.5	Bilan économique	44
4.6	ESSAIS DE COMPOSTAGE <i>IN SITU</i>	45
5	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	48
6	BIBLIOGRAPHIE.....	52
ANNEXE 1 COURBES DE CALIBRATION DES VENTILATEURS		
ANNEXE 2 RAPPORT SA-98-06 DE L'IRSST ÉVALUATION DES CONTAMINANTS CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES AÉROPORTÉS DANS UNE PORCHERIE UTILISANT LA TECHNIQUE D'ÉLEVAGE SUR LITIÈRE MINCE		
ANNEXE 3 RÉSULTATS DES ANALYSES DE LITIÈRE		
ANNEXE 4 DONNÉES POUR LE CALCUL DU BILAN DE L'AZOTE ET DU PHOSPHORE		
ANNEXE 5 GRAPHIQUES DES TEMPÉRATURES DE LA LITIÈRE POUR LES PARCS 1 ET 2 DE LA BANDE 4		
ANNEXE 6 PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES CALCULÉES AVEC LE LOGICIEL LOGIPORC		
ANNEXE 7 SUIVI SANITAIRE		

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1	Plan d'aménagement et localisation des capteurs.....	8
Figure 3.2	Schéma des différents points de mesure pour la température de la litière.....	12
Figure 4.1	Évolution des conditions d'ambiance au bâtiment : températures journalières moyennes, intérieure (Tint) et extérieure (Text).....	17
Figure 4.2	Évolution de la température moyenne de l'air intérieur (Tint moy) et de l'écart quotidien entre les températures minimale et maximale (Écart Tmax – Tmin).....	18
Figure 4.3	Évolution de l'humidité relative de l'air intérieur (HR int) et du différentiel d'humidité relative entre l'air extérieur et intérieur (HR int – HR ext).....	19
Figure 4.4	Consommation cumulative de gaz propane pour le chauffage de la section 3 pour les bandes 2, 3, 5 et 6.	20
Figure 4.5	Évolution de la température moyenne de la litière du parc 3 pour cinq points de mesure.....	37
Figure 4.6	Évolution de la température moyenne de la litière du parc 4 pour cinq points de mesure.....	38
Figure 4.7	Schéma du système de compostage <i>in situ</i>	46

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1	Description des paramètres d'intérêt lors du suivi de l'élevage sur litière mince	9
Tableau 4.1	Consommation énergétique pour toutes les bandes d'élevage.....	20
Tableau 4.2	Normes ou recommandations pour la concentration des gaz toxiques dans le bâtiment.	21
Tableau 4.3	Concentrations moyennes de CO ₂ , NH ₃ et H ₂ S mesurées à l'aide de tubes Dräger pour trois conditions différentes de ventilation.	22
Tableau 4.4	Normes et seuils relatifs aux concentrations de différents contaminants de l'air et concentrations mesurées par l'IRSST des différents contaminants chimiques et biologiques pour deux conditions de ventilation.	25
Tableau 4.5	Consommation totale et consommation unitaire de litière pour chaque bande.	29
Tableau 4.6	Production totale et production unitaire de fumier pour chaque bande.	29
Tableau 4.7	Comparaison des quantités de litière utilisée et de fumier produit.	31
Tableau 4.8	Composition moyenne des litières après chaque bande d'élevage	33
Tableau 4.9	Moyennes des résultats d'analyses microbiologiques des litières après chaque bande d'élevage.....	35
Tableau 4.10	Performances zootechniques obtenues par les porcs suivis dans le cadre de ce projet....	40
Tableau 4.11	Comparaison des performances moyennes de croissance non standardisées pour quelques projets au Québec.	40
Tableau 4.12	Performances zootechniques moyennes standardisées pour les porcs à l'engraissement du même producteur pour un élevage conventionnel et pour un élevage sur litière mince.	40
Tableau 4.13	Éléments économiques reliés à la gestion de la litière.....	43

1 BUTS ET OBJECTIFS

L'élevage du porc sur litière en général est réputé pour être une alternative intéressante à la production porcine sur lisier en regard de la protection de l'environnement. Cependant, les données techniques et économiques concernant ces techniques d'élevage sont actuellement rares et souvent peu disponibles, notamment dans le cas de l'élevage sur litière mince. Ainsi, ce projet avait pour principal objectif de déterminer les différents paramètres d'opération de la technique d'élevage du porc sur litière mince et de mesurer les impacts concernant les aspects suivants de la production porcine : agronomique, environnemental, économique et ingénierie. Il devait également vérifier la faisabilité technique d'utiliser la même litière pour deux bandes d'élevage successives à la suite du compostage *in situ* de cette litière après la fin de la première bande.

De façon plus spécifique, les objectifs poursuivis en fonction des différents aspects de la production sont :

1.1 OBJECTIFS AGRONOMIQUES

- Déterminer la quantité de litière nécessaire à la production sur litière mince et le volume de fumier produit;
- Caractériser le fumier produit par cette technique après une bande et, suite au traitement de la litière, après 2 bandes;
- Comparer la composition d'une litière de sciure avec celle d'une litière mixte (sciure et paille);
- Évaluer les performances et l'état de santé des porcs élevés sur litière mince;
- Évaluer la faisabilité de produire 2 bandes de porcs sur la même litière (avec un traitement de la litière durant le vide sanitaire) en comparant les performances et la santé des porcs de première bande et de deuxième bande.

1.2 OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX

- Évaluer le bilan de l'azote au bâtiment;
- Évaluer les risques environnementaux reliés à l'utilisation du fumier par l'examen des caractéristiques des fumiers produits (forme des éléments fertilisants, métaux, bactéries, moisissures et parasites);
- Évaluer les conditions de logement par mesure de la qualité de l'air dans le bâtiment (gaz, moisissures, bactéries, poussières) en conditions d'hiver et en conditions d'été;
- Évaluer l'effet d'un compostage de courte durée de la litière, durant la période correspondant au vide sanitaire, sur la microflore potentiellement nuisible (bactéries, moisissures et parasites).

1.3 OBJECTIFS ÉCONOMIQUES

- Évaluer, par comparaison avec un élevage standard de la région, les impacts économiques de l'adoption de la technique d'élevage sur litière mince (bâtiment, entreposage, reprise, transport, épandage);
- Évaluer la faisabilité et la pertinence économique de substituer une litière mixte de sciure et de paille à une litière de sciure uniquement.

1.4 OBJECTIFS D'INGÉNIERIE

- Établir le bilan d'humidité d'un élevage de porcs sur litière mince;
- Déterminer les besoins en ventilation et en chauffage d'un élevage de porcs sur litière mince.

2 REVUE DE LITTÉRATURE

La production porcine constitue un secteur clé de la production agricole au Québec. Ses performances techniques et économiques sont reconnues et contribuent à son essor dans un contexte d'économie mondiale. Cependant, son important développement ne se fait pas sans soulever la controverse dans la population en général. En effet, malgré son apport indéniable au bilan économique de la province, la gestion sur fumier liquide des déjections de plus de 97,5% du cheptel porcin québécois (GREPA – BPR, 1998) présente des risques importants en regard de la conservation des ressources, particulièrement la contamination des eaux de surface et souterraines, et sur les émissions d'odeurs.

À cet égard, l'élevage du porc sur fumier solide suscite actuellement beaucoup d'intérêt parmi les producteurs et les intervenants du secteur porcin ainsi qu'après des organismes municipaux. Ce type d'élevage est en effet perçu comme une alternative à la production sur fumier liquide dans une optique de protection des ressources et de réduction des odeurs. BPR (1996) relève ainsi quatre techniques d'élevage du porc sur fumier solide, dont l'élevage sur litière mince.

L'élevage du porc sur litière mince s'est développé au Japon où il est connu sous le nom de Système Ishigami, d'après le producteur qui l'a développé (Gadd, 1991a, 1991b et 1992). C'est sous l'appellation *Tunnel Housing System* que ce système a été popularisé au Canada et en Europe (Gadd, 1993). Cette technique palliait aux inconvénients connus de l'élevage sur litière profonde biomâtrisée pour laquelle une importante main-d'œuvre est rendue nécessaire afin de maintenir l'intense activité de compostage par l'homogénéisation et l'aération régulières de la litière. Alors que l'élevage sur litière profonde nécessite une épaisse litière au démarrage (70 à 90 cm) et des apports réguliers de litière sèche en cours d'élevage, l'élevage sur litière mince ne requiert qu'une épaisseur de litière de 25 à 30 cm sans ajout en cours d'élevage. Par ailleurs, la litière profonde n'est évacuée du bâtiment qu'après la production de plusieurs bandes d'élevage (3 à 5), alors que la litière mince est évacuée après chaque bande d'élevage. En litière mince, un complexe enzymatique est normalement utilisé dans l'alimentation des porcs afin de stimuler la dégradation de la litière, celle-ci pouvant être réutilisée après son compostage à l'extérieur du bâtiment.

L'adaptation de cette technique au Québec a cependant fait en sorte qu'aucun complexe enzymatique n'est utilisé et qu'un minimum de litière est ajouté en cours d'élevage (Nolet, 1995). L'évacuation de la litière est complète entre chaque bande, ce qui permet de laver et de désinfecter les parcs avant l'arrivée des prochains porcelets. Les risques de transmission de maladies par la litière entre les bandes sont ainsi diminués.

La superficie de parc requise par porc varie selon la technique d'élevage sur litière. Dans le cas de la litière mince, cette superficie est de l'ordre de 1,0 à 1,1 m² (Gadd, 1991a ; Nolet et Senay, 1995), comparativement à 0,75 m² par porc dans un élevage conventionnel sur plancher latté. Plus récemment, dans un projet où des apports de litière en cours d'élevage sont systématiques, des essais ont été réalisés avec succès en conditions d'hiver avec une densité plus élevée, soit 0,91 m² / tête (Martel, 1999).

Les quantités de litière à utiliser varient selon l'adaptation faite de cette technique. Dans le système original Ishigami, la litière est évacuée après chaque bande et soumise, à l'extérieur du bâtiment, à un processus de compostage plus complet. Cette litière compostée peut être recyclée et utilisée au moins trois fois comme litière (Gadd, 1991a et 1993). Le volume net de litière consommé par cette technique est d'environ 0,2 à 0,25 m³ par porc produit alors que le volume de fumier est de l'ordre de 0,15 m³ par porc produit. L'adaptation de cette technique dans des abris non chauffés dans l'Ouest canadien nécessite de 1,0 à 2,0 m³ de paille par porc produit, respectivement en été et en hiver, pour assurer le confort des porcs et pour empêcher l'écoulement de purin (Connor *et al*, 1994). Un premier rapport concernant l'élevage sur litière mince au Québec mentionne un volume de litière de sciure utilisé de 0,34 m³ par porc produit résultant en un volume de 0,25 m³ de fumier par porc produit (Nolet et Senay, 1995). D'autre part, le suivi réalisé sur plusieurs élevages par Fortier (1996) montre que les besoins en litière varient de 0,30 à 0,50 m³ par porc produit, tous types de litière confondus (paille, sciure, planure) et que le volume de fumier produit varie de 0,20 à 0,45 m³ par porc produit. Martel (1999) obtient une consommation de 0,56 m³ de litière par porc produit.

Les fumiers produits, indépendamment du type de litière utilisée, sont comparables à plusieurs égards. Ils présentent des teneurs en matière sèche variant de 30 à 40% et des teneurs en azote total et en phosphore P (sur base sèche) de l'ordre de 1 à 2%, soit de 4 à 10 kg/t sur base humide. Comparativement au lisier, la litière de porc est davantage concentrée en éléments fertilisants et l'azote qu'elle contient se retrouve majoritairement sous forme organique. Ainsi le ratio $N_{\text{org}} / N_{\text{tot}}$ est de l'ordre de 80% et 30% respectivement pour la litière et le lisier de porc. La litière permet donc une dégradation plus ou moins complète des déjections. Cette dégradation se fait essentiellement par voie aérobie comme en témoignent les températures mesurées dans la litière, soit entre 40 et 50°C pour l'élevage sur litière biomâtrisée (BPR, 1994) et 30°C pour la litière mince (Nolet et Senay, 1995). Cette dégradation est cependant incomplète comme en témoignent les ratios C/N de 20 à 30 et $N_{\text{NH}_3} / N_{\text{tot}}$ de l'ordre de 20 à 30%.

Avec les élevages sur litière on remarque un changement de comportement chez les porcs. En effet, ils 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, la fréquence des combats, des morsures d'oreilles et de queues et des frottements étant significativement plus basse (Gadd, 1991a).

Les données sur la qualité de l'air sont encore très fragmentaires ou inexistantes pour les élevages sur litière mince et ne touchent que quelques composés chimiques (CO₂, NH₃ et H₂S essentiellement). Des données obtenues par le projet Eco Barn (Luymes, 1995) révèlent des concentrations de dioxyde de carbone (CO₂) variant de 900 à 1200 ppm et d'ammoniac (NH₃), 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 inférieur à la norme d'exposition réglementée de 25 ppm). Des concentrations élevées en NH₃ (60 ppm) et en CO₂ (5 000 ppm) sont parfois obtenues en conditions d'hiver par Martel (1999).

Des données plus exhaustives ne sont actuellement disponibles que pour l'élevage sur litière profonde biomâtrisée. De façon générale, tous les contaminants provenant 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. 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 (BPR, 1996). Il est à noter que les bactéries thermoactinomycètes ainsi que l'*Aspergillus fumigatus* sont des micro-organismes thermotolérants et qu'ils peuvent bien se développer dans un élevage sur litière biomâtrisée où les températures observées de la litière sont élevées. On ne peut par conséquent transposer ces résultats pour des élevages sur litière mince pour lesquels des températures plus basses (autour de 30°C) sont obtenues.

La réduction des volumes de fumier généré par porc par rapport au lisier se traduit par une augmentation de la concentration de ses éléments constitutants. Cette concentration pourrait avoir un impact notamment pour le cuivre et le zinc qui sont donnés en supplément à la ration des porcs. Ainsi, la concentration sur base sèche de ces métaux lourds dans les fumiers mesurée pour un élevage sur litière mince au Québec par Senay (1993), indique des valeurs maximales de 309 ppm pour le cuivre et de 676 ppm pour le zinc. Ces mesures se comparent avec les concentrations obtenues sur litière biomâtrisée au Québec par BPR (1994), soit de 289 ppm et 523 ppm respectivement pour le cuivre et le zinc. Ces concentrations sont suffisantes pour déclasser la qualité d'un compost qui serait produit directement à partir de ces fumiers. En effet, des concentrations maximales de 100 ppm (Cu) et 500 ppm (Zn) sont tolérées pour des composts de type AA ou A (BNQ, 1996).

Les données économiques concernant les élevages sur litière sont également très rares. Selon BPR (1996), les coûts de construction d'un bâtiment pour l'élevage des porcs sur litière mince seraient équivalents ou légèrement supérieurs aux coûts des bâtiments sur lisier les plus dispendieux, incluant les structures d'entreposage. Les données fournies par Martel (1999) indique un coût de construction de 244 \$ par espace de porc (1,13 m² / espace de porc), ceci incluant la construction du bâtiment, l'achat et l'installation des équipements, mais excluant la main-d'œuvre fournie par le promoteur pour la construction du bâtiment. Dans l'optique où l'élevage sur litière doit être effectué 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 100 à 120 \$ par espace de porc (Lapointe, 1999; Nolet et Senay, 1995).

Bien que l'introduction des techniques d'élevage sur litière au Québec ait eu lieu principalement durant l'été où les conditions sont plus propices pour ce type d'élevage, il se pratique de plus en plus à l'année longue dans des bâtiments adaptés. Comme on peut le constater cependant, les données disponibles sur l'ensemble des paramètres technico-économiques demeurent relativement rares et peu disponibles, ce qui expliquent la majorité des échecs vécus dans l'élevage sur litière.

3 MÉTHODOLOGIE EXPÉRIMENTALE

3.1 SITE D'EXPÉRIMENTATION

L'expérimentation a été réalisée dans un bâtiment de 375 emplacements de porcs à l'engraissement construit à l'été 1996 spécifiquement pour l'élevage sur litière mince (figure 2.1). Il comporte 3 sections indépendantes de 2 parcs chacune plus une chambre d'expédition. Les parcs de 5,33 m x 12,2 m permettent d'accueillir de 60 à 65 porcs pour une superficie moyenne de 1,05 m² par porc. Une grande porte aménagée pour chaque section, de même qu'une section de mur amovible entre les 2 parcs d'une même section, permettent l'entrée de la litière sèche et l'évacuation du fumier en fin de bande à l'aide d'un chargeur frontal.

Les animaux sont alimentés à volonté à partir de 6 formulations de moulée sèche au moyen de 2 trémies à 5 places par parc. L'eau d'abreuvement est délivrée à volonté par des auges avec couvercle. Les porcelets proviennent de la maternité assainie de 100 truies de la ferme. Le poids moyen des porcelets est de 20 à 25 kg à leur arrivée dans la section d'engraissement et un poids de 107 kg est visé pour l'abattage des animaux. La conduite en bandes par section est préconisée et est décalée de 3 semaines dans le temps pour chacune des 3 sections. Un autre bâtiment sur plancher latté permet de compléter le cycle d'engraissement de 18 semaines de cette entreprise naisseur-finisserie. Les conditions d'ambiance sont maintenues par un système de ventilation entièrement mécanique avec entrées d'air continues ajustées manuellement. La ventilation est assurée dans chaque section par 4 ventilateurs à vitesse variable, soit 2 d'un diamètre de 40 cm et 2 d'un diamètre de 50 cm. Dans chaque section, 2 éleveuses au propane de 8,8 kW chacune assurent les besoins en chauffage. Les paramètres d'ambiance sont ajustés et maintenus au moyen de contrôleurs électroniques.

L'installation des équipements sur le site d'expérimentation s'est effectuée du 2 au 13 juin 1997 et l'entrée des premiers porcs sous observation s'est faite le 16 juin 1997 dans la section 3 du bâtiment.

3.2 SUIVI DES CONDITIONS D'AMBIANCE

Les paramètres d'ambiance sont échantillonnés et enregistrés à toutes les 20 minutes. Les paramètres mesurés dans la section 3 du bâtiment sont la température, l'humidité relative de l'air intérieur et de l'air extérieur, le différentiel de pression statique et la tension appliquée aux ventilateurs. Dans la section 2, où seuls les essais de compostage devaient être effectués, les paramètres de température et d'humidité relative de l'air intérieur et de l'air extérieur sont enregistrés. L'emplacement des différents capteurs est indiqué sur la figure 2.1. Le tableau 2.1 présente l'ensemble des paramètres mesurés au cours de l'expérimentation ainsi que les méthodes utilisées et la fréquence des mesures.

La température intérieure est mesurée à 3 endroits dans chacune des sections 2 et 3 du bâtiment. Deux capteurs sont placés directement à 1,8 m au-dessus des porcs alors que le troisième capteur est situé près de l'allée de service sous les entrées d'air. La température extérieure est mesurée par deux capteurs situés au même endroit à quelques mètres des entrées d'air à l'ombre d'un soffite d'entrepôt non chauffé. Les résistances thermiques utilisées (10 k Ω à 25°C) génèrent un signal analogique permettant une précision de ± 1 % sur la mesure de la température. Par

ailleurs, les températures actuelles, minimale et maximale de chacune des sections et de l'air extérieur sont prises manuellement une fois par semaine afin de détecter toute dérive du système d'acquisition de données.

L'humidité relative de l'air intérieur est mesurée à un seul endroit dans les sections 2 et 3 du bâtiment, soit au-dessus du muret de béton séparant les deux parcs d'une même section alors que l'humidité relative extérieure est mesurée au même endroit que la température extérieure. Des capteurs General Eastern (RH3-V-S et RH3-V-OA) avec sortie analogique (0 à 5 volts cd) sont utilisés à cette fin. Étant donné l'état de corrosion apparent de ces capteurs, ils ont dû être remplacés au cours de la première année de suivi avant que leur mesure n'en soit affectée.

La ventilation de chaque section est assurée par 4 ventilateurs qui sont contrôlés par paire. Ainsi, les deux ventilateurs de 40 cm sont soumis aux mêmes consignes, alors que les deux ventilateurs de 50 cm de diamètre sont soumis à des consignes distinctes. Par ailleurs, le débit de ventilation n'est mesuré que dans la section 3 du bâtiment. Ce débit est obtenu indirectement par la mesure du différentiel de pression statique entre l'air intérieur et l'air extérieur et par la tension appliquée aux ventilateurs. Cette méthode nécessite qu'une calibration préalable des ventilateurs ait été réalisée. Cette calibration, effectuée dans les laboratoires du Département des sols et de génie agro-alimentaire de l'Université Laval, a permis d'obtenir le débit de ventilation en fonction de la pression statique et de la tension appliquée au ventilateur pour les 2 types de ventilateurs utilisés dans cette section du bâtiment (ventilateurs de 40 cm et de 50 cm de diamètre). Les courbes de calibration sont présentées à l'annexe 1. La mesure de la pression statique est effectuée par un capteur analogique Transmitters Delta de Modus Instrument, opérant sous des pressions statiques de - 75 Pa à + 75 Pa. La tension appliquée au ventilateur est mesurée directement à la sortie du contrôleur via un transformateur 120-240 vca/12-24 vcc. Le débit de ventilation est également obtenu à partir d'un capteur de position d'ouverture des entrées d'air.

Tous ces capteurs sont reliés à un système informatique d'acquisition de données analogiques AdTek DLX-100, fourni et entretenu par la Direction de l'environnement et du développement durable du MAPAQ. La validité de ces données était vérifiée lors de visites régulières sur le site expérimental au moyen d'un hygromètre de marque Psychrodyne (modèle 22010) et d'un manomètre différentiel de marque ECO (modèle 530).

Quant au chauffage du bâtiment, il est assuré par des éleveuses au gaz propane. Un compteur volumétrique a été installé sur une ligne indépendante afin de comptabiliser la consommation cumulative de gaz propane pour le chauffage de la section 3 seulement. Ce compteur opère à une pression de 75,85 kPa et offre une précision de lecture de 2,83 m³ de gaz à cette pression, soit l'équivalent de 10,6 L de propane liquide. La lecture du compteur est faite manuellement à tous les jours.

Figure 2.1 Plan d'aménagement et localisation des capteurs

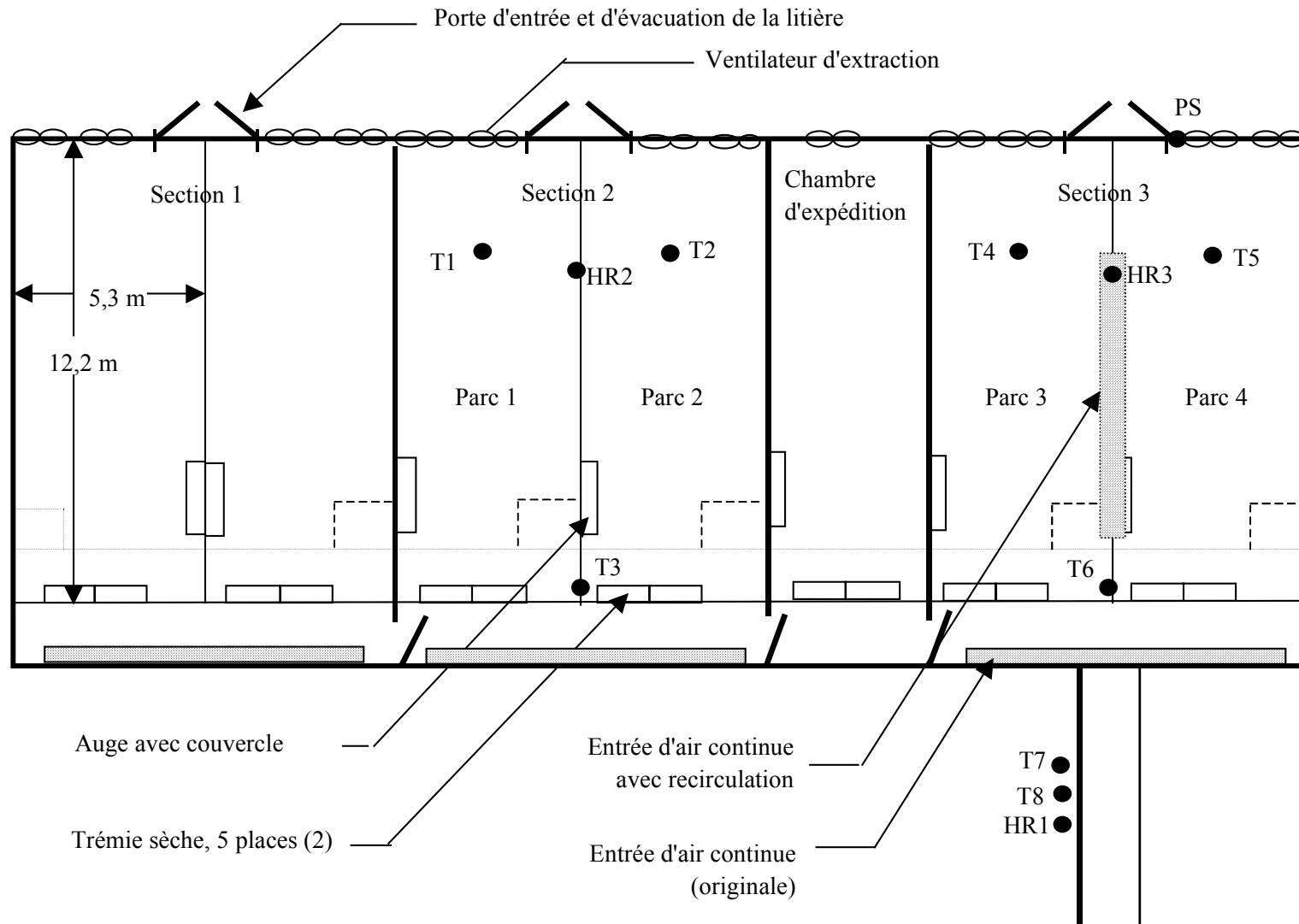


Tableau 2.1 Description des paramètres d'intérêt lors du suivi de l'élevage sur litière mince

PARAMÈTRES D'INTÉRÊT	ÉQUIPEMENTS OU MÉTHODES	FRÉQUENCE	PÉRIODE
SUIVI DES CONDITIONS D'AMBIANCE DE LA PORCHERIE			
Températures intérieures (6 capteurs)	Capteurs reliés à un acqui-siteur de données	3 lectures / heure	Juin 97 à mai 99
Températures int. min. et max.	Thermomètre manuel	Hebdomadaire	juin 97 à mai 99
Températures extérieures (2 capteurs)	Capteurs reliés à un acqui-siteur de données	3 lectures / heure	Juin 97 à mai 99
Humidité relative extérieure (1 capteur)	Capteurs reliés à un acqui-siteur de données	3 lectures / heure	Juin 97 à mai 99
Humidité relative intérieure (1 capteur)	Capteurs reliés à un acqui-siteur de données	3 lectures / heure	Juin 97 à mai 99
Pression statique (différentiel intérieur-extérieur)	Capteurs reliés à un acqui-siteur de données	3 lectures / heure	Juin 97 à mai 99
Débit-compte-tours	1 capteur/ventilateur et acqui-siteur de données	3 lectures / heure	Juin 97 à mai 99
NH ₃ , N ₂ O, CO ₂ ambiants	Moniteur spectroscopique photoacoustique multigaz	1 fois / bande	2 bandes (été, hiver)
H ₂ S, NO, NO ₂ ambiants	Détecteurs personnels à piles électrochimiques	1 fois / bande	2 bandes (été, hiver)
NH ₃ , CO ₂ , H ₂ S ambiants	Tubes Dräger	9 éch./gaz/période	3 périodes
Poussières totales de l'air	Filtres et dosage gravimétrique	1 fois / bande	2 bandes (été, hiver)
Micro-organismes de l'air	Impacteurs microbiens et milieux de culture spécifiques	1 fois / bande	2 bandes (été, hiver)
SUIVI DE LA LITIÈRE			
Température de la litière	Thermomètre à compost	5 lect./parc/bimensuel	Juin 97 à mai 99
Composition de la litière MS, MO, pH, N,P,K, Ca, Mg, Cu, Zn	Méthodes standards (analyses et échantillonnage)	1 éch./parc/bande	Juin 97 à mai 99
Paramètres microbiologiques	Milieux de culture	1 éch./parc/bande	Juin 97 à mai 99
Paramètres parasitologiques	Comptage	1 éch./parc/bande	Juin 97 à mai 99
Quantité de litière	Pesée et volume	au besoin / parc	Juin 97 à mai 99
Production de fumier	Pesée et volume	1 fois / parc / bande	Juin 97 à mai 99
SUIVI ZOOTECHNIQUE			
Performances de croissance (GMQ, C/A, mortalité)	Manuel	Globale/parc/bande	Juin 97 à mai 99
Consommation de moulée	Manuel	Globale/parc/bande	Juin 97 à mai 99
Comportement et maladies	Observations visuelles + vétérinaire	Globale/parc/bande	Juin 97 à mai 99

3.3 SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'AIR

Deux types de mesures ont été réalisés sur la qualité de l'air. Un premier consiste en l'utilisation, par le producteur, de tubes Dräger pour la mesure de la concentration des gaz les plus courants et susceptibles d'être présents, soient le dioxyde de carbone (CO₂), l'ammoniac (NH₃) et l'hydrogène sulfuré (H₂S). Ces mesures ont été réalisées au cours de trois périodes représentatives des conditions d'été, de printemps (ou d'automne) et d'hiver. Pour chacune de ces périodes, neuf analyses ont été effectuées, et ce, à un rythme de trois analyses par semaine, lorsque la densité animale était la plus élevée, soit en fin de bande.

