
**Étude des impacts et du bien-fondé
pour le Québec de l'application des nouvelles
normes de superficies d'élevage
(densité animale) sur le bien-être des porcs, les
performances zootechniques
et économiques des porcheries**

Conjointement par :

**Marie-Josée Turgeon¹, M. Sc., agr.
Valérie Dufour¹, M. Sc.
Réjean Leblanc¹, agr.
Charles Rodrigue²**

Mars 2006

¹Centre de développement du porc du Québec inc.

²Société des éleveurs de porcs du Québec

Ce projet a été rendu possible grâce à la collaboration financière du MAPAQ : Programme d'appui financier aux associations de producteurs désignées – Volet 4 « initiatives » ainsi qu'à celles de la Société des éleveurs de porcs du Québec et du Centre de développement du porc du Québec inc.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le MAPAQ pour son soutien financier, sans quoi le présent projet n'aurait pu être réalisé. Nous tenons aussi à souligner le travail de Madame Johanne Nadeau, documentaliste au Centre de développement du porc du Québec inc. pour sa disponibilité et pour toutes les recherches d'articles et de documents ayant servi de base à l'élaboration de ce travail. Un merci tout spécial également à Monia Tremblay pour son travail et sa créativité dans la mise en page et l'élaboration des documents de diffusion.

FINANCEMENT

Le coût total de ce projet est de 29 165 \$. Les partenaires financiers sont :

- 1- Programme d'appui financier aux associations de producteurs désignées (volet 4 « Initiatives ») pour un montant de 17 480 \$
- 2- Centre de développement du porc du Québec inc. pour un montant de 7 435 \$ en contribution
- 3- Société des éleveurs de porcs du Québec pour un montant total de 4 250 \$ dont 2 500 \$ provient du fonds de recherche SEPQ et 1 750 \$ en contribution

COLLABORATEURS

Requérant :

Société des éleveurs de porcs du Québec
Charles Rodrigue, aviseur technique

CHARGÉE DE PROJET

Centre de développement du porc du Québec inc.
Marie-Josée Turgeon, M. Sc., agr.

ÉQUIPE DE RÉALISATION DU PROJET

Centre de développement du porc du Québec inc.
Valérie Dufour, M. Sc., professionnelle de recherche
Francis Pouliot, ing.
Réjean Leblanc, agr.
Joël Rivest, M. Sc., analyste

Table des matières

REMERCIEMENTS	I
RÉSUMÉ	1
PRÉAMBULE	2
1. INTRODUCTION	3
1.1 Objectifs	5
2. SUPERFICIES D'ÉLEVAGE RECOMMANDÉES	6
3. REVUE DE LITTÉRATURE SUR LES SUPERFICIES D'ÉLEVAGE.....	13
3.1 Contrainte expérimentale	13
3.2 Facteurs affectant le besoin d'espace.....	13
3.1.1 Environnements enrichis	13
3.1.2 Types de planchers.....	14
3.1.3 Taille du groupe et concept d'espace libre.....	14
3.1.4 Température	15
3.3 Interaction entre la superficie et le bien-être animal	15
3.4 Impacts des superficies sur la qualité des futurs reproducteurs	18
3.5 Impacts des superficies sur les performances zootechniques.....	19
3.6 Impacts des superficies sur la qualité des carcasses	22
3.7 Relation entre les superficies d'élevage en pouponnière et en engraissement.....	23
4. IMPACT ÉCONOMIQUE DES SUPERFICIES D'ÉLEVAGE EN ENGRAISSEMENT .	24
4.1 Données de base considérées pour les calculs.....	24
4.2 Analyse économique selon un scénario avec des GMQ identiques	25
4.3 Analyse économique selon un scénario où le GMQ évolue en fonction de la superficie d'élevage accordée	26
5. CONCLUSION	28
6. RÉFÉRENCES	30

Liste des tableaux

Tableau 1.	Superficies d'élevage recommandées au Canada selon le Code de pratiques pour le soin des animaux, le Programme Bien-être animal en action (BEA) et le service des plans canadien.....	6
Tableau 2.	Superficies d'élevage recommandées pour les porcs d'engraissement aux États-Unis selon le « <i>Swine Care Handbook</i> » (National Pork Board, 2002).....	8
Tableau 3.	Normes européennes minimales pour les superficies d'élevage dans les engraissements (Directive 2001/88 CE).....	8
Tableau 4.	Superficies d'élevage recommandées en Australie (« Model Code of Practice for the Welfare of Animals ») et en Nouvelle-Zélande (« Code of Recommendations and minimum standards for the Welfare of Pigs »).....	11
Tableau 5.	Superficies d'élevage recommandées pour quelques productions porcines alternatives.....	11
Tableau 6.	Impacts des superficies d'élevage sur les performances zootechniques selon différents auteurs.....	20
Tableau 7.	Évaluation des superficies calculées à partir d'une équation allométrique pour un porc de 90 kg de poids vif, à différentes valeurs de la constante k.....	21
Tableau 8.	Données techniques et économiques considérées pour les calculs.....	25
Tableau 9.	Analyse avec différentes superficies d'élevage selon l'hypothèse que les GMQ ne sont pas affectés par la superficie d'élevage (scénario 1).....	26
Tableau 10.	Analyse avec différentes superficies d'élevage et différents GMQ (scénario 2).....	27

Liste des figures

Figure 1.	Relation entre la superficie d'élevage et le poids vif des porcs selon les normes européennes (ligne bleue) et l'équation allométrique suggérée par Edwards et Armsby, 1988 (adapté de Spoolder et al., 2000).....	9
-----------	--	---

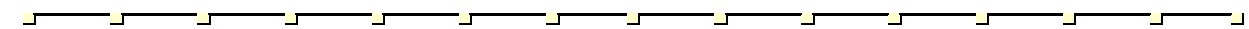
RÉSUMÉ

Diverses recommandations sont proposées à l'échelle mondiale en ce qui concerne les superficies d'élevage à allouer aux différentes catégories de porcs. Depuis quelques années, l'intérêt des méthodes allométriques basées sur l'allocation de la superficie d'élevage à partir d'une équation tenant compte de l'aire de la surface corporelle des porcs selon leur poids semble être la plus appropriée. Une telle équation fait intervenir une constante k , ainsi, la superficie à allouer (en m^2 / porc) devient fonction de ce k multiplié par le poids vif du porc (en kg) à l'exposant 0,667 (Superficie = $k \times \text{Poids vif}^{0,667}$). Selon les dernières données disponibles dans la littérature (Brumm, 2004a; Gonyou *et al.*, 2006), le niveau critique de k serait entre 0,0336 et 0,035 pour les porcs d'engraissement, peu importe que le plancher soit partiellement ou complètement latté. Brumm (2004a) mentionne également qu'il est important de faire les calculs en fonction du poids moyen des porcs dans les parcs au moment du premier envoi pour l'abattoir et non d'allouer les superficies par porc en tenant compte du poids d'abattage. Par exemple, pour les porcs d'engraissement abattus à 107 kg de poids vif, il n'est pas rare d'avoir un poids moyen du parc au premier envoi d'environ 90 kg de poids vif (Guimont *et al.*, 2005). Si on applique l'équation, les recommandations iraient de 0,67 à 0,70 m^2 /porc (7,3 à 7,5 pi^2 /porc) afin d'éviter les baisses de performance. Une diminution d'environ 3 à 5 % du GMQ pourrait être attendue avec un k de 0,030, correspondant à une superficie de 0,60 m^2 /porc (6,5 pi^2 /porc) (Brumm, 2004a).

Pour les futurs reproducteurs, le Code de pratiques recommande de calculer la superficie recommandée à partir de $k = 0,054$. Pour une cochette de 115 kg, la superficie à allouer serait donc de 1,28 m^2 (13,8 pi^2) afin de permettre un développement adéquat des futurs reproducteurs et une bonne santé des pieds et des membres. Dans la littérature, les chercheurs justifient ces superficies par des améliorations au niveau des performances zootechniques et par une diminution des problèmes d'élevage tels que la caudophagie et les agressions entre les porcs par exemple.

Une proposition d'augmentation de la superficie à allouer aux porcs d'engraissement a été mise sur la table, en vue de modifier la récente directive sur le bien-être des porcs en Europe. Cette proposition, si elle était acceptée, ferait passer la superficie recommandée pour les porcs de 85 à 110 kg à 1 m^2 par porc. Dans nos conditions québécoises, une telle norme pourrait réduire le nombre de porcs sortis pour une ferme moyenne (superficie de 0,67 m^2 /porc) d'une capacité de 1 000 places de 710 porcs par an, ce qui représenterait une grosse perte pour les producteurs.

À la lumière des informations recueillies dans la revue de littérature, il nous apparaît qu'une telle norme ne soit pas tout à fait justifiable du point de vue du bien-être des porcs seulement. Des solutions alternatives auraient avantage à être envisagées, comme l'ajout d'espace aux trémies et l'augmentation du nombre d'abreuvoirs. Ces simples mesures de régulation pourraient peut-être contribuer à éviter les baisses de performance, les problèmes de caudophagie et d'agressions qui sont susceptibles d'être rencontrés lorsque les animaux sont entassés et que les ressources alimentaires sont limitées. Aussi, d'autres mesures comme l'enrichissement systématique des environnements d'élevage pourraient venir contribuer à améliorer encore plus le bien-être des porcs élevés à des superficies qui tiennent compte des impératifs économiques des producteurs.

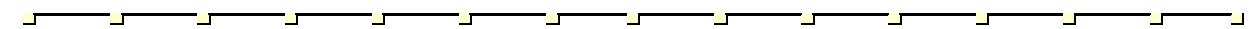


PRÉAMBULE

La Société des éleveurs de porcs du Québec (SEPQ) est une corporation à but non lucratif et a pour objectif le regroupement des éleveurs de porcs de reproduction ainsi que la protection et la défense de leurs intérêts. Elle a aussi comme objet de favoriser le développement de l'élevage de porcs de reproduction dans la province et d'étudier, d'adopter et de préconiser des méthodes propres à améliorer la qualité des sujets produits. Elle collabore et coopère avec le ministère de l'agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, les sociétés d'élevage, le Centre de développement du porc du Québec inc. et autres intervenants du milieu dans leur travail d'amélioration des porcs. La SEPQ est activement impliquée dans plusieurs dossiers qui concernent l'amélioration de la génétique et de la santé des porcs et est reliée à de nombreuses organisations dont la mission est de mettre en place les innovations qui permettront aux éleveurs de se démarquer en offrant des garanties de qualité toujours plus grandes sur leurs produits. Récemment, dans une volonté de mieux répondre et encadrer l'utilisation de leurs produits, la SEPQ s'est donnée le mandat de se rapprocher de sa clientèle, les éleveurs commerciaux qui achètent leurs sujets reproducteurs, en s'intéressant à certains dossiers qui les touchent de près. Le bien-être des animaux, parce qu'il s'adresse sans distinction à tous les types d'élevage aussi bien en reproduction qu'en commercial, est un de ces dossiers.

Le Centre de développement du porc du Québec inc. (CDPQ) a comme mission d'exercer un leadership dans le développement et le transfert technologique afin de contribuer activement à l'amélioration de la qualité pour une industrie porcine durable. Il joue aussi un rôle de concertation au sein des différentes organisations. La SEPQ a deux sièges en tant que membres votants au sein du Conseil d'administration du CDPQ. Depuis avril 2004, un poste d'agronome à temps plein en bien-être et comportement animal a été créé au CDPQ. Cette implication du CDPQ dans le domaine du bien-être animal vise deux objectifs principaux. Le premier est d'assurer aux partenaires de la filière et aux autres professionnels du CDPQ une expertise technique de haut niveau en matière de bien-être et de comportement animal. Le deuxième objectif est d'assurer le développement et/ou le transfert des techniques et technologies novatrices dans le domaine des bâtiments, des équipements d'élevage et des méthodes de régie et de les adapter aux besoins des animaux et à leur bien-être. Cette initiative démontre bien l'importance que le CDPQ accorde à la connaissance et à la promotion de conditions d'élevage optimales et le support qui est requis face à ces dossiers au sein de la filière.

Ces deux organisations, aussi bien la SEPQ que le CDPQ, de par leur position stratégique dans la filière porcine se permettent donc d'être à l'avant-garde dans l'étude des dossiers importants, de façon à participer au développement des connaissances et de fournir des outils de décision aux producteurs.



