

2m11.2746.11

Université de Montréal

Relation entre le comportement et la croissance et effets des adoptions sur le bien-être et les performances chez les porcelets sevrés précocement

par

Sylvie Giroux

Département de sciences cliniques

Faculté de médecine vétérinaire

Mémoire présenté à la faculté des études supérieures  
en vue de l'obtention du grade de  
Maître ès sciences (M.Sc.)  
en sciences vétérinaires  
option biomédecine

Août, 1999

©Sylvie Giroux, 1999



11-2242-11

SF  
607  
U54  
1999  
V.011

Université de Montréal

Mémoire écrit en fulfillment de la condition de la thèse de doctorat en médecine vétérinaire  
pour l'obtention du grade de

Docteur en médecine vétérinaire

Département de sciences cliniques  
Faculté de médecine vétérinaire

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures  
en vue de l'obtention du grade de  
Maître en sciences (M.Sc.)  
en sciences vétérinaires  
option biomédecine



Année 1999

Faculté de médecine vétérinaire

Université de Montréal  
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé:

Relation entre le comportement et la croissance et effets des adoptions sur le bien-être et les performances chez les porcelets sevrés précocement

présenté par:

Sylvie Giroux

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes:

Sylvie D'Allaire,  
Guy-Pierre Martineau,  
Suzanne Robert,  
André Dallaire,

présidente du jury  
directeur de recherche  
co-directrice de recherche  
membre du jury

Mémoire accepté le 14 octobre 1999

## SOMMAIRE

L'introduction rapide du sevrage précoce en Amérique du Nord a amené le développement de beaucoup d'études sur la croissance et l'alimentation des porcelets sevrés précocement. Cependant, peu d'études portent sur le comportement des porcelets sevrés hâtivement et sur l'impact de certaines manipulations communes en élevage, telles que les adoptions tardives pré-sevrage.

Le premier objectif consistait à vérifier si la réaction des porcelets face aux humains et à la nouveauté ainsi que leur rang hiérarchique permettent de prédire leur adaptation au sevrage et leur croissance en post-sevrage. Dans la semaine suivant le sevrage à  $18 \pm 1$  jours d'âge, la réponse des 252 porcelets soumis à différents tests comportementaux (open-field, réaction aux humains et hiérarchie) était notée et par la suite analysée statistiquement. L'analyse en composantes principales utilisée a permis d'identifier cinq facteurs expliquant 81% de la variation retrouvée entre les porcelets. Ces facteurs ont été définis comme étant ceux de sociabilité, de réaction active et de réaction passive à un stress, d'alimentation et de hiérarchie. À l'aide du test de corrélation de Spearman, les facteurs de réaction passive à un stress et de hiérarchie ont montré des corrélations positives avec la croissance hebdomadaire des porcelets au cours du mois suivant le sevrage. La corrélation entre le statut hiérarchique et la croissance post-sevrage confirme le résultat de plusieurs études antérieures. Cependant, à notre connaissance, la relation entre le facteur de réaction passive à un stress et la croissance n'a jamais été observée. L'hypothèse que les porcelets réagissant de façon plus calme au stress gagnent plus de poids dans la semaine suivant le sevrage à cause d'une plus faible dépense énergétique a été avancée.

Le deuxième volet visait à vérifier l'impact des adoptions pré-sevrage sur le comportement en post-sevrage et sur les performances sanitaires et zootechniques des porcelets sevrés précocement. Deux porcelets âgés entre 5 et 7 jours ont été échangés entre portées pairées pour la moitié des portées étudiées. Les 384 porcelets étaient pesés à la naissance, à l'adoption, au sevrage et chaque semaine suivant le sevrage. Les blessures et signes de maladies des animaux étaient notés tout au long de l'expérience. Au cours du mois suivant le sevrage à  $18 \pm 1$  jours d'âge, le comportement des porcelets était enregistré pour un total de 10 heures. L'adoption tardive a influencé la croissance des porcelets, les porcelets adoptés gagnant seulement 76% du poids que les autres porcelets prenaient entre l'adoption et le sevrage. Les porcelets des parcs avec adoption se battaient moins que les porcelets des parcs contrôles dans les deux premiers jours suivant le sevrage. Aucune différence significative n'a été trouvée pour la prévalence de maladies ou les blessures. Le bien-être des porcelets sevrés précocement semble compromis par l'adoption tardive, leur croissance étant réduite suite au traitement. Cependant, les mesures prises en post-sevrage n'indiquaient pas d'effets négatifs additionnels, suggérant plutôt que les porcelets provenant des portées avec adoption subissaient moins les effets du mélange au moment du sevrage. Des analyses plus approfondies seraient nécessaires afin de confirmer cette hypothèse.

## TABLE DES MATIÈRES

IDENTIFICATION DU JURY .....	ii
SOMMAIRE.....	iii
TABLE DES MATIÈRES.....	v
LISTE DES TABLEAUX .....	viii
LISTE DES FIGURES.....	ix
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS.....	x
REMERCIEMENTS.....	xi
I. INTRODUCTION.....	1
II. REVUE DE LA LITTÉRATURE.....	3
1. Introduction .....	4
2. Aspects éthologiques .....	5
2.1. Développement des études.....	5
2.2. Trois facteurs de personnalité .....	7
2.2.1. L'agression .....	8
2.2.1.1. Définition.....	8
2.2.1.2. Test de hiérarchie.....	8

2.2.2. L'exploration .....	9
2.2.2.1. Définition.....	9
2.2.2.2. Test d'open-field.....	10
2.2.3. La sociabilité.....	11
2.2.3.1. Définition.....	11
2.2.3.2. Test de réaction aux humains .....	12
3. Aspects zootechniques.....	13
3.1. Qualité des tétines.....	13
3.2. Découverte de l'aliment et de l'eau.....	13
3.3. Alimentation .....	14
3.4. Hiérarchie et gain de poids.....	15
4. Aspects sanitaires .....	16
4.1. Susceptibilité aux maladies, blessures et risques d'infections cutanées.	16
4.2. Vices comportementaux.....	18
5. Adoptions pré-sevrage .....	19
5.1. Effets positifs.....	19
5.2. Effets négatifs .....	20
6. Conséquences du sevrage et du regroupement.....	26
6.1. Stress .....	26
6.2. Établissement de la hiérarchie et agression.....	28
6.3. Croissance .....	31
6.4. Santé.....	33
7. Conclusion.....	34
III. MATÉRIEL, MÉTHODE, RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	35
Article 1: Relationship between individual behavioural characteristics and adaptation to segregated early weaning in piglets.....	36

Article 2: The effects of cross-fostering on health, growth and post-weaning behaviour of early-weaned piglets.....	53
IV. DISCUSSION ET CONCLUSION .....	75
V. BIBLIOGRAPHIE .....	79