Le deuxième type de mesures consiste en des mesures plus exhaustives, plus précises et plus représentatives de la qualité de l'air dans le bâtiment. Ces mesures ont été réalisées par l'Institut de la recherche sur la santé et la sécurité au travail (IRSST) à deux moments de l'année, en conditions d'été (1997) et d'hiver (1998), et avec une densité animale élevée en milieu ou fin de bande. Les prélèvements ont été réalisés en position fixe, à une hauteur d'environ 1,5 m au centre du passage de la section 3 du bâtiment. Il est à noter qu'entre ces deux échantillonnages le système de ventilation de la section 3 a été modifié. Les mesures d'été ont été prises lorsque le système d'entrée d'air original était utilisé, soit avec l'entrée d'air continue au-dessus de l'allée de service. Les mesures d'hiver ont été prises à la suite d'une modification de l'entrée d'air de la section 3. En effet, le système tel que construit entraînait la condensation de l'humidité de l'air du bâtiment lorsque la température extérieure était froide. Il a donc été modifié pour les conditions de ventilation d'hiver. La conception originale du bâtiment ne permettant pas l'ajout d'une conduite de recirculation sous l'entrée d'air actuelle, une seconde entrée d'air a été installée au-dessus du muret séparant les deux parcs de la section 3 et un ventilateur de recirculation a été ajouté. Cette recirculation permet ainsi de pré-chauffer l'air d'entrée et de réduire la condensation dans les parcs sans augmenter le débit de ventilation. En conditions d'hiver, seule cette entrée d'air est utilisée alors qu'en été, l'entrée originale est remise en fonction.

Les paramètres analysés par l'IRSST comprennent des mesures des contaminants suivants :

- Chimiques : dioxyde de carbone (CO₂), ammoniac (NH₃), hydrogène sulfuré (H₂S), oxydes d'azote (NO et NO₂) et protoxyde d'azote (N₂O) ;
- Microbiologiques : bactéries totales, bactéries thermoactinomycètes, bactéries Gram négatives, endotoxines, moisissures, moisissure *Aspergillus Fumigatus* ;
- Poussières.

Le nombre d'échantillons pour les contaminants chimiques varie de 88 à 492 pour chacune des deux conditions d'élevage alors que celui des contaminants microbiologiques varie de 13 à 20. Seuls les endotoxines et les poussières ont été échantillonnés moins de 10 fois pour chacune des conditions. Le nombre d'échantillons pour chaque paramètre est fonction principalement du type d'échantillonneur utilisé.

Le protocole détaillé d'échantillonnage et d'analyse est décrit dans le rapport de l'IRSST présenté à l'annexe 2.

3.4 SUIVI DE LA LITIÈRE

Le suivi de la litière devait permettre de déterminer la quantité de litière sèche utilisée, la quantité de fumier solide produit ainsi que ses caractéristiques physiques, chimiques et microbiologiques. Plusieurs paramètres concernant la litière ont donc été mesurés.

3.4.1 CONSOMMATION DE LITIÈRE

L'apport de litière (mélange de sciure et planure sèches) se fait soit avant l'entrée des porcelets dans les parcs, soit au besoin en cours d'élevage afin de maintenir la litière sèche et portante. La quantité de litière apportée en début de bande est obtenue, sur base massique, par la pesée du camion (balance de la COOP La Seigneurie) au moment de la livraison. Le volume de cette litière est ensuite évalué, pour chacun des parcs, en mesurant la superficie du parc et l'épaisseur moyenne de la litière par le relevé de cette épaisseur selon un quadrillage de 1 m x 1 m, soit en 40 points de chaque parc au moyen d'une tige graduée. Ces données permettent par la suite d'évaluer la masse volumique humide de la litière sèche.

Les apports de la litière en cours d'élevage se sont faits manuellement. À cette fin, deux équipements normalement utilisés par le producteur (chariot et poche de jute) ont été calibrés et ont servi de base d'évaluation pour les quantités ajoutées en cours d'élevage.

3.4.2 PRODUCTION DE FUMIER

Le volume de fumier produit est évalué de la même façon que le volume de litière en début d'élevage, soit par un relevé de l'épaisseur de fumier en 40 points de chaque parc. Des échantillonnages ont été réalisées sur des parcelles de 1 m² afin de déterminer la masse volumique du fumier, permettant ainsi d'obtenir la quantité de fumier sur une base massique.

3.4.3 ANALYSE DES ÉLÉMENTS CONSTITUANTS

La litière de chaque parc a été analysée à la fin de chaque bande d'élevage à partir d'un seul échantillon composé. À cette fin, chaque parc a été divisé en quinze (15) carrés et un prélèvement par carré a été fait sur l'épaisseur entière de la litière. Ce type de prélèvement assure que l'échantillon prendra en compte l'hétérogénéité de la litière. L'échantillonnage a été assuré par Fertior alors que les laboratoires du M.A.P.A.Q. ont effectué les analyses sur les paramètres physico-chimiques (tableau 2.1). Le Service de diagnostic de la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal a réalisé les analyses biologiques (salmonelles, bactéries totales aérobies, coliformes totaux, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Aspergillus fumigatus* et œufs de parasites) et le Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) a, quant à lui, analysé les thermoactinomycètes.

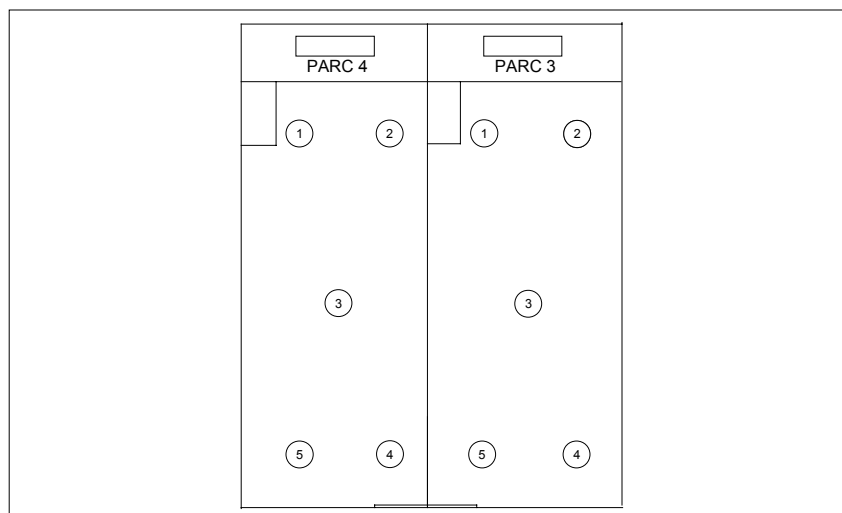
Lorsqu'un compostage de la litière est effectué, les mêmes paramètres physico-chimiques et microbiologiques sont évalués. La litière étant alors en tas, le prélèvement des échantillons est réalisé différemment. Un seul échantillon composé est constitué à partir de 9 prélèvements répartis sur l'ensemble du tas composté. Ces échantillons sont prélevés sur l'épaisseur entière du tas (1,0 à 1,5 m).

La litière sèche a également été analysée pour ces mêmes paramètres.

3.4.4 SUIVI DES TEMPÉRATURES

Le suivi de la température de la litière a été fait par le producteur. La température a été mesurée à une profondeur de 15 cm à cinq endroits différents dans chacun des parcs (figure 3.2), une fois à toutes les deux semaines. Un thermomètre à compost standard a été utilisé pour ces mesures.

Figure 3.2 Schéma des différents points de mesure pour la température de la litière



3.5 SUIVI ZOOTECHNIQUE

Le suivi zootechnique a été assuré par les professionnels de la Coopérative La Seigneurie. Ce suivi a consisté en l'évaluation des performances zootechniques d'engraissement et au suivi de la santé des animaux.

3.5.1 PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

Les performances zootechniques ont été obtenues à l'aide du logiciel LOGIPORC par la Coopérative La Seigneurie. Pour chaque bande d'élevage, les résultats incluent entre autres, des informations détaillées concernant le gain moyen quotidien (GMQ), la conversion alimentaire, le taux de mortalité, les livraisons de moulées et les mouvements d'animaux.

Les données obtenues peuvent être comparées avec les moyennes rencontrées dans d'autres types d'élevages et surtout avec les données disponibles sur la même ferme pour un engraissement en bâtiment conventionnel sur plancher partiellement latté et sur plancher entièrement latté.

3.5.2 MALADIES

La visite des animaux est effectuée sur une base mensuelle, des visites supplémentaires étant effectuées au besoin. Les observations du producteur, ainsi que celle du médecin vétérinaire associé au projet, ont été consignées par écrit, de même que les diagnostics posés sur les maladies observées.

4 RÉSULTATS ET DISCUSSION

4.1 SUIVI DES CONDITIONS D'AMBIANCE

4.1.1 TEMPÉRATURE

La figure 4.1 présente les températures quotidiennes moyennes de l'air intérieur et de l'air extérieur pour toutes les bandes d'élevage. La première bande s'est déroulée entièrement en été. La température intérieure s'est maintenue légèrement au-dessus de la température de consigne qui se situait entre 22 °C à l'entrée des porcelets et 18 °C à la fin de l'élevage. Ainsi, lorsque la température intérieure était supérieure à la température maximale de consigne (22 °C), l'écart entre les températures intérieure et extérieure se situait en moyenne à 4 °C, soit légèrement au-dessus des 3 °C normalement recommandés. Cependant, la température intérieure moyenne n'a dépassé que très rarement la limite supérieure (25°C) de la zone thermique optimale pour le porc (CPVQ-CPAQ, 1998), soit au cours de neuf jours durant la période d'engraissement (une seule journée au-dessus de 26 °C).

Durant l'été, la température intérieure est sujette aux variations de température extérieure et est donc très fluctuante. Ainsi, la figure 4.2 indique que l'écart entre les températures minimale et maximale sur une base journalière pour la bande d'été se situe en moyenne à 7,3 °C et varie typiquement de 4 °C à 10 °C (écart-type de 2,7 °C).

En conditions d'hiver, durant l'élevage des bandes 2 à 6, le système de contrôle d'ambiance a permis de respecter les températures de consigne de 22 °C en début de bande à 18 °C en fin de bande (figure 4.1) avec des variations journalières de l'ordre de 3°C (figure 4.2). Les températures ambiantes sont descendues sous les 15°C à quelques reprises et parfois sous la limite inférieure (10°C) de la zone de température optimale de confort et de production pour le porc (CPVQ-CPAQ, 1998). Malgré ces périodes de courte durée, le système de contrôle d'ambiance a donc généralement bien fonctionné pendant ces périodes.

Pour les bandes 3 et 6 et en conditions de printemps, les températures observées ont été semblables à celles observées en hiver avec une température moyenne d'environ 19°C et des variations journalières également de l'ordre de 3°C. Des variations plus importantes apparaissent en fin de ces deux bandes avec le retour de températures plus chaudes.

De façon générale, la température de consigne a varié de 22°C en début de bande à 18 C en fin de bande avec un différentiel moyen de +4 C en été entre l'air intérieur et l'air extérieur. Ces températures de consigne ont presque toujours été respectées sauf pour quelques jours durant les bandes 4 et 5. D'autre part, les écarts quotidiens de température intérieure se sont maintenus en moyenne autour de 3 C, sauf en été où la température intérieure est fonction de la température extérieure.

4.1.2 HUMIDITÉ RELATIVE

L'humidité relative de l'air, intérieur et extérieur, varie beaucoup au cours de l'année. La figure 4.3 illustre ces variations pour l'humidité relative de l'air intérieur et pour la différence entre l'humidité relative de l'air intérieur et celle de l'air extérieur.

En été (bande 1), l'humidité relative de l'air intérieur s'est maintenue entre 55 et 80%, soit les taux d'humidité les plus bas de l'année. L'humidité relative a augmenté légèrement avec le poids des porcs. Ces taux correspondent aux valeurs recommandées de 50 à 80% par CPVQ-CPAQ (1998). Le taux d'humidité de l'air intérieur se situe durant cette période généralement sous le taux d'humidité de l'air extérieur (en moyenne 5 %). L'augmentation du débit de ventilation nécessaire pour maintenir la température intérieure près de la température de consigne et la température plus élevée à l'intérieur du bâtiment doit expliquer cette baisse du taux d'humidité relative. Par ailleurs, ces conditions sont favorables à l'évaporation d'une quantité importante d'humidité de la litière, ce qui entraîne une réduction de la consommation de litière sèche par porc produit.

En hiver (bandes 2, 4 et 5), l'humidité relative intérieure a oscillé entre 50 et 98%. Ce taux a graduellement augmenté avec l'augmentation du poids des porcs et la baisse de la température extérieure pour les bandes 4 et 5. Le très faible débit de ventilation durant les périodes les plus froides explique ce taux élevé d'humidité relative de l'air du bâtiment ce qui s'est traduit par de la condensation sur le plafond et sur les murs des parcs. Par contre, on note une réduction importante de l'humidité relative en fin de bande 2 (décembre et janvier). Ceci semble principalement dû à un envoi de porcs à l'abattage qui s'est prolongé durant six semaines. La réduction de la densité animale sur une longue période aurait permis de réduire la quantité d'eau produite au bâtiment et conséquemment, d'abaisser d'une part le taux d'humidité de la litière et, d'autre part, de réduire le taux d'évaporation de liquide au bâtiment. Cette situation s'est donc répercutée sur le taux d'humidité relative de l'air intérieur. D'autre part, il ne semble pas y avoir de tendance marquée pour le différentiel de l'humidité relative intérieure et de l'humidité relative extérieure pour ces bandes. Cette situation s'explique par le fait que l'air froid de l'extérieur contient très peu de vapeur d'eau même si son humidité relative est près de 100 %. Cet air, une fois réchauffé à la température intérieure du bâtiment, voit son humidité relative réduite de façon très importante. Ainsi, de l'air à -10°C et à un taux d'humidité relative de 100 % voit ce taux d'humidité réduit à 12 % lorsque l'air est réchauffé à 20°C . Cette situation explique donc le peu d'effet que semble avoir le taux d'humidité de l'air extérieur sur l'humidité relative de l'air intérieur en saison froide.

Au printemps (bandes 3 et 6), l'humidité relative a oscillé entre 30 et 93%. L'humidité relative s'est maintenue plus élevée en début de bande pour diminuer progressivement en fin de bande. Ce comportement s'explique principalement par l'élévation de la température de l'air extérieur qui a nécessité l'augmentation du débit de ventilation d'où la réduction du taux d'humidité de l'air intérieur. La réduction de la densité animale en fin de bande vient amplifier ce comportement de l'humidité relative de l'air intérieur.

Comme les résultats le montrent, l'humidité relative de l'air du bâtiment est grandement influencée par la température extérieure. Une température extérieure élevée nécessite un débit de ventilation plus important pour maintenir la température intérieure à la température de consigne. Ce débit plus important permet l'évacuation d'une plus grande quantité d'humidité, d'où la réduction du taux d'humidité de l'air intérieure et la réduction de la quantité de litière requise (section 4.3). D'autre part, une réduction de la densité animale a un effet semblable si cette réduction s'effectue sur une période prolongée en permettant au système de contrôle d'ambiance de réduire le taux d'humidité de la litière. À l'inverse, le faible débit de ventilation en hiver

limite l'évacuation de l'humidité ce qui se traduit par une augmentation du taux d'humidité de l'air du bâtiment et par une consommation plus élevée de litière.

Le taux d'humidité pourrait être contrôlé par l'augmentation du débit de ventilation en acceptant par contre une augmentation du chauffage et des coûts qui y sont reliés. Il pourrait également être envisagé l'installation d'échangeur d'air qui permettrait d'augmenter le débit de ventilation tout en maintenant ou en diminuant le coût du chauffage. Cet échangeur d'air permet de récupérer l'énergie contenue dans l'air évacuée (chaleur sensible et chaleur latente). Ce choix demande toutefois une étude cas par cas compte tenu de l'investissement supplémentaire requis pour l'installation d'un tel appareil.

4.1.3 VENTILATION

Le débit des ventilateurs a été évalué à partir de la mesure de leur vitesse de rotation et du différentiel de pression statique au bâtiment ainsi que des courbes de calibration obtenues pour chaque ventilateur (annexe 1).

Les courbes de calibration indiquent que le débit assuré par les ventilateurs est très affecté par le différentiel de pression statique et également par la tension appliquée au ventilateur. Ainsi, pour une tension de 25 % de la tension maximale, le débit est difficilement mesurable pour chacun des ventilateurs et ce, même pour des pressions statiques inférieures à 10 Pa (pression rencontrée en ventilation d'été).

Les données compilées indiquent que les débits mesurés pour la bande 1 (en été) ont été d'un minimum de 0,40 m³/s à un maximum de 5,00 m³/s au cours de la bande d'élevage (122 porcs en moyenne). Ces débits équivalent à des taux de ventilation variant de 3,3 L/s à 41,0 L/s par porc. Le débit maximum de ventilation mesuré concorde donc avec celui recommandé par CPVQ-CPAQ (1998) qui est de 40 L/s pour des porcs d'un poids moyen de 80 kg. Ce débit est également rencontré à la fin de la bande 6.

Quant aux données compilées durant les bandes d'hiver, la fiabilité des résultats obtenus sur la mesure du débit est beaucoup moins grande qu'en été étant donné les pressions statiques plus élevées et les faibles débits procurés par les ventilateurs à ces pressions. Durant cette période, seuls les ventilateurs de 16 pouces de diamètre sont en fonction. Le débit de ventilation mesuré en hiver a varié de 0,4 L/s pour les porcelets (bandes 3 et 6) à 0,7 L/s pour les porcs en fin de bande (bande 2 et 5). Ces taux de ventilation sont de l'ordre de 3 fois inférieurs à ceux recommandés par CPVQ-CPAQ (1998) qui sont de 1,2 L/s pour des porcelets de 25 kg et de 2,4 L/s pour des porcs d'un poids moyen de 80 kg.

Les débits de ventilation assurés se sont donc révélés généralement insuffisants, particulièrement en hiver. Le taux d'ammoniac élevé, en été comme en hiver, ainsi que le haut taux d'humidité relative mesurée en hiver confirment que les besoins de ventilation sont supérieurs à ceux maintenues durant le suivi de ce projet.

4.1.4 CHAUFFAGE

La puissance installée est de 17,6 kW (60 000 BTU/h), soit 147 W / tête. Cette puissance est donc plus du double de la puissance de 60 W / tête recommandée pour un bâtiment conventionnel (CPVQ-CPAQ, 1998). L'évolution de la consommation de gaz propane pour le chauffage de la section 3 est présentée à la figure 4.4. La première bande s'étant déroulée durant l'été, aucun chauffage n'a été requis. D'autre part, la bande 4 qui devait normalement se dérouler durant l'été dans la section 3 du bâtiment a dû se dérouler à l'automne dans la section 2 (parcs 1 et 2) qui n'était pas instrumentée pour mesurer la consommation de gaz propane. Cependant, aucune information n'a été perdue concernant le chauffage car celui-ci n'est normalement pas requis pour la production de la bande d'été comme l'a démontré la production de la première bande.

Le tableau 4.1 indique que la consommation totale de gaz propane a été de 3370 L liquide pour l'ensemble des cinq bandes d'élevage (incluant la bande 1 à l'été 1997) qui ont été suivies dans la section 3 du bâtiment. Par ailleurs, la bande d'été 1998 qui n'a pas été suivie n'a nécessité aucun chauffage. De sorte que la consommation moyenne répartie sur la production de six bandes dans la section 3 est de 4,7 L liquide par porc produit. Cette consommation se traduit en une consommation énergétique totale de 21 507 kWh, soit 29,9 kWh par porc produit. La comparaison des coûts de chauffage pour l'ensemble des porcs produits par l'entreprise durant les années 1997 et 1998 indique que la consommation de propane serait de 33 % supérieure pour l'élevage sur litière mince par rapport à celle pour l'élevage conventionnel sur plancher latté. Cette consommation supérieure de gaz propane s'explique essentiellement par la production d'énergie nécessaire à l'évaporation d'une fraction importante de l'eau contenue dans les déjections.

La consommation a été relativement constante durant les bandes 2 et 5 contrairement aux bandes 3 et 6 pour lesquelles une consommation importante s'est faite au cours du premier mois d'élevage pour être réduite au cours des derniers mois. Ceci s'explique par le fait que pour les bandes 2 et 5, la température était moins froide (octobre) lorsque les besoins de chauffage sont normalement plus élevés (stade de porcelets) et plus froide (décembre) lorsque les besoins sont moins grands (porcs près du poids d'abattage), de sorte que la consommation s'est maintenue relativement constante durant toute la période d'élevage. Par contre, pour les bandes 3 et 6 qui ont débuté en février et à la fin janvier (température froide et besoins importants des porcelets) pour se terminer en mai (température moins froide et besoins moins grands), la consommation journalière de gaz propane a graduellement diminué tout au long de la période d'élevage.

Figure 4.1 Évolution des conditions d'ambiance au bâtiment : températures journalières moyennes, intérieure (Tint) et extérieure (Text).