1. INTRODUCTION

L'Union Européenne a adopté en janvier 2003 de nouvelles directives relatives au bien-être des porcs dans les élevages. Parmi ces directives figurent des normes quant aux superficies de plancher à respecter pour toutes les catégories de porcs d'engraissement. À l'heure actuelle, ces superficies sont comparables aux superficies fournies aux porcs d'engraissement dans les porcheries du Québec. Par contre, une proposition de modification des recommandations a été déposée en novembre dernier au Conseil de l'Europe, qui ferait passer, si elle est acceptée, les superficies d'élevage de 0,65 m² (pour un porc de 85 à 110 kg de poids) à 1 m² par porc. Bien que les lois européennes n'aient pas juridiction ici au Québec, beaucoup de producteurs et d'intervenants craignent les impacts que pourraient avoir l'imposition éventuelle de telles normes sur une base légale ou commerciale, sur la compétitivité de nos élevages, étant donné le contexte mondial du commerce de la viande de porc. Le consommateur associe de plus en plus la qualité de son alimentation aux méthodes utilisées pour produire l'aliment qu'il se procure. Il exige des méthodes qui correspondent à ses visions ou à celles que les médias lui proposent comme étant celles à utiliser pour produire un aliment de qualité. Le tiers de notre clientèle consommatrice est à l'extérieur de nos frontières. Il nous appartient de prévoir les changements dans ses demandes. En effet, selon Bernard Dion, président de la Société des éleveurs de porcs du Québec, « ...les modifications qui sont apportées à notre production, pour permettre à la filière porcine québécoise de demeurer concurrentielle au niveau international, sont vécues comme des contraintes et des pressions insurmontables » (<http://www.sepq.ca/information.html>). De plus, la SE PQ considère qu'il est important de regarder le rôle que peut jouer les bâtiments (dans ce cas-ci, les superficies d'élevage) sur le confort des porcs durant l'élevage. Le sujet ne touche pas seulement les producteurs commerciaux, les reproducteurs sont également grandement concernés par la question. Les environnements d'élevage doivent permettre à la valeur génétique des animaux de s'exprimer, les conditions d'élevage ne doivent pas les limiter, au contraire. Le rôle de la superficie de plancher accordée par animal aurait donc avantage à être éclairci pour tous les types d'élevages.

De notre côté de l'océan, les codes de pratiques représentent une référence en ce qui concerne les pratiques d'élevage généralement acceptées en production. Au Canada, le Code de pratiques pour le soin et la manipulation des animaux a même force de loi dans deux provinces (Manitoba et Île-du-Prince-Édouard). Or, les superficies d'élevage recommandées dans ce guide sont près des nouvelles propositions de l'Union Européenne, mais très loin de ce qui se fait réellement en pratique dans les engraissements québécois. D'ailleurs, dans un rapport d'étude publié en 2002, Bergeron *et al.* mentionnent que les bases scientifiques qui ont mené à la publication de telles recommandations quant aux superficies d'élevage dans le Code de pratiques canadien, restent discutables en rapport avec l'amélioration du bien-être animal.

Il serait donc urgent à notre avis de revoir toute la littérature pertinente et de la comparer aux différentes recommandations qui ont pu être publiées afin de mieux comprendre le lien entre les superficies d'élevage, le bien-être et les performances techniques et économiques des élevages. Les recommandations de superficies d'élevage étant généralement données en fonction du poids vif des animaux et à cause du contexte qui semble favoriser l'élevage de porcs plus lourds, nous tenterons également de dégager de la littérature, les recommandations au-delà du poids habituel visé pour l'abattage de 107 kg.

Présentement au Québec, la surface par porc est inférieure aux normes du Code de pratiques canadien. Parallèlement, une modification visant à augmenter de 0,65 m² à 1,0 m² les superficies par porc de la directive européenne a été recommandée par les experts en bien-être

du Conseil de l'Europe (*Standing committee*, 2003); cette valeur correspond de près à ce qui est suggéré dans le Code de pratiques canadien. Depuis quelques années, les dossiers relatifs au bien-être des animaux évoluent très rapidement et dans ce contexte, il est plus que probable que les exigences commerciales quant aux pratiques d'élevage, se resserrent dans un avenir rapproché. Il est donc primordial que les producteurs soient bien informés pour pouvoir faire face au changement et assurer la compétitivité du secteur.

Quelques études scientifiques ont été publiées par différents chercheurs et les résultats sont parfois contradictoires. En effet, il ne semble pas toujours y avoir nécessairement de lien de cause à effet entre l'augmentation des surfaces disponibles par porc et une baisse des rendements tel que l'on pourrait le croire à prime abord. Bien sûr, une augmentation des superficies engendre la production de moins de porcs par m² de bâtisse mais pas automatiquement une diminution des kilogrammes de porc produits par année dans cette même bâtisse. Une diminution de la densité animale peut même améliorer la croissance (ITP, 2000) et diminuer les pertes économiques engendrées par les problèmes sanitaires. Donc, il est impossible d'estimer les impacts économiques simplement avec le nombre d'animaux produit en moins. Devant une telle situation d'incertitude, il apparaît important de faire le point sur le lien complexe entre les superficies d'élevage et les performances zootechniques et économiques, le tout en appréciant également les impacts de ces superficies sur le bien-être des animaux dans les engraissements porcins, qu'ils soient destinés à la consommation ou à la reproduction.

Pour que le secteur porcin puisse demeurer compétitif, les producteurs doivent être bien conseillés. Ils doivent être en mesure de voir venir les changements et de s'y préparer adéquatement. Dans ce contexte, les impacts de toutes nouvelles normes ou exigences susceptibles de venir modifier les pratiques d'élevage ou de commerce ont avantage à être étudiés et éclaircis. Une évaluation objective de la situation débute généralement par une recherche bibliographique et une revue de la littérature. Cette étape permet de faire le point objectivement sur la question et permet souvent de chiffrer l'ampleur des impacts potentiels. Notre revue de littérature permettra donc de dégager les consensus scientifiques en rapport avec l'influence des superficies d'élevage mais aussi de mettre à jour les incertitudes à vérifier de manière plus approfondie.

Si les nouvelles normes européennes ou même les recommandations du Code de pratiques canadien de superficie par porc devaient être appliquées, le nombre de porcs produits par ferme diminuerait de 35 %, soit l'équivalent de l'augmentation des superficies par porc de 0,65 m² à 1 m². Les producteurs se retrouveraient alors devant deux choix: construire de nouveaux bâtiments pour accueillir ces porcs ou réduire le cheptel reproducteur afin de diminuer le nombre de porcs à engraisser. Cette dernière option, si elle était choisie, serait dramatique pour les éleveurs en reproduction-multiplication, qui subiraient alors une diminution importante du nombre de sujets reproducteurs vendus. Il y a donc lieu de vérifier si ces superficies sont scientifiquement justifiables au point de vue du bien-être animal et si les performances et la santé en général des porcs sont réellement améliorés et de quelle façon les coûts de production seraient affectés. Une telle étude serait un élément d'aide et d'analyse très pertinent pour les producteurs et les intervenants qui les conseillent pour leur permettre de prendre des décisions plus éclairées lors de construction ou de rénovation de bâtiments. L'arrivée de normes ou d'attentes particulières en rapport avec le bien-être des porcs et leurs conditions d'élevage ne devrait pas s'effectuer aux dépens de la survie économique de la production, sans assurance qu'elle soit d'abord justifiable sur une base scientifique.

1.1 OBJECTIFS

Ce projet vise à informer les producteurs et l'industrie porcine québécoise, de façon logique et éclairée, des impacts réels sur le bien-être des porcs, d'une augmentation des superficies d'élevage mais également des impacts économiques d'une telle augmentation. L'objectif général est de connaître les effets d'une réduction ou d'une augmentation des superficies d'élevage par porc afin de voir le lien avec le bien-être et de chiffrer les impacts qu'une éventuelle « norme », basée sur la législation européenne pourrait engendrer sur les performances technico-économiques des fermes et sur la compétitivité de la filière. Le chapitre sur la revue de littérature a également pour objectif de mieux comprendre les bases scientifiques qui justifient les normes de superficies qui figurent dans le Code de pratiques canadien et qui servent de référence pour les conditions d'élevage.

Ce travail est divisé en plusieurs grandes sections. La première section fera état des différentes recommandations quant aux superficies d'élevage à fournir aux différentes catégories de porcs. Nous y ferons un inventaire à partir des codes de pratiques et cahiers des charges des principaux pays producteurs de porcs. Nous regarderons les superficies recommandées dans la législation européenne actuelle et les propositions de modifications qui ont été déposées récemment. La deuxième section, la portion de la revue de littérature proprement dite, fera état des travaux antérieurs entrepris par des équipes de recherche sur les superficies d'élevage allouées aux porcs. Plusieurs questions seront abordées comme l'interaction entre la taille du groupe et la densité animale, le rapport entre le poids de l'animal et la surface allouée, les facteurs déterminant le besoin d'espace, les répercussions sur les performances zootechniques, la qualité des carcasses et le bien-être animal. Finalement nous traiterons également de l'impact des superficies d'élevage sur la qualité des futurs reproducteurs et de la relation entre les superficies en pouponnière et en engraissement. Une analyse économique suivra ces deux sections afin de chiffrer les impacts financiers d'une augmentation des superficies d'élevage dans nos conditions québécoises.

2. SUPERFICIES D'ÉLEVAGE RECOMMANDÉES

Les superficies d'élevage recommandées varient selon les références consultées. Nous avons donc essayé de répertorier les recommandations issues des codes de pratiques, lois et règlements ou cahiers des charges des principaux pays impliqués en production porcine. Une première distinction est cependant à faire entre les schémas de production intensifs et ceux qui sont plus extensifs (humanitaires, biologiques et sur litière par exemple). En ce qui concerne les planchers en caillebotis béton, des normes différentes sont parfois suggérées selon que le caillebotis soit intégral ou partiel. Les tableaux suivants font état des normes répertoriées pour les superficies d'élevage recommandées dans différents pays ou régions. Le tableau 1 montre les normes canadiennes et le tableau 2 celles qui sont suggérées aux États-Unis. Les tableaux 3 et 4 font respectivement état des normes minimales européennes qui sont en vigueur dans les 25 pays de l'Union européenne et celles de l'Australie et de Nouvelle-Zélande. Finalement, le dernier tableau, le tableau 5 regroupe les superficies généralement allouées aux porcs dans les élevages non conventionnels comme l'élevage biologique ou les élevages dits humanitaires.

Tableau 1. Superficies d'élevage recommandées au Canada selon le Code de pratiques pour le soin des animaux, le Programme Bien-être animal en action (BEA) et le service des plans canadien

Référence	Poids porcs, kg	Superficie, m ² /porc ^{*1}
Code de pratiques et BEA ^{*2}	10	0,16 - 0,18 - 0,21
	20	0,26 - 0,29 - 0,33
	50	0,48 - 0,53 - 0,61
	75	0,62 - 0,70 - 0,80
	90	0,70 - 0,78 - 0,91
	100	0,76 - 0,85 - 0,97
	110	0,81 - 0,90 - 1,03
	Cochettes de 100 à 150 kg	1,5 caillebotis partiel 1,7 plancher plein
Service canadien des plans	< 45	0,35 caillebotis partiel
	45 à 67	0,50 caillebotis partiel
	> 67	0,70 caillebotis partiel

^{*1} Les superficies sont respectivement données pour des planchers en caillebotis intégral, caillebotis partiel et en béton plein recouvert de litière.

^{*2} Dans le programme Bien-être animal en action BEA, il est spécifié que des écarts de 10 % seront acceptables.
Références: Code de pratiques canadien (CRAC, 1993); Programme BEA (Conseil canadien du porc, 2005) et Service canadien des plans (Canada plan service, 1986)

En période de grandes chaleurs, le Code de pratiques canadien suggère d'accorder de 10 à 15 % de plus d'espace aux animaux afin d'aider la chaleur à mieux se dissiper. Les normes du Code de pratiques canadien ont été élaborées à partir d'équations allométriques qui tiennent compte du poids vif des porcs, permettant donc le calcul d'une superficie d'élevage à n'importe quel poids donné (cette méthode d'expression de la surface nécessaire avait d'abord été présentée par Petherick en 1983 dans un article où elle démontrait le lien qui existe entre les dimensions corporelles de porcs et leur poids). Les équations sont de la forme suivante et font intervenir une constante k multipliée par le poids vif métabolique, c'est-à-dire à l'exposant 0,667.

Équation 1: Formule de base pour le calcul des superficies d'élevage en m²/porc, où une constante k est multipliée par le poids vif métabolique des porcs.

$$\text{Superficie en m}^2/\text{porc} = k \times \text{poids vif en kg}^{0,667} \quad (\text{Équation 1})$$

Les équations qui figurent dans le Code de pratiques canadien sont présentées ci-après pour chacun des trois types de planchers (Équations 2, 3 et 4) et pour les cochettes de remplacement non gestantes (équation 5).

Équation 2: Formule pour le calcul de la superficie d'élevage recommandée dans le Code de pratiques canadien pour les porcs d'engraissement élevés sur plancher en caillebotis intégral.

$$\text{Superficie en m}^2/\text{porc} = 0,035 \times \text{poids vif en kg}^{0,667} \quad (\text{Équation 2})$$

Équation 3: Formule pour le calcul de la superficie d'élevage recommandée dans le Code de pratiques canadien pour les porcs d'engraissement élevés sur plancher en caillebotis partiel.

$$\text{Superficie en m}^2/\text{porc} = 0,039 \times \text{poids vif en kg}^{0,667} \quad (\text{Équation 3})$$

Équation 4: Formule pour le calcul de la superficie d'élevage recommandée dans le Code de pratiques canadien pour les porcs d'engraissement élevés sur plancher en béton plein recouvert de litière.

$$\text{Superficie en m}^2/\text{porc} = 0,045 \times \text{poids vif en kg}^{0,667} \quad (\text{Équation 4})$$

Équation 5: Formule pour le calcul de la superficie d'élevage recommandée dans le Code de pratiques canadien pour les cochettes de remplacement non gestantes de 100 à 150 kg de poids élevés sur caillebotis partiel.

$$\text{Superficie en m}^2/\text{porc} = 0,054 \times \text{poids vif en kg}^{0,667} \quad (\text{Équation 5})$$

La différence entre ces équations réside dans l'emploi d'une constante plus élevée pour les planchers pleins ou en caillebotis partiel afin de tenir compte du besoin supplémentaire d'espace relié à l'aire de déjection afin de garder la zone de couchage propre et sèche et de permettre à tous les animaux de se reposer en même temps. Pour les animaux destinés à la reproduction, des superficies supérieures sont allouées afin de prévenir d'éventuels problèmes aux pieds ou aux membres.