**LISTE DES TABLEAUX****Article 1**

Table I: Mean  $\pm$  standard deviation and median for the variables measured during the open-field and reaction to human tests (n=252) ..... 49

Table II: Principal component analysis factor loadings' rotated with varimax rotation of each variable used in the behavioural tests (n=252) ..... 50

Table III: Spearman rank-order correlation coefficients between the personality factors and weekly weight gain of piglets (n=252) ..... 51

**Article 2**

Table I: Effect of cross-fostering at d 6 $\pm$ 1 on the percentage of piglets showing skin lesions during post-weaning period (n=252) ..... 71

**LISTE DES FIGURES**

## Revue de littérature

Figure 1: Types de hiérarchies porcines ..... 29

## Article 1

Figure 1: Weekly weight gain (mean  $\pm$  standard deviation) of piglets over the experiment (n=252) ..... 52

## Article 2

Figure 1: Effect of cross-fostering at d 6 $\pm$ 1 on piglets' growth ( $\pm$  SD) before and after weaning (n=256)..... 72

Figure 2: Effect of cross-fostering at d 6 $\pm$ 1 on the behaviour of piglets (n=252) during post-weaning period. .... 73

## **LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS**

- RS: résistant
- NR: non-résistant
- AG: agressif
- NA: non-agressif
- SEW: segregated early weaning
- PCA: principal component analysis
- SD: standard deviation
- A: adopted piglets
- R: resident piglets
- C: control piglets
- CEE: Communauté Économique Européenne

## REMERCIEMENTS

“Si on connaissait avant de partir toutes les difficultés qui nous attendent, la plupart d’entre nous n’entreprendraient jamais de grands voyages” ont écrit Dan Rather et Pete Wyden dans *I remember* (Little, Brown). Je tiens donc à remercier tout ceux et celles qui m’ont aidée à mener à bien ce projet de recherche.

Un merci tout particulier à:

- mon directeur de recherche, Guy-Pierre Martineau, pour ses explications, ses conseils, sa patience et sa culture générale;
- ma codirectrice de recherche, Suzanne Robert, pour sa confiance, sa disponibilité, sa rigueur et son support de tout instant;
- ma mère, Jeannine Blanchard, pour son appui tout au long de ce projet et pour m’avoir inculqué le goût du travail bien fait;
- mon mari, Stéphane Quintin, pour ses encouragements et pour avoir accepté sans rechigner toutes les contraintes que lui imposait ma maîtrise;
- Thérèse Gagnon, pour son travail précieux, sa gentillesse et sa bonne humeur;
- Claire Corriveau, pour son assistance technique, sa bonne humeur et son amitié;
- Steve Méthot, pour son assistance dans les analyses statistiques;

- Sylvie Cloutier, pour la revision des manuscrits;
- l'équipe de la ferme MAFRAN, pour leur aide lors de la phase animale;
- les Messier, pour m'avoir introduit au monde de la production porcine;
- Kateryn Rochon, Karol Ratté, Isabelle Sénéchal, les Bélanger, les Corriveau-Raymond, les Lavoie et les Robert pour leur hospitalité à court ou moyen terme;
- la station de Recherches d'Agriculture Canada, à Lennoxville, et le personnel qui ont permis la réalisation de ce projet;
- la Fondation québécoise pour la recherche en agro-foresterie et Shur-Gain pour le financement de l'étudiante et du projet de maîtrise.

## **I. INTRODUCTION**

L'introduction au Québec des techniques de sevrage précoce sur un site séparé (aussi appelé sevrage précoce avec ségrégation ou SEW) au cours des dernières années s'est faite afin de contrôler ou d'éradiquer certaines infections chez les porcs. Ces techniques de sevrage sont surtout utilisées par les grands producteurs porcins et touchent environ 25% des 5 500 000 porcs produits au Québec chaque année (Roch, G., communication personnelle, Québec 1998). Les conditions de logement et d'alimentation reliées à ces techniques sont bien connues. Cependant, les facteurs qui influencent l'adaptation des porcelets en pouponnière et leur résistance aux agents bactériens opportunistes en post-sevrage le sont moins. De plus, contrairement au sevrage conventionnel, peu d'études portent sur le comportement des porcelets sevrés hâtivement dans les unités SEW. Enfin, l'impact de certaines manipulations, telles que les adoptions pré-sevrage répétées est encore peu documenté pour les porcelets sevrés précocement.

Le premier objectif de notre étude était de vérifier si la réaction des porcelets face aux humains et à la nouveauté ainsi que leur rang hiérarchique étaient des indicateurs prédictifs de leur adaptation et de leur croissance en post-sevrage. Le deuxième volet visait à vérifier l'impact des adoptions pré-sevrage sur le comportement en post-sevrage et sur les performances sanitaires et zootechniques des porcelets sevrés précocement. Les résultats devraient donc permettre de mieux connaître les relations entre certains traits comportementaux et l'adaptation des porcelets sevrés en pouponnière et de faire des recommandations sur l'utilisation de l'adoption pré-sevrage comme outil pour équilibrer la taille des portées en sevrage précoce.

## **II. REVUE DE LITTÉRATURE**

## 1. Introduction

Le sevrage précoce médicamenteux ('Medicated early weaning'), plus particulièrement le sevrage précoce sur site séparé ou avec ségrégation ('Segregated early weaning'), a été introduit au Québec dès le début des années 90. Cette technique a vu le jour aux États-Unis dans les unités intégrées de grande taille (cité par Châtillon, 1995) et est actuellement très utilisée en Amérique du Nord (Martineau, 1997).

En sevrage précoce, les porcelets sont généralement sevrés entre 14 et 21 jours d'âge afin de contrôler ou d'éradiquer certaines infections (cité par Châtillon, 1995), ce qui est très différent du sevrage naturel qui est un processus graduel qui se prolonge jusqu'à 17 semaines d'âge (entre 14 à 20 semaines) (Algers *et al.*, 1990; Jensen, 1986; Jensen et Recen, 1989). Le sevrage à un âge aussi jeune permet de diminuer les risques d'infection d'origine maternelle puisque les porcelets sont encore protégés par les anticorps colostraux (Moore, 1996). Dans le cas d'un sevrage avec ségrégation, le site de pouponnière est différent de celui de la maternité et éloigné de celui-ci d'habituellement deux kilomètres ou plus. Les avantages sanitaires du sevrage précoce sont donc associés à une diminution du risque de transmission d'origine maternelle chez des porcelets encore protégés par une immunité passive élevée (Moore, 1996).

Ainsi que mentionné précédemment, les conditions de logement et d'alimentation nécessaires à la réussite du sevrage précoce sont bien identifiées (Dritz *et al.*, 1995; Tokach *et al.*, 1994). Par contre, les facteurs "animaux" influençant le succès du sevrage précoce le sont moins. La réussite du sevrage d'un porcelet dépend entre autres de son gain de poids et de sa résistance à

certaines maladies associées à des agents bactériens opportunistes qui se manifestent deux à trois semaines après le sevrage. Ces maladies sont difficiles à contrôler et on ne connaît pas encore bien les facteurs de risque responsables de leur apparition. Elles représentent un facteur à prendre en considération en sevrage précoce. L'explication est probablement en partie de nature immunologique et comportementale. C'est ce deuxième aspect qui sera développé au cours de la présente étude.