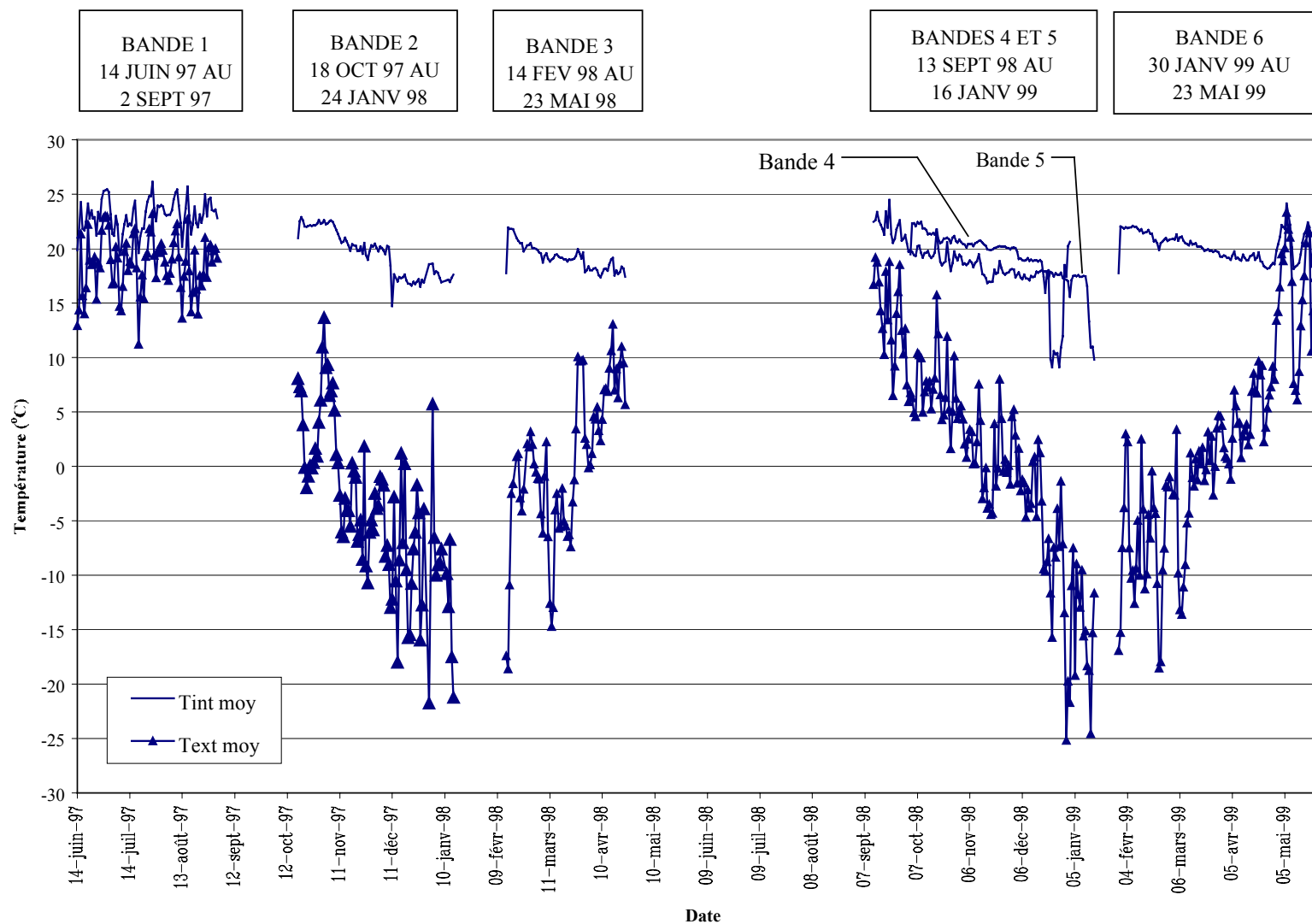


Figure 4.2 Évolution de la température moyenne de l'air intérieur (Tint moy) et de l'écart quotidien entre les températures minimale et maximale (Écart Tmax – Tmin).

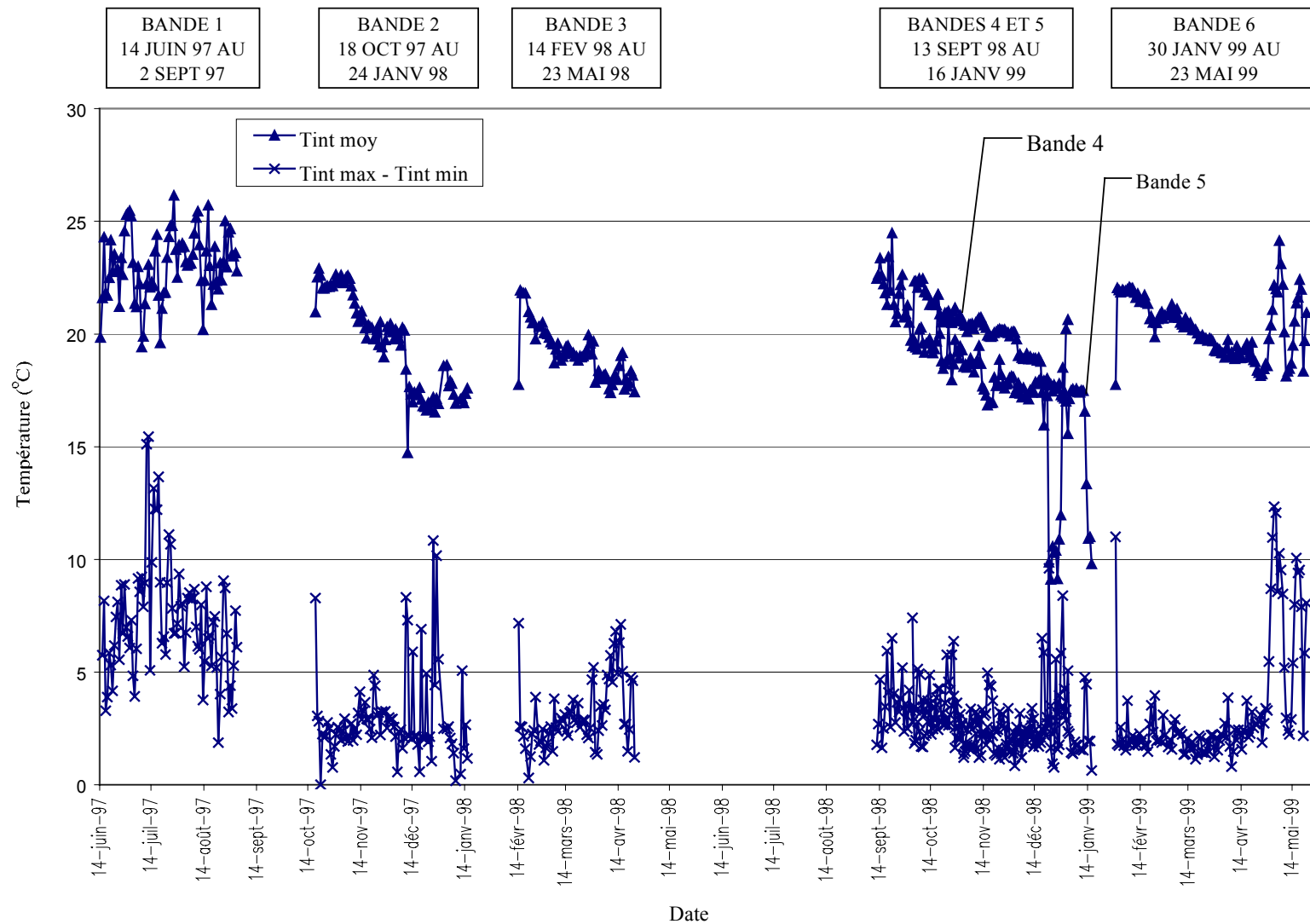


Figure 4.3 Évolution de l'humidité relative de l'air intérieur (HR int) et du différentiel d'humidité relative entre l'air extérieur et intérieur (HR int – HR ext).

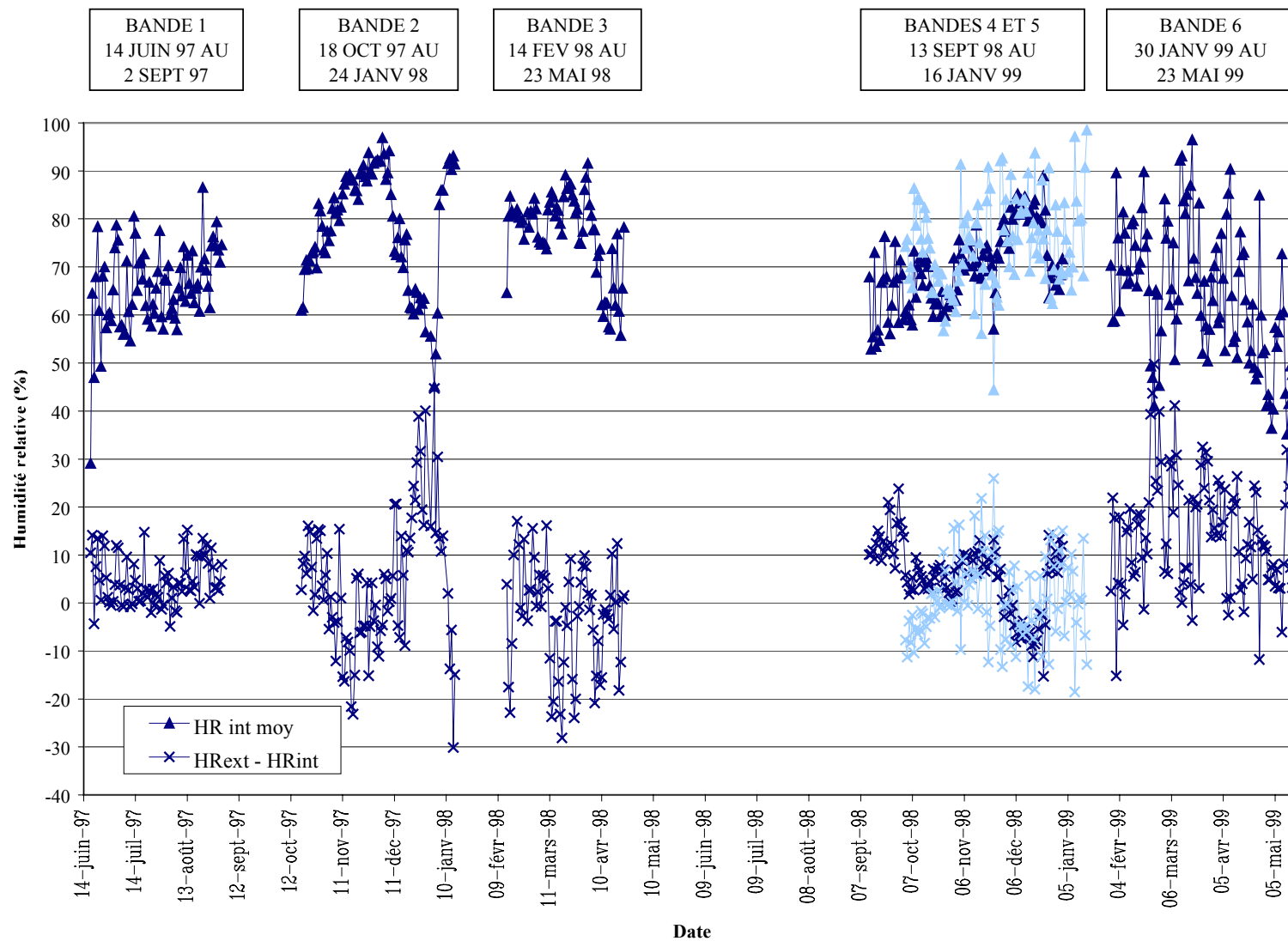


Figure 4.4 Consommation cumulative de gaz propane pour le chauffage de la section 3 pour les bandes 2, 3, 5 et 6.

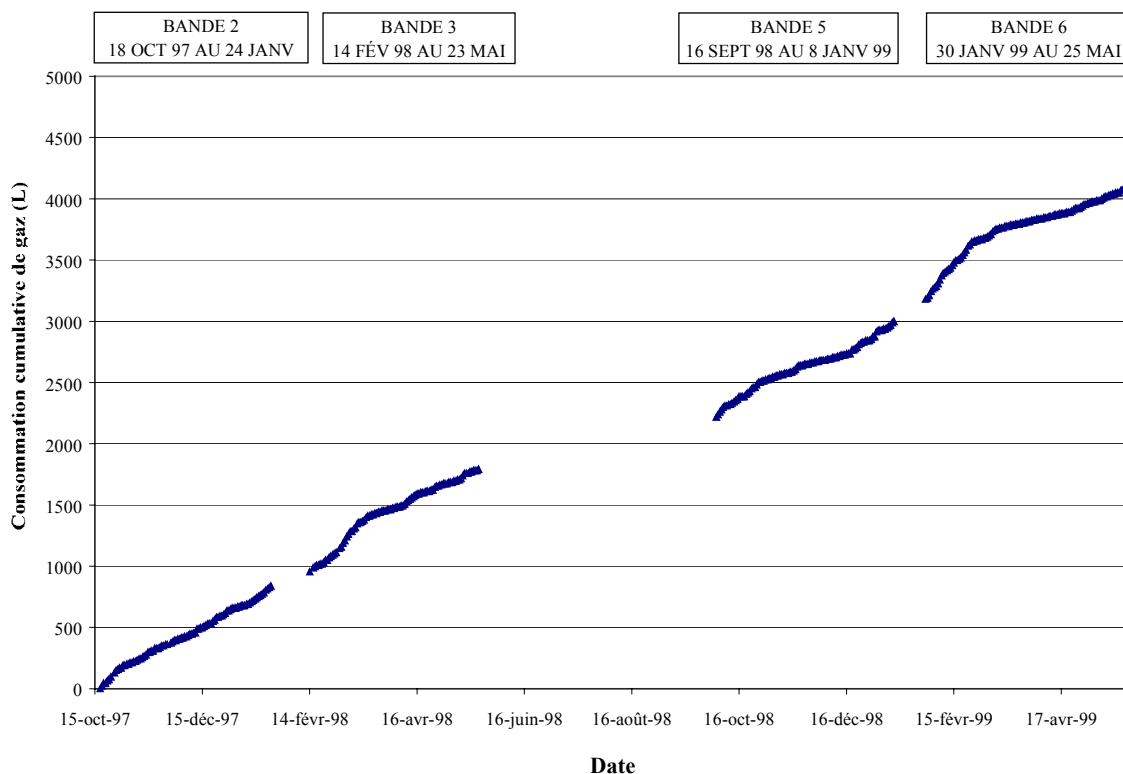


Tableau 4.1 Consommation énergétique pour toutes les bandes d'élevage.

Bande	Consommation totale ⁽¹⁾ (L liquide)	Énergie consommée ⁽²⁾ (kW-h)	Nombre de porcs produits	Énergie/porc produit (kW-h/ p.p.)
1	0,0	0	122	0,0
2	837,3	5 343	117	45,7
3	837,3	5 343	121	44,2
4	nd	nd	124	nd
5	784,3	5 005	114	43,5
6	911,5	5 816	121	48,1
TOTAL	3370,4	21 507	719	29,9

(1) La consommation a été évaluée par un compteur volumétrique de gaz propane et traduite en volume de propane liquide (1 pi³ de gaz à une pression de 11 pouces d'eau = 0,105988 L liquide).

(2) La valeur énergétique du propane liquide est de 24 235 BTU / L liquide (6,38 kWh / L liquide).

4.2 SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'AIR

4.2.1 CONTAMINANTS CHIMIQUES

Rappelons que deux séries de mesures ont été effectuées pour la qualité de l'air, soit celles avec des tubes Dräger (échantillons prélevés dans les parcs des animaux) et les caractérisations plus exhaustives de l'IRSST (échantillons prélevés dans l'allée de service où les travailleurs sont normalement présents). D'autre part, le tableau 4.2 présente quelques normes ou recommandations touchant la concentration de certains gaz toxiques fréquemment rencontrés en production porcine.

Les tubes Dräger ont été utilisés pour mesurer la concentration des contaminants suivants : CO₂, NH₃ et H₂S. Les échantillons ont été prélevés au cours de trois périodes de l'année pour lesquelles les conditions climatiques, et donc les débits de ventilation, sont différents, soit été, hiver et printemps. Pour chacune de ces périodes, neuf échantillons ont été prélevés lorsque la densité animale était la plus élevée, soit au cours des trois semaines avant le premier envoi de porcs pour l'abattage. Les concentrations moyennes obtenues sont présentées dans le tableau 4.3.

Bien que moins précises que les mesures effectuées par l'IRSST, les concentrations obtenues à l'aide de tubes Dräger indiquent que le faible taux de ventilation d'hiver a un impact sur la concentration de CO₂ qui se révèle être jusqu'à deux fois plus élevée qu'en conditions d'été ou de printemps (tableau 4.3). Quant au NH₃, sa concentration est de 40 % supérieure en hiver qu'en été bien qu'elle soit équivalente pour des conditions de printemps. Finalement, les échantillons prélevés montrent l'absence de H₂S ce qui dénote des conditions aérobies de dégradation de la litière.

Tableau 4.2 Normes ou recommandations pour la concentration des gaz toxiques dans le bâtiment.

	Travailleurs		Porcs	
	Moyenne ¹ (ppm)	Maximale ² (ppm)	Recommandée ³ (ppm)	Maximale ⁴ (ppm)
Ammoniac (NH ₃)	25	35	5 - 20	50-70
Anhydride carbonique (CO ₂)	5 000	15000	1000-3000	5000
Hydrogène sulfuré (H ₂ S)	10	15	5	8,5

¹ Concentration moyenne pour une exposition chronique (40 heures par semaine) selon RQMT (1999).

² Concentration maximale pour une exposition de courte durée (15 minutes) selon RQMT (1999).

³ Concentration maximale recommandée pour une exposition permanente selon CPVQ-CPAQ (1998).

⁴ Concentration à partir de laquelle les performances des animaux peuvent être affectées selon CPVQ-CPAQ (1998).

Par ailleurs, les concentrations mesurées de CO₂ et de H₂S sont inférieures aux normes d'exposition recommandées par le Règlement sur la Qualité du Milieu de Travail (RQMT) et par l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). En conditions d'hiver cependant, la concentration de CO₂ atteint plus de 90 % de la norme. D'autre part, les mesures d'hydrogène sulfuré (H₂S) n'ont pas été poursuivies au printemps, les mesures antérieures en conditions plus critiques ayant démontré son absence. Quant au NH₃, sa concentration est en tout temps supérieure à la norme de 25 ppm, particulièrement en conditions de faible taux de ventilation.

Tableau 4.3 Concentrations moyennes de CO₂, NH₃ et H₂S mesurées à l'aide de tubes Dräger pour trois conditions différentes de ventilation.

Bande	Période d'échantillonnage	Conditions	CO ₂		NH ₃		H ₂ S	
			Mesuré		Mesuré		Mesuré	
			Nb éch.	ppm	Nb éch.	ppm	Nb éch.	ppm
1	4 au 23 août 1997	été	9	2339	8	30	5	0
2	8 au 26 décembre 1997	hiver	9	4533	9	42,8	4	0
3	6 au 24 avril 1998	printemps	9	2667	9	42	-	-

Les analyses réalisées par l'IRSST sur les différents contaminants chimiques et biologiques de l'air sont beaucoup plus précises et statiquement plus représentatives des conditions qui prévalent dans le bâtiment au moment du prélèvement des échantillons. Il est à noter que l'IRSST s'intéresse aux conditions de travail des ouvriers : les échantillons ont donc été prélevés dans l'allée de service du bâtiment. Les résultats détaillés sont contenus dans le rapport de l'IRSST présenté à l'annexe 2 et sont résumés au tableau 4.4.

Les concentrations mesurées en contaminants chimiques (CO₂, NH₃, N₂O, NO, NO₂) pendant les 2 saisons se sont toutes avérées inférieures à la demie de leur valeur d'exposition recommandée par le Règlement sur la Qualité du Milieu de Travail (RQMT, 1994), **sauf** dans le cas de l'ammoniac pour lequel une concentration de 38,6 ppm a été mesurée dans des conditions d'hiver, soit avec un taux de ventilation très faible de 0,5 L/s/porc (le taux de ventilation recommandé en bâtiment standard pour des porcs de cette taille est plutôt de 1,8 L/s (CPVQ-CPAQ, 1998)). Bien que la norme d'exposition recommandée soit de 25 ppm, des concentrations de cet ordre ont souvent été mesurées dans les porcheries conventionnelles. D'autre part, il faut noter la présence de protoxyde d'azote (N₂O) qui dénote que la dégradation de la litière et des déjections s'effectue, au moins en partie, en conditions aérobies. Pour cette raison, aucune production de N₂O n'est observée dans la gestion sur lisier. Le N₂O constitue un gaz à effet de serre puissant dont l'effet, sur la base de 100 ans, est 310 fois plus important que le CO₂ et 15 fois plus important que celui du CH₄. Finalement, les analyses n'ont pu détecter la présence d'autres oxydes d'azote (NO, NO₂) ni d'hydrogène sulfuré (H₂S).

Par ailleurs, les concentrations mesurées de NH_3 et de N_2O indiquent que les pertes gazeuses d'azote se feraient à 80 % et 20 % respectivement sous forme de NH_3 et de N_2O pour des conditions de ventilation d'été et à 90 % et 10 % respectivement durant l'hiver. Cette situation s'expliquerait par le faible taux de ventilation maintenu au cours de l'hiver qui augmente le taux d'humidité de la litière. Cette humidité limite la dégradation de la litière par voie aérobie et, en conséquence, limite la production d'oxyde d'azote. D'autre part, cette répartition des pertes gazeuses d'azote est inversée dans le cas de l'élevage biomâtrisée où les pertes sous forme de NH_3 constituent seulement de 30 % à 35 % des pertes d'azote alors que les pertes sous forme de N_2O en représentent de 67 % à 65 % (Lavoie et *al.*, 1995). Cette inversion s'explique essentiellement par le brassage et surtout l'aération mécaniques de la litière biomâtrisée. Il faut également noter la détection de NO et de NO_2 , en hiver seulement, à des concentrations de l'ordre de 0,5 ppm dans le cas de l'élevage sur litière biomâtrisée. Ces composés azotés y contribuent alors pour 3 % des pertes d'azote sous forme gazeuse. Rappelons que des pertes d'azote sous forme N_2 sont possibles notamment dans le cas de la litière biomâtrisée qui présente des signes de nitrification – dénitrification plus évidents que la litière mince (présence de NO et de NO_2) et une présence très faible de nitrate dans la litière (NO_3^{-2}). Les ratios de pertes selon les différents gaz azotés ne tiennent cependant pas compte de l'émission potentiel de N_2 gazeux.

De façon générale, tous les contaminants chimiques se retrouvent en plus grande concentration en hiver alors que les débits de ventilation sont de beaucoup inférieurs aux débits d'été. L'augmentation des débits devrait avoir comme effet global de réduire cette concentration, bien qu'elle pourrait augmenter d'une part la volatilisation ammoniacal et d'autre part, le taux de dégradation aérobie de la litière et des gaz issus de cette dégradation (CO_2 , N_2O ...). Le bilan réalisé sur l'azote au bâtiment (section 4.3.3) indique effectivement que les pertes d'azote sont plus élevées en été indiquant ainsi une volatilisation plus importante d'ammoniac.

4.2.2 CONTAMINANTS MICROBIOLOGIQUES

Les concentrations moyennes les plus élevées de **bactéries totales** étaient 9 fois plus élevées en été et 20 fois plus élevées en hiver que les niveaux recommandés par Rylander (1985). Quant aux concentrations moyennes mesurées pour les **bactéries Gram négatives**, elles dépassaient les niveaux recommandés seulement pour la période hivernale. Les concentrations obtenues pour ces contaminants microbiologiques, bien que généralement supérieures aux valeurs recommandées, se comparent à celles retrouvées dans les porcheries conventionnelles et sur litière biomâtrisée.

La concentration en **moisissures totales** est sensiblement la même pour la production sur litière mince que pour les porcheries conventionnelles ou sur litière biomâtrisée. Cependant, on retrouve des moisissures de type *Aspergillus fumigatus* dans les élevages sur litière alors qu'elles sont absentes dans les porcheries conventionnelles. Les concentrations mesurées pour l'élevage sur litière mince sont équivalentes à celles mesurées sur litière biomâtrisée. Il importe de mentionner que ces moisissures proviennent de l'air extérieur et qu'elles sont thermotolérantes. Elles prolifèrent donc dans l'air du bâtiment grâce aux conditions de température et d'humidité qui y règnent. *Aspergillus fumigatus* est reconnu comme pouvant causer des symptômes allant des réponses allergiques aux maladies respiratoires chroniques chez les individus ayant un système immunitaire déficient.

Comme pour *A. fumigatus*, les **bactéries thermoactinomycètes** sont absentes des porcheries conventionnelles mais présentes dans les élevages sur litière. Ces microorganismes sont des bactéries thermophiles. La litière représente donc un milieu favorable pour leur croissance. Les concentrations retrouvées dans une porcherie sur litière mince sont du même ordre de grandeur que celles retrouvées en litière biomâtrisée. La présence de ces bactéries entraîne un risque accru d'alvéolites allergiques extrinsèques (poumons du fermier) et du syndrome toxique par exposition aux poussières organiques toxiques.

Finalement, la quantité de poussières semble légèrement inférieure à celle rencontrée dans les porcheries conventionnelles.

Comme pour les contaminants chimiques, les micro-organismes sont retrouvés en plus grand nombre en hiver, lorsque les débits de ventilation sont plus faibles. Mis à part les micro-organismes thermotolérants, l'IRSST conclut que la qualité de l'air n'est pas différente de celle rencontrée dans les élevages conventionnels. Les résultats obtenus dans cette étude démontrent que les concentrations moyennes ne sont pas assez faibles pour garantir la santé des travailleurs.

Tableau 4.4 Normes et seuils relatifs aux concentrations de différents contaminants de l'air et concentrations mesurées par l'IRSST des différents contaminants chimiques et biologiques pour deux conditions de ventilation.

Contaminant	Unité	Norme	Seuil	Concentrations mesurées ⁽¹⁾	
				Été 1997	Hiver 1998
Bactéries totales	UFC/m ³	10 000 ⁽³⁾	-	85 270 (18 360)	200 540 (26 400)
Bactéries Gram négatives	UFC/m ³	1 000 ⁽³⁾	-	380 (270)	11 070 (2 580)
Thermoactinomycètes	UFC/m ³	-	1 000	1 190 (840)	8 590 (4250)
Endotoxines	UFC/m ³			2 710 (1 790)	27 120 (7 120)
Moisissures totales	UFC/m ³	-	13 000	1 510 (830)	7 390 (2 270)
<i>Aspergillus fumigatus</i>	UFC/m ³	-	10 à 10 000	320 (50)	1 970 (890)
Poussières totales	mg/m ³	10 ⁽⁴⁾	-	0,30 (0,07)	0,54 (0,16)
Anhydride carbonique (CO ₂)	ppm	5 000 ⁽⁴⁾	-	990 (210)	1 730 (180)
Ammoniac (NH ₃)	ppm	25 ⁽⁴⁾	-	13,4 (4,8)	38,6 (6,0)
Protoxyde d'azote (N ₂ O)	ppm	50 ⁽⁴⁾	-	4,0 (1,4)	5,8 (0,7)
Oxyde nitrique (NO)	ppm	25 ⁽⁴⁾	-	n.d. ⁽²⁾	n.d. ⁽²⁾
Bioxyde d'azote (NO ₂)	ppm	5 ⁽⁴⁾	-	n.d. ⁽²⁾	n.d. ⁽²⁾
Hydrogène sulfuré (H ₂ S)	ppm	10 ⁽⁴⁾	-	n.d. ⁽²⁾	n.d. ⁽²⁾

(1) Les chiffres entre parenthèses indiquent l'erreur-type sur les mesures effectuées.