Il est important de mentionner que bien que les valeurs figurant au tableau 1 soit la norme pour le Programme Bien-être animal en action (BEA), un écart de 10 % entre les superficies recommandées et les superficies réelles est considéré comme acceptable pour l'instant. En effet, les auteurs mentionnent qu'une ré-évaluation de ces recommandations est présentement en cours et que l'écart de 10 % par rapport à l'espace exigé sera jugé acceptable jusqu'à ce que les recherches soient terminées.

Tableau 2. Superficies d'élevage recommandées pour les porcs d'engraissement aux États-Unis selon le « Swine Care Handbook » (National Pork Board, 2002)

Poids des porcs, kg	Superficie, m ² /porc	Remarque
5,4 à 13,6	0,16 à 0,23	
13,6 à 27,2	0,28 à 0,37	
27,2 à 45,4	0,46	
45,4 à 68	0,55	
68 à 108,8	0,74	Si le poids de marché est plus lourd que 240 lbs (108,8 kg), il faut fournir plus d'espace

Ces normes ressemblent à celles du Canada. En effet, le 0,55 m²/porc pour les porcs de 45,4 à 68 kg se retrouve un peu au-dessus des recommandations canadiennes pour les porcs de 50 kg gardés sur caillebotis intégral et partiel (0,48 et 0,53 m²/porc) et le 0,74 m²/porc tant qu'à lui, est mitoyen entre les valeurs de 0,70 et 0,78 m²/porc pour les porcs de 90 kg. Les normes américaines ne précisent pas de différences pour les caillebotis intégral ou partiel mais reconnaissent que des facteurs tels que la grosseur des groupes, les équipements de ventilation et le taux de ventilation peuvent affecter les superficies recommandées et qu'il peut être possible de maintenir des densités plus élevées sans nuire au bien-être des porcs avec une observation minutieuse des animaux. La dernière catégorie de poids, 68 à 108,8 kg, est très large et nous n'avons aucune indication sur la manière spécifique dont a été calculée la superficie recommandée, particulièrement sur le poids précis qui a été considéré pour la détermination du 0,74 m² (un poids moyen d'abattage ou un poids moyen le jour des premières sorties pour l'abattoir?).

Dans le *Pork Industry Handbook* (1997), un document de référence américain, figure un tableau avec les superficies recommandées pour permettre aux cochettes d'atteindre leur maturité sexuelle sans être pénalisées. Ainsi, une femelle de 95 kg de poids vif aurait besoin d'au moins 0,71 m² (7,7 pi²) et une femelle de 122 kg de 0,85 m² (9,1 pi²). Ces recommandations sont inférieures à celles du Code de pratiques canadien (CRAC, 1993) pour les cochettes, se rapprochant plutôt des valeurs prescrites pour les porcs d'engraissement.

Tableau 3. Normes européennes minimales pour les superficies d'élevage dans les engraissements (Directive 2001/88 CE)

Poids des porcs, kg	Superficie, m ² /porc	Remarque
< 10	0,15	
10 à 20	0,20	
20 à 30	0,30	
30 à 50	0,40	une proposition de modification à 0,6 m ² /p a été faite par le Conseil de l'Europe*
50 à 85	0,55	
85 à 110	0,65	une proposition de modification à 1,0 m ² /p a été faite par le Conseil de l'Europe*
> 110	1,0	

* Standing committee, 2003

Les normes européennes représentent les surfaces minimales qui doivent être respectées par les 25 pays membres de l'Union Européenne. Ces pays sont: Allemagne, Autriche, Belgique, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Tchéquie. Ces normes sont des normes minimales et rien n'empêche un pays d'être plus sévère à l'intérieur de ses frontières. Au Danemark, le programme d'assurance de la qualité « *Danish Quality Guarantee* » (Danske Slagterier, 2005) applique les mêmes normes de superficies d'élevage que le reste de l'Europe (voir tableau 3).

Spoolder *et al.* (2000) ont cherché à comparer les normes européennes en termes d'espace par porc pour les différentes catégories de poids à une allocation qui serait basée sur une équation allométrique du style de l'équation 1 présentée plus haut. Ils ont utilisé une constante $k = 0,03$ comme le proposait Edwards et Armsby (1988). L'utilisation d'une telle équation pour définir les superficies à allouer aux porcs lors de la formation des groupes à l'entrée en engraissement pourrait permettre, selon Spoolder et ses collaborateurs (2000), plus de flexibilité que l'utilisation des recommandations par catégorie de poids comme figuré au tableau 3. La figure 1 démontre la relation existante entre les superficies recommandées au tableau 3 et les superficies qui seraient allouées en calculant avec une équation où la constante $k = 0,03$.

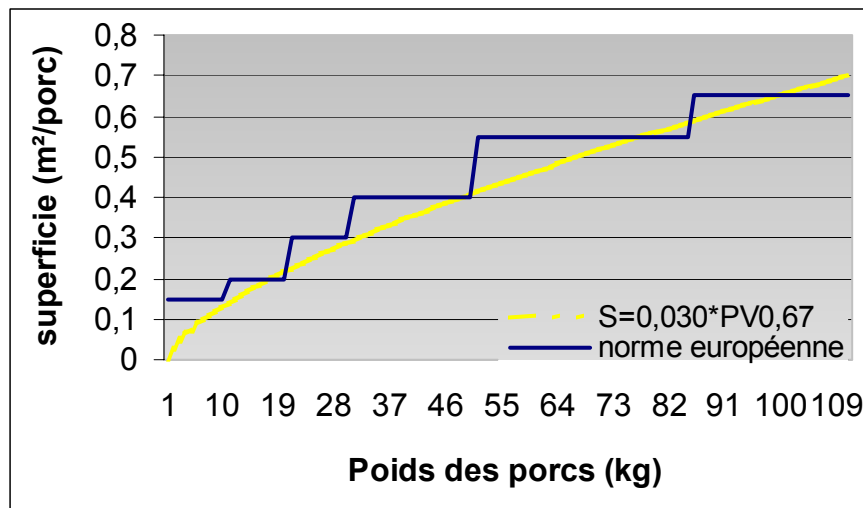


Figure 1. Relation entre la superficie d'élevage et le poids vif des porcs selon les normes européennes (ligne bleue) et l'équation allométrique suggérée par Edwards et Armsby, 1988 (adapté de Spoolder et al., 2000)

Ils ont donc comparé ces deux façons en ajustant le nombre de porcs par parc (selon la dimension du parc) en fonction des deux méthodes. Ils n'ont obtenu aucune différence significative entre les performances des porcs (gain moyen quotidien, conversion alimentaire, poids final et mesure de gras dorsal P2). De plus, ils n'ont vu aucune différence quant au bien-être des porcs mesuré à partir de plusieurs indicateurs. Leur travail est important puisqu'ils recommandent que toute législation future au sein de l'Europe sur les superficies d'élevage minimum à allouer, soit formulée à partir d'une équation (équation 1) et que les recommandations soit calculées pour des catégories de poids plus restreintes.

Il ouvre également la porte à une meilleure définition du poids utilisé pour le calcul des superficies et du nombre de porcs à placer dans chacun des parcs. Par exemple, les producteurs auraient avantage à mesurer le poids moyen des porcs du parc le jour précédent

les premières sorties pour l'abattoir puisque c'est à ce moment que l'entassement des animaux sera maximal. Par exemple, un éleveur qui calculerait le nombre de porcelets à placer lors de l'entrée en engraissement dans un parc de 12 mètres carrés, augmenterait de 2 porcs par parc (20 porcs au lieu de 18) selon qu'il effectue le calcul à partir du poids moyen de 90 kg au lieu de 107 kg. La connaissance du poids moyen des porcs du parc le jour précédent le premier envoi à l'abattoir pourrait donc permettre d'être plus précis sans affecter nécessairement les performances des porcs ni perdre de l'espace de plancher inutilement en se basant sur un poids final visé. Une expérience récente effectuée au Centre de développement du porc du Québec inc. (Guimont H., communication personnelle, 2005) a conduit à un poids moyen des porcs du parc de 91,3 kg le jour précédent l'envoi à l'abattoir.

Le Mémento de l'éleveur de porc (ITP, 2000) suggère que pour les porcs sur litière, la superficie allouée soit calculée avec une constante $k = 0,057$ afin de tenir compte des activités plus intenses des porcs. Donc pour un porc de 90 kg, cela correspond à un espace de $1,15 \text{ m}^2/\text{porc}$ ($12,3 \text{ pi}^2/\text{porc}$).

Le comité européen responsable d'établir les recommandations au sein du Conseil de l'Europe (*Standing Committee of the European Convention for the Protection of Animals Kept for Farming Purposes*) pour les normes de bien-être des animaux de ferme a produit un document qui reflète les nouvelles recommandations qui pourraient être suggérées lors de la révision, prévue en 2005 par l'Union Européenne, des directives actuelles (2003). Dans ce document, les auteurs recommandent que l'espace total disponible pour les porcs d'abattage soit d'au-moins $0,60 \text{ m}^2/\text{porc}$ entre 30 et 50 kg de poids vif et de $1,0 \text{ m}^2/\text{porc}$ entre 85 et 110 kg de poids vif (soit une valeur $k = 0,047$ selon le Mémento de l'éleveur de porc, ITP 2000). Ce document n'a pas pour l'instant force de loi et rien ne laisse croire que les directives du bien-être pour les porcs seront amendées, malgré les recommandations du comité. De plus, nos partenaires français ne semblent pas craindre l'avènement d'une telle norme au niveau des superficies d'élevage (Lecouvay P., communication personnelle, 27 septembre 2004). En effet, les nouvelles directives viennent à peine d'être mises en vigueur (début 2003) et il serait surprenant que tous les nouveaux pays membres de l'Union européenne les aient déjà intégrées à leur propre législation. Cependant, malgré cette opinion, les écrits ont été présentés et les filières porcines auraient avantage à vérifier les impacts potentiels liés à l'adoption de cette proposition. Plus récemment, la Commission Européenne a chargé le *Scientific Panel on Animal Health and Welfare* d'émettre son opinion sur l'effet des superficies d'élevage pour les porcelets sevrés et d'engraissement. Un rapport scientifique a été publié (EFSA, 2005a) et a conduit à l'adoption d'un avis officiel (EFSA, 2005b) sur la question. Le panel conclut que pour un porc de 110 kg, la superficie à allouer serait de $0,82 \text{ m}^2$ tandis qu'elle serait de $0,69 \text{ m}^2$ pour un animal de 85 kg (basé sur une valeur $k = 0,036$).

Tableau 4. Superficies d'élevage recommandées en Australie (« Model Code of Practice for the Welfare of Animals ») et en Nouvelle-Zélande (« Code of Recommendations and minimum standards for the Welfare of Pigs »)

Poids des porcs, kg	Superficies, m ² /porc	
	Australie	Nouvelle-Zélande
< 10	0,11	0,11
11 à 20	0,18	0,20
21 à 40	0,32	0,35
41 à 60	0,44	0,50
61 à 80	0,56	0,70
81 à 100	0,65	0,85
Cochettes jusqu'à la saillie		1,00

Références: *Animal welfare advisory committee*, 1999;
Standing committee on agriculture, 1998

Nous avons également cherché à savoir qu'elles étaient les densités animales utilisées au Brésil, un pays qui prend de plus en plus d'importance en production porcine. Nous avons pu trouver un modèle de production typique (Fàvero, 2003) où l'espace de plancher pour les porcs d'engraissement est calculé en laissant 0,70, 0,80 ou 1,00 m²/porc pour les élevages sur caillebotis intégral, partiel ou planchers en béton plein respectivement. Le système de production décrit était pour des engraissements avec ventilation naturelle où les porcs sont vendus au poids vif d'environ 110 kg. Bien que ces valeurs se rapprochent des normes canadiennes (porcs de 90 kg) et américaines, il faut garder en tête que les conditions climatiques sont plus chaudes qu'en Amérique du Nord.

Tableau 5. Superficies d'élevage recommandées pour quelques productions porcines alternatives

Organisation	Poids des porcs, kg	Superficie de l'aire de couchage* ¹ , m ² /porc	Superficie totale, m ² /porc
"American Humane Association: Free Farmed Food" (2001)	10	0,10	0,15
	30	0,20	0,30
	50	0,31	0,47
	70	0,41	0,61
	90	0,47	0,71
	100	0,50	0,75
Québec Vrai et GarantieBio-Écocert (2004)	110		1,15 à titre indicatif

*1 Le programme « *Free Farmed Food* » demande que la zone de couchage soit en plancher plein recouvert de litière

Le programme « *Free Farmed* » est administré par la société américaine « *American Humane Association* ». Les producteurs qui adhèrent à ce programme doivent acquérir la certification et respecter un cahier des charges spécifique. En ce qui concerne les porcs à l'engraissement, les superficies recommandées sont semblables aux superficies dans les élevages conventionnels, à l'exception près qu'une aire de couchage en plancher plein recouverte de litière doit être fournie.