## 2. Aspects éthologiques

### 2.1. Développement des études

Selon Spooler *et al.* (1996), les différences individuelles entre les réponses comportementales des animaux font l'objet de plus en plus d'études. Par exemple, plusieurs théories ont été élaborées afin de distinguer les caractéristiques individuelles des porcs. La connaissance de ces caractéristiques permettrait d'améliorer la gestion des élevages porcins. En effet, un test simple qui permettrait d'identifier les animaux à risque, soit ceux qui ont de la difficulté à s'adapter aux défis futurs, comme le sevrage, serait très utile.

Les premières études sur ce sujet chez les porcs ont été réalisées par Hessing *et al.* (1993a). Elles reposaient sur les travaux de Benus *et al.* (1991) qui ont démontré la présence de stratégies comportementales actives et passives chez les rongeurs qui se reflètent par le niveau d'agressivité des individus. Hessing *et al.* (1993a) ont voulu vérifier si les conclusions de Benus *et al.* (1991) s'appliquaient aux porcs. Afin de mesurer les différences entre les réponses comportementales des individus, les porcelets étaient soumis à un 'backtest' où ils

étaient retournés sur le dos et retenus dans cette position pour 60 secondes. Si le porcelet testé tentait de s'échapper plus de deux fois, il était classé comme résistant (RS), alors que ceux qui tentaient de s'échapper moins de deux fois étaient classés comme non-résistants (NR). Les porcelets qui tentaient de s'échapper exactement deux fois étaient classés comme douteux et étaient rejetés de l'étude. Les auteurs de cette étude sont arrivés à la conclusion que, dans un milieu social, des porcelets âgés d'une semaine peuvent être divisés en individus agressifs et non-agressifs. Les individus qui résistaient (RS) dans le 'backtest' étaient ceux qui étaient agressifs (AG) dans une situation sociale alors que ceux qui ne résistaient pas (NR) étaient ceux qui n'étaient pas agressifs (NA) (Hessing *et al.*, 1993a). Les réponses au 'backtest' étaient bien corrélées avec le degré d'agression quand les individus AG et NA étaient mélangés (Forkman *et al.*, 1995; Hessing *et al.*, 1993a, b). Les porcelets agressifs et résistants présentaient une stratégie comportementale plus active, plus de tentatives de fuite, une fréquence moindre de vocalisations, une entrée en contact plus rapide avec un objet inconnu et des contacts de plus courte durée avec cet objet que les porcelets non-agressifs et non-résistants. Un point important est la stabilité dans le temps des caractéristiques individuelles de comportement. En effet, les patrons de réponses comportementales étaient remarquablement consistants entre deux séries de tests (Hessing *et al.*, 1993a, b). Les données d'une autre étude menée par les mêmes auteurs démontraient l'existence de différences comportementales, endocriniennes et physiologiques individuelles consistantes entre les porcs en réponse à des situations conflictuelles amenant différentes pathologies liées au stress (Hessing *et al.*, 1993b). En dépit de la rigueur de l'expérimentation, Jensen *et al.* (1995a) ont soulevé des objections importantes quant à la validité des conclusions tirées. En effet, ces auteurs soulignent qu'à cause de l'absence de preuves quant à la présence d'une distribution bimodale (Jensen *et al.*, 1995a) et

du grand nombre d'individus non-classés, il n'est pas possible de conclure que "les individus qui résistent dans les 'backtests' sont ceux qui sont agressifs dans un milieu social" (p.293), ce qui fait douter de l'existence de styles de réponses distincts chez le porc (Jensen, 1995; Jensen *et al.*, 1995a). Forkman *et al.* (1995) ont aussi obtenu des résultats contradictoires à ceux de Hessing *et al.* (1993a, b) démontrant que le nombre de tentatives de fuite dans les 'backtests' n'est pas corrélé avec le niveau d'agression montré par le porcelet. De plus, ces auteurs (Forkman *et al.*, 1995) ont mis en évidence trois facteurs qui expliquent 60% de la variation totale dans le comportement des porcs, à savoir l'agression (25%), la sociabilité (20%) et l'exploration (15%). Ils n'ont cependant identifié aucune variable permettant de classer les porcelets en individus répondant à un stress de façon active ou passive ('active and passive copers') (Forkman, *et al.*, 1995).

Bien qu'elles n'aient pas été réfutées, les conclusions de Forkman *et al.* (1995) ne sont pas soutenues par toutes les études qui suivent. Ainsi, dans une étude de Spoolder *et al.* (1996), aucune catégorie spécifique n'a pu être identifiée bien que des cochettes aient montré des différences comportementales consistantes. Une cause avancée pour expliquer cette différence est que le comportement individuel du porcelet pourrait s'éroder avec l'âge: les différences entre les animaux dans les réponses à différentes situations deviendraient donc plus subtiles (Spoolder *et al.*, 1996).

## 2.2. Trois facteurs de personnalité

Forkman *et al.* (1995) suggèrent que leurs données reflètent l'existence de différents traits de personnalité chez le porc définis en fonction de trois variables principales: l'agression, l'exploration et la sociabilité.

## 2.2.1. L'agression

### 2.2.1.1. Définition

En général, les comportements agonistiques ou agressifs sont définis comme ceux qui causent ou menacent de causer des dommages physiques ou encore qui ont pour but d'entraîner la soumission d'un individu par la menace (McGlone, 1986b). Différents types d'agression ont lieu dans des situations variées et les animaux diffèrent dans leur tendance à se comporter agressivement, le tout basé sur leur bagage génétique de même que sur leurs expériences acquises (Hagelso Giersing et Studnitz, 1996). Dans l'étude de Forkman *et al.* (1995), la définition de l'agression est mesurée par plusieurs variables qui servent à la mesurer, soit le rang hiérarchique des animaux, le nombre de morsures infligées, la rapidité à attaquer et la durée de l'attaque.