(2) Non détecté.

(3) Rylander (1985).

(4) RQMT, 1994; ACGIH, 1993.

4.3 SUIVI DES LITIÈRES

4.3.1 CONSOMMATION DE LITIÈRE

La consommation de litière a été évaluée en comptabilisant les entrées de litière avant l'arrivée des porcelets (livraison par camion) ainsi que les volumes ajoutés en cours d'élevage. Le tableau 4.5 indique les quantités totales de litière sèche apportées en début de bande et en cours d'élevage, le nombre d'apports en cours d'élevage ainsi que les quantités unitaires de litière sèche utilisée par porc produit et par porc par jour.

Une quantité totale de 57,36 tonnes de litière sèche a été nécessaire pour la production de 719 porcs à l'engraissement répartie sur l'ensemble des 6 bandes d'élevage, soit une utilisation moyenne de 80 kg par porc produit. Un mélange de sciure et planure sèches, à une teneur en matière sèche (MS) moyenne de 89,3 %, a été le seul type de litière utilisée pour toutes les bandes sauf pour la bande 4 pour laquelle un fond de paille (MS de 87,8 %) additionnée de sciure et planure sèches a été constitué avant l'entrée des porcelets. Un total de 56,02 tonnes de sciure et planure et 1,34 tonne de paille d'orge ont été utilisées. En considérant les bandes qui ont utilisé seulement un mélange de sciure et planure, soit les bandes 1, 2, 3, 5 et 6, la consommation moyenne est de 82 kg par porc produit.

Par ailleurs, un total de 62 173 jours-porcs ont été enregistrés, d'où une utilisation quotidienne moyenne de litière de 0,92 kg/porc/j. Sur une base volumique, cette consommation de litière sèche est de 0,52 m³ en moyenne par porc produit, pour une consommation quotidienne moyenne de 5,97 L/porc. En considérant les bandes qui n'ont utilisé qu'un mélange de sciure et planure, cette consommation est de 0,94 kg/porc/j ou, sur base volumique, 5,69 L/porc/j, soit 0,50 m³ par porc produit. La densité moyenne mesurée pour la litière de sciure et de planure séchées est de 165,4 kg/m³.

Les conditions climatiques jouent un rôle déterminant sur cette consommation de litière. En effet, la consommation de litière varie de 69 kg/porc produit en été (bande 1, parc 4) à plus de 103 kg/porc produit en hiver (bande 2, parcs 3 et 4) lorsque seul le mélange de sciure et planure sèches est utilisé. De plus, la quantité de litière ajoutée en cours d'élevage est 1,8 fois plus importante en conditions d'hiver (bande 2, parc 3-4) qu'en conditions d'été (bande 1), soit respectivement 47 kg/porc produit (5 464 kg pour 116 porcs produits) et 25 kg/porc produit (3 061 kg pour 122 porcs produits). Les faibles débits de ventilation mesurés en saison froide expliquent cette grande différence. En effet, ce débit ne peut évaporer une quantité importante de liquide, d'où un besoin accru de litière pour s'assurer qu'elle demeure suffisamment sèche et portante pour les animaux. Ce faible taux de ventilation d'hiver a donc un impact sur le coût d'achat de la litière ainsi que sur la main-d'œuvre requise.

Par ailleurs, le recours à de la paille pour constituer partiellement la litière de démarrage s'est avéré intéressant (bande 4). En effet, la consommation massique de litière a été inférieure à celle de toutes les autres bandes d'élevage, soit 67,5 kg / porc produit. À titre comparatif, la bande 5, qui s'est déroulée avec trois semaines de décalage par rapport à la bande 4, a nécessité 86,0 kg/porc produit. Cette différence est principalement associée à la très faible densité de la paille par rapport à celle du mélange sciure et planure sèches. Ainsi, une quantité totale de litière

au démarrage de la bande 4 de 4273 kg nécessitait une épaisseur moyenne de 41,4 cm alors que pour la bande 5, les 4590 kg de litière ne nécessitaient que 26,8 cm d'épaisseur. D'un point de vue technique, la paille présente donc un intérêt pour les producteurs qui en disposent.

4.3.2 PRODUCTION DE FUMIER

La production de fumier solide a été évaluée d'abord sur la base volumétrique par relevé topographique du niveau de litière dans les parcs à la fin de chaque bande d'élevage. Une évaluation de la densité à partir d'échantillonnages sur des parcelles de 1 m² a permis de traduire ces volumes en masse de fumier produit. Le tableau 4.6 présente les quantités de fumier produit, sur base massique et volumique, par porc produit et également par porc par jour.

L'analyse des résultats indique que la production moyenne de fumier s'est établie à 298,1 kg par porc produit. La densité moyenne mesurée étant de 853 kg/m³, le volume moyen de fumier produit est donc de 0,35 m³ par porc produit. Sur base quotidienne, la production moyenne de fumier est de 3,43 kg/porc/jour ou 4,02 L/porc/jour.

Encore ici, les conditions climatiques jouent un rôle prépondérant dans ces quantités. Ainsi, on observe que la production de fumier au cours de l'hiver (bande 2, parcs 3 et 4), est de 43 % plus élevée que la production durant les mois d'été (bande 1). En effet, de 0,305 m³/porc produit en été, le volume de fumier produit passe à 0,44 m³/porc produit en hiver.

D'autre part, contrairement à la quantité de litière sèche utilisée, le volume de fumier produit avec utilisation de paille dans la litière de démarrage (bande 4) diffère peu de la moyenne. En effet, dans ces conditions une quantité de fumier de 270,9 kg / porc produit a été générée comparativement à la moyenne de 298,1 kg / porc produit.

En comparant ces données avec celles de l'étude sur l'élevage de porcs sur litière biomaîtrisée (tableau 4.7), on remarque que la litière mince amène une consommation inférieure de litière en terme de volume (0,52 m³ vs 0,72 m³/porc produit) et également en terme de masse (80 kg vs 215 kg/porc produit). La différence plus importante en terme de masse s'explique par le fait que la litière de démarrage pour l'élevage sur litière biomaîtrisée est de la sciure humide qui présente une masse volumique supérieure à celle de la planure et sciure sèches généralement utilisées pour l'élevage sur litière mince.

Quant à la production de fumier, elle s'est révélée de beaucoup supérieure dans le cas de l'élevage sur litière mince, soit 0,35 m³ / porc produit comparativement à 0,22 m³ / porc produit pour l'élevage sur litière biomaîtrisée. Plusieurs raisons expliquent cette situation.

1. D'une part, le potentiel d'évaporation des liquides contenus dans la litière mince n'est pas aussi élevé que dans le cas de la litière biomaîtrisée. En effet, la température de la litière est de l'ordre de 30°C pour la litière mince alors qu'elle est plutôt de l'ordre de 40 à 45°C pour la litière biomaîtrisée (50°C en début de bande et 35°C en fin de bande).
2. Cette température est maintenue élevée dans la litière biomaîtrisée par l'aération et l'homogénéisation de la litière qui permettent de soutenir une intense activité de compostage de la litière. Ce compostage permet ainsi de réduire la masse totale de la litière malgré l'ajout en continu de déjections.

3. La quantité minimum de litière utilisée au démarrage de l'élevage sur litière mince est actuellement de 40 cm conformément aux exigences décrites au *Guide pour les élevages de suidés sur litière* de la Direction régionale de Québec du ministère de l'Environnement et stipulée au Certificat d'autorisation délivré. Cette quantité semble supérieure à la quantité qui serait réellement nécessaire compte tenu du fait que le bâtiment doit être considéré comme un lieu d'entreposage (donc étanche) et que, d'autre part, le potentiel d'absorption d'une épaisseur allant jusqu'à 10 cm de litière peut ne pas être utilisé pour l'absorption des liquides (varie selon les conditions d'ambiance).
4. Finalement, les débits de ventilation ont été très faibles au cours de l'hiver, ce qui a limité l'évacuation de l'humidité de la litière vers l'extérieur du bâtiment et a nécessité l'ajout d'une plus grande quantité de litière. En conséquence, les volumes de fumier produits au cours de la première bande en été sont de l'ordre de 0,305 m³/porc produit alors qu'ils ont été de 0,44 m³ au cours de la bande 2 en hiver, soit une différence de 43%.

Par rapport à un élevage standard qui utilise des trémies-abreuvoirs, la réduction de volume obtenue avec la litière mince a été en moyenne de 36% pour l'ensemble des six bandes d'élevage. Cependant, pour des conditions d'été, cette réduction serait plutôt de 44%. Sur cette même base, la réduction de volume serait de 61% pour l'élevage sur litière biomâtrisée.

Tableau 4.5 Consommation totale et consommation unitaire de litière pour chaque bande.

Bande	Parc	Période		Quantité totale de litière utilisée			Quantité unitaire de litière		
				Démarrage (kg)	Ajouts		Total (kg)	Par porc produit (kg/p.p.)	Par porc par jour (kg/ p*j)
		Du	Au		Nombre	Quantité (kg)			
1	3	14-juin-97	13-sept-97	2 915	29	1 403	4 318	72	0,83
	4	14-juin-97	13-sept-97	2 625	30	1 658	4 283	69	0,81
2	3	18-oct-97	24-janv-98	3 340	33	2 651	5 991	103	1,35
	4	18-oct-97	24-janv-98	3 254	33	2 813	6 068	103	1,17
3	3	14-févr-98	23-mai-98	2 758	14	1 699	4 457	74	0,91
	4	14-févr-98	23-mai-98	2 732	13	1 585	4 317	71	0,89
4	1	12-sept-98	02-janv-99	1 641	17	2 180	3 821	63	0,75
	2	12-sept-98	02-janv-99	2 632	14	1 920	4 552	72	0,92
5	3	03-oct-98	16-janv-99	2 286	14	2 275	4 561	79	0,88
	4	03-oct-98	16-janv-99	2 304	18	2 937	5 240	94	1,04
6	3	30-janv-99	29-mai-99	2 646	12	2 128	4 774	80	0,81
	4	30-janv-99	29-mai-99	2 844	8	2 135	4 979	82	0,82
TOTAL		14-juin-97	29-mai-99	31 977	235	25 385	57 362	80	0,92

Tableau 4.6 Production totale et production unitaire de fumier pour chaque bande.

Bande	Parc	Période		Production totale		Production unitaire de fumier			
		Du	Au	Poids (kg)	Volume (m ³)	Par porc produit		Par porc par jour	
						Poids (kg/p.p.)	Volume (m ³ / p.p.)	Poids (kg/ p*j)	Volume (L/ p*j)
1	3	14-juin-97	13-sept-97	15 054	17,7	250,9	0,29	2,91	3,41
	4	14-juin-97	13-sept-97	16 707	19,6	269,5	0,32	3,16	3,71
2	3	18-oct-97	24-janv-98	21 159	24,8	364,8	0,43	4,76	5,58
	4	18-oct-97	24-janv-98	22 442	26,3	380,4	0,45	4,33	5,08
3	3	14-févr-98	23-mai-98	17 777	20,8	296,3	0,35	3,64	4,26
	4	14-févr-98	23-mai-98	18 176	21,3	298,0	0,35	3,68	4,32
4	1	12-sept-98	2-janv-99	15 956	18,7	261,6	0,31	3,12	3,66
	2	12-sept-98	2-janv-99	17 632	20,7	279,9	0,34	3,34	3,92
5	3	3-oct-98	16-janv-99	17 910	21,0	308,8	0,36	3,44	4,04
	4	3-oct-98	16-janv-99	17 858	20,9	318,9	0,37	3,53	4,14
6	3	30-janv-99	29-mai-99	17 224	20,2	287,1	0,34	2,90	3,41
	4	30-janv-99	29-mai-99	16 431	19,3	269,4	0,32	2,70	3,17
TOTAL		14-juin-97	29-mai-99	214 326	251,3	298,1	0,35	3,43	4,02

Tableau 4.7 Comparaison des quantités de litière utilisée et de fumier produit.

PARAMÈTRES	Litière mince	Litière biomâtrisée BPR (1994)
Consommation de litière		
Quantité		
Par porc produit (kg)	80	215 ⁽¹⁾
Par porc par jour (kg)	0,92	2,4 ⁽¹⁾
Volume		
Par porc produit (m ³)	0,52	0,72 ⁽¹⁾
Par porc par jour (L/j)	5,97	8,1 ⁽¹⁾
Production de fumier		
Quantité		
Par porc produit (kg)	298	113
Par porc par jour (kg)	3,43	1,28
Volume		
Par porc produit (m ³)	0,35	0,22
Par porc par jour (L/j)	4,02	2,46
Réduction de volume par rapport à : ⁽²⁾		
Gestion standard (tétines) (%)	52	71
Gestion standard (trémies-abreuvoirs) (%)	36	61

⁽¹⁾ De la sciure humide a été utilisée pour le démarrage de l'élevage sur litière biomâtrisée alors que seulement de la sciure et de la planure sèches ont été utilisées pour l'élevage sur litière mince.

⁽²⁾ Il a été considéré dans ce calcul qu'un porc produit 7,3 L/j et 5,5 L/j de lisier au bâtiment lorsqu'il est abreuvé respectivement par des tétines et des trémies-abreuvoirs. Une dilution de 15% par les précipitations a été ajoutée au volume de lisier produit au bâtiment pour obtenir le volume total de lisier à gérer.

4.3.3 ANALYSES DES ÉLÉMENTS CONSTITUANTS

Les résultats détaillés des analyses physico-chimiques et microbiologiques des litières sont présentés à l'annexe 3.

Analyses physico-chimiques

Le tableau 4.8 présente la moyenne des résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur les échantillons de litière prélevés à la fin de chaque bande sous le titre BPR (1999) ainsi que les données disponibles pour d'autres projets d'élevage sur litière.

De façon générale, les valeurs des paramètres de fertilité observées dans le cadre du présent projet sont inférieures à celles des autres projets sur litière mince cités. Cela s'explique essentiellement par l'effet de dilution des éléments fertilisants du fumier dans une plus grande quantité de litière utilisée, qui se traduit par un taux de matière organique d'environ 90% et par un rapport C/N encore élevé (36,2 comparativement à environ 25). D'autre part, les valeurs présentées pour le présent projet concernent une moyenne pour l'ensemble des 6 bandes d'élevage (12 échantillons) au cours des diverses saisons alors que plusieurs projets sur litière mince ont été réalisés en été, où la consommation de litière est plus faible. Le rapport C/N élevé traduit également la faible intensité du processus de compostage ayant lieu au cours d'une bande d'élevage.

Sur une base humide, la litière a un contenu en N, P₂O₅ et K₂O de 5,2, 7,2 et 5,8 kg/t, respectivement, ce qui se comparerait à un fumier de bovin laitier pailleux mais riche en phosphore. Cependant, le projet n'a pas mesuré l'équivalent minéral de ce type de litière, et donc la valeur fertilisante de ce fumier. Le ratio N-NH₄/N tot est de 19% alors qu'il est d'environ 75% dans le cas du lisier brut de porc. Cette réorganisation de l'azote dans des formes organiques diminue sa disponibilité immédiate mais limite par ailleurs les risques de pertes à l'environnement.

Les pertes d'azote sont tout de même importantes au bâtiment, si bien que le ratio N/P₂O₅ du fumier se situe à 0,7 alors qu'il est d'environ 1,5 dans le cas du lisier brut prélevé à l'entreposage (CPVQ, 1995). Cette situation débalance encore davantage le produit par rapport au ratio N/P₂O₅ du prélèvement des cultures. **Ainsi, un apport de fumier de litière mince comblant les besoins en phosphore des plantes amènera une différence à combler en azote plus importante qu'une fertilisation avec un lisier brut.**

Métaux

Le cuivre et le zinc sont les métaux sur lesquels les analyses de litière ont porté. Ils constituent des éléments mineurs nécessaires à l'alimentation des porcs et sont généralement ajoutés à la moulée (CPAQ, 1995). Cependant, l'assimilation de ces éléments par les porcs est faible de sorte qu'une grande partie est rejetée dans les déjections par les animaux. Les teneurs retrouvées dans la litière au moment de son évacuation sont de l'ordre de 58 à 93 ppm de cuivre et de 83 à 138 ppm de zinc sur base humide (annexe 3). Sur la base de la matière sèche, ces teneurs sont

plutôt de 185 à 241 ppm de cuivre (moyenne de 216 ppm) et de 264 à 407 ppm de zinc (moyenne de 309 ppm).

La teneur en cuivre mesurée est donc supérieure à la concentration maximale des éléments traces pour les composts de types AA et A qui est de 100 ppm sur base de matière sèche (BNQ, 1996). Quant à la teneur en zinc, elle est inférieure à la concentration maximale de 500 ppm pour ces deux types de composts. Le compostage de ce fumier aurait comme conséquence de concentrer davantage ces deux éléments par la dégradation du carbone organique, et donc par la réduction de la matière sèche totale. Le compost produit ne pourrait être que de type B et serait donc soumis à certaines contraintes relativement à son épandage (BNQ, 1996).

Tableau 4.8 Composition moyenne des litières après chaque bande d'élevage

Paramètres	Unités	Litière mince				Litière biomâtrisée ⁽³⁾
		BPR (1999)	Senay (1993)	Luymes (1995)	Nolet (1995)	BPR (1994)
Matière sèche	%	34,6	43,7	37,0	40,9	38,8
pH		8,3	n/d	n/d	n/d	n/d
Matière organique	% b.s.	89,0	85,4	n/d	n/d	87,1
C/N		36,2	24,0	26,0	21,4	26,9
N total	kg/ t b.s. ⁽¹⁾	15,0	20,1	42,1	23,4	18,8
N-NH₄	kg/ t b.s. ⁽¹⁾	2,9	3,8	3,9	3,6	3,5
N-NH₄ / N total	(%)	19,1	18,8	9,3	15,5	18,6
P₂O₅	kg/ t b.s. ⁽¹⁾	20,8	40,0	46,3	41,2	31,6
K₂O	kg/ t b.s. ⁽¹⁾	16,7	26,8	27,1	27,3	15,4
Ca	kg/ t b.s. ⁽¹⁾	13,5	n/d	n/d	n/d	n/d
Mg	kg/ t b.s. ⁽¹⁾	3,8	n/d	n/d	n/d	n/d
Cu	ppm b.s. ⁽²⁾	216	309	n/d	n/d	170
Zn	ppm b.s. ⁽²⁾	309	676	n/d	n/d	400

(1) : Kilogramme par tonne métrique, sur base sèche.

(2) : Partie par million, sur base sèche.

(3) : Donne la composition d'une même litière ayant servi à 3 bandes d'élevage

(4) : n/d : non disponible

Bilan de l'azote et du phosphore

Les bilans ont été comptabilisés en considérant les quantités de N et P présentes dans les moulées consommées, les taux de rétention des éléments consommés (CPAQ, 1998), les quantités initiales présentes dans la litière et les teneurs finales dans les fumiers en fin de bande. Les calculs détaillés sont présentés à l'annexe 4.

Le CPAQ (1998) assume, en conditions standard, des pertes d'azote d'environ 25% au bâtiment et de 5% à l'entreposage. Le bilan calculé pour l'élevage sur litière mince indique un indice moyen de perte de 55,2 % sur l'ensemble des saisons. Cependant, cet indice de perte a varié de 43,1% à 72,5% de l'azote total (excrété et présent initialement dans la litière). Les pertes les plus importantes se produisent en été lorsque les débits de ventilation et la température élevée dans le bâtiment favorisent la volatilisation de l'ammoniac.

L'analyse des gaz présents au bâtiment indique que les pertes sont réalisées via la production de NH_3 et de N_2O , ce dernier gaz étant essentiellement absent en conditions d'élevage sur lisier. La proportion de N_2O émise est toutefois moins importante qu'en litière biomâîtrisée. Puisque les teneurs des formes intermédiaires en azote de la dénitrification (NO , NO_2) n'ont pas été détectées au bâtiment, on peut présumer que les pertes d'azote sous forme élémentaire (N_2) sont faibles et que le N_2O est essentiellement généré lors d'un processus de nitrification non optimal, conséquence de l'absence de brassage mécanique de la litière comparativement à la litière biomâîtrisée.

Le bilan massique du phosphore devrait théoriquement être équilibré considérant qu'il ne se volatilise pas. Les calculs indiquent que la litière contiendrait un peu plus de phosphore que celui rejeté par les animaux. Les mesures obtenues indiquent une différence moyenne de 12,6%. Cette différence doit s'expliquer principalement par les trois raisons suivantes. D'abord, il est difficile d'obtenir un échantillon représentatif du fumier de porc, particulièrement dans le cas du phosphore qui est un élément peu mobile dans la litière (BPR, 1994). Ainsi, une sous-représentation d'une strate de litière peut modifier sensiblement la concentration de cet élément dans la litière. On doit toutefois préciser que les échantillons prélevés étaient des échantillons composés produits à partir de plus de 10 points de prélèvement dans chaque parc et prélevés sur tout le profil de la litière. D'autre part, l'établissement du bilan de phosphore se fait via la quantité massique de litière évacuée. Cette dernière quantité n'a pas été obtenue par une mesure directe (pesée) de la litière mais plutôt de façon indirecte à partir du volume de litière évacuée et de l'évaluation de la densité du fumier (par échantillonnage de parcelles). De la même façon, la quantité de phosphore rejeté par les animaux a été obtenue par le différentiel entre le phosphore ingéré, évalué par la quantité des différentes moulées ingérées et par leur teneur respective en phosphore, et le phosphore retenu (selon CPAQ, 1998). Ces paramètres représentent ainsi les principales sources d'erreur dans l'évaluation du bilan phosphore.

Une réorganisation des états du phosphore au profit des formes organiques s'est possiblement opérée bien que cet aspect n'ait pas été mesuré dans le cadre du présent projet. Une augmentation des formes organiques pourrait diminuer les risques d'immobilisation par les oxydes de fer et d'aluminium dans les sols acides et ainsi augmenter sa disponibilité pour les cultures.

Analyses microbiologiques

Le tableau 4.9 présente les résultats des analyses microbiologiques réalisées après chaque bande d'élevage. De façon générale, la flore est dominée par les bactéries de type coliforme. Des espèces pathogènes comme *Clostridium* et *Salmonella* n'ont pas été détectées dans la litière.

Il est un peu étonnant de constater que les concentrations d'*Aspergillus fumigatus* dans la litière sont sous les seuils de détection, ce champignon ayant été détecté dans l'air du bâtiment, à des concentrations comparables à celles retrouvées dans les bâtiments sur litière biomâîtrisée. Quant aux thermoactinomycètes, leur concentration dans la litière confirme leur présence dans l'air du bâtiment. Ici aussi, les concentrations dans l'air sont comparables aux mesures faites sur litière biomâîtrisée. Considérant que ces organismes posent surtout des problèmes respiratoires, les études disponibles portent essentiellement sur des mesures dans l'air plutôt que dans les substrats, si bien qu'il est difficile de trouver des données comparatives à partir de la litière même.

Tableau 4.9 Moyennes des résultats d'analyses microbiologiques des litières après chaque bande d'élevage

Paramètre	Unités	Bande 1 (14.06.97 / 20.09.97)	Bande 2 (18.10.97 / 24.01.98)	Bande 3 (14.02.98 / 23.05.98)	Bande 4 (12.09.98 / 02.01.99)	Bande 5 (03.10.98 / 16.01.99)	Bande 6 (30.01.99 / 29.05.99)
Bactéries totales aérobies	nb/g b.h.	5,0 x 10 ⁷	2,0 x 10 ⁷ (¹)	6,7 x 10 ⁸	2,9 x 10 ⁸	5,7 x 10 ⁸	> 1 x 10 ⁸
Coliformes totaux	nb/g b.h.	4,1 x 10 ⁵	1,5 x 10 ⁶	2,8 x 10 ⁶	2,6 x 10 ⁶	9,5 x 10 ⁵	2,6 x 10 ⁵
Esch. Coli	nb/g b.h.	2,3 x 10 ⁵	1,0 x 10 ⁶	1,4 x 10 ⁵	1,9 x 10 ⁶	9,5 x 10 ⁴	2,1 x 10 ⁵
Clostridium perfringens	nb/g b.h.	0	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Salmonella sp.	Présence/Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Aspergillus fumigatus	nb/g b.h.	0	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Thermoactinomycètes	UFC/g b.h.	nd	3,4 x 10 ⁴	4,5 x 10 ⁴	1,6 x 10 ⁶	5,7 x 10 ²	1,1 x 10 ⁵
Parasites - oeufs	nb/g	508 (²)	0	3/5g (³)	16/5g	554/5g	279/5g
Parasites - larves	nb/g	94 (²)	0	nd	nd	nd	nd

(1) Résultat du parc 4. Le parc 3 avait un décompte > 3 x 10⁷.

(2) Nématodes, possiblement *Srongyloides* sp.

(3) 3 oeufs d'*Ascaris suis* / 5 grammes dans le parc 3; résultat négatif dans le parc 4.

La présence de parasites a été variable en termes de type et de quantité. Les quantités relevées dans certains parcs indiquent toutefois que les températures atteintes en cours de bande ne sont pas assez élevées pour détruire leur activité. **Un traitement complémentaire serait donc nécessaire si une réutilisation de la litière est envisagée.**

4.3.4 SUIVI DES TEMPÉRATURES DE LA LITIÈRE

Les relevés de la température de la litière ont été faits à toutes les deux semaines pour chacun des parcs. Les mesures étaient réalisées à 15 cm de profondeur pour cinq points d'échantillonnage répartis dans le parc. Les figures 4.5 et 4.6 présentent les résultats obtenus respectivement pour les parcs 3 et 4 pour toutes les bandes d'élevage sauf la bande 4 dont les résultats sont présentés à l'annexe 5.

L'examen des graphiques indique d'une part que la température de la litière oscille normalement à l'intérieur d'une bande entre 20 et 35°C, ce qui est plus faible que les moyennes de 30 à 50°C obtenues en litière biomâtrisée (BPR, 1994). On note des fluctuations parfois importantes entre les différents points de mesure, qui tiennent souvent à la répartition non uniforme des déjections à l'intérieur d'un parc donné. Les zones de concentration importante en déjections montrent généralement des températures plus faibles.