Les organismes de certification biologique québécois Québec Vrai et GarantieBio-Écocert, ont aussi un cahier des charges pour les producteurs de porcs biologiques. Ces cahiers des charges stipulent que les enclos doivent contenir une litière abondante en tout temps et que les porcs de 110 kg de poids vif pourraient avoir une superficie minimale de 1,15 m²/porc (superficie donnée par ces deux organismes à titre indicatif seulement).

3. REVUE DE LITTÉRATURE SUR LES SUPERFICIES D'ÉLEVAGE

3.1 CONTRAINTE EXPÉRIMENTALE

Les études cherchant à mesurer les effets de la superficie sur les performances des porcs sont souvent effectuées en confondant à la fois la taille du groupe et l'espace alloué car c'est plus contraignant de faire varier uniquement les dimensions des parcs. Ainsi, dans plusieurs de ces études, il devient difficile de discriminer les effets de la superficie de plancher allouée de ceux de la taille du groupe ou de l'accessibilité aux ressources comme l'eau et l'aliment (Edwards *et al.*, 1998).

Randolph *et al.* (1981) ont tenté de connaître l'interaction qui existait entre la taille du groupe et la superficie d'élevage. Ils n'ont démontré aucune interaction significative entre ces deux paramètres pour le gain moyen quotidien (GMQ), l'ingéré moyen quotidien (IMQ), la conversion alimentaire (C.A.) et les interactions agressives entre les porcs. La taille du groupe et la densité d'élevage affectent indépendamment les performances zootechniques et le comportement des porcs. Gonyou et Stricklin (1998) rapportent eux aussi une interaction non significative entre les effets de la taille du groupe et de la superficie allouée aux porcs pour le GMQ et l'IMQ de porcs de plus de 12 semaines.

3.2 FACTEURS AFFECTANT LE BESOIN D'ESPACE

3.1.1 Environnements enrichis

L'enrichissement de l'environnement consiste à intégrer, dans l'espace d'élevage des porcs, des objets ou des matières manipulables dans le but de permettre un minimum d'activités exploratoires. En effet, le porc est un animal curieux de nature et les bâtiments conventionnels d'élevage sur béton sans litière leurs fournissent peu de possibilité d'exploration et de manipulation dans leur environnement. Ils possèdent un instinct naturel qui les pousse à fouir avec leur groin et ils sont toujours en quête d'activités. Comme le mentionne John Gadd (1998), « lorsqu'ils ne sont pas en train de manger, de boire ou de dormir, ils cherchent quelque chose à faire... ». Les recherches considèrent de plus en plus l'enrichissement des environnements comme une méthode de permettre aux porcs d'exercer un comportement qui leur est naturel et donc d'atténuer les effets du stress chronique engendré par les environnements d'élevage modernes.

Pearce et Paterson (1993) ont effectué une étude afin de déterminer l'influence de l'addition de jouets dans les parcs de porcs entassés pour vérifier si cet enrichissement pouvait diminuer les effets du stress et les pertes de performances généralement observées avec la réduction des superficies. Dans leur expérience, les porcs étaient gardés à une superficie correspondant à une valeur de $k = 0,025$ ($0,49 \text{ m}^2$ pour un porc de 90 kg). Dans ce cas, les jouets n'ont pas permis d'améliorer les performances des porcs entassés. Par contre, la présence de jouets a tout de même engendré des modifications du comportement en favorisant les activités exploratoires (comportement normal de l'espèce) et en réduisant la peur des animaux. Les auteurs mentionnent que les types d'objets utilisés pour enrichir l'environnement des porcs (chaînes, bandes de caoutchouc, couvercles) sont peut-être en cause et que l'utilisation d'un matériel plus manipulable comme de la paille, aurait pu conduire à des résultats différents et permettre aux porcs de compenser leurs pertes de performances en raison de l'entassement. Beattie *et al.* (1996) ont également démontré que l'enrichissement de l'environnement d'élevage conduit à une diminution de la fréquence de certains comportements anormaux tels que les

massages d'autres porcs avec le groin (*nosing*) et les comportements agressifs. Ils concluent également que l'enrichissement des environnements d'élevage a une plus grande influence sur le comportement des porcs que l'augmentation des superficies.

Ces études démontrent que malgré le fait que l'enrichissement de l'environnement avec des jouets ou d'autres matériaux ne permet pas de corriger les baisses de performances engendrées par la réduction des superficies d'élevage, une diminution des comportements nuisibles des porcs peut être observée, indicatif d'un meilleur bien-être des porcs.

3.1.2 Types de planchers

La plupart des recommandations pour les superficies à allouer aux porcs tiennent compte du type de plancher. Ainsi, les superficies recommandées pour l'élevage des porcs sur planchers pleins sont plus grandes que celles pour les porcs élevés sur planchers entièrement lattés. Les porcs sur planchers partiellement lattés ont des recommandations de superficies intermédiaires (tableau 1). Ceci est probablement dû au fait que sur les planchers entièrement lattés, l'urine et les déjections sont rapidement éliminées à travers le plancher, laissant ainsi des aires de couchage sèches. Avec les planchers de béton ou ceux qui sont partiellement lattés, l'espace doit être suffisant pour que les porcs puissent se définir des aires de déjections et se garder des aires de couchage propres et sèches (Smith, 1989). Le fait de recommander des superficies par animal plus grandes pour les planchers partiellement lattés comparativement aux planchers complètement lattés ne fait pas l'unanimité. En effet, une étude de Done et collaborateurs (2005) a démontré que malgré le fait de l'entassement réduise les performances zootechniques des porcs, le type de plancher, qu'il soit partiellement ou entièrement latté, n'a quant à lui pas occasionné de différences sur ces performances. Les conclusions de l'étude de Gonyou *et al.* (2006) ne supportent pas non plus le besoin d'avoir des recommandations différentes en fonction de la proportion de plancher latté. Selon ces résultats, nous pouvons donc questionner la validité de recommander des superficies d'élevage par porc différentes selon qu'ils soient gardés sur des planchers de béton partiellement ou entièrement lattés.

3.1.3 Taille du groupe et concept d'espace libre

Baxter (1992, cité par McGlone et Newby, 1994) suggère que l'espace disponible dans les groupes de porcs est partagé de telle sorte qu'un porc profite d'un plus grand espace pour bouger lorsque les autres porcs du parc sont au repos, comparativement à l'espace qui lui serait disponible s'il était logé seul dans une case individuelle. Ceci est vrai même si la superficie par porc est semblable entre les deux modes de logement. Ainsi, le nombre de porcs qui occupent un parc de dimension donnée et l'utilisation que font ces porcs de leur espace détermine en quelque sorte l'espace libre dont dispose chaque animal. Partant de ce concept, McGlone et Newby (1994) ont posé l'hypothèse que pour une superficie donnée, il existerait une relation directe et positive entre la taille du groupe et l'espace libre disponible pour les animaux. Donc en pratique, cela signifierait que l'on puisse augmenter la taille des groupes sans changer l'espace libre des porcs, ni affecter leurs performances même si la superficie totale par porc diminue. Ils ont donc conduit une étude afin de vérifier cette hypothèse. Les résultats qu'ils ont obtenus démontrent bien que l'espace libre augmente de façon significative à mesure que le nombre de porcs par groupe augmente (des groupes de 10, 20 et 40 porcs ont été évalués) selon l'équation suivante où Y = espace libre par porc en m^2 et X = nombre de porcs par groupe.

$$Y = 0,179 + 0,002092X \quad (\text{Équation 6})$$

Si on applique cette équation respectivement à des tailles de groupes de 10, 20 ou 40 porcs, on peut calculer que l'espace libre par porc passe de $0,20 m^2$ à $0,22 m^2$ à $0,26 m^2$. Ceci correspond à environ 10 % d'économie d'espace par tranche de 10 porcs. Il ne faut cependant pas perdre

de vue que cette étude s'est effectuée pour des groupes de 10, 20 ou 40 porcs. Il faut donc être prudent avant de généraliser les résultats obtenus à d'autres contextes. Par contre, ces résultats démontrent tout de même que la taille des groupes a une influence sur la superficie totale à allouer à chaque porc durant l'élevage.

3.1.4 Température

La température ambiante a une influence sur l'espace requis par porc. En effet, lorsque la température devient trop élevée, la dissipation de la chaleur est plus facilement obtenue avec une densité de porcs moins grande (Kornegay et Notter, 1984). Le contrôle de la ventilation y joue pour beaucoup. Le système de ventilation est généralement conçu pour permettre l'atteinte de conditions ambiantes optimales à l'intérieur des bâtiments. Ainsi, le nombre de porcs présents influence les quantités de chaleur, de gaz et d'humidité émises dans le bâtiment et qui doivent être prises en charge par le système de ventilation. Un trop grand nombre de porcs pour la capacité du système de ventilation (et des entrées d'air) conduira à une détérioration de la qualité de l'air ambiant de la porcherie, ce qui peut augmenter le risque de développement des maladies respiratoires chez les porcs. Alors dans ces cas, une réduction de la densité animale pourrait être souhaitable parce que des mauvaises conditions d'ambiance peuvent prédisposer à des moins bonnes performances zootechniques, à un moins bon état sanitaire des lieux et à la propagation de maladies infectieuses chez les animaux (Murphy *et al.*, 2000).

Pour tenir compte de l'effet des saisons, le Code de Pratiques canadien recommande d'augmenter les superficies d'élevage de 10 à 15 % par temps chaud, afin de permettre une meilleure dissipation de la chaleur. De cette façon, le bien-être et les performances des porcs en seront moins affectés. Comme mentionné à la section 3.3, l'augmentation de la superficie par porc en période froide lorsque les débits de ventilation sont généralement au minimum, pourrait nuire à la qualité de l'air ambiant (Massabie et Granier, 2004).

3.3 INTERACTION ENTRE LA SUPERFICIE ET LE BIEN-ÊTRE ANIMAL

Le bien-être des animaux dans les élevages est un concept qui ne fait pas l'unanimité entre les chercheurs. Il implique généralement des variables scientifiques mesurables et des valeurs éthiques (Turgeon *et al.*, 2002). Plusieurs écoles de pensée existent et toutes n'ont pas les mêmes définitions ou visions du bien-être. Néanmoins, malgré ces difficultés, le *Farm Animal Welfare Council* (FAWC) en est arrivé à une définition assez concrète du bien-être qui correspond à un certain amalgame entre les différentes approches ou visions. En 1993, le FAWC a proposé les points de repères suivants qui sont très souvent cités et utilisés par les chercheurs et qui sont basés sur les « 5 libertés » des animaux émises à l'origine en 1965 par le Comité Brambell, un comité d'experts britanniques. Ainsi selon le FAWC et le concept des « 5 libertés », il est stipulé que les animaux doivent être:

1. libres de la soif, de la faim et de la malnutrition par un accès à de l'eau fraîche et à une ration favorisant santé et vigueur;
2. libres d'inconfort, assuré par un logement approprié et confortable. Les animaux doivent être libres de se retourner, de se lever, de se coucher, de s'étirer et de se toiletter;
3. protégés et soulagés de la douleur, de la maladie et des blessures par un diagnostic et un traitement rapide;
4. libres d'exprimer la plupart des comportements normaux et naturels de leur espèce, dans un environnement favorisant cette expression;
5. libres de la peur, grâce à des conditions évitant la souffrance mentale.

Une bonne façon de déterminer si les superficies d'élevage accordées aux porcs affectent ou non le bien-être des porcs, consiste à regarder si elles ont des effets négatifs pour chacun des cinq points (5 libertés) énoncés ci-dessus. L'accès à l'eau et à l'aliment n'est pas vraiment en lien avec la superficie d'élevage en tant que telle sauf dans le cas où un éleveur choisirait de mettre un plus grand nombre d'animaux dans un parquet avec un nombre insuffisant de points d'abreuvement et de places à la mangeoire. C'est ce qui arrive parfois en pratique lorsqu'un surplus de porcs doit trouver place dans une section d'engraissement. Alors dans ce cas, il est fort probable que le bien-être des porcs, ainsi que leurs performances zootechniques, soient encore plus affectés, à cause de l'entassement des animaux et de la restriction de l'accès aux ressources alimentaires.

Une trop faible superficie d'élevage pourrait aussi perturber le comportement normal des porcs si l'espace alloué est vraiment faible. En effet, les porcs préfèrent avoir des endroits distincts dans leur parc pour manger, déféquer et se reposer (aires fonctionnelles). Donc s'il y a moins d'espace, les porcs seront dérangés et il est plus que probable qu'il soit difficile de maintenir des conditions de propreté des planchers adéquates. Il est plausible de penser que l'entassement aura un effet sur la définition des aires fonctionnelles des porcs et conséquemment sur les problèmes d'hygiène des sols des parcs. Si la restriction d'espace est suffisamment sévère pour occasionner ce genre de situation, on peut affirmer alors que le bien-être des porcs en sera affecté. Par contre, à des superficies plus grandes, Massabie et Granier (2003) ont démontré que pour une température d'élevage de 24°C les porcs occupaient leur parquet de façon homogène, qu'ils aient une superficie d'élevage de 0,70 ou de 0,93 m²/animal.