### 2.2.1.2. Test de hiérarchie

Comme chez le rat, le comportement agressif et le rang hiérarchique sont corrélés positivement chez le porc (Blanchard *et al.*, 1988; Forkman *et al.*, 1995). Le porc dominant va souvent, sans se battre, prendre préséance sur tous les autres dans une situation de compétition pour la nourriture. C'est donc lors de cette situation qu'on peut déterminer la position d'un porc dans la hiérarchie sociale en observant l'issue de rencontres agonistiques (Rasmussen *et al.*, 1962) ou la succession des animaux à la mangeoire (Jensen, 1982; Meese et Ewbank, 1973a). Le test développé par Forkman *et al.* (1995) consiste à distribuer de la nourriture à des porcelets dans une mangeoire qui ne permet qu'à un seul porcelet de se nourrir à la fois. Les porcelets ne doivent pas avoir été nourris dans les heures

précédant l'expérience et ils doivent connaître le type de mangeoire utilisée dans le test. Suite à la distribution de nourriture, le premier porcelet qui s'alimente pendant plus de 30 secondes consécutives est enlevé de son parc et se voit attribuer le premier rang dans la hiérarchie. Suite au retrait du premier porcelet, la même procédure a lieu et lorsqu'un second porcelet s'alimente pendant plus de 30 secondes consécutives, il est enlevé à son tour et se voit attribuer le deuxième rang. La procédure est répétée jusqu'à ce qu'il ne reste qu'un seul porcelet dans le parc. Selon Forkman *et al.* (1995), les résultats de ce test sont bien corrélés avec ceux obtenus lors de rencontres de porcelets deux à deux pour mesurer la hiérarchie ( $r = 0,68$ ;  $P < 0,0001$ ).

## 2.2.2. L'exploration

### 2.2.2.1. Définition

Les porcelets commencent à explorer leur environnement dans les premiers jours suivant leur naissance et ces périodes d'activité augmentent significativement au cours des huit premières semaines ( $P < 0,05$ ) (Petersen, 1994). Grâce à cette exploration, les porcelets se familiarisent peu à peu avec leur environnement. Lorsqu'un porcelet explore son environnement, il sent et/ou manipule avec le groin les différents substrats présents autour de lui.

En plus d'explorer leur environnement, les porcs placés dans un environnement extensif et stimulant (c'est-à-dire dans des enclos extérieurs accidentés contenant des arbustes, etc.) développent des hiérarchies d'exploration, c'est-à-dire que ce sont toujours les mêmes individus d'un groupe qui débute les activités d'exploration et les autres les imitent (Meese et Ewbank, 1973b). Ces

meneurs ne sont pas nécessairement ceux qui montrent de la dominance dans des situations de compétition (Blackshaw *et al.*, 1994; Ewbank, 1976) et ce comportement de chef n'est pas corrélé au sexe ou au niveau d'activité exploratoire du porc (Meese et Ewbank, 1973b). Ce type de comportement est d'ailleurs observé chez d'autres espèces comme les vaches laitières et les moutons.

À l'aide d'analyses de corrélation et de régression multiple, Blackshaw *et al.* (1994) ont montré que l'ordre de dominance était corrélé à un faible niveau ( $r=0,140$ ;  $P<0,01$ ) avec l'ordre de leadership volontaire (ou hiérarchie d'exploration) mais sans être corrélé avec l'ordre de leadership forcé (où les animaux sont forcés à l'aide de barrières vers un endroit inconnu), le poids corporel ou le taux de croissance. Meese et Ewbank (1973b) ont aussi affirmé qu'il semble n'y avoir aucune corrélation entre le rang social et l'exploration.

#### 2.2.2.2. Test d'open-field

Le test 'open-field' permet de mesurer la réaction d'un animal à un nouvel environnement en observant son comportement lorsqu'il est isolé dans un endroit inconnu. Dans l'étude de Jensen *et al.* (1995b), le comportement des porcelets était mesuré en prenant des observations pendant dix secondes toutes les minutes et ce pendant 10 min après avoir laissé l'animal se remettre du transport. Ces observations portaient sur l'activité physique (marche, course), la posture (debout immobile ou complètement inactif pour plus de cinq secondes), la physiologie (miction ou défécation), l'exploration (olfaction, manipulation avec le groin ou mâchouillement d'objets) et les vocalisations à n'importe quel moment

pendant l'échantillonnage. À la fin du test, le porcelet était immédiatement ramené à son enclos d'origine (Jensen *et al.*, 1995b).

Jensen *et al.* (1995b) n'ont pas mesuré de corrélation significative entre les résultats du test 'open-field' et les observations de l'animal dans l'environnement normal du parc. Ce type de test n'est donc pas représentatif du comportement du porcelet lorsque celui-ci n'est pas déplacé. Quelques patrons de comportement semblent bien corrélés entre des tests 'open-field' subséquents, i.e. couché, debout, marche et exploration, alors que d'autres semblent plus variables, i.e. manipulation avec le groin et/ou manipulation d'objets inconnus, défécation et miction. Ce type de test peut donc aider à distinguer les différents traits de personnalité des porcelets mais les résultats obtenus ne reflètent pas nécessairement leur comportement dans toutes les situations où ils se retrouvent.

### 2.2.3. La sociabilité

#### 2.2.3.1. Définition

La sociabilité chez les porcelets peut se définir comme la tendance à se tenir en groupe ou encore à rechercher la compagnie d'humains. Le porc est un animal sociable, vivant en groupe, même dans des conditions d'élevage semi-naturelles. Les porcs présentent plus de contacts corporels que les moutons, les bovins et les chevaux et restent constamment en contact auditif. Un exemple de ce regroupement est la distribution spatiale des porcs lors des périodes d'inactivité et de repos (Fraser, A. F., 1980).

### 2.2.3.2. Test de réaction aux humains

Il est admis que le délai d'approche vers un humain dans un test standard reflète le niveau de peur des porcs envers les humains. Le test de réaction aux humains développé par Hemsworth *et al.* (1981) permet de mesurer la réaction des animaux face à l'homme et permet ainsi de prévoir l'effet de différents traitements sur les animaux. Ce test débute par l'introduction d'un animal dans un parc et après une période de familiarisation de deux minutes, un expérimentateur entre discrètement et va se placer debout, dos au mur, à égale distance des deux extrémités où il demeure parfaitement immobile. Pendant les trois minutes qui suivent, les observations suivantes sont faites: la latence à entrer dans un cercle de 0,5 m de rayon autour de l'expérimentateur, le temps total passé dans cette zone, le nombre d'interactions avec l'expérimentateur comme le fait de sentir, mordre et de manipuler avec le groin ainsi que le temps de latence avant la première interaction avec l'expérimentateur.

Les résultats de l'étude de Hemsworth *et al.* (1981) ont montré que les porcs soumis à un traitement de manipulations plaisantes (flattés par l'expérimentateur) passent plus de temps à moins de 0,5 m de distance de l'expérimentateur, ont plus d'interactions avec lui dans un test à 25 semaines d'âge et ont un taux de croissance plus élevé entre 11 et 22 semaines d'âge que ceux qui subissent des manipulations déplaisantes (tapés faiblement par l'expérimentateur, soumis à un court choc électrique de 11V, 2 mA et de moins d'une seconde ou se font passer un noeud coulant autour du groin). Dans une autre étude de Hemsworth *et al.* (1987), le temps moyen passé avant que les porcs initient un contact physique avec l'expérimentateur diminuait significativement ( $P < 0,01$ ) et le temps total passé en contact avec l'expérimentateur augmentait

significativement ( $P < 0,01$ ) avec la progression des traitements plaisants. Cependant, les effets du traitement n'étaient pas permanents car d'autres tests, effectués 17 semaines après l'abandon de traitements similaires dans une autre étude de Hemsworth *et al.* (1981), conduisaient à une réponse comportementale similaire pour les animaux soumis aux deux traitements.