On note également une tendance générale à la diminution des températures dans le temps, i.e. avec l'augmentation de la taille moyenne des porcs. Cette diminution est associée à une augmentation des volumes de déjections produites, à une plus grande compaction par les porcs et à une augmentation conséquente des teneurs en eau de la litière.

Avec des températures de cet ordre, on ne parle bien sûr pas de compostage et l'action sur les pathogènes demeure très marginale. La température contribue tout de même à faciliter l'évaporation des liquides de la litière, qui peuvent être évacués par le système de ventilation.

Figure 4.5 Évolution de la température moyenne de la litière du parc 3 pour cinq points de mesure.

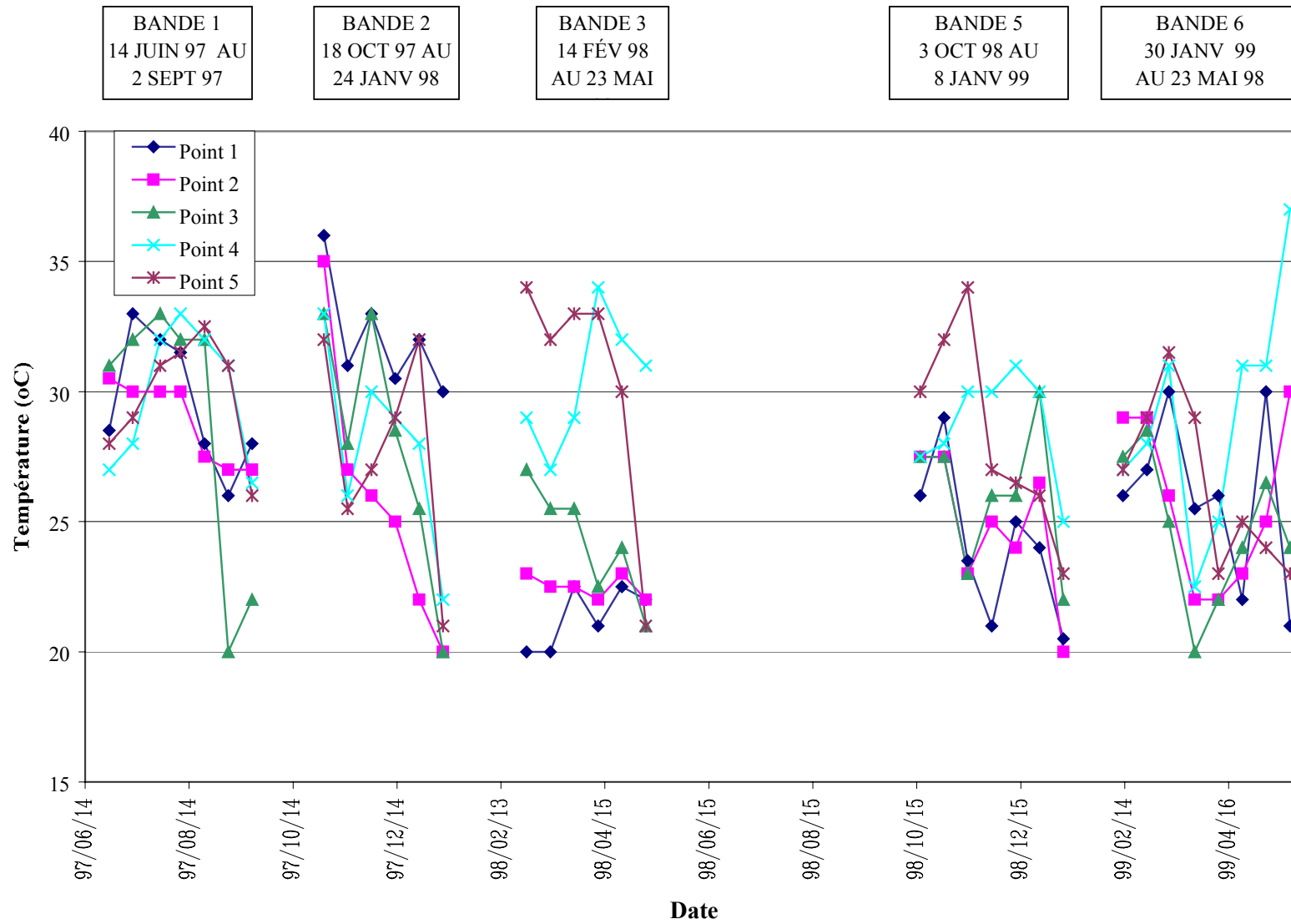
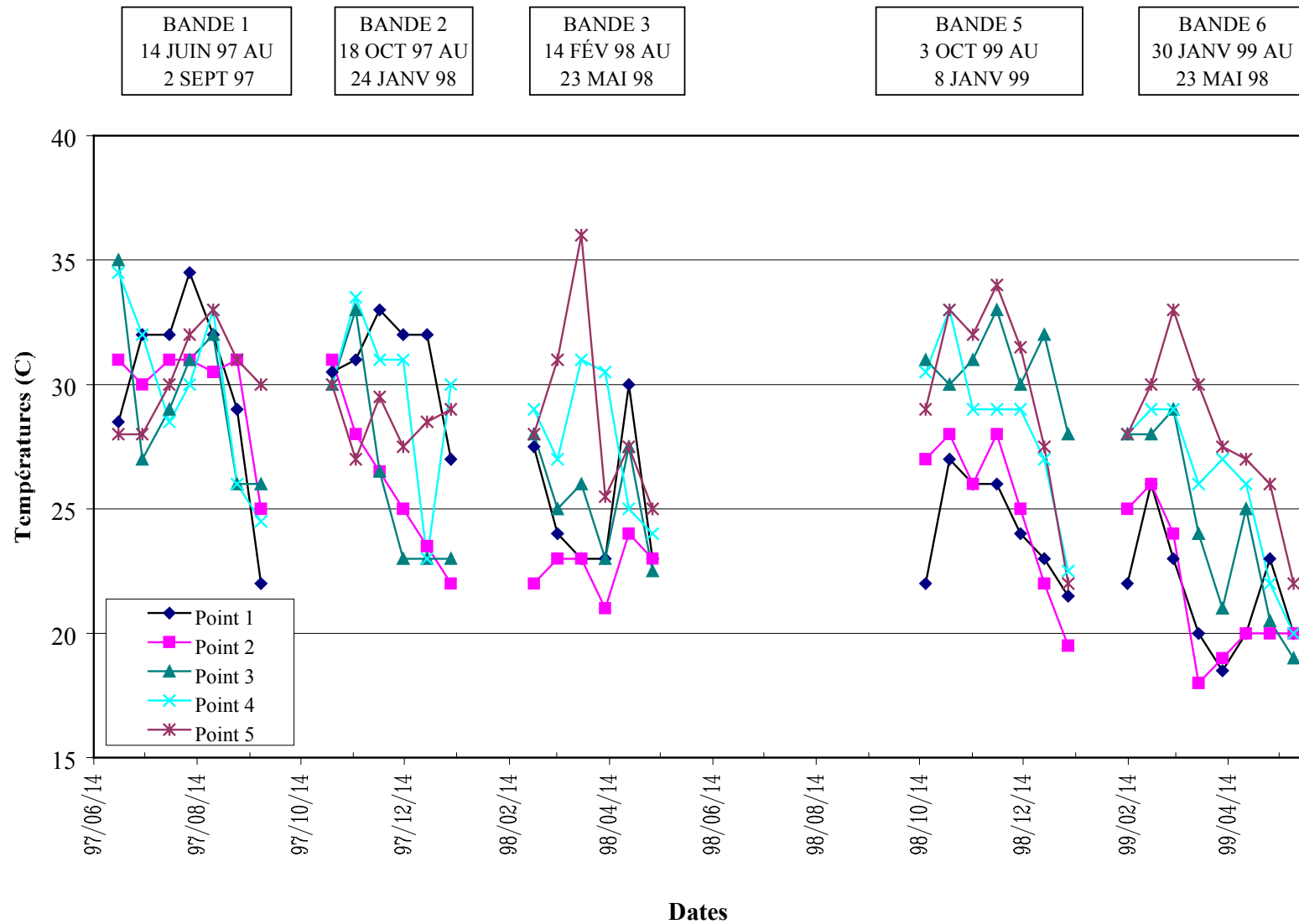


Figure 4.6 Évolution de la température moyenne de la litière du parc 4 pour cinq points de mesure.



4.4 SUIVI ZOOTECHNIQUE

4.4.1 PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

Le tableau 4.10 présente les performances zootechniques moyennes non standardisées pour les six bandes d'élevage suivies au cours de l'expérimentation et l'annexe 6 reproduit les rapports par bande tels que générés par le logiciel LOGIPORC pour les lots 1,2,3,5 et 6. Le tableau 4.11 compare les données compilées pour ce projet à celles obtenues par deux autres élevages sur litière dont un sur litière biomâtrisée.

D'autre part, le tableau 4.12 est le plus pertinent en regard des objectifs poursuivis par le projet. Il présente en effet les données d'engraissement standardisées de 20 à 107 kg obtenues par un même producteur pour un élevage conventionnel sur plancher partiellement latté et pour un élevage sur litière mince au cours de deux années consécutives. Ces résultats indiquent qu'au global sur les deux années, le classement des carcasses dans la strate 80-85 kg, le gain moyen quotidien technique ainsi que la conversion alimentaire technique sont légèrement inférieurs dans le cas de l'élevage sur litière comparativement à l'élevage conventionnel. En revanche, le taux de mortalité est légèrement inférieur dans le cas de l'élevage sur litière. Toutefois, les performances obtenues en 1998 sont équivalentes dans les deux types d'élevage sauf pour le taux de mortalité qui demeure inférieure de 0,7 % dans le cas de la production sur litière.

4.4.2 SUIVI SANITAIRE

Le suivi sanitaire des porcs a été assuré par le Dr Jean Brochu, M.V., de la Coopérative agricole La Seigneurie. Nous re prenons ici les résultats sommaires de son expertise présentée à l'annexe 7.

La ferme Saint-Noël présente un excellent statut sanitaire et on n'y rencontre pas de problèmes majeurs de santé pouvant avoir un impact néfaste sur les performances technico-économiques des porcs à l'engraissement. Les problèmes de santé rencontrés (mortalités, méningites,...) dans les élevages suivis sont causés par 2 pathogènes soient *Streptococcus suis* et *Haemophilus parasuis*. Ces deux pathogènes sont des bactéries pouvant être normalement présentes dans la flore microbienne des porcs. Suite à un stress ou à une maladie sous-jacente ces bactéries peuvent se multiplier et entrer dans le sang. Elles peuvent par la suite infecter divers organes et causer diverses infections (méningite, arthrite, péricardite, pleurésie ...) ou même une mort subite. Ces problèmes de santé étaient présents dans tout l'élevage indépendamment du type de gestion (conventionnelle ou sur litière).

Tableau 4.10 Performances zootechniques obtenues par les porcs suivis dans le cadre de ce projet.

PARAMÈTRES	Bande 1		Bande 2		Bande 3		Bande 4		Bande 5		Bande 6		TOTAL
	Parc 3	Parc 4	Parc 3	Parc 4	Parc 3	Parc 4	Parc 3	Parc 4	Parc 3	Parc 4	Parc 3	Parc 4	
Durée d'engraissement (j)	85,5	85,2	76,6	87,6	81,2	82,3	81,7	83,7	88,5	87,7	98,4	98,3	86,4
GMQ technique ¹ (g/j)	962	951	954	916	902	882	951	962	935	951	817	828	918
Conversion alim. tech. ¹ (g/g)	2,62	2,63	2,58	2,64	2,74	2,72	n/d	n/d	2,53	2,60	2,36	2,58	2,60
Taux de mortalité (%)	3,23	0,00	1,69	1,67	1,64	0,00	3,17	0,00	1,69	3,45	3,23	1,61	1,78

¹ Taux non ajustés pour tenir compte des différences du poids d'entrée et de sortie des porcs

Tableau 4.11 Comparaison des performances moyennes de croissance non standardisées pour quelques projets au Québec.

PARAMÈTRES	Litière mince (BPR, 1999)	Litière mince (Martel, 1999)	Litière biomaitrisée (BPR, 1995)
Nombre de porcs	719	2 798	479
Durée d'engraissement (j)	86,4	92,0	92,8
Moulée par porc ¹ (kg)	205	217	224
GMQ technique ¹ (g/j)	918	862	911
Conversion alimentaire ¹ (g/g)	2,60	2,74	2,64
Taux de mortalité (%)	1,8	1,4	0,4
Indice de classement (80-85)	109,6	108,3 ²	n/d
Poids à l'entrée (kg)	26,8	25,2	20,4
Poids à la sortie (kg)	106,1	104,5	105,2

¹ GMQ et CA techniques pour 595 des 719 porcs produits

² Indice de classement pour la strate 80 – 90 kg.

Tableau 4.12 Performances zootechniques moyennes standardisées pour les porcs à l'engraissement du même producteur pour un élevage conventionnel et pour un élevage sur litière mince.

PARAMÈTRES	Élevage conventionnel			Élevage sur litière		
	1997	1998	Moyenne	1997	1998	Moyenne
Indice de classement (80-85)	109,7	110,4	110,05	108,8	110,4	109,6
GMQ technique (g/j)	869	856	863	854	859	857
Conversion alim. technique (g/g)	2,65	2,48	2,57	2,62	2,49	2,56
Taux de mortalité (%)	1,4	2,4	1,9	1,0	1,7	1,35

D'autre part, l'examen des carcasses à l'abattoir indique un mauvais contrôle des Ascaris dans le troupeau en général. Ainsi, 58,5 % des porcs en provenance de la ferme, abattus durant la période de mai 1998 à juin 1999, présentaient des lésions au foie (taches blanches) comparativement à une moyenne de 7,5 % à l'échelle provinciale (voir annexe 7). Une incidence plus forte de ces lésions est observée dans le cas de l'élevage sur litière où ce taux est de 69,7 % (758 porcs abattus) comparativement à 47,0 % des porc élevés en gestion conventionnelle (498 porcs abattus). L'échantillonnage plus restreint (54 porcs) prélevé par le Dr Jean Brochu indique un taux plus élevé de lésions avec une différence moins importante dans le taux entre l'élevage sur litière et l'élevage conventionnelle.

Quant à l'examen des poumons, aucune différence significative n'a été observée sur l'état de santé des porcs gardés sur litière comparativement à ceux sous une gestion conventionnelle. Cependant, les observations faites par le Dr Brochu (communication personnelle) sur d'autres élevages sur litière, bien que non systématiques, indiquent qu'il pourrait y avoir une plus grande incidence de problèmes respiratoires en élevage sur litière lorsque la qualité de l'air et l'hygiène sont déficients.

4.5 ANALYSE ÉCONOMIQUE

Bien qu'une analyse économique complète n'ait pas été effectuée, les principaux éléments qui peuvent influencer la rentabilité de l'élevage sur litière mince sont présentés ci-dessous. Les éléments liés à la gestion de la litière sont présentés au tableau 4.13.

4.5.1 COÛT DE CONSTRUCTION

Le bâtiment d'élevage de 360 emplacements de porc a été construit au cours de l'été 1996. Un entrepreneur spécialisé a réalisé la construction et la famille du producteur a fourni une partie de la main-d'œuvre. Le coût de construction a été estimé à \$ 90 000. en comptabilisant la main-d'œuvre fournie par le producteur, soit \$ 250. par emplacement de porc. Ce coût se compare avec celui de Martel (1999) qui est de \$ 244., excluant toutefois le coût non estimé de la main-d'œuvre fournie par le producteur. Ce coût se compare donc avantageusement à celui d'un bâtiment conventionnel qui serait de l'ordre de \$ 300. par emplacement de porc (\$265. en excluant la structure d'entreposage) (Gagnon, 1999).

D'autre part, l'évaluation du coût annuel de l'investissement devrait *a priori* se faire sur la même base que pour un bâtiment conventionnel, les conditions d'ambiance similaires faisant en sorte que la dépréciation de l'immeuble et des équipements est équivalente pour les deux types de bâtiment.

4.5.2 GESTION DE LA LITIÈRE

La gestion de la litière représente l'élément qui différencie le plus l'élevage sur litière de l'élevage conventionnel sur lisier. Les principaux items liés à cette gestion sont les suivants :

1. Achat de la litière sèche
2. Manutention de la litière sèche et du fumier
3. Disposition du fumier

Achat de la litière sèche

La consommation de litière de sciure et planure sèches a été évaluée à 80 kg / porc produit. Basé sur un coût d'achat de \$ 57,80 / tonne livrée (\$ 9,56 / m³), l'achat de la litière représente donc \$ 4,53 / porc produit. Le coût de cette litière est un élément important du coût de production du porc sur litière. Aussi doit-on s'assurer de sa disponibilité à un coût économiquement rentable pour une longue période (contrat d'approvisionnement).

Manutention de la litière sèche et du fumier

Les principales opérations de manutention de la litière sont :

- L'installation de la litière de démarrage;
- L'ajout de litière sèche en cours d'élevage;
- L'évacuation de la litière en fin de bande.

La litière sèche est d'abord soufflée dans chacun des parcs par le camion qui effectue la livraison, cette opération étant incluse dans le coût d'achat de la litière. Le producteur nivelle alors cette litière avec le chargeur frontal du tracteur avant l'entrée des porcs. Cette opération requiert ½ heure de travail. D'autre part, une autre ½ heure est consacrée à nettoyer la section (120 places) avant l'arrivée des porcelets.

En cours d'élevage, les ajouts de litière se font manuellement, soit au moyen d'un chariot ou de poches lorsque les quantités à ajouter sont petites. Il a été comptabilisé ½ heure de travail à chaque fois qu'un chariot ou que 10 poches ou plus de litière étaient ajoutés dans les parcs.

Finalement, un temps de 3 heures est nécessaire à l'évacuation du fumier d'une seule section de 120 porcs, dont 2½ d'utilisation de tracteur.

Globalement, 5,7 minutes par porc produit sont requises pour la manutention de la litière au bâtiment ainsi que 1,5 minute d'utilisation de tracteur par porc produit. En considérant un coût de main-d'œuvre de \$ 11,00 /h et un coût d'utilisation de \$ 17,27 /h pour un tracteur 2+2 de 43 kW (CRÉAQ, 1998), les frais de manutention de la litière sont de \$ 1,49 / porc produit.

Disposition du fumier

La disposition du fumier est assurée par un centre reconnu de compostage de la région. Les frais de reprise et de transport (20 km aller) sont à la charge du producteur en plus des frais de réception perçus par le centre de compostage. Dans la situation actuelle de l'entreprise, les coûts de disposition du fumier sont de \$ 1,92 / porc produit.

Si le fumier devait être épandu, plutôt que traité par compostage, à une distance équivalente de 20 km, le coût de disposition aurait été de \$ 1,59 / porc produit, soit \$ 1,32 pour la reprise et le transport et \$ 0,27 pour l'épandage.

Coût de gestion de la litière

En tenant compte des différentes opérations reliées à la manutention de la litière, le coût total de gestion de la litière pour l'entreprise est actuellement de \$ 7,94 / porc produit. Si la litière devait être épandue à une distance de 20 km de la porcherie, le coût serait de \$ 7,61 / porc produit (CRÉAQ, 1998).

À titre comparatif, le coût d'entreposage et de disposition du lisier pour un élevage conventionnel est évalué à \$ 3,50 /m³ de lisier produit au bâtiment lorsque le lisier est épandu près de la ferme et à \$ 7,57 /m³ lorsque le lisier est transporté à 20 km du bâtiment, distance actuellement parcourue pour le transport du fumier au site de compostage (Pigeon *et al.*, 1998). Compte tenu d'un volume de lisier produit au bâtiment de 0,48 m³/porc produit (86,4 jours d'engraissement à 5,5 L/j), ces coûts équivalent à \$ 1,68 et \$ 3,63 par porc produit. Il est à noter que ces coûts sont applicables à une unité de 2 600 emplacements de porcs à l'engraissement. Ramenés à la taille de l'entreprise actuelle (720 places), ces coûts augmenteraient respectivement à \$ 2,28 et \$ 4,23 par porc produit afin de tenir compte des coûts supérieurs pour l'entreposage d'un plus faible volume de lisier (augmentation de \$ 0,60 par porc produit).

D'autre part, il faut ajouter les coûts reliés à la gestion des lisiers au bâtiment qui ont été comptabilisés pour la gestion sur litière. Dans le cas de la section d'engraissement, Gagnon *et al.* (1994) ont évalué à 0,038 heure par m³ de lisier épandu le temps nécessaire à l'évacuation du lisier dans un bâtiment conventionnel. Ramené sur la base de porc produit à un taux horaire de \$ 11, ce coût représente \$ 0,23 par porc produit.

Ainsi, le coût associé à la gestion conventionnelle sur lisier (avec épandage du lisier à une distance de 20 km) serait de \$ 4,46 par porc produit. Il se révèle donc inférieur de \$ 3,15 / porc produit au coût engendré par la gestion sur litière avec épandage à cette même distance qui est de \$ 7,61 par porc produit.

Tableau 4.13 Éléments économiques reliés à la gestion de la litière (coûts réels 1999 avec traitement et coûts calculés pour épandage).

Opération	Temps (min. / p.p. ⁶)	Coût	
		Avec traitement (\$ / p.p. ⁶)	Avec épandage (\$ / p.p. ⁶)
Achat de litière			
Intrant ¹	n/a	4,53	4,53
Manutention			
Main-d'œuvre ²	5,71	1,05	1,05
Équipements ³	1,51	0,44	0,44
Disposition			
Reprise et transport	n/a	1,20 ⁴	1,32 ⁵
Épandage	n/a	n/a	0,27 ⁵
Traitement	n/a	0,72 ⁴	n/a
TOTAL	7,23	7,94	7,61

¹ Coût basé sur le prix payé par le producteur pour la sciure et planure sèches, soit \$57,80 la tonne livrée.

² Coût basé sur une rémunération de \$11,00 / heure (CRÉAQ, 1998).

³ Coût basé sur l'utilisation d'un tracteur 2 + 2 roues motrices de 43 kW (58 HP) à \$ 17,27 / h (CRÉAQ, 1998).

⁴ Coût basé sur le prix payé par le producteur (compostage: \$ 2,00 / m3).

⁵ Coût d'épandage avec un chargeur frontal et 3 camions-épandeurs à une distance de 20 km (CRÉAQ, 1998).

⁶ Porc produit : p.p.

Une réduction des coûts de gestion de la litière pourrait être obtenue de plusieurs façons. D'abord, cette réduction passe inévitablement par une réduction du coût d'achat de la litière qui représente près de 60 % du coût de gestion. L'utilisation de sciure humide pour le démarrage de l'élevage, telle que mise à l'essai actuellement par le producteur, permettrait une réduction du coût de gestion de l'ordre de \$1,00 par porc produit. Une réduction des apports en début d'élevage de l'ordre de 25 % est techniquement envisageable et contribuerait pour une réduction supplémentaire de \$ 0,63 par porc produit. Tenant compte de ces deux aspects, le coût de gestion serait donc ramené à \$ 6,31 par porc produit. Cependant, dans le contexte d'une entreprise en région périphérique, un coût de l'ordre de \$ 20 par tonne de sciure sèche est observé (Martel, 1999). Dans ce cas, et en maintenant la gestion actuelle, le coût d'achat de la litière ne représenterait alors que \$ 1,57 par porc produit, pour un coût de gestion de \$ 4,98 par porc produit. D'autre part, la litière est actuellement traitée par compostage, ce qui représente \$ 0,72 par porc produit. Le producteur détient maintenant une entente d'épandage avec un receveur et n'a plus à déboursier ce montant pour le traitement. Finalement, pour la construction d'un bâtiment plus grand, un système de distribution mécanique de litière devrait être installé afin de réduire les coûts de main-d'œuvre reliés à cette opération. Le seuil de rentabilité d'un tel investissement demeure cependant à déterminer.

4.5.3 CHAUFFAGE

La consommation de gaz propane liquide mesurée sur une période de deux ans (6 bandes) a été de 4,72 L / porc produit. Compte tenu d'un prix de \$ 0,25 / L de gaz propane liquide, le coût de chauffage est de \$ 1,18 / porc produit. Ce coût est supérieur de \$ 0,52 / porc produit au coût de chauffage pour un bâtiment conventionnel ventilé mécaniquement qui est de l'ordre de \$ 0,66 /porc produit (Gagnon, 1999).

4.5.4 PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

Dans le cas des performances zootechniques, et à la lueur des résultats obtenus par le même producteur avec deux types d'élevage (conventionnel et sur litière), il semble que l'incidence économique des performances zootechniques soit très faible entre ces deux types d'élevage. En effet, en se basant sur les données standardisées sur deux années de production, l'indice de classement procure un avantage de l'ordre de 0,5 % à l'élevage conventionnel alors que le taux de mortalité de 0,55 % supérieur lui fait perdre cet avantage.

4.5.5 BILAN ÉCONOMIQUE

Au global, le coût de production du porc à l'engraissement sur litière se différencie de l'élevage conventionnel au chapitre de la gestion des déjections et du contrôle d'ambiance. Des coûts supplémentaires de \$ 3,67 / porc produit ont été obtenus dans le cas de l'élevage sur litière, soit \$ 3,15 supplémentaires pour la gestion de la litière, en considérant des épandages à une distance de 20 km, et \$ 0,52 pour le chauffage.

4.6 ESSAIS DE COMPOSTAGE *IN SITU*.

Un autre volet de l'expérimentation devait évaluer le potentiel de composter la litière *in situ* après la fin d'une bande d'élevage dans le but de réutiliser cette litière compostée pour démarrer l'élevage d'une seconde bande. L'intérêt de ce compostage réside d'abord dans la réduction escomptée de la consommation de litière et donc des coûts reliés à l'achat de cette litière. D'autre part, ce compostage permettrait de garder la litière au bâtiment durant la période requise pour l'entreposage des fumiers et lisiers (250 jours) évitant ainsi à l'entreprise de devoir construire une structure d'entreposage étanche afin de se conformer aux exigences réglementaires.