Ekkel et ses collaborateurs (2003) mentionnent les travaux de Petherick et Baxter en 1981 où il a été démontré que l'espace nécessaire pour que tous les porcs d'un parc puissent se reposer en même temps complètement étendus sur le côté correspondait à une valeur de la constante k égale à 0,047 (donc à 0,95 m² pour un porc de 90 kg selon le tableau 2). Pearce et Paterson (1993) ont effectué une expérience pour comparer l'effet de deux superficies extrêmes (k = 0,048 vs 0,025) sur le comportement et l'activité des porcs. La borne supérieure testée à partir du k = à 0,048 est donc très près de la superficie permettant à tous les porcs de se reposer complètement couchés sur le côté tous en même temps, comme présenté dans les travaux de Petherick et Baxter (cités par Ekkel *et al.*, 2003). La borne inférieure testée, avec le k = 0,025 fournie cependant plus d'espace aux porcs que le k = 0,019 qui représente l'espace requis aux porcs pour se coucher en position sternale, comme démontré dans les travaux de Petherick et Baxter cités ci-dessus. Les résultats de l'étude de Pearce et Paterson (1993) ont montré que les porcs non entassés ont passé significativement plus de temps couchés complètement sur le côté et moins de temps couchés sur le sternum que les porcs entassés, indiquant un niveau de confort supérieur qui augmente avec l'espace disponible. Parallèlement, les porcs non entassés se déplaçaient plus dans le parc et démontraient plus d'activités exploratoires que les porcs entassés. Ces deux comportements sont considérés comme des comportements normaux de l'espèce et leur augmentation reflète un meilleur bien-être pour les porcs non entassés dans cette étude. L'entassement a donc négativement affecté le bien-être des porcs et leur comportement. Dans un article sur les besoins en espace des porcs durant l'engraissement, l'ISPAIA (2004) mentionne « qu'une densité élevée d'animaux réduit la disponibilité d'un espace adéquat pour se coucher ou, tout du moins, la facilité pour le trouver ». Il en va de même pour l'accès à l'auge, à l'aliment et à l'abreuvoir. Une telle limitation conduit à une plus grande activité des animaux, donc à un risque accru de blessures et d'interactions agressives. Si d'autres facteurs comme des températures extrêmes ou la présence de maladies sont présents, cela ajoute au stress social déjà vécu par les porcs et risque de se répercuter de façon plus marquée sur les performances zootechniques.

De mauvaises conditions sanitaires et la présence d'un trop grand nombre de porcs dans un bâtiment peuvent accroître la pression d'infection en présence d'un microbe d'élevage. Ainsi, l'entassement et le stress qui en découle peut alors affecter la résistance des animaux et leur système immunitaire. Les travaux de Merlot (2004) et de Turner *et al.* (2000), décrits plus bas, élaborent un peu plus sur le lien entre le stress et la résistance immunitaire des porcs.

Quelques chercheurs ont étudié le lien entre les superficies d'élevage et les problèmes de comportement tels que la caudophagie et les interactions agressives entre les porcs. John Gadd (2005) mentionne que les densités élevées d'élevage sont un des points critiques à contrôler en présence de problèmes de caudophagie car selon lui, elles augmentent le niveau d'agitation des porcs.

Randolph *et al.* (1981) ont mesuré les interactions agressives observées entre des porcs en fonction des deux superficies d'élevage (0,82 et 1,64 m²/porc). Ils n'ont observé qu'une tendance à l'augmentation de certains comportements agressifs entre les porcs (attaques, menaces, déplacements-poussées) et ce, même si les superficies allouées étaient assez élevées. Ils concluent donc que malgré le fait qu'aucun porc n'ait été soumis à un entassement sévère, il est évident que le patron de comportement des porcs est affecté, favorisant l'agressivité.

Du côté des conditions d'élevage et du logement, le confinement, l'agression entre les animaux et l'entassement sont des sources de stress pour les porcs (Ayo *et al.*, 1998). Parce que le stress en élevage affecte les animaux, il est donc justifié pour le producteur de mettre en place des mesures préventives (fournir un logement confortable adapté à la catégorie de porcs) afin d'en limiter les impacts négatifs sur la productivité de l'élevage.

Lorsqu'on parle de stress en élevage, il faut tout d'abord distinguer entre un événement ponctuel de forte intensité (transport, regroupement, etc...) et un stress plutôt chronique pour lequel le porc tente de s'adapter avec plus ou moins de succès. Des conditions de logement contraignantes sont un exemple de stress plutôt chronique (Merlot, 2004).

La réponse au stress revêt une composante individuelle, c'est-à-dire qu'elle dépend de la perception de chaque individu, donc dans notre cas, de la perception de chaque porc par rapport au changement dans son environnement d'élevage. Pour cette raison, il se peut que certains individus d'un groupe réagissent plus fortement que d'autres à un changement dans leur environnement d'élevage (Gross et Siegel, 1993). On parle généralement de stratégies d'adaptation au stress ou de la réponse au stress d'un animal. La réponse à une situation stressante peut être d'ordre anatomique (hypertrophie ou décroissance d'un organe par exemple), physiologique (comme une différence dans la sécrétion de certaines hormones) et/ou simplement comportementale (développement de comportements anormaux comme la caudophagie, augmentation des agressions entre porcs, changement dans le niveau d'activités). La fonction immunitaire peut même être affectée, allant jusqu'à une diminution de la résistance des animaux aux infections (Merlot, 2004). En effet, selon Turner *et al.* (2000) une diminution de la superficie par animal peut conduire à une réduction des taux plasmatiques d'anticorps spécifiques produits en réponse à une immunisation, indiquant une plus faible réponse humorale due à l'entassement.

Un aspect non négligeable et qui est relié aux superficies d'élevage accordées, est leur impact sur le maintien de bonnes conditions d'ambiance et donc de la présence des gaz nocifs, des poussières ou autres particules respirables (Murphy *et al.*, 2000). Ce point est très important car la santé et le bien-être des travailleurs sont fortement influencés par ces paramètres. Dans leur

étude, ces chercheurs ont compilé des mesures sur les concentrations de l'air en particules respirables et en bactéries viables issues de 11 porcheries en ventilation naturelle. Des relations ont été ensuite faites entre ces variables et la densité d'élevage des porcs. Dans cette étude, la densité d'élevage est rapportée en mètres cubes par porc, pour tenir compte du volume d'air des bâtisses. Les résultats démontrent qu'il existe un lien entre la densité d'élevage et la concentration en bactéries viables de l'air, mais aussi entre la densité d'élevage et la quantité de particules respirables. Cette étude confirme donc l'impact de l'entassement des porcs dans un élevage sur la qualité de l'air et les risques potentiels pour la santé des porcs mais également des humains.

Massabie et Granier (2004) ont publié une étude afin de vérifier si une augmentation de la superficie par porc (0,93 vs 0,70 m²/animal) pouvait détériorer la qualité de l'air dans les chambres d'engraissement, particulièrement en période hivernale où les débits de ventilation sont généralement plus faibles. Les résultats qu'ils ont obtenus confirment cette hypothèse car pour un débit de ventilation minimum, les salles où un moins grand nombre de porcs étaient présents (superficie par porc plus élevée) ont démontré un plus fort taux d'ammoniac (32,8 ppm) que les salles avec plus de porcs (28,1 ppm). Par contre, la quantité totale de poussière n'a pas été affectée par le traitement. Il y a donc un risque, à trop augmenter la superficie par porc, de dégrader la qualité de l'air ambiant surtout en périodes de faibles taux de ventilation.

Massabie et Granier (2004) ont également mesuré l'impact des deux superficies d'élevage mentionnées précédemment, sur les quantités totales de germes présents dans l'air à un débit minimum de ventilation, mais aussi à un débit considéré comme optimal. Ils ont observé que la densité d'élevage pouvait influencer le nombre de germes par m³ d'air seulement lorsque le débit de ventilation était faible. En effet, les chambres où un plus grand nombre de porcs étaient présents (chambres à 0,70 m²/animal) avaient des quantités de germes présents presque deux fois supérieures aux chambres avec moins d'animaux (chambres à 0,93 m²/animal) (9,35 vs 5,18 x 10⁴ germes/m³). Ce résultat n'est probablement que le reflet du plus grand nombre de porcs par chambre avec les superficies d'élevage à 0,70 m²/animal. La réduction de la superficie d'élevage, en augmentant la quantité de microbes présents dans l'air, pourrait augmenter également la pression d'infection en cas de problèmes de santé.

En résumé, il existe un lien sensible entre le bien-être des porcs et les superficies d'élevage. Le bien-être et la santé des travailleurs peuvent même être affectés si la densité d'animaux ne permet pas de maintenir des conditions d'ambiance optimales.

3.4 IMPACTS DES SUPERFICIES SUR LA QUALITÉ DES FUTURS REPRODUCTEURS

L'élevage en groupe des truies destinées à la reproduction est une pratique courante au Québec. Les bâtiments d'élevage ressemblent à des engraissements sauf que les superficies allouées sont supérieures à celles des porcs destinés à l'abattoir. Dans le Code de pratiques canadien sur le soin et la manipulation des animaux de ferme, nous avons vu qu'il est recommandé de fournir des superficies calculées à partir de $k = 0,054$ (équation 5) pour les femelles de remplacement destinées à la reproduction et élevées sur plancher partiellement latté. Pour une femelle de 115 kg de poids vif, cela correspond à une superficie de 1,28 m²/femelle (13,8 pi²/femelle). Cette recommandation est faite afin d'aider à prévenir d'éventuels problèmes que les cochettes ou les truies pourraient avoir plus tard aux pieds et aux pattes (CRAC, 1993).

Le développement sexuel et la longévité des cochettes dans le troupeau reproducteur peuvent être affectés par le logement de ces animaux durant leur croissance (Levis, 2000). Selon Pearce

et Paterson (1993b), bien que la restriction d'espace ($k = 0,025$ vs $0,048$) engendre un stress chronique et une diminution du gain moyen quotidien des cochettes durant la croissance, elle n'affecterait pas significativement l'âge à la puberté ni les performances reproductives subséquentes. Ford et Teague (1978) étaient arrivés aux mêmes conclusions.

En résumé, en ce qui concerne les femelles de remplacement en élevage, il existe des recommandations mais peu d'études scientifiques pour les appuyer. Nous pouvons donc conclure qu'une restriction de l'espace alloué ou un entassement des cochettes en développement aura donc potentiellement les mêmes effets qu'une diminution des superficies pour des porcs d'engraissement (baisse des performances, augmentation des agressions et blessures, diminution du bien-être, etc...), ce qui pourrait affecter négativement la qualité des cochettes mises à la reproduction et qui est probablement à l'origine des recommandations plus élevées pour l'espace à allouer à ces animaux durant leur développement. Une cochette blessée ne peut généralement pas être vendue comme reproducteur et elle représente donc une perte pour l'éleveur qui se voit contraint de l'expédier à l'abattoir au prix du marché.

3.5 IMPACTS DES SUPERFICIES SUR LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

Les dispositifs expérimentaux de plusieurs travaux font souvent intervenir plus d'un facteur lorsque des superficies différentes sont regardées. Par exemple, il est courant de voir les auteurs proposer des expérimentations qui font varier à la fois la taille du groupe et la superficie (voir section 3.1). Un nombre relativement restreint de publications visent à éclaircir exclusivement l'impact de la variation de l'espace alloué sur les performances zootechniques. Sur une base scientifique, il faut être prudent lorsqu'on compare des expérimentations entre-elles.

Parmi les études où les effets de la taille du groupe et des superficies ne sont pas confondus, les impacts de la diminution des superficies varient beaucoup de l'un à l'autre. Le tableau 6 regroupe les conclusions de plusieurs publications.