### 3.Aspects zootechniques

#### 3.1. Qualité des tétines

Algers *et al.* (1990) suggèrent que la stratégie de comportement agonistique parmi les porcelets non-sevrés est associée à la variation de la production lactée des mamelles de la truie, à la variation intra-portée quant à l'accès aux mamelles les plus productives et à la variation intra-portée dans la baisse de croissance subséquente au sevrage. Ainsi, leurs résultats ont démontré que les porcelets situés à une mamelle très productive consommaient moins de nourriture solide au moment du sevrage. Suite au sevrage, ils montraient moins de comportements agonistiques et avaient un gain de poids relativement faible comparativement à celui de leurs compagnons de portée. Ces mêmes porcelets, lors du regroupement avec des porcelets inconnus, montraient un comportement plus soumis et avaient, par conséquent, un gain de poids plus faible car ils étaient non-dominants pour l'accès à la mangeoire.

#### 3.2. Découverte de l'aliment et de l'eau

La découverte de l'aliment et de l'eau est particulièrement importante pour les porcelets tant en maternité qu'en pouponnière. Selon Fraser (1990), les

examens post-mortem identifient l'inanition comme l'une des deux causes principales de mortalité chez les porcelets. L'étude du comportement des porcelets nouvellement sevrés met en évidence un niveau d'activité particulièrement élevé pendant les premiers jours qui suivent le sevrage, même lorsque les porcelets ne reçoivent pas d'aliment (Fraser, 1978; Spicer et Aherne, 1987). Par conséquent, il est peu probable que ce niveau élevé d'activité dans les deux premières journées après le sevrage soit dû à la consommation de nourriture solide, bien qu'il puisse quand même être une réponse à la faim ou aux changements environnementaux comme le nouvel habitat et la séparation de la truie et/ou de la portée (Spicer et Aherne, 1987).

La consommation d'eau prend elle aussi une place importante dans la survie des porcelets. Elle tend à être corrélée négativement avec le gain de poids lors des trois premières semaines suivant la naissance. De plus les porcelets sous-alimentés, spécialement ceux qui sont logés dans un environnement trop chaud, deviennent rapidement déshydratés dans les premiers jours suivant la mise bas. Une partie de ces porcelets corrigent cette déshydratation en buvant de l'eau (Fraser *et al.*, 1988).

Bien que la découverte de l'aliment et de l'eau en pouponnière puisse avoir un grand effet sur l'adaptation des porcelets au sevrage, nous n'avons pas trouvé d'articles scientifiques sur le sujet.

### 3.3. Alimentation

Une fois que l'ordre de dominance est établi, les individus dominants ont un accès prioritaire aux ressources essentielles comme la nourriture, l'eau et

l'espace de repos (English *et al.*, 1988; Hagelso Giersing et Studnitz, 1996). C'est d'ailleurs lors de la période d'alimentation que l'on retrouve 90 à 95% de l'agression totale sur 24 h, dans les parcs d'engraissement où les porcs subissent une restriction alimentaire (Ewbank, 1972; Meese et Ewbank, 1973a). Il semble que les combats qui ont lieu hors de cette période et qui ne sont pas liés à l'alimentation sont dus à l'introduction dans un nouvel environnement (Stokey et Gonyou, 1994). Cette concentration d'actes agonistiques lors des périodes de repas a lieu parce que les porcs logés en parcs sont stimulés par les comportements d'alimentation des autres membres du groupe (Clayton, 1976; Hansen *et al.*, 1982; Spicer et Aherne, 1987). Ainsi, si l'animal dominant ayant mangé à satiété est exposé à un porc affamé, il recommencera à manger (Chou Hsia et Wood-Gush, 1983a), ce qui peut encore aggraver la compétition, toujours au profit des porcs de haut rang (Chou Hsia et Wood-Gush, 1983b; Hansen *et al.*, 1982; Meunier-Salaun, 1989).

### 3.4. Hiérarchie et gain de poids

La relation entre les croissances pré- et post-sevrage et la hiérarchie ne fait pas l'unanimité. Comme nous l'avons déjà mentionné, Algiers *et al.* (1990) ont observé que les porcelets ayant les meilleurs gains de poids avant le sevrage étaient plus soumis que leurs compagnons de portée suite au sevrage. De plus, après le regroupement du sevrage, les porcelets plus agressifs présentaient les meilleurs gains de poids alors que les plus soumis présentaient des gains de poids plus faibles que les autres porcelets du parc (Algiers *et al.*, 1990; Pluske et Williams, 1996a). Par contre, d'autres auteurs n'ont mesuré aucune relation entre la croissance et la hiérarchie, ou le sexe (Blackshaw *et al.*, 1997; Rasmussen *et al.*, 1962).

Plusieurs études récentes ont démontré que la présence d'objets à l'intérieur d'un parc peut avoir des effets positifs sur le bien-être. Dans une étude de Schaefer *et al.* (1987), le nombre total de comportements agressifs observés par parc était diminué de 9%, passant de  $(352 \pm 53)/24h$  pour des femelles âgées de six semaines sans jouet à  $(319 \pm 20)/24h$  pour d'autres femelles du même âge avec des jouets (pneu et chaîne). Cependant, ces résultats n'étaient pas statistiquement différents au seuil de 5%. Dans une autre étude réalisée par Blackshaw *et al.* (1997), le groupe contrôle (sans jouet) exprimait plus de comportements agressifs que les groupes avec des jouets sur une période d'observation de trois semaines ( $P < 0.05$ ). De plus, dans cette même étude, la présence de jouets fixes ou libres ne causait pas de changement dans la croissance des porcelets sevrés âgés de quatre à cinq semaines ( $F=1,68$ ;  $P=0,19$ ). Par contre, dans une étude de Schaefer *et al.* (1990), des blocs minéraux suspendus et un appareil 'teeter-totter' se sont révélés efficaces dans la réduction de l'agression totale et ont amélioré la croissance des animaux. L'appareil 'teeter-totter' est composé d'une barre de métal pivotante d'environ un mètre de long suspendue horizontalement entre deux parcs de pouponnière. À chaque extrémité de cette barre de métal, une ceinture rigide de caoutchouc d'environ 30 cm de long est attachée. Les porcelets peuvent la mordre facilement. La différence retrouvée entre les effets des jouets sur la croissance pourrait être liée au type de jouet utilisé.