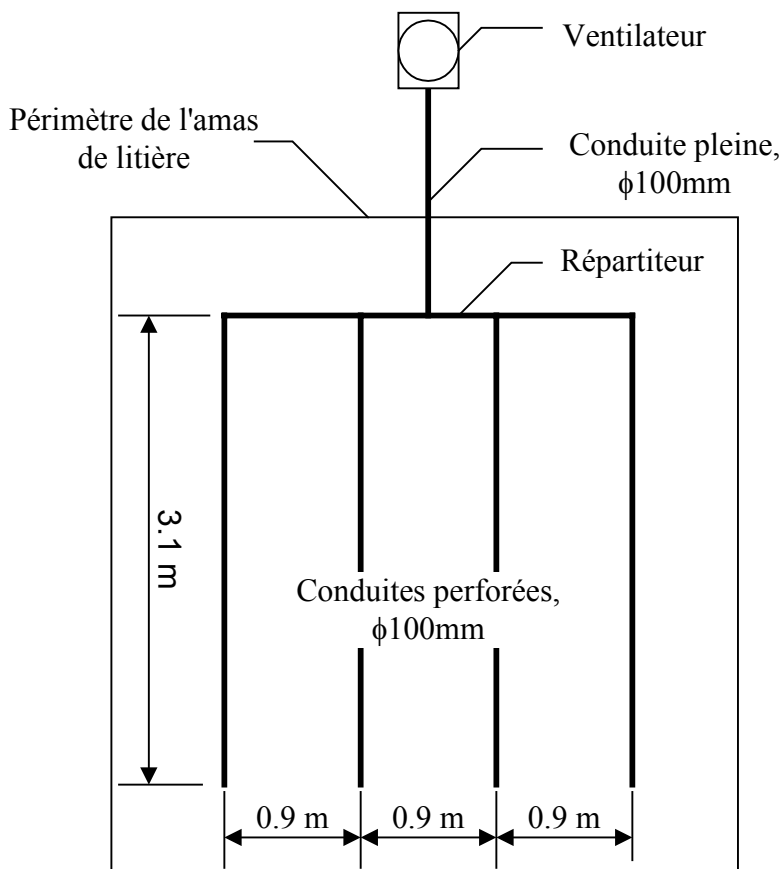
Le système de compostage comprend un ventilateur à haute pression, un assemblage de quatre conduites parallèles reliées à un répartiteur et un contrôleur munie d'une sonde de température (figure 4.7). Le ventilateur a une capacité de 94 L/s à une pression de 1250 Pa. Les 4 conduites parallèles ont un diamètre de 100 mm et une longueur de 3,1 m et elles présentent deux séries d'ouvertures circulaires de 12 mm (conduites pour champ d'épuration) tournées vers le plancher du parc. Ces conduites sont espacées de 0,9 m l'une de l'autre. La sonde de température est un thermocouple et elle est reliée à un contrôleur électronique. L'aération est effectuée sur la base d'un cycle de 10 minutes pendant lequel la durée de l'aération peut être modulée par intervalle de 5 %, soit 30 secondes. La température est mesurée manuellement à l'aide d'un thermomètre à compost à différents points de l'amas et ce, à une profondeur variant de 30 cm à 90 cm.

Les résultats obtenus n'ont cependant pas démontré la faisabilité de cette alternative. Des essais de compostage ont été effectués à 4 reprises. Le premier essai n'a consisté qu'à effectuer des essais du système d'aération sur de la litière qui avait été évacuée du bâtiment. Seules des observations sur la température de la litière ont été réalisées afin de constater la présence ou l'absence de compostage. Au cours de ce premier essai, la température de la litière a atteint 60°C à certains endroits de l'amas malgré le fait que celle-ci était entreposée sans recouvrement à l'extérieur du bâtiment et soumise aux conditions climatiques d'automne (précipitations).

Le deuxième essai a été réalisé après la deuxième bande d'élevage dans la section 2 du bâtiment. La litière d'un des deux parcs a été mise en tas avec le système d'aération en pression positive. Cet essai a conduit à la montée en température attendue, soit entre 60°C et 65°C. Cependant, un bris du contrôleur n'a pu être réparé compte tenu de la période des fêtes et de la crise du verglas de 1998. La litière a dû être évacuée avant de pouvoir remettre le système en marche pour accueillir de nouveaux porcelets dès le 10 janvier.

Lors du troisième essai, trois semaines plus tard (litière provenant du parc 3 de la section 3 après la deuxième bande d'élevage), le système de contrôle de la ventilation fonctionnait correctement. Cependant, le fumier produit durant cette bande était très humide (teneur en eau de 69,7 %) en conséquence du faible taux de ventilation qui a été maintenu. Du purin s'est écoulé de la litière après sa mise en tas, ce qui démontre ce haut taux d'humidité. En conséquence, la température de la litière n'a pu s'élever au-dessus de 45°C. L'activité de compostage était donc très faible et le fait d'aérer le tas était suffisant pour faire redescendre cette température.

Figure 4.7 Schéma du système de compostage *in situ*.



Un dernier essai a été réalisé après la bande 5 (parc 3). La litière étant moins humide, la montée en température a été réalisée en deux jours seulement et celle-ci s'est maintenue pendant une semaine avant que l'on doive évacuer la litière pour faire place aux porcelets de la bande 6. Bien que tout ait fonctionné correctement, le taux d'humidité de la litière ainsi que la concentration en pathogènes sont demeurés trop élevés pour réutiliser cette litière pour une bande d'élevage supplémentaire. Ainsi, lors de cet essai, la teneur en eau de la litière a augmenté légèrement de 67,1 % à 69,7 % après compostage alors que les coliformes totaux ont été réduits de 71 % soit de $7,0 \times 10^5$ bact./g à $2,0 \times 10^5$ bact./g et *E. coli*, de 58 %, soit de $2,5 \times 10^5$ bact./g à $0,91 \times 10^5$ bact./g alors que les thermoactinomycètes se sont maintenues autour de $6,4 \times 10^2$ UFC/g. Afin de réutiliser la litière pour un autre élevage, une teneur en eau maximale de 50 % est visée, soit la teneur en eau d'un mélange de sciure et planure humides. Quant aux pathogènes, aucun seuil n'avait au préalable été identifié. Cependant, dans le cas d'une stabilisation via un PSRP (Process to Significantly Reduce Pathogens), une réduction sous 1×10^3 coliformes fécaux par gramme est attendue. Selon BPR (1994), les coliformes fécaux représentent plus de 50 % des coliformes totaux présents dans ce type de litière, aussi ce critère n'a jamais été rencontré au cours du compostage *in situ*.

En résumé, ce volet de l'expérimentation a démontré la difficulté de réaliser le compostage *in situ* de la litière pour des fins de réutilisation immédiate. Les principaux obstacles à cette alternative sont :

1. Hétérogénéité de la litière car il est difficile de brasser cette litière, avant et après sa mise en tas;
2. Dépendance vis-à-vis la gestion des conditions d'ambiance qui résulte en des qualités de litière différentes d'une fois à l'autre;
3. Le peu de temps disponible entre le moment de mettre en tas et celui de la réutilisation.

Ce constat n'empêche toutefois pas de réutiliser la litière qui aurait été compostée sur une période plus longue et qui rencontrerait les exigences minimales sur la teneur en eau et sur les pathogènes.

5 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les deux années d'essai et de suivi de la technique d'élevage du porc sur litière mince nous ont permis de tirer des conclusions sur plusieurs aspects de cette technique sous nos conditions climatiques et d'élevage.

Sur le plan agronomique, le suivi de la litière a permis de mieux connaître les principaux paramètres nécessaires à la gestion d'un tel type d'élevage.

Les besoins totaux de litière ont été évalués à 0,92 kg de litière par porc par jour. Ces besoins varient sensiblement avec la gestion des conditions d'ambiance. En effet, ils varient de 0,80 kg de sciure et planure sèches par porc par jour lorsque les conditions d'évaporation sont optimales (été avec haut taux de ventilation) à 1,25 kg par porc par jour (hiver avec faible taux de ventilation). D'autre part, le projet a montré la faisabilité technique et l'intérêt de recourir à la paille au démarrage de l'élevage. Cette alternative a en effet permis de réduire de 15 % et 10 % respectivement la quantité de litière sèche utilisée et le volume de fumier produit.

Le suivi de la litière indique que le produit généré par l'élevage du porc sur litière mince a un contenu moyen en azote, phosphore (P_2O_5) et potassium (K_2O) de 5,2, 7,2 et 5,8 kg/t respectivement. La valeur fertilisante (équivalent minéral de première et deuxième années) de ce produit n'a cependant pas été déterminée. D'autre part, le suivi de la température et des éléments constitutifs de la litière en cours d'élevage indique que le procédé de compostage est très peu intense de sorte qu'il en résulte un fumier peu composté, immature, dont le rapport C/N varie entre 25 et 50 et le rapport N_{NH_3}/N_{Tot} , entre 9 et 37 %. Le rapport C/N en fin de bande est d'autant plus élevé que la quantité de litière utilisée est importante. Dans une optique de commercialisation de ce produit, il serait donc inévitable de réaliser un vrai compostage de cette litière afin d'en contrôler les pathogènes, de réduire le taux d'azote ammoniacal ainsi que le taux d'humidité. Toutefois, la teneur élevée en cuivre (de 185 à 241 ppm sur base de matière sèche) pourrait limiter le potentiel de valorisation du compost obtenu (compost de type B). Le projet a cependant mis en évidence le potentiel de compostage de cette litière. Il a montré également que la réutilisation immédiate de la litière après un compostage *in situ* n'était pas possible compte tenu du peu de temps disponible entre l'élevage de deux bandes successives.

Les pertes importantes d'azote au bâtiment diminuent le rapport N: P_2O_5 du fumier à environ 0,7:1 au lieu de 1,5:1 pour le lisier de porc d'engraissement. Ce ratio est équivalent à celui obtenu en litière biomâtrisée. La problématique du déficit d'azote par rapport au phosphore dans le but de combler les besoins des cultures déjà présente dans le lisier est donc aggravée dans le cas de la litière. D'autre part, il ne semble pas évident de trouver des pratiques de gestion de la litière qui puisse permettre de réduire ces pertes d'azote. L'aération et le brassage de la litière, dans le cas de l'élevage sur litière biomâtrisée, ont plus pour effet de modifier les formes sous lesquelles l'azote est perdu que de modifier la quantité volatilisée. Comme en litière biomâtrisée, les quantités d'humus stable apportées au sol seront supérieures à la gestion conventionnelle considérant les coefficients isohumiques plus élevés des fumiers et composts et l'absence de lignine dans les lisiers.

La technique d'élevage sur litière mince, telle que pratiquée au cours de l'expérimentation, a amené une diminution des volumes à gérer de 36 % par rapport à une gestion conventionnelle. La gestion conventionnelle considérait l'utilisation de trémies-abreuvoirs ayant une efficacité de réduction de 25 % de lisier produit au bâtiment et incluait les eaux de précipitations dans une fosse sans toiture. En conditions d'été, la réduction de volume obtenue par l'élevage sur litière est plutôt de 44 %. Cette technique amène une gestion uniquement solide des déjections contrairement à certaines technologies à la ferme (séparateurs, tamis, ...) qui impliquent une gestion à la fois solide et liquide des déjections.

Sur le plan zootechnique, les données compilées indiquent que la production sur litière a peu d'incidences négatives sur la santé des animaux lorsque les autres aspects de la gestion de l'élevage sont bien maîtrisée (génétique, contrôle d'ambiance, etc.). Le projet a cependant mis en évidence l'augmentation du taux de parasitisme par les vers de type *Ascaris* dans le cas de l'élevage sur litière. Il faut toutefois rappeler l'incidence élevée de ce vers dans l'ensemble du troupeau, pour l'élevage sur litière comme pour l'élevage conventionnel. D'autre part, les observations effectuées par le vétérinaire sur d'autres élevages sur litière indiqueraient des problèmes respiratoires plus importants lorsque la génétique ou les conditions de logement sont déficientes.

Quant aux performances de croissance, la présence simultanée de porcs produits sur litière mince et sur gestion liquide chez le même producteur, permet de conclure que les performances sont équivalentes pour ces deux types d'élevage. Globalement sur deux années de production, le gain moyen quotidien technique et l'indice de classement technique favorisent légèrement la gestion conventionnelle sur lisier alors que le taux de mortalité plus faible favorise l'élevage sur litière mince.

Sur le plan environnemental, la technique d'élevage sur litière offre l'avantage d'une part de réduire les volumes à gérer et, d'autre part, de générer un produit solide plus intéressant que le lisier à plusieurs égards. Ainsi, la forme solide du produit ainsi que la proportion importante d'azote sous forme organique en font un produit plus stable que le lisier, ce qui constitue un atout majeur en regard de la contamination des eaux de surface et des eaux souterraines. D'autre part, la concentration de cette litière en certains éléments fertilisants tels que le phosphore et le potassium, ainsi que son faible potentiel de production d'odeurs en font un produit qu'il est intéressant de valoriser dans une région à vocation touristique ou de villégiature ou d'exporter hors d'une région en surplus.

La technique implique par contre des pertes plus importantes d'azote gazeux au bâtiment que la production sur lisier. Ces pertes sont d'abord sous forme de NH_3 , gaz associé à la génération de précipitations acides, mais également de N_2O , gaz associé à l'effet de serre et à la destruction de la couche d'ozone. Bien qu'un bilan global de l'azote n'ait pas été réalisé sur l'ensemble de la chaîne de gestion de la litière, les pertes plus importantes au bâtiment et l'augmentation du ratio N organique/N total du produit final laisse entrevoir des pertes d'azote moins importantes, lors de l'entreposage et de l'épandage, qu'en gestion conventionnelle.

Les concentrations en gaz et en micro-organismes ont été comparables aux niveaux rencontrés dans les bâtiments conventionnels, à l'exception des thermoactinomycètes et des champignons

de type *Aspergillus fumigatus*, qui sont des organismes spécifiques aux litières et aux composts. Le port d'un masque muni de filtres de type HEPA (*high efficiency particulate air filters*) offrirait une protection efficace aux travailleurs contre les maladies susceptibles d'être engendrées par ces organismes.

Sur le plan économique, la construction d'un bâtiment sur litière s'est révélée moins dispendieuse qu'un bâtiment conventionnel et ce, malgré la plus grande superficie allouée par porc. Les coûts évalués sont de \$ 250. par emplacement de porc à l'engraissement comparativement à des coûts de l'ordre de \$ 300. pour un bâtiment conventionnel (\$265. en excluant la structure d'entreposage) (Gagnon, 1999). La plus grande complexité d'un bâtiment d'élevage sur lisier ainsi que la construction de la structure d'entreposage explique en grande partie cette différence.

Le coût d'opération relié à la gestion de la litière, comprenant l'achat de la litière, sa gestion au bâtiment ainsi que sa disposition par traitement de compostage, a été de \$ 7,94 par porc produit. Ce coût est surtout influencé par l'achat de la litière, qui a représenté 57 % du coût de gestion, alors que la disposition de la litière en a représenté 24 % et la manutention à la ferme, 19 %. Si la litière avait été épandue à une distance équivalente de 20 km, un coût de gestion de \$ 7,61 par porc produit aurait été obtenu. Par ailleurs, plusieurs situations peuvent mener à un coût de gestion inférieur pour la litière : prix inférieur pour l'achat de litière, utilisation de sciure humide en début d'élevage, réduction de la quantité apportée en début d'élevage, élimination du coût de traitement (receveur pour l'épandage de la litière), mécanisation des apports en cours d'élevage (pour un bâtiment de plus grande taille).

Le coût relié au chauffage est de \$ 1,17 par porc produit et est relativement faible en raison du taux de ventilation d'hiver qui a été maintenu à un minimum. D'autre part, bien que la consommation d'électricité par les ventilateurs n'ait pas été mesurée, la capacité du système installé ainsi que les consignes programmées laissent croire que cette consommation n'aurait pas été différente d'un élevage conventionnel. Ainsi, le maintien d'un taux d'humidité plus faible au bâtiment se serait traduit par une augmentation supplémentaire du coût de chauffage et de ventilation.

Finalement, les performances zootechniques observées au cours du projet ainsi que les performances globales mesurées pour l'ensemble des porcs produits par l'entreprise ne laissent entrevoir aucune différence entre la rentabilité économique des deux types d'élevage à cet égard.

Au global, le coût de production du porc à l'engraissement sur litière se différencie de celui de l'élevage conventionnel au chapitre de la gestion des déjections et du contrôle d'ambiance. En élevage conventionnel, le coût de gestion du lisier aurait été de \$ 4,46 par porc produit avec épandage du lisier à 20 km et le coût de chauffage de \$ 0,66 par porc produit. Ainsi, des coûts supplémentaires de \$ 3,67 par porc produit ont été obtenus dans le cas de l'élevage sur litière soit \$ 3,15 supplémentaires pour la gestion des déjections et \$ 0,52 pour le chauffage. Il faut toutefois noter que compte tenu de la qualité du produit généré, la litière pourrait présenter une valeur marchande plus élevée que celle du lisier, particulièrement pour une entreprise située hors d'une région en surplus.

Sur le plan du génie rural, le suivi des conditions d'ambiance a démontré le lien entre le contrôle des conditions d'ambiance et l'utilisation de litière. Le choix effectué au cours de ce projet a été de maintenir le débit de ventilation au minimum, sans nuire à la santé des animaux (sous les débits de ventilation recommandés pour un élevage conventionnel de 1,2 à 2,4 L/s (CPVQ-CPAQ, 1998)). Ce choix a limité les besoins en chauffage mais a du même coup augmenté les besoins en litière sèche afin d'absorber l'humidité non évacuée du bâtiment. Il en a résulté une augmentation du volume et de la teneur en eau du fumier produit ainsi qu'une augmentation du taux d'humidité au bâtiment allant jusqu'à provoquer de la condensation sur les murs. Cependant, aucun effet n'a été décelé sur les performances de croissance. D'autre part, et compte tenu de ces nombreux effets, il est difficile de conclure sur la pertinence économique de cette option (réduction des coûts de chauffage vs augmentation du coût de gestion de la litière). Il est toutefois recommandé, dans un but sanitaire et de durabilité des infrastructures, de maintenir un taux d'humidité relative suffisamment bas afin d'éviter la condensation sur les murs.

Le suivi de la litière indique qu'un volume produit de 0,35 m³ par porc produit doit être considéré pour ce type d'élevage, soit l'équivalent de 4,0 L par porc par jour pour une durée d'engraissement moyenne de 87 jours. Pour des fins de calcul de capacité d'entreposage, le volume de fumier par porc produit devrait être préféré à celui du volume quotidien. En effet, le volume total est beaucoup plus influencé par le contrôle d'ambiance que par la durée de présence en parc. D'autre part, et compte tenu de l'exception réglementaire qui prévaut encore pour l'entreposage de litière de porc au champ, il s'avérerait intéressant pour le développement de la production porcine sur litière de déterminer dans quelles limites cet entreposage au champ devrait pouvoir se faire.

6 BIBLIOGRAPHIE

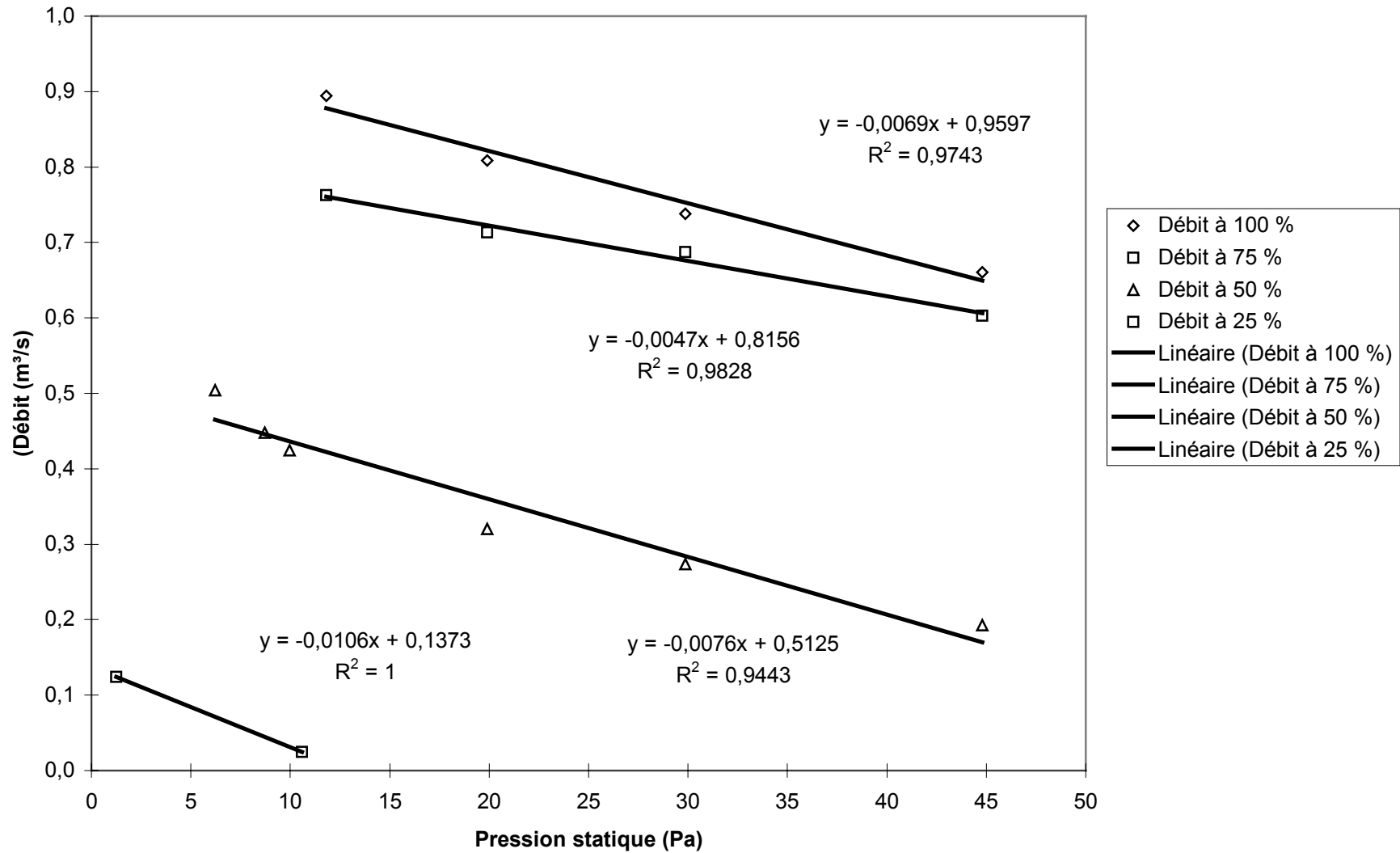
- ACGIH (1993). *Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices*. 1993-1994. Cincinnati, OH. American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
- BNQ (1996). *Amendements organiques – Composts*. CAN/BNQ 0413-200. Norme nationale du Canada. Bureau de normalisation du Québec. 29 p.
- BPR (1994). *L'élevage sur litière biomaîtrisée; 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 (1996). Rapport final : *Impact environnemental de l'élevage du porc sur litière*. Fédération des producteurs de porcs du Québec, 1996. 64 p.
- Connor, M.L., L. Onisschuk, 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 Innovation for Swine Housing. Regina, Saskatchewan, July 14, 1994. CSAE Paper 94-232,.
- CPAQ (1995). *Guide du porc*, Section : *Alimentation*, Feuillelet : *Facteurs de croissance*, AGDEX 440.50. Conseil des productions animales du Québec inc.
- CPVQ-CPAQ (1998). *La ventilation dans les porcheries et autres bâtiments d'élevage*, AGDEX 771. Conseil des productions végétales du Québec inc. 174 p.
- CPAQ (1998). *Estimation des rejets d'azote et de phosphore par les animaux d'élevage, bovins laitiers, de boucherie et porcs*. Conseil des productions animales du Québec inc. Mai 1998. 26 p.
- CRÉAQ (1998). *Machinerie : coûts et taux à forfait suggérés*. Agdex 740/825. Le Comité de Références Économiques en Agriculture du Québec. Groupe GÉAGRI inc. 14 p.
- Fortier, M. (1996). *Élevage de porcs sur litières ± profondes*. Visite d'élevages de porcs à l'engrais sur litière, MAPAQ. 12 p.
- 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 cost!*. 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. pp.1040-1048.
- Gagnon, P., M. Morisset et S. Lebeau (1994). *Les coûts de la gestion du lisier (1991) des exploitations porcines du Québec*. Groupe de recherche en économie et politique agricoles, Université Laval. 215p.

- Gagnon, P. (1999). *Communication personnelle*. Société du crédit agricole, Victoriaville.
- GREPA-BPR (1998). *Le recensement agroenvironnemental des entreprises porcines du Québec*. Groupe de recherche en économie et politique agricoles, Université Laval, Québec. 150p. + annexes.
- Lapointe, R. (1999). *Engraissement de porcs sur litière*. Rapport dans le cadre du volet *Introduction de nouvelles technologies du Programme d'aide aux entreprises agroalimentaires*. MAPAQ.
- 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). pp.195-203.
- Luymes, J.C. (1995). *Eco barn : a description of an animal welfare-friendly hog feeder facility*. Presented at the Oct. 1-3, 1995 Pacific Northwest Section Meeting, ASAE Paper PNW95-401.
- Martel, R. (1999). *Optimisation de l'ambiance et de la gestion solide du fumier d'une porcherie d'engraissement*. Programme d'essai et expérimentation en agro-alimentaire Eider II, N° 24-717257-01008. MAPAQ.
- Nolet, L. et L. Senay (1995). *Élevage de porcs sur litière mince*. Colloque sur la production porcine 1995. CPAQ. pp.33-38.
- Pigeon, S., G. Gingras, D. Nault et S. Godbout (1998). *Transport et traitement des fumiers et lisiers*. Colloque Agri-Vision Montérégie. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Saint-Hyacinthe, 8 décembre 1998. pp99-117.
- RQMT (1994). *Règlement sur la qualité du milieu de travail*. S-2.1, r.15. Éditeur officiel du Québec. 1994.
- Rylander, R. (1985). *Organic Dusts and Lung Reactions. Exposure Characteristics and Mechanisms for Disease*. Scandinavian Journal for Working Environment Health. 11 :199-206.
- 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.