Tableau 6. Impacts des superficies d'élevage sur les performances zootechniques selon différents auteurs

Auteurs	Superficies comparées	Effet sur GMQ	Effet sur IMQ	Effet sur C.A.	Conclusion
Gonyou et Stricklin, 1998	k= 0,03 à 0,039 ou 0,048	+ 5,2 %	+ 4,7 %	NS	Aucune différence entre porcs gardés à des k = 0,039 vs 0,048
Randolph et al., 1981	0,82 m ² /p à 1,25	+ 2,2 %	NS	NS	Effet linéaire sur le GMQ
	0,82 m ² /p à 1,64	+ 4,3 %			
Pearce et Paterson, 1993	k = 0,025 à 0,048	+ 13,5 %	NS	Tendance: amélioration (- 7,0 %)	Différence numérique sur ingéré mais non significative et qui se reflète sur la C.A.
Leek et al., 2004	0,45 m ² /p à 0,75	NS	NS	NS	Porcs en croissance (38 à 75 kg)
Leek et al., 2004	0,53 m ² /p à 0,88	NS	NS	Tendance: amélioration (- 6,6 %)	Porcs en finition (75 à 100 kg). Seule une tendance a été observée pour la C.A. des porcs en finition.
NCR-89	0,56 m ² /p à 0,74	+ 7,0 %	+ 6,4 %	+ 1,5 %	Effets linéaires pour chacune de ces 3 variables mais peu d'améliorations au-delà de 0,93 m ² /p.
	0,56 m ² /p à 0,93	+ 12,7 %	+ 9,8 %	+ 3,4 %	
	0,56 m ² /p à 1,11	+ 14,0 %	+ 8,7 %	+ 6,0 %	
Wellock et al., 2003	k = 0,039 à 0,03	- 7,5 %	N/A	N/A	Simulation informatique des performances à l'aide d'une équation basée sur une revue de littérature
McGlone et Newby, 1994	0,56 m ² /p à 0,65	+ 13,3 %	NS	NS	0,65 m ² et 0,56 m ² correspondent à une réduction de l'espace libre de 50 et 100 % respectivement
	0,56 m ² /p à 0,74	+ 16,7 %	+ 13,4 %		
Brumm et NRC-89, 1996	0,65 m ² /p à 0,84	+ 2,1 %	+ 2,9 %	NS	Effets quadratiques: performances à 0,84 > 0,65 > 1,02 m ² pour porcs jusqu'à 107 kg de poids vif
	0,65 m ² /p à 1,02	- 2,4 %	- 0,7 %		
Brumm et al., 2004	0,55 m ² /p à 0,74	+ 5,7 %	Tendance amélioration (+ 3,4 %)	NS	19 porcs par parc vs 14

Plus concrètement, il est généralement reconnu qu'une restriction de l'espace alloué aux porcs conduit habituellement à une réduction de la prise alimentaire, suivie d'une détérioration du GMQ, le tout avec un effet minimal sur la conversion alimentaire (Brumm *et al.*, 2004; Brumm et NRC-89, 1996; McGlone et Newby, 1994; NRC-89; Gonyou et Stricklin, 1998). Une hypothèse souvent citée par les chercheurs pour expliquer la diminution de la croissance est que l'entassement, en causant une situation de stress chronique chez les porcs, occasionnerait une augmentation de la gluconéogenèse et une diminution des taux de déposition de protéines des porcs affectant ainsi la croissance des animaux (Pearce et Paterson, 1993; Barnett *et al.*, 1983).

Gonyou et Stricklin (1998) ont comparé les impacts de superficies allouées en tenant compte d'une constante $k = 0,03, 0,039$ et $0,048$ (voir le tableau 7 pour une évaluation des superficies calculées à partir de l'équation 1 pour un porc de 90 kg en tenant compte des différentes valeurs de k). Ils n'ont pas obtenu de différences entre les traitements avec $k = 0,039$ et $k = 0,048$ mais par contre, pour les porcs avec les superficies calculées à partir d'un $k = 0,03$, les performances étaient inférieures. Ils ont démontré une baisse de 5 % du GMQ et de 4 % de l'ingéré quotidien à partir de la cinquième semaine d'élevage mais aucune différence pour la conversion alimentaire. Brumm a présenté (2004a) les résultats d'une synthèse d'une dizaine d'études sur les impacts de la superficie sur le gain moyen quotidien des porcs. Dans cette synthèse, l'utilisation d'une constante $k = 0,30$ engendrait des baisses de GMQ de 3 à 5 % par rapport à un $k = 0,33$. Edwards et Armsby (1988) ont quant à eux trouvé qu'une constante $k = 0,024$ occasionnait une baisse des performances par rapport à un $k = 0,034$ mais par contre, aucune différence n'était observée entre le k à $0,024$ et le k à $0,030$. Gonyou *et al.* (2004) ont fait le même genre de synthèse comparative à partir d'articles déjà publiés pour chercher à connaître la valeur critique de k en deçà de laquelle le GMQ des porcs serait affecté négativement. En fait, ils cherchaient la valeur limite de k pour la productivité. Ils ont démontré que pour les porcs en fin d'engraissement sur plancher entièrement latté, la valeur critique de k est de $0,0329$. En élargissant leur analyse, ils ont établi des valeurs critiques de k égales à $0,0327, 0,0337$ et $0,0315$ respectivement pour des porcs en croissance-finition sur plancher entièrement latté, partiellement latté et pour des porcs en pouponnière. En 2006, Gonyou *et al.* ont présenté les résultats d'une synthèse de la littérature. Ils ont démontré que pour la période d'engraissement, la valeur critique de k se situe entre $0,0336$ et $0,035$ et que chaque diminution de la valeur de k de $0,001$ engendrait en moyenne une détérioration moyenne de $0,98$ % du GMQ. À moins que d'autres facteurs ne viennent influencer les résultats observés dans ces différentes études, les plus récentes publications démontrent que la constante k idéale se situe quelque part entre $0,0336$ et $0,035$, correspondant à une valeur entre $0,67$ et $0,70$ m² ($7,3$ à $7,5$ pi²/p) pour un porc de 90 kg de poids vif. Les résultats de ces recherches viennent appuyer la recommandation de la directive européenne qui exige un minimum de $0,65$ m²/p pour des porcs dont le poids se situe entre 85 et 110 kg (tableau 3) mais pas la superficie proposée à 1 m²/porc. La proposition de modification de la directive européenne à 1 m²/porc favorise l'adoption des superficies à peu près équivalentes à un calcul avec une valeur k de $0,047$ (ITP, 2000).

Tableau 7. Évaluation des superficies calculées à partir d'une équation allométrique pour un porc de 90 kg de poids vif, à différentes valeurs de la constante k

Valeurs de k	Superficie calculée, m ² /porc	Superficie calculée, pi ² /porc
0,024	0,48	5,2
0,025	0,50	5,4
0,027	0,54	5,8
0,030	0,60	6,5
0,033	0,66	7,1
0,034	0,68	7,8
0,039	0,78	8,4
0,048	0,97	10,4
0,054	1,08	11,7
0,057	1,15	12,3

Brumm (2004b) a cherché à savoir si les femelles et les mâles castrés répondaient de la même manière à l'entassement durant la période d'engraissement. À la lumière des résultats obtenus,

l'auteur conclut que les castrats et les femelles répondent de façon similaire à une réduction de leur espace d'élevage.

En plus des impacts présentés sur le gain moyen quotidien des porcs, leur ingéré et la conversion alimentaire, il est important de s'assurer que le coefficient de variation des poids vifs des porcs d'un parc ne soit pas affecté négativement par la superficie allouée pour la croissance des porcs. En effet, un trop grand coefficient de variation pourrait signifier la possibilité que les sorties de porcs pour l'abattoir doivent s'effectuer sur une plus longue période, pénalisant ainsi la rotation des bâtiments. Brumm et NRC-89 (1996) ont calculé les coefficients de variation pour les porcs engraisés jusqu'à 135 kg de poids vif et ils ont trouvé une moins grande variation de poids (CV = 6,9) entre les porcs gardés à 0,84 m² plutôt qu'à 0,65 m² et à 1,02 m². Par contre, pour des superficies par porc variant entre 0,53 m² et 1,1 m², tous les autres auteurs qui ont mesuré la variation du poids des porcs (pour les différentes études citées au tableau 6) n'ont pas mis en évidence d'impacts des superficies quant au coefficient de variation du poids des porcs (Gonyou et Stricklin, 1998; NRC-89).

Un autre point est également soulevé par Connor (2004) quant aux impacts d'une restriction des surfaces d'élevage par porc en engraissement. Certains calculent la performance d'un lot de porcs en fonction du nombre de kg de gain de poids produits par parc ou par mètre carré de bâtisse. Dans cette situation, les performances zootechniques individuelles des porcs sont donc plus ou moins représentatives des performances économiques du lot puisqu'un entassement, consécutif à une réduction des superficies d'élevage, produira inévitablement un plus grand nombre de kg de chair par mètre carré même si les performances de GMQ sont détériorées pour chaque porc (la loi du nombre!). À cet effet, Dritz *et al.* (1999) ont présenté une étude-terrain pour vérifier les effets d'une augmentation du nombre de porcs par parc de 25 à 28 porcs, donc d'une superficie d'élevage de 0,69 ou 0,61 m²/porc. Le gain moyen quotidien, l'ingéré et la conversion alimentaire des porcs n'ont pas été affectés par cette diminution de l'espace par porc. Cependant, comme il fallait s'y attendre, une augmentation du nombre de porcs dans les parcs a produit un plus grand nombre de kg de chair par mètre carré de bâtisse. Cette productivité accrue a diminué les frais fixes de 1,85\$ (1,50\$ US) par porc produit. Comme prévu et sur une base purement économique, l'entassement des porcs a donc conduit à une amélioration de la productivité. La section 4 traite plus spécifiquement de l'impact économique relié au choix d'une superficie d'élevage.

3.6 IMPACTS DES SUPERFICIES SUR LA QUALITÉ DES CARCASSES

L'étude de Dritz *et al.* (1999) visait également à vérifier les effets d'une augmentation du nombre de porcs par parc de 25 à 28 porcs, sur la productivité et les caractéristiques des carcasses. Comme ce fut le cas pour le gain de poids, l'ingéré et la conversion alimentaire, aucune différence significative n'a été mise en évidence sur les paramètres de qualité des carcasses mesurés (épaisseur de gras, profondeur de la longe, pourcentage de maigre et indice de rendement en viande maigre ou *fat-free lean index*). Leek *et al.* (2004) n'ont pas trouvé non plus de différence sur le poids des carcasses, le rendement des carcasses, l'épaisseur de gras dorsal et le pourcentage de maigre entre des porcs en finition gardés à 0,53 m² vs 0,88 m² de superficie par animal. Brumm (2004a) quant à lui, rapporte que l'entassement ne devrait pas affecter de façon marquée la qualité des carcasses de porcs, sauf si ce n'est qu'une légère amélioration des pourcentages de maigre et de gras pourrait être observée si une diminution de l'ingéré moyen quotidien de moulée est causée par l'entassement. Dans une étude semblable en 2004 (Brumm *et al.*, 2004), Dr. Brumm et son équipe ont observé une tendance à la diminution de l'IMQ de porcs gardés à 0,55 m² par rapport à des porcs bénéficiant d'une superficie de 0,74 m²; tendance qui s'est traduite comme prévu par une diminution non

significative de l'épaisseur de gras dorsal des carcasses et une légère augmentation concomitante (significative) de la profondeur du muscle. Ces valeurs mesurées furent sans effet sur le pourcentage de maigre des carcasses mais se sont répercutées sur le gain quotidien en viande maigre (*fat-free lean*), qui est passé de 363 à 341 g/j pour les porcs plus entassés.

Pour des porcs abattus autour de 85 kg, Edwards et Armsby (1988) ont obtenu une amélioration des rendements de carcasse, qui sont passés de 74,7 à 76,3 % lorsque la constante k utilisée dans l'équation pour la superficie à allouer passait de $k= 0,034$ à $k= 0,024$. Dans cette étude, l'entassement a conduit à de meilleurs rendements de carcasses mais sans toutefois affecter le poids des carcasses et leur épaisseur de gras dorsal. Brumm et NRC-89 (1996) n'ont pas non plus démontré d'effet sur l'épaisseur de gras et la quantité de maigre des carcasses pour des superficies allouées par porc de 0,65, 0,84 ou 1,02 m².

3.7 RELATION ENTRE LES SUPERFICIES D'ÉLEVAGE EN POUPONNIÈRE ET EN ENGRAISSEMENT

Certains chercheurs ont cherché à savoir dans quelle mesure une restriction de l'espace pour les porcelets en pouponnière pourrait se répercuter ultérieurement sur les performances durant la période d'engraissement. Wolter *et al.* (2003) ont soumis des porcelets en pouponnière à une restriction de l'espace (0,63 vs 0,21 m² par porcelet) durant 8 semaines. Durant la phase d'engraissement subséquente (9 à 23 semaines) tous avaient la même superficie d'élevage (0,63 m² par porc). Les performances des porcelets après les 8 premières semaines étaient significativement inférieures pour les entassés, par contre, à la fin de l'étude après 23 semaines d'élevage, les performances globales des porcs étaient les mêmes. Les porcelets restreints en début d'élevage ont compensé les pertes de performance dues à l'entassement initial. Par contre, les auteurs mentionnent également que le taux de réforme des porcelets entassés (porcelets retirés pour cause de mortalité, blessures, mauvais état général) étaient le double (3,4 %) de celui des porcelets non entassés (1,6 %) durant la période où la restriction d'espace était appliquée. Cet effet n'était plus significatif en engraissement alors que les porcs avaient tous le même espace disponible.

4. IMPACT ÉCONOMIQUE DES SUPERFICIES D'ÉLEVAGE EN ENGRAISSEMENT

Pour l'analyse économique de l'impact de l'application de nouvelles normes de superficies d'élevage (densité animale) sur le bien-être des porcs, sur les performances zootechniques et économiques, plusieurs éléments doivent être considérés. Ces éléments sont principalement la superficie du bâtiment, le nombre et la superficie des parcs, la superficie d'élevage allouée par animal et finalement le GMQ. Le GMQ aura un impact sur la durée d'engraissement et donc sur le nombre de porcs produits.

Pour effectuer les calculs, nous avons considéré un bâtiment type d'engraissement de 1 000 places en tout plein, tout vide. Le bâtiment comprend deux chambres de 20 parcs chacun. La dimension de chaque parc est de 16,72 m² (180 pi²) pour 25 porcs. La superficie est de 0,67 m² (7,2 p²) par animal par parc.