#### 4. Aspects sanitaires

##### 4.1. Susceptibilité aux maladies, blessures et risques d'infections cutanées

La susceptibilité à la maladie d'un animal peut être augmentée par une hausse du stress social (Gross, 1984; Hessing *et al.*, 1993b). Aussi, dans des

conditions de confinement où les animaux ont des possibilités limitées d'éviter ou d'échapper à leurs agresseurs, l'agression peut être particulièrement préjudiciable à la fois en terme de production et de bien-être (Hagelso Giersing et Studnitz, 1996). Les combats entre des porcelets récemment regroupés peuvent résulter en plaies cutanées avec toutes les conséquences possibles comme des infections locales ou généralisées (bactériémie, septicémie). Les bagarres peuvent même conduire à la mort, particulièrement par temps chaud, l'animal ne pouvant plus contrôler sa production de chaleur (Kelley *et al.*, 1980). Dans des expériences variées, que ce soit avec des animaux de laboratoire (Beden et Brain, 1982; Davis et Read, 1958; Vessey, 1964) ou des poulets (Gross et Siegel, 1973; Siegel et Latimer, 1975), le stress social induit suite au regroupement d'animaux de même portée ou couvée a causé des altérations dans la fonction immunitaire et/ou la susceptibilité à certaines maladies.

Un facteur pouvant affecter la résistance aux maladies est la position des animaux dans la hiérarchie de dominance. Ainsi, les animaux placés dans le haut de la hiérarchie peuvent être plus résistants que ceux placés dans le bas (Ewbank, 1969). Quand des porcs de bas rang social ne sont pas nantis d'installations adéquates et/ou quand la taille du groupe est excessive, ils sont sujets à l'inconfort ou à la tension résultant des stress qu'ils subissent. Cette tension peut s'exprimer par une variété de problèmes de production comme des ulcères gastriques, des comportements anormaux comme le mordillage de la queue, des oreilles ou des flancs ainsi qu'une baisse dans la production d'anticorps, ce qui augmente la susceptibilité aux maladies (English *et al.*, 1988; Petersen, 1994). Il est à noter que, s'il y a baisse importante dans le statut sanitaire d'un porc, son statut hiérarchique peut être modifié (Ewbank, 1972).

## 4.2. Vices comportementaux

La tendance naturelle du porc à fouiner et à explorer l'environnement, de même que l'arrêt brutal du comportement d'allaitement imposé lors du sevrage précoce, amènent le développement de vices comportementaux. Ces comportements anormaux sont aussi observés chez d'autres espèces (Schmidt, 1982; Stephens et Baldwin, 1970; van Putten et Dammers, 1976). On retrouve ces activités chez les porcelets sevrés précocement: massage et succion de l'abdomen, mordillement des oreilles, de la queue ou d'autres parties du corps. Le mordillement de la queue peut devenir exagéré et atteindre un niveau très élevé comparativement aux autres patrons. On peut le subdiviser en différentes étapes. Au départ, dans une étape de pré-blessure (i.e. avant que les blessures à la queue aient lieu), les porcelets sont observés fréquemment en train de fouiller avec le groin et de ronger différentes parties du corps de leurs compagnons. Une fois qu'une queue a été blessée, la situation peut changer considérablement. À ce stade, la deuxième étape ou étape de blessure a commencé. Lors de cette étape, les porcs semblent montrer une attraction pour le sang qui amène une hausse drastique du mordillage des queues (Fraser, 1987).

Bien que les oreilles et les queues soient aussi faciles à mâcher, l'attrait pour la queue comme objet de manipulation est probablement moins risqué pour l'animal mordeur. En effet, le mâchouillement des oreilles provoquera plus probablement une attaque par le porcelet cible (van Putten, 1969). Quoi qu'il en soit, les morsures causent fréquemment des batailles prolongées en position épaule à épaule qui dérangent souvent tout le groupe. Cette agitation persiste parfois pour quinze minutes ou plus à partir du moment où le dérangement a commencé (Fraser, 1978).

Dybkaer (1992) a rapporté que le nombre d'égratignures sur les queues peut être un indicateur utile de stress chez les porcelets sevrés précocement âgés de plus de 8 semaines et avec un poids vif entre 40 et 60 kg (Hansen *et al.*, 1982). Petersen (1994) stipule que l'ensemble de ces vices comportementaux, qui ont lieu dans des systèmes de logement intensifs, peuvent aussi être causés par l'environnement (entassement, ventilation inadéquate...).

## 5. Adoptions pré-sevrage

### 5.1. Effets positifs

Il est reconnu que les porcelets nouveau-nés ont peu d'énergie en réserve ce qui les prédispose à l'hypothermie et à l'hypoglycémie (Fraser, 1991). L'hypoglycémie est en fait l'une des deux principales causes de mortalité des porcelets, l'autre étant un trauma (habituellement l'écrasement) (Fraser, 1990). L'hypoglycémie semble être surtout présente dans les portées avec un grand nombre de porcelets où le taux de mortalité est le plus élevé quand la pression compétitive empêche un petit porcelet de prendre place à une mamelle (Fraser, 1990, 1991). English *et al.* (1977) ont trouvé que les performances générales des porcelets de portées de tailles disparates peuvent être améliorées si le nombre de porcelets par portée est égalisé par l'adoption dans les 24 h suivant la mise bas. Cette mesure permet de sauver des porcelets en santé mais de faible poids. Ces porcelets présentent des capacités de production égales à celles de leurs compagnons de portée (England, 1974). Les adoptions permettent aussi d'influencer la vitesse de croissance des porcelets. Thompson et Fraser (1986) ont observé que, chez les truies primipares, les porcelets avaient tendance à se développer à une vitesse plus uniforme que chez les truies multipares et qu'il y

avait peu de différences de gain entre les porcelets occupant les tétines antérieures et ceux occupant les tétines postérieures. Cependant, cela ne reflète pas l'image de la croissance des porcelets dans tous les cas. Il existe généralement une forte corrélation entre l'ordre de tétée et le gain de poids avant le sevrage, reflet d'une meilleure efficacité des tétines antérieures (Fraser, 1992). Le gain de poids d'un porcelet est lié à son rang de tétée (tétine choisie) mais il est aussi lié, entre autres, au poids à la naissance, lequel semble influencer sur le rang de tétée. La redistribution des porcelets d'une portée à l'autre (l'adoption) est donc un instrument de régulation utile pour compenser cette tendance, les truies acceptant spontanément des porcelets étrangers durant la période d'un ou deux jours suivant la naissance de leurs petits.