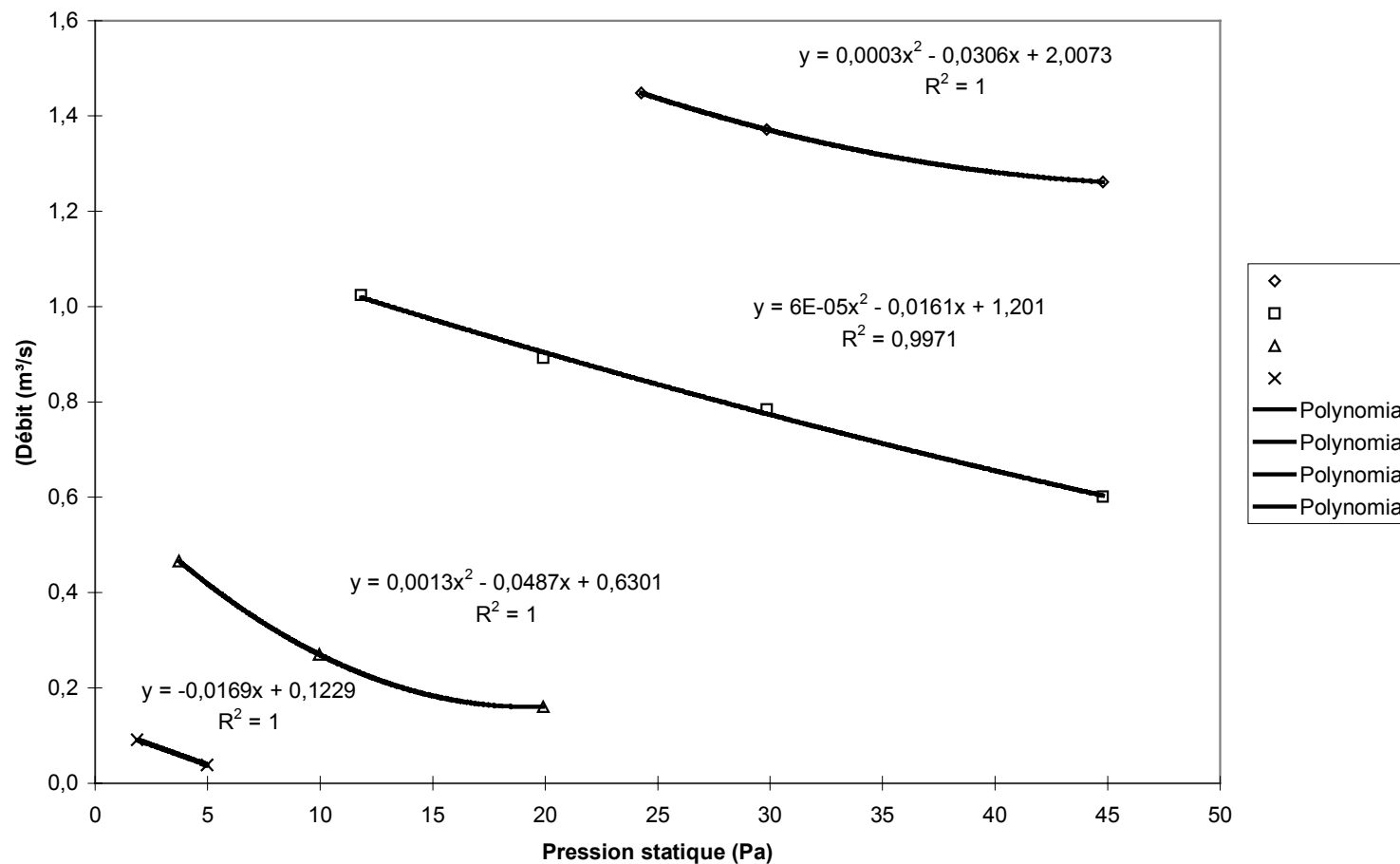
ANNEXE 1

Courbes de calibration des ventilateurs

Débit du ventilateur de 16" en fonction de la pression statique pour différent pourcentage de vitesse sur le contrôleur



Débit du ventilateur de 20" en fonction de la pression statique pour différent pourcentage de vitesse sur le contrôleur



ANNEXE 2

Rapport SA-98-06 de l'IRSST

ÉVALUATION DES CONTAMINANTS CHIMIQUES

ET BIOLOGIQUES AÉROPORTÉS DANS UNE PORCHERIE

UTILISANT LA TECHNIQUE D'ÉLEVAGE SUR LITIÈRE MINCE

ANNEXE 3

Résultats des analyses de litière

Analyses Chimiques (base humide)									
		Résultats							
		Bande 1		Bande 2		Bande 3		Bande 4	
Analyse	Unités	Parc 3	Parc 4	Parc 3	Parc 4	Parc 3	Parc 4	Parc 1	Parc 2
Matière sèche	%	34,0	33,9	30,3	31,0	32,5	34,6	40,5	35,8
Azote total	kg/ t b.h.	3,80	3,79	3,80	5,66	4,44	5,76	5,49	5,13
Phosphore	kg/ t b.h.	3,39	3,57	2,25	2,88	2,65	2,56	4,14	3,31
P2O5	kg/ t b.h.	7,76	8,18	5,15	6,60	6,07	5,86	9,47	7,58
Potassium	kg/ t b.h.	5,65	5,65	3,48	3,68	4,37	4,53	6,62	5,28
K2O	kg/ t b.h.	6,78	6,78	4,18	4,42	5,24	5,44	7,97	6,36
Magnésium	kg/ t b.h.	1,30	1,39	0,91	1,09	1,15	1,14	n/d	n/d
Calcium	kg/ t b.h.	4,82	5,23	3,77	4,82	4,55	4,52	n/d	n/d
N-Ammoniacal	kg/ t b.h.	0,98	0,55	0,94	1,34	1,10	1,03	n/d	n/d
Matière organique	% b.h.	30,4	29,8	27,8	28,0	29,3	31,5	n/d	n/d
C/N		46,0	45,0	42,4	28,7	38,3	31,7	n/d	n/d
Cuivre	ppm b.h.	75,1	81,6	n/d	n/d	n/d	n/d	86	72
Zinc	ppm b.h.	134,8	138	n/d	n/d	n/d	n/d	115	97
pH		8,8	8,6	8,3	8,2	8,1	8,2	n/d	n/d

Analyses Chimiques (base humide) (suite)											
		Résultats									Paille sèche
		Bande 5			Bande 6		Sciure et planure sèches				
Analyse	Unités	Parc 3	Parc 4	Compost	Parc 3	Parc 4	Échan. 1	Échan. 2	Échan. 3	Échan. 4	
Matière sèche	%	32,9	31,4	30,3	38,8	39,7	91,4	86,4	90,1	89,1	87,8
Azote total	kg/ t	5,23	4,92	5,02	6,40	8,15	0,39	0,95	0,95	2,13	7,17
Phosphore	kg/ t	3,07	2,71	2,73	3,59	3,78	0,04	< 0,23	< 0,19	< 0,15	1,56
P2O5	kg/ t	7,03	6,20	6,25	8,22	8,65	0,09	< 0,53	< 0,44	< 0,34	3,57
Potassium	kg/ t	4,17	3,71	4,16	5,84	5,93	0,73	1,92	1,15	< 0,48	13,13
K2O	kg/ t	5,02	4,47	5,01	7,03	7,14	0,88	2,31	1,39	n/d	15,82
Magnésium	kg/ t	n/d	n/d	n/d	1,70	1,75	0,18	n/d	n/d	< 0,05	n/d
Calcium	kg/ t	n/d	n/d	n/d	4,49	4,75	0,99	n/d	n/d	0,68	n/d
N-Ammoniacal	kg/ t	n/d	n/d	n/d	1,08	0,74	0,03	n/d	n/d	< 0,14	n/d
Matière organique	%	n/d	n/d	n/d	35,2	36,0	90,8	n/d	n/d	88,7	n/d
C/N		n/d	n/d	n/d	32	25,6	1358	n/d	n/d	241	n/d
Cuivre	ppm	66	58	64	93,1	90,3	n/d	< 4	< 3	< 2,41	< 5
Zinc	ppm	91	83	90	112	114	n/d	< 15	< 12	< 10	< 20
pH		n/d	n/d	n/d	8,1	8,0	5,1	n/d	n/d	4,6	n/d

Analyses Chimiques (base sèche)									
		Résultats							
		Bande 1		Bande 2		Bande 3		Bande 4	
Analyse	Unités	Parc 3	Parc 4	Parc 3	Parc 4	Parc 3	Parc 4	Parc 1	Parc 2
Matière sèche	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Azote total	kg/ t b.s.	11,18	11,18	12,54	18,26	13,66	16,65	13,56	14,33
Phosphore	kg/ t b.s.	9,97	10,53	7,43	9,29	8,15	7,40	10,22	9,25
P2O5	kg/ t b.s.	22,82	24,13	17,00	21,29	18,68	16,94	23,39	21,16
Potassium	kg/ t b.s.	16,62	16,67	11,49	11,87	13,45	13,09	16,35	14,75
K2O	kg/ t b.s.	19,94	20,00	13,80	14,26	16,12	15,72	19,69	17,77
Magnésium	kg/ t b.s.	3,82	4,10	3,00	3,52	3,54	3,29	n/d	n/d
Calcium	kg/ t b.s.	14,18	15,43	12,44	15,55	14,00	13,06	n/d	n/d
N-Ammoniacal	kg/ t b.s.	2,88	1,62	3,10	4,32	3,38	2,98	n/d	n/d
Matière organique	% b.s.	89,5	87,9	91,9	90,3	90,1	91,0	n/d	n/d
C/N		46,0	45,0	42,4	28,7	38,3	31,7	n/d	n/d
Cuivre	ppm b.s.	221	241	n/d	n/d	n/d	n/d	212	201
Zinc	ppm b.s.	396	407	n/d	n/d	n/d	n/d	284	271
pH		8,8	8,6	8,3	8,2	8,1	8,2	n/d	n/d

Analyses Chimiques (base sèche) (suite)											
		Résultats									
		Bande 5			Bande 6		Sciure et planure sèches				Paille sèche
Analyse	Unités	Parc 3	Parc 4	Compost	Parc 3	Parc 4	Échan. 1	Échan. 2	Échan. 3	Échan. 4	
Matière sèche	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Azote total	kg/ t b.s.	15,90	15,67	16,57	16,49	20,53	0,43	1,10	1,05	2,39	8,17
Phosphore	kg/ t b.s.	9,33	8,63	9,01	9,25	9,52	0,04	< 0,27	< 0,21	< 0,17	1,78
P2O5	kg/ t b.s.	21,36	19,75	20,62	21,18	21,79	0,10	< 0,61	< 0,49	< 0,38	4,07
Potassium	kg/ t b.s.	12,67	11,82	13,73	15,05	14,94	0,80	2,22	1,28	< 0,54	14,95
K2O	kg/ t b.s.	15,27	14,23	16,54	18,13	17,99	0,96	2,68	1,54	n/d	18,01
Magnésium	kg/ t b.s.	n/d	n/d	n/d	4,38	4,41	0,20	n/d	n/d	< 0,06	n/d
Calcium	kg/ t b.s.	n/d	n/d	n/d	11,57	11,96	1,08	n/d	n/d	0,76	n/d
N-Ammoniacal	kg/ t b.s.	n/d	n/d	n/d	2,78	1,86	0,03	n/d	n/d	< 0,16	n/d
Matière organique	%	n/d	n/d	n/d	80,7	90,6	99,30	n/d	n/d	99,6	n/d
C/N		n/d	n/d	n/d	32,0	25,6	1358	n/d	n/d	241	n/d
Cuivre	ppm b.s.	201	185	211	240	227	n/d	< 4,6	< 3,3	< 2,71	< 5,7
Zinc	ppm b.s.	277	264	297	289	287	n/d	< 17,4	< 13,3	< 11,2	< 22,8
pH		n/d	n/d	n/d	8,1	8,0	5,1	n/d	n/d	4,6	n/d

Analyses microbiologiques									
		Résultats							
		Bande 1		Bande 2		Bande 3		Bande 4	
Analyse	Unités	Parc 3	Parc 4	Parc 3	Parc 4	Parc 3	Parc 4	Parc 1	Parc 2
<i>Salmonella</i>		Négatif	Négatif	Négatif	Négatif	Négatif	Négatif	Négatif	Négatif
Dénombrement total aérobie	bactéries/g	6×10^7	4×10^7	$> 3 \times 10^7$	2×10^7	$1,2 \times 10^9$	$1,5 \times 10^8$	$3,7 \times 10^8$	$2,0 \times 10^8$
Colliformes totaux	bactéries/g	8×10^4	$7,4 \times 10^5$	3×10^6	$8,8 \times 10^4$	$5,1 \times 10^6$	$4,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^6$	$9,6 \times 10^5$
<i>E. coli</i>	bactéries/g	$6,6 \times 10^4$	$4,0 \times 10^5$	2×10^6	$4,5 \times 10^4$	$1,4 \times 10^5$	$1,3 \times 10^5$	$3,1 \times 10^6$	$7,1 \times 10^5$
<i>Clostridium perfringens</i>	bactéries/g	0	0	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
<i>Aspergillus fumigatus</i>	champignon/g	0	0	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Dénombrement œufs de parasites	œufs/g	50 ¹	966 ¹	Négatif	Négatif	3 / 5g ³	Négatif	26 / 5g	6 / 5g
	larves/g	112 ²	76 ²	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Thermoactinomycètes	UFC/g humide	n/d	n/d	$5,5 \times 10^3$	$6,3 \times 10^4$	$5,1 \times 10^4$	$4,0 \times 10^4$	$> 3,0 \times 10^6$	$2,9 \times 10^5$

Analyses microbiologiques (suite)											
		Résultats									
		Bande 5			Bande 6		Sciure et planure sèches				Paille sèche
Analyse	Unités	Parc 3	Parc 4	Compost	Parc 3	Parc 4	Échan. 1	Échan. 2	Échan. 3	Échan. 4	
<i>Salmonella</i>		Négatif	Négatif	Négatif	Négatif	Négatif	Négatif	Négatif	n/d	Négatif	Négatif
Dénombrement total aérobie	bactéries/g	$5,7 \times 10^8$	$5,7 \times 10^8$	$2,5 \times 10^8$	$> 1 \times 10^8$	$> 1 \times 10^8$	$1,2 \times 10^2$	$2,7 \times 10^2$	n/d	1×10^1	$3,4 \times 10^6$
Colliformes totaux	bactéries/g	$7,0 \times 10^5$	$2,5 \times 10^5$	$2,0 \times 10^5$	$4,7 \times 10^5$	$5,0 \times 10^4$	< 10	< 10	n/d	< 10	< 10
<i>E. coli</i>	bactéries/g	$2,5 \times 10^5$	$1,0 \times 10^5$	$9,1 \times 10^4$	$3,8 \times 10^5$	$4,5 \times 10^4$	< 10	< 10	n/d	< 10	< 10
<i>Clostridium perfringens</i>	bactéries/g	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	n/d	< 10	< 10
<i>Aspergillus fumigatus</i>	champignon/g	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	n/d	< 10	< 10
Dénombrement œufs de parasites	œufs/g	117/ 5g	990/ 5g	950/ 5g	2,5 / 5g	555/ 5g	Négatif	Négatif	n/d	Négatif	Négatif
	larves/g	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	Négatif	Négatif	n/d	Négatif	Négatif
Thermoactinomycètes	UFC/g humide	$6,3 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	$6,5 \times 10^2$	$5,9 \times 10^2$	$2,2 \times 10^5$	n/d		n/d	$1,0 \times 10^1$	$5,6 \times 10^4$

¹ de nématodes, possiblement *Strongyloides*

³ 3 œufs d'*ascaris suis* / 5 g

² de nématodes

⁴ présence d'œufs ressemblant à 2 *strongyloides* et 1 Strongle

ANNEXE 4

Données pour le calcul du bilan de l'azote et du phosphore.

Consommation de moulée, d'azote et de phosphore par les porcs pour les six bandes d'élevage.

	Type	Quantité (kg)	Protéine		Quantité N (kg)	Phosphore		Quantité totale	
			(%)	(kg)		(%)	(kg)	Azote (kg)	Phosphore (kg)
LOT # 1	Phase 2	2840	18,0	511,2	81,8	0,65	18,46	664,07	161,09
	Phase 3	3910	17,3	676,4	108,2	0,64	25,02		
	Phase 4	4058	16,5	669,6	107,1	0,63	25,57		
	Phase 5	4128	16,0	660,5	105,7	0,62	25,59		
	Phase 6	4649	15,0	697,4	111,6	0,61	28,36		
	Phase 7	6682	14,0	935,4	149,7	0,57	38,08		
LOT # 2	Phase 2	4110	18,0	739,8	118,4	0,65	26,72	608,34	146,17
	Phase 3	3940	17,3	681,6	109,1	0,64	25,22		
	Phase 4	4028	16,5	664,6	106,3	0,63	25,38		
	Phase 5	3100	16,0	496,0	79,4	0,62	19,22		
	Phase 6	4511	15,0	676,7	108,3	0,61	27,52		
	Phase 7	3882	14,0	543,4	86,9	0,57	22,13		
LOT # 3	Phase 2	3790	18,0	682,2	109,2	0,65	24,64	608,21	147,33
	Phase 4	7188	16,5	1186,0	189,8	0,63	45,28		
	Phase 5	4028	16,0	644,5	103,1	0,62	24,97		
	Phase 6	4148	15,0	622,2	99,6	0,61	25,30		
	Phase 7	4760	14,0	666,4	106,6	0,57	27,13		
LOT # 4	Phase 2	n/a	18,0	n/a	n/a	0,65	n/a	n/d	n/d
	Phase 3	n/a	17,3	n/a	n/a	0,64	n/a		
	Phase 4	n/a	16,5	n/a	n/a	0,63	n/a		
	Phase 5	n/a	16,0	n/a	n/a	0,62	n/a		
	Phase 6	n/a	15,0	n/a	n/a	0,61	n/a		
	Phase 7	n/a	14,0	n/a	n/a	0,57	n/a		
LOT # 5	Phase 2	2070	18,0	372,6	59,6	0,65	13,46	624,90	151,75
	Phase 3	3970	17,3	686,8	109,9	0,64	25,41		
	Phase 4	4070	16,5	671,6	107,4	0,63	25,64		
	Phase 5	4030	16,0	644,8	103,2	0,62	24,99		
	Phase 6	4070	15,0	610,5	97,7	0,61	24,83		
	Phase 7	6567	14,0	919,4	147,1	0,57	37,43		
LOT # 6	Phase 2	2240	18,0	403,2	64,5	0,65	14,56	651,30	157,32
	Phase 3	4010	17,3	693,7	111,0	0,64	25,66		
	Phase 4	6060	16,5	999,9	160,0	0,63	38,18		
	Phase 5	4506	16,0	721,0	115,4	0,62	27,94		
	Phase 6	4030	15,0	604,5	96,7	0,61	24,58		
	Phase 7	4631	14,0	648,4	103,7	0,57	26,40		

kg protéines = kg moulée * (% protéines / 100)

kg N = kg protéines / 6,25

kg P = kg moulée * (% P / 100)

Total N=somme(kg N de toutes phases)

Total P=somme(kg P de toutes phases)

Quantités retenues et rejetées selon les données du CPAQ (1998).

AZOTE	Consommé ¹	Retenu par les porcs ²	Rejeté sous queue ⁴	Rejeté sous queue + contenu litière ⁵	Litière totale ⁶	Perte de N au bâtiment ⁷	
	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(%)
Bande #1	664	229	435	438	121	318	72,5
Bande #2	608	206	402	407	207	199	49,0
Bande #3	608	201	407	411	184	227	55,3
Bande #4	n/d	227	n/d	n/d	178	n/d	n/d
Bande #5	625	221	404	408	182	226	55,5
Bande #6	651	226	426	429	244	185	43,1
TOTAL ⁸	3157	1083	2074	2093	937	1156	55,2

PHOS-PHORE	Consommé ¹	Retenu par les porcs ³	Rejeté sous queue ⁴	Rejeté sous queue + contenu litière ⁵	Litière totale ⁶	Perte de P au bâtiment ⁷	
	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(%)
Bande #1	161	60	101	102	111	-9	-8,9
Bande #2	146	54	92	93	112	-19	-20,9
Bande #3	147	52	95	95	94	2	1,7
Bande #4	n/d	59	n/d	n/d	124	n/d	n/d
Bande #5	152	58	94	95	103	-9	-9,3
Bande #6	157	59	98	99	124	-25	-25,4
TOTAL ⁸	764	282	481	483	544	-61	-12,6

¹ Selon moulée consommée

² N retenu: 23 g N / kg de gain poids vif (CPAQ, 1998)

³ P retenu: 6 g P / kg de gain poids vif (CPAQ, 1998)

⁴ rejeté = consommé - retenu

⁵ Inclut la litière fraîche

⁶ litière totale: basé sur les analyses de fumier et la quantité évacuée

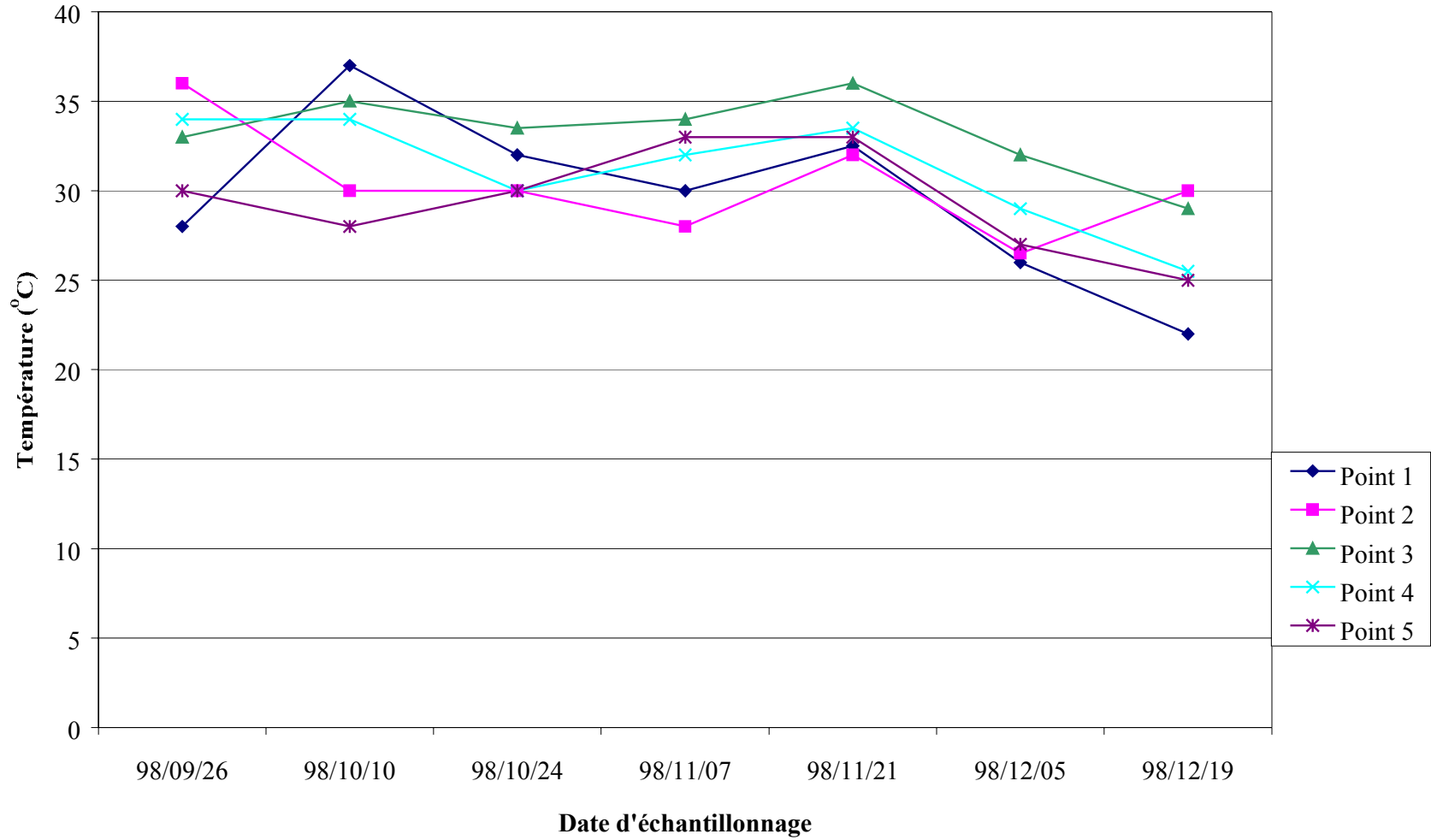
⁷ Perte au bâtiment = (litière totale) - (rejeté + lit.)