Nous avons posé deux hypothèses différentes, donc deux analyses économiques ont été effectuées. La première analyse est basée sur l'effet de différentes superficies d'élevage, mais pour un même GMQ. Ce scénario est optimiste car il considère une situation où les performances des porcs ne seraient pas affectées par l'entassement. La deuxième analyse considère que les superficies d'élevage vont avoir un impact sur les performances des animaux et engendrer des GMQ différents. L'information recueillie dans la revue de littérature va dans ce sens. Ce scénario est donc notre hypothèse plus réaliste.

Les objectifs visés sont de comparer le nombre de kg produits par année, le nombre de kg produits par m² de parcs (seulement la superficie des parcs, soit la superficie d'élevage, est considérée) et finalement les revenus annuels en fonction du nombre de kg produits. Les revenus calculés sont les revenus bruts selon un prix du porc (\$/100 kg), le même pour tous les scénarios. Aucun calcul du revenu net n'est effectué, car celui-ci peut être très variable d'une ferme à l'autre selon les performances technico-économiques de chaque ferme.

4.1 DONNÉES DE BASE CONSIDÉRÉES POUR LES CALCULS

Le tableau 8 présente les principales données techniques et économiques qui ont été utilisées pour les deux analyses économiques. Le poids d'entrée, le poids de sortie, le poids des carcasses, le taux de mortalité, le prix du porc et l'indice à l'abattage sont considérés comme étant les mêmes pour les deux scénarios de calcul.

Tableau 8. Données techniques et économiques considérées pour les calculs

Données de base – Engraissement	
Superficie d'un parc (m ²)	16,72
Nombre de parcs dans le bâtiment	40
Superficie d'élevage totale (m ²)	668,8
Données techniques	
Poids d'entrée (kg)	20
Poids de sortie (kg)	113
GMQ (g/jour)	800
Gain de poids (kg)	93
Conversion alimentaire 20-113 kg (basé sur C.A. de 2,66 de 25 à 107 kg)	2,72
Moulée ingérée par porc (kg)	253
Poids carcasse (kg)	90,4
Mortalité (%)	5
Durée pour vider la bâtisse pour la moitié des porcs et vide sanitaire (jours)	21
Données économiques	
Prix du porcelet entré (\$)	53,68
Prix de la moulée (\$/tonne)	257,04
Indice	110
Prix de pool (\$/kg)	1,58

Sources : Leblanc R. 2005. Communication personnelle; Encan électronique (compilation CDPQ); Men\$uel Porc CDPQ (1999-2004)

4.2 ANALYSE ÉCONOMIQUE SELON UN SCÉNARIO AVEC DES GMQ IDENTIQUES

La première évaluation économique effectuée considère une hypothèse selon laquelle aucune variation du GMQ n'est observée avec les différentes superficies d'élevage. Étant donné que le GMQ est le même pour chacune des superficies, la durée d'engraissement est également la même. La superficie influence alors le nombre de porcs produits par année par la seule variation du nombre de porcs par parc. Pour l'analyse, nous avons considéré des superficies variant de 0,6 à 1 m²/porc. Ces superficies correspondent à un nombre de porcs variant entre 17 et 28 dans chacun des parcs. La superficie de 0,67 m² par porc sert de référence pour comparer les différentes superficies. Les résultats sont présentés au tableau 9.

Tableau 9. Analyse avec différentes superficies d'élevage selon l'hypothèse que les GMQ ne sont pas affectés par la superficie d'élevage (scénario 1)

	Ferme 1	Ferme 2	Témoin	Ferme 3	Ferme 4	Ferme 5	Ferme 6
Superficie (m ² /porc)	0,60	0,65	0,67	0,72	0,80	0,90	1,00
GMQ non ajusté (g/jour)	800	800	800	800	800	800	800
Nombre de porcs par parc	28	26	25	23	21	19	17
Résultats techniques							
Nombre de porcs entrés par lot	1 120	1 040	1 000	920	840	760	680
Durée d'un lot (jours)	137	137	137	137	137	137	137
Nombre de lots par année	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66
Nombre de porcs entrés par année	2 979	2 766	2 659	2 447	2 234	2 021	1 808
Nombre de porcs produits par année	2 830	2 627	2 526	2 324	2 122	1 920	1 718
Gain de poids vif/an	263 151	244 355	234 956	216 160	197 363	178 567	159 770
Kilogrammes de carcasse produits/an	255 794	237 523	228 388	210 117	191 846	173 575	155 304
Différence (kg carcasse)	27 407	9 136	0	-18 271	-36 542	-54 813	-73 084
Kg produits par m ² de parc	382,47	355,15	341,49	314,17	286,85	259,53	232,21
Différence (kg/m ² de parc)	40,98	13,66	0,00	-27,32	-54,64	-81,96	-109,28
Quantité de moulée	715 771	664 644	639 081	587 955	536 828	485 702	434 575
Résultats économiques							
Revenus d'abattage (\$/an)	444 401	412 658	396 787	365 044	333 301	301 558	269 815
Coûts de moulée (\$/an)	183 982	170 840	164 269	151 128	137 986	124 845	111 703
Coûts d'achat des porcelets (\$/an)*	159 886	148 466	142 756	131 335	119 915	108 494	97 074
Marge annuelle (\$/an)	100 533	93 352	89 762	82 581	75 400	68 219	61 038
Différence p/r témoin (\$/an)	10 771	3 590	0	-7 181	-14 362	-21 543	-28 724
	(+12 %)	(+4 %)		(-8 %)	(-16 %)	(-24 %)	(-32 %)

* la consommation de moulée des porcs morts n'a pas été comptée

La plus petite superficie par porc, 0,60 m², est celle qui apparaît la plus rentable. Elle procure une augmentation de la marge annuelle de 12 %, soit 10 771 \$ comparativement à la superficie de référence. Ceci est dû à la production de 304 porcs supplémentaires. Ce calcul est évidemment théorique, compte tenu qu'il soit peu probable que le GMQ des porcs soit le même pour 17 ou 28 porcs dans chaque parc. Néanmoins, il est intéressant de voir de quelle façon pourrait évoluer la marge d'une ferme si on trouvait des moyens pour conserver le même niveau de performance zootechnique malgré l'entassement des porcs.

À l'opposé, si la norme européenne de 1,0 m² présentement à l'étude était adoptée et exigée pour les élevages au Québec, il en résulterait une perte de 28 724 \$ par rapport à la superficie de référence (32 % de baisse). Cette différence est causée par les 808 porcs produits en moins par année.

4.3 ANALYSE ÉCONOMIQUE SELON UN SCÉNARIO OÙ LE GMQ ÉVOLUE EN FONCTION DE LA SUPERFICIE D'ÉLEVAGE ACCORDÉE

Dans cette deuxième analyse, les mêmes superficies d'élevage sont utilisées, mais avec le postulat qu'elles conduisent à l'obtention de GMQ différents. Les GMQ ont été ajustés à partir d'une feuille de calcul développée par Joël Rivest (analyste au CDPQ) et utilisant les données

de Wellock *et al.* (2003) qui font varier le GMQ selon la superficie d'élevage. Les résultats sont présentés dans le tableau 10.

Tableau 10. Analyse avec différentes superficies d'élevage et différents GMQ (scénario 2)

	Ferme 1	Ferme 2	Témoin	Ferme 3	Ferme 4	Ferme 5	Ferme 6
Superficie (m ² /porc)	0,60	0,65	0,67	0,72	0,80	0,90	1,00
GMQ ajusté (g/jour) ⁺	779	793	800	813	833	854	870
Nombre de porcs par parc	28	26	25	23	21	19	17
Résultats techniques							
Nombre de porcs entrés par lot	1 120	1 040	1 000	920	840	760	680
Durée d'un lot	140	138	137	135	133	130	128
Nombre de lots par année	2,60	2,64	2,66	2,70	2,75	2,81	2,85
Nombre de porcs entrés par année	2 912	2 745	2 659	2 480	2 311	2 136	1 941
Nombre de porcs produits par année	2 766	2 608	2 526	2 356	2 196	2 029	1 844
Gain de poids vif/an	257 277	242 541	234 956	219 128	204 216	188 671	171 455
Kilogrammes de carcasse produits/an	250 084	235 760	228 388	213 001	198 506	183 397	166 661
Différence (kg carcasse)	21 696	7 373	0	-15 386	-29 881	-44 991	-61 726
Kg produits par m ² de parc	373,93	352,51	341,49	318,48	296,81	274,22	249,19
Différence (kg/m ² de parc)	32,44	11,02	0,00	-23,01	-44,68	-67,27	-92,29
Quantité de moulée	699 792	659 712	639 081	596 027	555 466	513 186	466 357
Résultats économiques							
Revenus d'abattage (\$/an)	434 481	409 596	396 787	370 056	344 873	318 623	289 547
Coûts de moulée (\$/an)	179 875	169 572	164 269	153 203	142 777	131 909	119 872
Coûts d'achat des porcelets (\$/an)*	156 317	147 364	142 756	133 138	124 078	114 634	104 173
Marge annuelle (\$/an)	98 289	92 660	89 762	83 715	78 018	72 079	65 502
Différence p/r témoin (\$/an)	8 527 (+9%)	2 898 (+3%)	0	-6 047 (-7%)	-11 744 (-13%)	-17 683 (-20%)	-24 260 (-27%)

+ selon Wellock *et al.* (2003)

* la consommation de moulée des porcs morts n'a pas été calculée.

Même si les GMQ sont inférieurs pour les superficies les plus petites, la marge annuelle continue de varier de façon inverse à la superficie par porc. La plus petite superficie par porc, 0,60 m², apparaît toujours comme la plus rentable. Elle procure une augmentation de la marge annuelle de 9 %, soit 8 527 \$ comparativement à la superficie de référence. Ceci est dû au fait que, malgré la diminution de GMQ qui occasionne une diminution du nombre de lots par année, la diminution de la superficie produit néanmoins une augmentation nette du nombre de porcs produits annuellement.

Si la situation qui prévaut sur les fermes actuellement se rapproche du calcul pour la superficie de 0,67 m²/porc, l'application intégrale de la norme européenne à 1 m²/porc affecterait la marge annuelle d'environ 27 % selon nos hypothèses de calcul pour ce scénario.

5. CONCLUSION

La revue de littérature démontre que la réduction des superficies d'élevage peut affecter le GMQ des porcs. Il semble que le seuil critique à ne pas dépasser corresponde à une superficie calculée à partir d'une valeur k entre 0,0336 et 0,35, peu importe si le plancher est complètement ou partiellement latté. Pour un poids moyen de 90 kg, cela correspond à un espace de 0,67 à 0,70 m² par porc (7,3 à 7,5 pi²). Si on considère une augmentation du poids d'abattage de 5 kg, ces superficies deviennent 0,70 à 0,73 m² pour un poids moyen de 95 kg (7,5 à 7,8 pi²).

Le Code de pratiques canadien suggère de fournir aux porcs d'engraissement de ce poids un espace variant entre 0,73 et 0,81 m² par animal selon le type de plancher (7,8 à 8,7 pi²). Afin d'assurer les conditions qui favorisent le développement et la longévité des futurs reproducteurs, les recommandations sont plus élevées que pour les porcs d'engraissement et sont d'environ 1,28 m² par femelle de 115 kg (13,8 pi²). Peu importe la catégorie d'animaux, la littérature démontre également que plusieurs facteurs tels que la température et la saison, la capacité du système de ventilation à maintenir des conditions d'ambiance acceptables, la taille des groupes, l'accès à la trémie et à l'abreuvoir affectent les besoins des porcs quant à la superficie qui leur est nécessaire.

Dans le cadre de ce projet, des scénarios de calculs économiques théoriques ont été faits. Il apparaît que l'entassement semble conduire à un meilleur revenu par bâtiment, malgré les baisses de GMQ qui peuvent être engendrées. Cependant, les coûts réels restent à évaluer, en considérant tous les frais variables spécifiques s'appliquant à chaque situation. De plus, ces scénarios ne tiennent pas compte des autres problèmes qui pourraient être occasionnés par l'entassement comme un accès limité à la trémie et à l'abreuvoir, une plus grande pression d'infection, la transmission de maladies, des difficultés accrues à maintenir un niveau et un statut sanitaire acceptables, de la main d'œuvre supplémentaire requise et des problèmes de bien-être des porcs tels que la caudophagie, les agressions et les blessures qui peuvent conduire à une augmentation du nombre de porcs fragilisés, donc à des pertes de revenus pour le producteur. En plus du respect d'une norme minimale, le niveau d'entassement permis pour une ferme devrait varier en fonction de la possibilité pour le producteur (main-d'œuvre, savoir-faire, conception des bâtiments) à fournir les conditions optimales d'ambiance, d'hygiène, de santé, de distribution d'eau et d'aliments et des soins requis pour les porcs. Au-delà d'un minimum établi, nous aurions avantage à nous pencher sur le niveau de bien-être réel des animaux en tant que tel dans une situation donnée plutôt que sur des normes générales qui ne peuvent s'appliquer aux différents niveaux de soins et de confort qui peuvent être apportés aux porcs selon les bâtiments et les qualifications de la main d'œuvre en place.