## 5.2. Effets négatifs

Grâce à l'adoption de la synchronisation des mises bas, l'opportunité de faire des adoptions de porcelets de grandes portées dans des petites portées est présente. Elle permet d'obtenir des niveaux de performances pré-sevrage plus uniformes entre les portées (Hemsworth *et al.*, 1976). Il est reconnu, depuis des centaines d'années, que les jeunes porcelets, suite à leur naissance, se positionnent sur des tétines particulières qu'ils vont continuer à utiliser tant qu'ils restent avec la truie (Ewbank, 1976; Fraser, 1992; Hartsock et Graves, 1976). Cette fidélité aux tétines commence à se développer dans les heures suivant la mise bas. Elle permet de réduire la quantité de batailles à la mamelle (Hartsock et Graves, 1976) et assure la présence des porcelets à la mamelle pendant le court intervalle que dure l'éjection de lait. La compétition entre les porcelets d'une même portée à la tétée est un facteur qu'il ne faut pas négliger en production porcine car elle peut induire une grande variation de poids corporel entre les

porcelets (Fraser et Thompson, 1986; Thompson et Fraser, 1986). Ainsi, une grande partie de la variation de poids intra-portée est établie lors de la première semaine (Thompson et Fraser, 1986). C'est lors de cette période que les porcelets sont le plus inconsistants dans l'utilisation des tétines, se battent pour une tétine le plus fréquemment et manquent le plus de tétées (de Passillé *et al.*, 1988). Cette agression ouverte pour l'accès aux tétines se manifeste davantage dans les premières heures qui suivent la naissance et diminue par la suite à mesure qu'apparaît la fidélité à la tétine (Fraser, 1992). Même si chaque porcelet tête en moyenne sept tétines pendant les premières quatre heures de sa vie, il passe en moyenne 55% de son temps de tétée sur une seule tétine (Hemsworth *et al.*, 1976). Une fois qu'une tétine est préférée, le porcelet la défendra contre les autres porcelets (Ewbank, 1976). L'ordre de tétée est stable à partir du jour 6 en moyenne (Hemsworth *et al.*, 1976). Une corrélation négative ( $r = -0,741$ ,  $P < 0,05$ ) a été trouvée entre la croissance de la portée et le temps de stabilisation de l'ordre de tétée. De plus, il existe des corrélations positives significatives entre le taux de croissance de la portée et la consistance aux tétines de la portée. Toutefois, celles-ci sont plus faibles que celles trouvées entre la taille de la portée et la consistance aux tétines. Ainsi, des corrélations basées sur les moyennes des portées suggèrent que les portées avec un faible pointage de consistance aux tétines tendent à présenter plus de batailles entre les porcelets ( $r = -0,58$ ) et plus d'éjections de lait manquées ( $r = -0,30$ ), spécialement des éjections de lait manquées attribuées à des batailles ( $r = -0,37$ ) (Fraser et Thompson, 1986).

À chaque tétée, les porcelets passent à travers une séquence de plusieurs phases distinctes de comportement qui peuvent durer en tout de deux à six minutes, alors que l'éjection de lait des mamelles ne dure que 10 à 20 secondes vers la fin de cet épisode. Comme la mamelle des truies n'a pas de réservoir

(sinus galactophore), le lait n'est disponible que pendant la tétée proprement dite (Fraser, 1980). C'est pourquoi il est si important que le porcelet soit à la mamelle, ait sa propre tétine et ne se batte pas au moment de la montée de lait.

Malgré tous les effets positifs reliés à l'adoption, il semble important qu'elle n'affecte pas l'établissement d'un ordre de tétée stable qui contribue à un allaitement efficace et productif (Horrell et Bennett, 1981). Afin de réduire l'impact de l'adoption, l'introduction de porcelets adoptés devrait donc avoir lieu aussi tôt que possible après la mise bas de la truie adoptive (Hemsworth *et al.*, 1976). Ainsi, les porcelets étrangers peuvent être relativement facilement adoptés par une truie dans les deux premiers jours suivant la mise bas (Ewbank, 1976). D'autres variables susceptibles d'affecter le succès de l'adoption incluent l'âge des porcelets à l'adoption et le nombre de porcelets échangés (Horrell et Bennett, 1981). Un plus grand nombre de porcelets réussissent à téter et le font plus rapidement après l'adoption s'ils sont échangés en-deçà de neuf heures de leur naissance plutôt qu'à deux, quatre ou sept jours d'âge (Price *et al.*, 1994).

Les observations antérieures faites dans des portées soumises à des adoptions après l'âge de deux jours démontrent qu'il y a au moins cinq effets comportementaux auxquels on peut s'attendre suite à une adoption tardive et qui pourraient influencer la croissance des porcelets (Horrell et Bennett, 1981):

- 1- le dérangement de l'ordre de tétée
- 2- l'agression et le rejet des porcelets adoptés par la truie
- 3- la détresse de la truie et ses conséquences sur l'allaitement
- 4- l'agression dirigée par les porcelets résidents envers les porcelets adoptés
- 5- l'isolement des porcelets adoptés des activités de la portée résidente et autres réponses reliées au stress.

Price *et al.* (1994) ont observé que les porcelets adoptés étaient plus susceptibles ( $P < 0,01$ ) que les porcelets résidents d'être parmi les deux derniers arrivés à la mamelle lors de la montée de lait lorsque les adoptions avaient lieu à deux, quatre ou sept jours d'âge mais pas lors des adoptions faites entre 2 et 9h d'âge. D'ailleurs, les travaux de Horrell (1982) ont démontré que les porcelets adoptés ne sont présents à la mamelle que lors de 50% des montées laiteuses. Conséquemment, les porcelets absents des mamelles vont probablement être incapables de compenser l'allaitement manqué par des activités de tétée subséquentes ou en sollicitant la truie pour une deuxième montée de lait peu de temps après la première, et cet échec va contribuer à l'involution mammaire de leur mamelle (Fraser, 1980). Cela sera d'autant plus rapide dans les portées de petite taille où le développement de préférences sera rapide et où les mamelles non préférées commenceront à régresser peu de temps après la mise bas (Hemsworth *et al.*, 1976).

En environnement semi-naturel, quelques tentatives de téter une truie étrangère par les porcelets ont été observées deux semaines après la mise bas. Toutefois, cela n'a réussi qu'une fois, quand un des porcelets de la femelle allaitante était absent et qu'il y avait une tétine de libre. Dans les autres cas, la tétée des porcelets intrus était généralement empêchée par les porcelets de la femelle allaitante (Jensen, 1986). De la même façon, des porcelets adoptés à 7 jours d'âge qui ont trouvé leur tétine préférée libre sur la truie d'adoption ont gagné légèrement moins de poids dans la deuxième semaine post-partum que les porcelets de la portée qui n'ont pas subi l'adoption, mais leur croissance n'a pas été affectée autant que celle des porcelets qui ont trouvé leur tétine préférée occupée par un porcelet résident (Horrell et Bennett, 1981). De plus, l'adaptation relativement lente des porcelets adoptés à 2, 4 et 7 jours d'âge est grandement

renforcée par les batailles qui ont lieu lorsque les porcelets adoptés tentent de téter les tétines préférées des porcelets résidents. Ainsi, dans l'étude de Robert et Martineau (1998), les batailles étaient plus fréquentes dans les portées avec adoption que dans les portées contrôles (lors des montées laiteuses: 20,7 versus 5,2; entre les montées laiteuses: 17,4 versus 4,6; ailleurs dans la cage de mise-bas: 9,6 versus 3,9;  $P=0,0001$ ) pour les deux heures suivant l'adoption avec comme conséquence un plus grand nombre de lacérations au visage et au corps ( $P<0,01$ ). Au contraire, les porcelets adoptés de 2 à 9 heures d'âge n'ont pas à compétitionner pour les mamelles car il n'y a pas encore d'ordre de tétée établi (Price *et al.*, 1994).