⁸ Exclut la bande 4

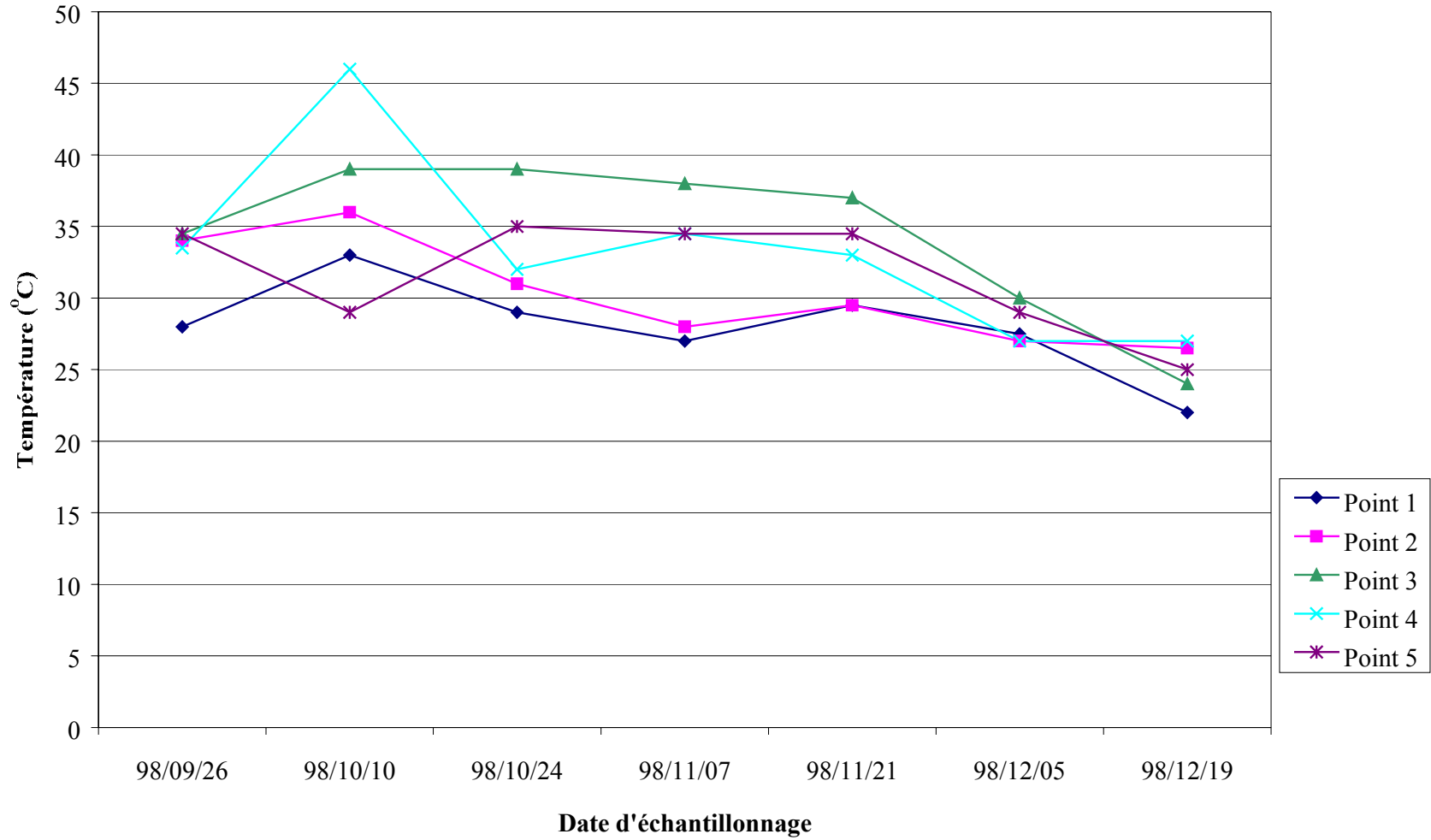
ANNEXE 5

**Graphiques des températures de la litière
pour les parcs 1 et 2 de la bande 4**

Bande 4 parc 1



Bande 4 parc 2



ANNEXE 6

Performances zootechniques calculées avec le logiciel LOGIPORC

Éric Nadeau, agr., Coopérative La Seigneurie

RAPPORT DE BANDE

```

-----
:Éleveur...: 155  LOT ETE
:
:
:Bande.....: 973901  Type de bande.: BANDE D'ENGRAISSEMENT          du 12/06/97 au 23/09/97
:Origine principale...:                               : Type génétique.....:
:Représentant.....:                               : Abattoir.....:
:Fabricant de moulée ..:                               : Moulée ramenée à 87.0% de MS
-----
    
```

```

-----
: Âge moyen à l'entrée..... ( j) :                               :: Crédit total en engraissement.. ( kg) : 10208:
: Poids moyen à l'entrée..... (kg) : 24.1 :: GMQ technique en Engraissement (g/j) : 925:
: Poids vif moyen des sortis..... (kg) : 106.9 :: GMQ économique en Engraissement (g/j) : 911:
: Durée de présence en Engraissement( j) : 89.6 :: IC technique en Engraissement..... : 2.76:
RESULTATS TECHNIQUES : Durée d'occupation.....( j) : 103.0 :: IC économique en Engraissement..... : 2.80:
: Nombre de jours d'utilisation ....( j) : 103.0 :: Croissance /100 kilos de moulée ( kg) : 36.3:
ENGRAISSEMENT : Âge moyen à la vente .....( j) :                               :: Nombre de places théoriques..... : 0:
: Age estimé à 100 kg .....( j) :                               :: Effectif moyen présent..... : 107:
-----
:                               :: Taux d'occupation.....( %) : 0:
: Pertes          Nombre Kg Vifs   % An :: Poids vif produit/place/an.....( kg) : 0.0:
:                               :: Rendement à l'abattage.....( %) : 79.0:
: Mortalités.....:          2   75.0   1.6:: Poids moyen des carcasses vendues(kg) : 84.5:
: Saisies.....:          0   0.0   0.0:: Indice de classement carcasses..... : 107.7:
: Total des pertes.....:          2   75.0   1.6:: Taux de Conversion carcasses..... : 2.70:
:                               :: Kilos sortis.....:13047.22:
:                               :: Kilos produits.....:10058.22:
:                               :: Porcs sortis..... : 122:
:                               :: Porcs produits..... : 121:
-----
    
```


QUANTITE DE MOULEE CONSOMMEE							
ANALYSE DES CONSOMMATIONS DE MOULEES	Quantité	par	en	/kg	/jour	/place	
: Moulée ramenée à 87.0% de MS:	en kg	porc	%	produit	pré-	de porc	
		produit:			sence:	/an	
:PHYSIO FEMELLE PH. 2	2840:	23.4	10.1:	0.3:	0.3:	0.0:	
:PHYSIO FEMELLE PH. 3	3910:	32.2	13.9:	0.4:	0.4:	0.0:	
:PHYSIO FEMELLE PH. 4	4058:	33.4	14.4:	0.4:	0.4:	0.0:	
:PHYSIO FEMELLE PH. 5	4128:	34.0	14.7:	0.4:	0.4:	0.0:	
:PHYSIO FEMELLE PH. 6	4649:	38.3	16.5:	0.5:	0.4:	0.0:	
:PHYSIO FEMELLE PH. 7	8559:	70.5	30.4:	0.8:	0.8:	0.0:	
:Total moulée consommée	28144:	231.8	100.0:	2.8:	2.6:	0.0:	

QUANTITE DE MOULEE CONSOMMEE							
ANALYSE DES CONSOMMATIONS DE MOULEES	Quantité totale en kg	par porc produit:	en % :	/kg produit:	/jour: pré- sence:	/place de porc: /an	:
: Moulée ramenée ... 87.0% de MS:	:	:	:	:	:	:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 2	: 4110:	35.8	: 17.1:	0.5:	0.4:	0.0:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 3	: 3940:	34.3	: 16.4:	0.4:	0.4:	0.0:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 4	: 4028:	35.1	: 16.8:	0.4:	0.4:	0.0:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 5	: 3100:	27.0	: 12.9:	0.3:	0.3:	0.0:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 6	: 4038:	35.2	: 16.8:	0.4:	0.4:	0.0:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 7	: 4822:	42.0	: 20.1:	0.5:	0.5:	0.0:	:
:Total moulée consommée	: 24038:	209.3	:100.0:	2.7:	2.3:	0.0:	:

QUANTITE DE MOULEE CONSOMMEE							
ANALYSE DES CONSOMMATIONS DE MOULEES	Quantité totale en kg	par porc produit:	en % :	/kg produit:	/jour pré-	/place de porc	
: Moulée ramenée ... 87.0% de MS:	:	:	:	:	:	:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 2	: 3790:	: 31.4 :	: 15.3:	: 0.4:	: 0.4:	: 0.0:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 4	: 7188:	: 59.6 :	: 29.1:	: 0.8:	: 0.7:	: 0.0:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 5	: 4028:	: 33.4 :	: 16.3:	: 0.4:	: 0.4:	: 0.0:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 6	: 4148:	: 34.4 :	: 16.8:	: 0.5:	: 0.4:	: 0.0:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 7	: 5588:	: 46.4 :	: 22.6:	: 0.6:	: 0.6:	: 0.0:	:
:Total moulée consommée	: 24742:	: 205.2 :	: 100.0:	: 2.8:	: 2.4:	: 0.0:	:

1

RAPPORT
10/09/99

DE

BANDE

```

:-----:
:Eleveur ...: 155  LOT ETE
:
:
:
:Bande .....: 983901  Type de bande ..: BANDE D'ENGRAISSEMENT          du 30/05/98 au 28/09/98
:Origine principale :
: Représentant .....: Type génétique .....:
:Représentant .....: Abattoir .....:
:Fabricant de moulée ..: Moulée ramenée ... 87.0% de MS
:-----:
    
```

```

:-----:
: Age moyen ... l'entrée ..... ( j ) :      :: CroEt total en engraissement .. ( kg) : 10808:
: Poids moyen ... l'entrée ..... (kg) : 22.2 :: GMQ technique en Engraissement (g/j) : 867:
: Poids vif moyen des sortis ..... (kg) : 109.8 :: GMQ économique en Engraissement (g/j) : 863:
: Durée de présence en Engraissement( j) : 101.0 :: IC technique en Engraissement ..... : 2.58:
RESULTATS TECHNIQUES : Durée d'occupation .....( j) : 121.0 :: IC économique en Engraissement ..... : 2.59:
: Nombre de jours d'utilisation ....( j) : 121.0 :: Croissance /100 kilos de moulée ( kg) : 38.8:
ENGRAISSEMENT : Age moyen ... la vente .....( j) :      :: Nombre de places théoriques..... : 0:
: Age estimé ... 100 kg .....( j) :      :: Effectif moyen présent ..... : 103:
:-----:
: Pertes          Nombre Kg Vifs    % An :: Taux d'occupation .....( %) : 0:
:               :: Poids vif produit/place/an .....( kg) : 0.0:
:               :: Rendement ... l'abattage .....( %) : 79.0:
: Mortalités .....: 1  50.0    0.8:: Poids moyen des carcasses vendues(kg) : 86.8:
: Saisies .....: 0  0.0    0.0:: Indice de classement carcasses ..... : 107.8:
: Total des pertes .....: 1  50.0    0.8:: Taux de Conversion carcasses ..... : 2.60:
:               :: Kilos sortis ..... :13510.89:
:               :: Kilos produits ..... :10757.89:
:               :: Porcs sortis ..... : 123:
:               :: Porcs produits ..... : 123:
:-----:
    
```

QUANTITE DE MOULEE CONSOMMEE							
ANALYSE DES CONSOMMATIONS DE MOULEES	Quantité totale en kg	par porc produit:	en % :	/kg produit:	/jour: pré- sence:	/place de porc: /an	
: Moulée ramenée ... 87.0% de MS:	:	:	:	:	:	:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 2	: 2080:	16.9 :	7.5:	0.2:	0.2:	0.0:	
:PHYSIO FEMELLE PH. 3	: 4130:	33.6 :	14.8:	0.4:	0.3:	0.0:	
:PHYSIO FEMELLE PH. 4	: 7850:	64.0 :	28.2:	0.7:	0.6:	0.0:	
:PHYSIO FEMELLE PH. 5	: 3480:	28.4 :	12.5:	0.3:	0.3:	0.0:	
:PHYSIO FEMELLE PH. 6	: 4090:	33.3 :	14.7:	0.4:	0.3:	0.0:	
:PHYSIO FEMELLE PH. 7	: 6214:	50.6 :	22.3:	0.6:	0.5:	0.0:	
:Total moulée consommée	: 27844:	226.8 :	100.0:	2.6:	2.2:	0.0:	

RAPPORT DE BANDE

```

:-----:
:Eleveur ..: 155 LOT ETE
:
:
:
:Bande .....: 983903 Type de bande ..: BANDE D'ENGRAISSEMENT du 03/10/98 au 18/01/99
:Origine principale ...: Type génétique .....:
:Représentant .....: Abattoir .....:
:Fabricant de moulée ..: Moulée ramenée ... 87.0% de MS
:-----:
    
```

```

:-----:
: Age moyen ... l'entrée ..... ( j ) :      :: CroEt total en engraissement .. ( kg) : 10018:
: Poids moyen ... l'entrée ..... (kg) : 25.0 :: GMQ technique en Engraissement (g/j) : 1111:
: Poids vif moyen des sortis ..... (kg) : 111.5 :: GMQ économique en Engraissement (g/j) : 1084:
: Durée de présence en Engraissement( j) : 77.8 :: IC technique en Engraissement ..... : 2.59:
RESULTATS TECHNIQUES : Durée d'occupation .....( j) : 107.0 :: IC économique en Engraissement ..... : 2.65:
: Nombre de jours d'utilisation ....( j) : 107.0 :: Croissance /100 kilos de moulée ( kg) : 38.6:
ENGRAISSEMENT : Age moyen ... la vente .....( j) :      :: Nombre de places théoriques..... : 0:
: Age estimé ... 100 kg .....( j) :      :: Effectif moyen présent ..... : 84:
:-----:
: Pertes          Nombre Kg Vifs   % An :: Taux d'occupation .....( %) : 0:
:                :: Poids vif produit/place/an .....( kg) : 0.0:
:                :: Rendement ... l'abattage .....( %) : 79.0:
: Mortalités .....: 3 80.0 2.6:: Poids moyen des carcasses vendues(kg) : 88.1:
: Saisies .....: 0 0.0 0.0:: Indice de classement carcasses ..... : 107.8:
: Total des pertes .....: 3 80.0 2.6:: Taux de Conversion carcasses ..... : 2.54:
:                :: Kilos sortis .....:12706.33:
:                :: Kilos produits ..... : 9778.33:
:                :: Porcs sortis ..... : 114:
:                :: Porcs produits ..... : 113:
:-----:
    
```


QUANTITE DE MOULEE CONSOMMEE							
ANALYSE DES CONSOMMATIONS DE MOULEES	Quantité totale en kg	par porc produit:	en % :	/kg produit:	/jour pré-	/place de porc:	
: Moulée ramenée ... 87.0% de MS:	:	:	:	:	:	:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 2	: 2070:	: 18.3 :	: 8.0:	: 0.2:	: 0.2:	: 0.0:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 3	: 3968:	: 35.1 :	: 15.3:	: 0.4:	: 0.4:	: 0.0:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 4	: 4068:	: 36.0 :	: 15.7:	: 0.4:	: 0.5:	: 0.0:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 5	: 4076:	: 36.0 :	: 15.7:	: 0.4:	: 0.5:	: 0.0:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 6	: 4222:	: 37.3 :	: 16.3:	: 0.4:	: 0.5:	: 0.0:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 7	: 7547:	: 66.7 :	: 29.1:	: 0.8:	: 0.8:	: 0.0:	:
:Total moulée consommée	: 25951:	: 229.4 :	: 100.0:	: 2.6:	: 2.9:	: 0.0:	:

RAPPORT DE BANDE

```

:-----:
:Eleveur ....: 155  LOT ETE
:
:
:
:Bande .....: 993903  Type de bande .: BANDE D'ENGRAISSEMENT          du 28/01/99 au 31/05/99
:Origine principale.:
:Représentant.....:
:Fabricant de moulée .:
:-----:

```

```

:-----:
: Age moyen ... l'entrée ..... ( j ) :      :: Crédit total en engraissement . ( kg) : 10104:
: Poids moyen ... l'entrée ..... (kg) : 22.2 :: GMQ technique en Engraissement (g/j) : 797:
: Poids vif moyen des sortis ..... (kg) : 105.1 :: GMQ économique en Engraissement (g/j) : 786:
: Durée de présence en Engraissement( j) : 104.2 :: IC technique en Engraissement ..... : 2.66:
RESULTATS TECHNIQUES : Durée d'occupation .....( j) : 123.0 :: IC économique en Engraissement ..... : 2.69:
: Nombre de jours d'utilisation ....( j) : 123.0 :: Croissance /100 kilos de moulée ( kg) : 37.6:
ENGRAISSEMENT : Age moyen ... la vente .....( j) :      :: Nombre de places théoriques..... : 0:
: Age estimé ... 100 kg .....( j) :      :: Effectif moyen présent ..... : 103:
:-----:
: Pertes          Nombre Kg Vifs    % An :: Taux d'occupation .....( %) : 0:
:               :: Poids vif produit/place/an .....( kg) : 0.0:
: Mortalités .....: 3  43.3    2.4:: Rendement ... l'abattage .....( %) : 79.0:
: Saisies .....: 0  0.0    0.0:: Poids moyen des carcasses vendues(kg) : 83.1:
: Total des pertes .....: 3  43.3    2.4:: Indice de classement carcasses ..... : 109.0:
:               :: Taux de Conversion carcasses ..... : 2.65:
:               :: Kilos sortis .....:12720.51:
:               :: Kilos produits ..... : 9973.51:
:               :: Porcs sortis ..... : 121:
:               :: Porcs produits ..... : 120:
:-----:

```

QUANTITE DE MOULEE CONSOMMEE							
ANALYSE DES CONSOMMATIONS DE MOULEES	Quantité totale en kg	par porc produit:	en % :	/kg produit:	/jour: pré- sence:	/place de porc: /an	:
: Moulée ramenée ... 87.0% de MS:	:	:	:	:	:	:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 2	: 2240:	18.6 :	8.3:	0.2:	0.2:	0.0:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 3	: 3998:	33.3 :	14.9:	0.4:	0.3:	0.0:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 4	: 6060:	50.4 :	22.6:	0.6:	0.5:	0.0:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 5	: 5238:	43.6 :	19.5:	0.5:	0.4:	0.0:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 6	: 4030:	33.5 :	15.0:	0.4:	0.3:	0.0:	:
:PHYSIO FEMELLE PH. 7	: 5271:	43.9 :	19.6:	0.5:	0.4:	0.0:	:
:Total moulée consommée	: 26837:	223.3 :	100.0:	2.7:	2.1:	0.0:	:

ANNEXE 7

Suivi Sanitaire

Dr Jean Brochu, M.V., Coopérative agricole La Seigneurie

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DU SUIVI SANITAIRE À LA FERME ST-NOËL

OBSERVATIONS À LA FERME

- Il faut d'abord mentionner que la ferme St-Noël possède un excellent statut sanitaire et qu'on ne rencontre pas de problème majeur de santé pouvant avoir un impact néfaste sur les performances technico-économiques.
- Les problèmes de mortalité et occasionnellement de boiterie et de méningite sont causés par deux (2) pathogènes :

1. *Streptococcus suis* :

Il s'agit d'une bactérie présente dans la flore microbienne normale des porcs en santé. Suite à un stress ou à une maladie sous-jacente, la bactérie peut se multiplier et entrer dans le sang (septicémie). À ce moment là, elle peut envahir divers organes et causer une méningite, de l'arthrite, des péricardites, pleurésie, et souvent une mort subite.

À la ferme St-Noël, aucune maladie sous-jacente n'a été diagnostiquée. Le SRRP (syndrome reproducteur et respiratoire porcin) a été évalué et tout est stable. Parmi les stress susceptibles d'être en cause, on a relevé les déménagements, le début de la pesée, les mélanges, un ajustement inadéquat des contrôles de ventilation et des écarts de température.

2. *Haemophilus parasuis* (maladie de Glässer)

Il s'agit encore là d'une bactérie fréquemment rencontrée dans la flore microbienne des porcs normaux. Cependant, la bactérie a été identifiée à la ferme St-Noël, en pouponnière, en mars 1998 pour la première fois après qu'on ait vécu une augmentation des signes de maladies comme les morts subites, les méningites et les arthrites. On vivait des problèmes plus fréquents depuis l'automne 1997, sans toutefois préciser le diagnostic. La difficulté résultait du fait que les deux (2) bactéries dont il est question ici (*Streptococcus suis* et *Haemophilus parasuis*) sont difficilement différenciables avec les signes cliniques, l'apparence des porcs malades, les lésions à l'autopsie et parfois même, au laboratoire.

Souvent le seul moyen de différencier les deux (2) maladies est l'isolement de la bactérie au laboratoire. Cet isolement peut être difficile si les porcs reçoivent des antibiotiques dans la moulée de façon préventive.

On ne peut pas confirmer si cette bactérie était déjà présente dans le troupeau ou s'il s'agissait d'une contamination récente (*Haemophilus parasuis*).

Interprétation des observations à la ferme (élevage sur litière vs élevage conventionnel)

- À la ferme St-Noël, aucune différence significative n'a été notée sur l'état de santé des porcs gardés sur litière vs la méthode conventionnelle.
- Les problèmes de santé rencontrés et discutés plus tôt étaient présents dans tout l'élevage, indépendamment de la conduite.
- Voir les rapports d'élevage (Éric Nadeau, agr.) pour plus de détail. En résumé, on a les mêmes performances pour les deux types d'élevage. Les seuls points qui varient sont l'indice de classement à l'abattoir (% gras) et le taux de mortalité, le premier favorisant l'élevage conventionnel et le second, l'élevage sur litière mince.
- À noter qu'on peut rencontrer certains problèmes liés à la conduite sur litière dans d'autres fermes. Ces problèmes sont secondaires principalement à une très mauvaise qualité d'air et à une hygiène déficiente.

OBSERVATION À L'ABATTOIR

- À l'abattoir, le mandat était de vérifier si on avait des différences significatives entre les lésions rencontrées sur les porcs élevés sur litière vs ceux élevés de façon conventionnelle.
- Les lésions évaluées étaient les taches blanches sur les foies qui sont un indice de parasitose interne (Ascaris) et les lésions pulmonaires.
- Les lésions sur les foies sont gradées de 0 à 3+ selon le nombre de taches rencontrées.
- Les lésions pulmonaires sont exprimées en %, ce qui représente la surface pulmonaire que couvre la ou les lésions.
- De plus, on note si les poumons renferment des zones nécrotiques (lésions focales-dorsales) ou des adhérences de la plèvre.

Compilation des observations à l'abattoir

1. FOIES

	Élevage conventionnel	Élevage sur litière
Nombre de carcasses examinées	31	23
Nombre de carcasses atteintes	25	21
Proportion de carcasses atteintes	80,6 %	91,3 %
Score moyen	2,44	2,67

2. POUMONS

- Tous les porcs sont négatifs pour les lésions cranio-ventrales.
- Tous les porcs sont négatifs pour les lésions focales-dorsales.
- Un seul porc avec pleurésie généralisée dans le groupe litière.

Interprétation des observations à l'abattoir

1. FOIES (vers)

- On constate d'abord un très mauvais contrôle des Ascaris dans ce troupeau.
- La moyenne provinciale se situe à environ 7 – 8 % des foies normalement touchés par les taches blanches.
- Malgré divers traitements et essais, le problème n'est pas encore maîtrisé.
- Cependant on remarque que les porcs conduits sur litière ne sont pas nécessairement plus touchés que ceux gardés de façon conventionnelle.

2. POUMONS

- Ce troupeau étant exempt des principaux pathogènes responsables des problèmes pulmonaires, on a une situation parfaite pour les deux (2) types de conduite.
- À noter que pour d'autres troupeaux avec statut sanitaire moins bon, la qualité d'air influence directement l'incidence des problèmes respiratoires, de même possiblement le niveau de lésions.

Résultats de l'examen des carcasses pour l'ensemble des porcs abattus au Québec et à la ferme Saint-Noël pour la période du mois de mai 1998 au mois de juin 1999.

Observation	Province ¹		Ferme Saint-Noël ²					
			Total		Élevage conventionnel		Élevage sur litière	
	Nombre	Proportion %	Nombre	Proportion %	Nombre	Proportion %	Nombre	Proportion %
Foies (taches blanches)	455 340	7,5	1256	58,5	498	47,0	758	69,7
Lésions crânio-ventrales -10% (poumons)	1 743 307	28,8	192	8,9	111	10,5	81	7,5
Lésions crânio-ventrales + 10% (poumons)	476 540	7,9	9	0,4	3	0,3	6	0,6
Lésions focales-dorsales (poumons)	78 814	1,3	2	0,1	1	0,1	1	0,1
Adhérences - 6 pces	210 607	3,5	28	1,3	16	1,5	12	1,1
Adhérences + 6 pces	356 537	5,9	32	1,5	17	1,6	15	1,4
Estomacs pleins	255 458	4,2	14	0,7	8	0,8	6	0,6

¹ Nombre total de porcs abattus (province) 6 046 831

² Nombre de porcs abattus (ferme St-Noël)

Total 2 146

Élevage conventionnel 1 059

Élevage sur litière 1 087

DÉTECTION DES SALMONELLES

- Trois (2) séries de prises de sang ont été effectuées en fin de bande pour vérifier la présence d'anticorps contre les salmonelles
 - 37 échantillons prélevés à l'abattoir en janvier 1999 dont :
 - 19 échantillons pour porcs avec gestion sur litière;
 - 18 échantillons pour porcs avec gestion conventionnelle;
 - 12 échantillons prélevés à la ferme en mai 1999, porcs avec gestion sur litière;
 - 12 échantillons prélevés à la ferme en juillet 1999, porcs avec gestion conventionnelle.
- Des échantillons composites de déjections fraîches (10) ont été prélevés en fin de bande en janvier 1999 dans dix parquets différents du bâtiment d'élevage avec gestion conventionnelle des fumiers pour mesurer le degré de contamination de l'environnement avec des salmonelles. Pour l'élevage sur litière, ces analyses étaient réalisées de façon systématique à la fin de chaque bande d'élevage.

Compilation des analyses pour les salmonelles

	Élevage conventionnel	Élevage sur litière
<u>Sérologie</u>		
Nombre de prélèvements sanguins	30	31
Nombre de tests positifs	3	5
Proportion de tests positifs	10,0 %	16,1 %
<u>Fumier (liquide ou solide)</u>		
Nombre d'échantillons	10	12
Nombre de tests positifs	0	0
Proportion de tests positifs	0,0 %	0,0 %

Interprétation des analyses pour les salmonelles

- Faible incidence des salmonelles sur les porcs en gestion conventionnelle ou en gestion sur litière;
- Pas de différence significative entre les deux groupes;
- Cependant, il semble y avoir une tendance en hiver pour une fréquence de détection plus élevée d'anticorps contre les salmonelles dans le sang (4 pour gestion sur litière comparativement à 1 pour gestion conventionnelle).