Une analyse économique plus complète, faisant intervenir à la fois les superficies d'élevage mais également la stratégie de mise en marché des porcs, serait intéressante. En effet, la façon de faire le choix des porcs pour les envois à l'abattoir a un impact important sur la rémunération du producteur. Celui-ci doit généralement viser à obtenir le meilleur indice à partir de la grille de classement en vigueur. Pour ce faire, il doit maximiser la proportion de porcs qui font partie de la bonne strate de poids. Avec la nouvelle grille de classement mise en place à l'automne 2005, les producteurs ont une marge de manœuvre plus grande, puisque la strate de poids optimale s'est élargie de 3 kg par rapport à la précédente. Les producteurs peuvent maintenant envoyer leur porcs dans un intervalle de poids de 15 kg, comparativement à 12 kg pour l'ancienne grille. La marge de manœuvre qu'ont les producteurs pour le choix des porcs à envoyer à l'abattoir permet d'établir différentes stratégies pour optimiser la rentabilité économique d'un élevage. Dans un élevage en bandes par exemple, on peut penser à viser un poids plus léger pour les

premiers envois à l'abattoir et ainsi allouer plus d'espace aux animaux restants. Ces animaux pourraient alors possiblement mieux exprimer leur potentiel de croissance et être abattus plus lourds que les premiers envoyés. Il serait intéressant et pertinent, considérant le contexte actuel au Québec, d'étudier l'impact de différentes stratégies d'envois à l'abattoir sur la rentabilité économique. Un modèle de simulation stochastique représentant la croissance de chaque individu d'un élevage peut être utilisé à cette fin. Un tel modèle permettrait entre autres d'étudier l'impact du choix du poids minimum pour chaque envoi, ainsi que du nombre d'animaux à envoyer pour libérer de l'espace. La pose de certaines hypothèses permettrait au modèle de considérer l'impact de l'augmentation de la superficie sur la croissance des animaux restants suite à un premier envoi. Les différents coûts (alimentation, charges fixes) pourraient être considérés, et l'analyse économique se faire pour différents contextes économiques en faisant varier le prix de la moulée et le prix du porc.

Finalement, l'application éventuelle d'une superficie d'élevage de 1 m²/porc dans les élevages québécois aurait une conséquence très grande sur les revenus des producteurs. L'impact exact varie en fonction du prix des aliments, de la conversion alimentaire et des frais variables de chaque ferme. Néanmoins, cette norme serait difficile à justifier dans notre contexte.

6. REFERENCES

American Humane Association. 2001. Welfare standards for pigs. 20 pages.

Animal welfare advisory committee c/o Ministry of agriculture and forestry (New Zeland). 1999. Code of recommendations and minimum standards for the welfare of pigs. 32 pages.

Ayo, J.O., Oladele, S.B. et A. Fayomi. 1998. Stress and its adverse effects on modern swine production. *Pig News and Information*, 19(2) : 51N-56N.

Barnett, J.L., Hemsforth, P.H. et A.M. Hand. 1983. Effects of chronic stress on some blood parameters in the pig. *Applied Animal Ethology*, 9 : 273-277.

Beattie, V.E., Walker, N. et I.A. Sneddon. 1996. An investigation of the effect of environmental enrichment and space allowance on the behaviour and production of growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 48 : 151-158.

Bergeron, R., Broes, A., Létourneau, L., Pouliot, F., Robert, S. et M.-J. Turgeon. 2002. Portrait mondial de la législation en matière de bien-être des animaux et recommandations pour le maintien de la compétitivité de l'industrie porcine québécoise. Rapport présenté à la Fédération de Producteurs de Porcs du Québec, 123 pages.

Brumm, M.C. 2004a. Space allocation decisions for grow-finish facilities. Allen D. Lemman Swine Conference : 132-137.

Brumm, M.C. 2004b. The effect of space allocation on barrow and gilt performance. *Journal of Animal Science*, 82 : 2460-2466.

Brumm, M.C., Miller P.S. et R.C. Thaler. 2004. Response of barrows to space allocation and ractopamine. *Journal of Animal Science*, 82 : 3373-3379.

Brumm, M.C. et NRC-89. 1996. Effect of space allowance on barrow performance to 136 kilograms body weight. *Journal of Animal Science*, 74 : 745-749.

Canada Plan Service. 1986. Swine housing and equipment : complete instructions : plan M-3000.

Connor, J.F. 2004. Economics of space utilization. Allen D. Lemman Swine Conference : 138-142.

Conseil canadien du porc. 2005. Cahier des charges sur le bien-être animal : programme d'évaluation des soins aux porcs. Document préliminaire de travail, 33 pages.

CRAC (Agriculture et Agroalimentaire Canada). 1993. Code de pratiques recommandées pour les soins et la manipulation des animaux de ferme: porcs. Publication 1898/F, 59 pages.

Done, T., Hayne, S.M. et H. W. Gonyou. 2005. The effects of crowding on the performance of grower and finisher pigs on fully and partially slatted floors. Document consulté sur Internet le 2 août 2005. <http://www.albertapork.com/news.aspx?NavigationID=1974>

Dritz, S.S., Tokach, M.D., Goodband R.D. et J.L. Nelssen. 1999. Examination of stocking density and marketing strategies in a commercial production environment. Recueil de conférences du Swine Day 1999. Kansas State University, p. 168-171.

Edwards, S.A., Armsby, A.W. et H.H. Spechter. 1988. Effects of floor area allowance on performance of growing pigs kept on fully slatted floors. *Animal Production*, 46 : 453-459.

Ekkel, E.D., Spoolder, H.A.M, Hulsegge, I. et H. Hopster. 2003. Lying characteristics as determinants for space requirements in pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 80 : 19-30.

European Food Safety Authority Panel (EFSA). 2005a. Scientific report : the welfare of weaners and rearing pigs: effects of different space allowances and floor types. EFSA-Q-2004-077.

Document consulté sur Internet le 28 mars 2006.

http://www.efsa.eu.int/science/ahaw/ahaw_opinions/1203/ahaw_op_ej268_pigwelfare_report_en3.pdf

European Food Safety Authority Panel (EFSA), 2005b. The welfare of weaners and rearing pigs: effects of different space allowances and floor types. *EFSA Journal*, 268 : 1-19.

Farm Animal Welfare Council (FAWC). Five freedoms. Document consulté sur Internet le 28 mars 2006. <http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm>

Fàvero, J.A. 2003. Sistema de produção de suínos. Embrapa suínos e aves (Brésil). Document consulté sur Internet le 6 mai 2005. <http://www.cnpa.embrapa.br/?/SP/index.html>

Ford, J.J. et H. S. Teague. 1978. Effect of floor space restriction on age at puberty in gilts and on performance of barrows and gilts. *Journal of Animal Science*, 47(4) : 828-832.

Gadd, J. 1998. Le cannibalisme. *Porc Magazine*, n° 310 (avril) : 72.

Gadd, J. 2005. Les morsures de queues. *Porc Magazine*, n° 387 (avril) : 86.

GarantieBio-Ecocert. 2004. Cahier des normes animales en agriculture de GarantieBio-Ecocert, 26 pages.

Gonyou, H.W., Brumm, M.C., Bush, E., Deen, J., Edwards, S.A., Fangman, T., McGlone, J.J., Meunier-Salaun, M., Morrison, R.B., Spoolder, H., Sundberg, P.L. et A.K. Johnson. 2006. Application of a broken-line analysis to assess floor space requirements of nursery and grower-finisher pigs expressed on an allometric basis. *Journal of Animal Science*, 84 : 229-235.

Gonyou, H.W., Dean, J., McGlone, J.J., Sundberg, P.L., Brumm, M., Spoolder, H., Kliebenstein, J., Buhr, B. et A.K. Johnson. 2004. Developing a model to determine floor space requirements for pigs. *Journal of Animal Science*, 82(Supplement 2) : 2.

Gonyou, H.W. et W. R. Stricklin. 1998. Effects of floor area allowance and group size on the productivity of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 76 (5) : 1326-1330.

Gonyou, H.W. et W. R. Stricklin. 2004. How pigs perceive space. Document consulté sur Internet le 8 décembre 2004.

<http://www.thepigsite.com/Featuredarticle/Default.asp?Display=1000>

Gross, W.B. et P. B. Siegel. 1993. General principles of stress and welfare. Dans: Livestock Handling and Transport. Wallingford, UK: CAB International, p. 21-34.

Guimont, H., Turgeon, M.J., Pouliot, F., Godbout, S. et Leblanc, R. 2005. Abreuvoirs économiseurs d'eau pour porcs en engraissement. Comparaison de la consommation d'eau et des performances zootechniques de différents types d'abreuvoirs utilisés au Québec. 67 p.

ISPAIA. 2004. Besoins d'espace durant l'engraissement (23-08-2004). Document consulté sur Internet le 18 novembre 2004. <http://www.3trois3.com/comportamiento/ficha.php?id=12>

ITP. 2000. La conception de l'élevage, les bâtiments et les aménagements intérieurs. Mémento de l'éleveur de porc. Paris: Institut technique du porc, p. 41-94.

Kornegay, E.T. et D.R. Notter. 1984. Effects of floor space and number of pigs per pen on performance. Pig News and Information, 5(1) : 23-33.

Leek, A.B.G., Sweeney, B.T., Duffy, P., Beattie, V.E. et J.V. O'Doherty. 2004. The effects of stocking density and social regrouping stressors on growth performance, carcass characteristics, nutrient digestibility and physiological stress responses in pigs. Animal Science, 79 : 109-119.

Levis, D.G. 2000. Housing and management aspects influencing gilt development and longevity: A review. Allen D. Lemay Swine Conference : 117-131.

Levis, D.G., Leibbrandt, V.D. et D.W. Rozeboom. 1997. Development of gilts and boars for efficient reproduction. Pork Industry Handbook. Indiana: Purdue University, PIH-74.

Massabie, P. et R. Granier. 2003. Comparaison de deux densités animales en porcherie d'engraissement pour une température ambiante de 20 ou 24 °C. Journées de la Recherche Porcine, 35 : 171-178.

Massabie, P. et R. Granier. 2004. Incidence de la réduction de la densité animale en engraissement sur la qualité de l'ambiance et son impact sur les performances. Journées de la Recherche Porcine, 36 : 395-402.

McGlone, J.J. et B.E. Newby. 1994. Space requirements for finishing pigs in confinement : behavior and performance while group size and space vary. Applied Animal Behaviour Science, 39 : 331-338.

Merlot, E. 2004. Conséquences du stress sur la fonction immunitaire chez les animaux d'élevage. INRA Productions Animales, 17(4) : 255-264.

Murphy, T., Cargill, C. et J. Carr. 2000. The effects of stocking density on air quality. Recueil de conférences du 16th International Pig Veterinary Society Congress, 17-20 septembre, Melbourne, Australia, p. 326.

National Pork Board. 2002. Swine Care Handbook. Iowa: National Pork Board, p. 34.

NRC-89. 1993. Space requirements of barrows and gilts penned together from 54 to 113 kilograms. Journal of Animal Science, 71 : 1088-1091.

Pearce, G.P. et A.M. Paterson. 1993. The effect of space restriction and provision of toys during rearing on the behaviour, productivity and physiology of male pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 36 : 11-28.

Pearce, G.P. et A.M. Paterson. 1993b. The effect of space restriction during rearing on the attainment of puberty and subsequent reproductive activity of female pigs. *Animal Reproduction Science*, 32 : 99-106.

Petherick, J.C. 1983. A note on allometric relationships in Large White x Landrace pigs. *Animal Production*, 36 : 497-500.

Randolph, J.H., Cromwell G.L., Stahly T.S. et D.D. Kratzer. 1981. Effects of group size and space allowance on performance and behavior of swine. *Journal of Animal Science*, 53(4) : 922-927.

Smith, P. 1989. Environmental aspects of the finishing pig. *Pig Journal*, 23 : 20-34.

Spoolder, H.A.M., Edwards, S.A. et S. Corning. 2000. Legislative methods for specifying stocking density and consequences for the welfare of finishing pigs. *Livestock Production Science*, 64 : 167-173.

Standing committee of the european convention for the protection of animals kept for farming purposes (T-AP). 2003. Recommendation concerning pigs, document T-AP (98) 3, version finale pour adoption. Strasbourg : Conseil de l'Europe, 45e réunion, 14 pages.

Standing committee on agriculture and resource management. 1998. Model code of practice for the welfare of animals : Pigs. Victoria, Australia: CSIRO publishing, 13 pages.

Turgeon, M. J., Pouliot, F. et H. Guimont. 2002. Bien-être animal : considérations reliées aux bâtiments.. 3e colloque sur les bâtiments porcins : Le bâtiment porcin en évolution, 20 mars, Drummondville : 111-126.

Turner, S.P., Ewen, M., Rooke, J.A. et S.A. Edwards. 2000. The effects of space allowance on performance, aggression and immune competence of growing pigs housed on straw deep-litter at different group sizes. *Livestock Production Science*, 66 : 47-55.

Wellock, I.J., Emmans, G.C. et I. Kyriazakis. 2003. Predicting the consequences of social stressors on pig food intake and performance. *Journal of Animal Science*, 81: 2995-3007.

Wolter, B.F., Ellis, M., Corrigan, B.P., DeDecker, J.M., Curtis, S.E., Parr, E.N. et D.M. Webel. 2003. Impact of early postweaning growth rate as affected by diet complexity and space allocation on subsequent growth performance of pigs in a wean-to-finish production system. *Journal of Animal Science*, 81 : 353-359.