Un autre facteur à considérer pour l'adoption est que l'éjection de lait est inhibée par des stimuli imprévus ou étrangers, ou par une tétée désordonnée des porcelets. Le temps entre les éjections de lait sera plus grand si une tentative d'allaitement ratée a eu lieu (75,7 minutes en moyenne) que si des allaitements réussis se succèdent directement (53,2 minutes) (Fraser, 1977). Le fait que les truies ayant subi une adoption initient beaucoup plus d'allaitements que les truies contrôles tout en accomplissant moins d'éjections de lait, est la conséquence des dérangements engendrés par les batailles entre les porcelets. En effet, le grand nombre de batailles présent dans les portées avec adoption amène une hausse significative ( $P<0,05$ ) du nombre d'allaitements sans éjection de lait dans les deux heures suivant l'adoption, soit de 0,5 à 2,1 (valeur moyenne pour la lactation) (Robert et Martineau, 1998). De plus, les truies dont les portées ont subi l'adoption passent 17 à 32% moins de temps couchées sur le côté que les truies contrôles dans les deux heures suivant l'adoption lors des adoptions ayant lieu entre les jours 4 et 16 de lactation (Robert et Martineau, 1997). En conséquence, les interruptions de l'allaitement avant l'éjection, si fréquentes chez les truies qui

reçoivent des porcelets adoptés, restreignent la quantité de lait disponible pour les porcelets résidents autant que pour les porcelets adoptés (Horrell, 1982).

Un autre effet comportemental de l'adoption mentionné précédemment est l'agression et le rejet des porcelets adoptés par la truie. Le nombre d'événements agressifs initiés par la truie envers les porcelets augmente significativement après l'adoption ( $P < 0,001$ ) et ces attaques sont plus souvent dirigées vers les porcelets adoptés ( $P < 0,001$ ) (Horrell et Bennett, 1981; Robert et Martineau, 1998). L'agression de la truie est parfois déclenchée lorsque les porcelets adoptés passent en face de son groin (Price *et al.*, 1994). L'étude de Horrell (1982) confirme elle aussi qu'en plus de la rupture de l'ordre de tétée et du retrait de certains porcelets adoptés lors des allaitements, l'adoption provoque de l'agression de la part des truies envers les porcelets adoptés.

L'isolement des porcelets adoptés des activités de la portée résidente ainsi que certaines réactions comportementales indicatives de stress peuvent également être causés par l'adoption. Le comportement agité persistant des porcelets adoptés composé d'activités ambulatoires erratiques et de cris peut être interprété, sur une base anthropomorphique, comme de la détresse (Horrell, 1982). L'étude de Price *et al.* (1994) démontre que l'adoption à moins de 9 heures d'âge n'est pas accompagnée de ces comportements maladaptés. Ainsi, les porcelets adoptés à une ou deux semaines d'âge gagnent respectivement seulement 79% (Horrell et Bennett, 1981) et 87% du poids (Robert et Martineau, 1998) que les porcelets contrôles ont gagné dans la semaine suivant l'adoption.

## 6. Conséquences du sevrage et du regroupement

### 6.1. Stress

Le sevrage impose des stress sévères au niveau nutritionnel (passage du lait à une ration solide), psychologique (déplacement et mélange des porcelets, perte de la truie), physiologique (arrêt de l'immunité lactogène) et physique (changement dans l'environnement) auxquels les porcelets réagissent par des réponses de stress aiguës et par une période de faible consommation de nourriture et de croissance réduite pour les 7 à 14 jours suivant le sevrage (Pluske et Williams, 1996b; Robert *et al.*, 1999). Le sevrage induit également le développement de comportements oraux anormaux chez les porcelets (voir section 4.2. vices comportementaux) tels que le massage et la succion de l'abdomen. Il n'est pas surprenant que la privation soudaine de toute possibilité d'exprimer des comportements de tétée, à un âge où les porcelets sont très motivés à téter, amène le développement de ces comportements anormaux, qui sont dérivés du comportement de tétée normal. Le massage de l'abdomen est similaire au massage des mamelles qui précède la tétée, alors que la succion ressemble au comportement de tétée lui-même (Schmidt, 1982). Les mordillements de la queue et des oreilles, qui sont aussi des comportements oraux anormaux, peuvent quant à eux provoquer des batailles.

Selon Stookey et Gonyou (1994), le regroupement de porcelets n'a pas d'effet négatif additionnel à celui du sevrage sur le gain moyen quotidien. Cependant, Ewbank (1969) énonce que c'est seulement quand la stabilité de la hiérarchie est atteinte que les animaux vont commencer à gagner du poids. D'autres auteurs (Friend *et al.*, 1983; Graves *et al.*, 1978; Sherritt *et al.*, 1974)

rappellent que les combats entre des porcelets mélangés nourris à volonté ont peu d'effet sur la croissance à long terme. En fait, l'effet négatif du regroupement est plutôt dû au stress physique engendré par les batailles pendant les premières 24 h et au stress social qui persiste au-delà de la période de 24 h (Stookey et Gonyou, 1994). Les données rapportées par Blecha *et al.* (1985) suggèrent qu'en regroupant des porcelets de différentes portées au sevrage, un stress aigu, mesuré par une hausse des concentrations de cortisol plasmatique, est créé mais sans effet sur la réponse immunitaire humorale et cellulaire. Cependant, quand des porcs de différentes portées sont regroupés au sevrage, les porcs présentent plus de comportements agonistiques que s'il s'agit de porcelets provenant d'une même portée (Friend *et al.*, 1983; McGlone, 1984). Gross et Siegel (1973), quant à eux, suggèrent que l'effet négatif du stress social sur la production d'anticorps chez les porcs serait dû à un effet négatif sur la réaction immunitaire initiale de l'animal lors du contact avec un antigène.

Un autre stress imposé aux porcs lors du sevrage est lié à l'écart entre l'âge au sevrage naturel et celui du sevrage imposé par les techniques actuelles d'élevage. En environnement naturel, les porcelets sont sevrés en moyenne à 17 semaines d'âge (de 14 à 20 semaines) et le sevrage est un processus graduel et prolongé comme nous l'avons déjà mentionné (Algers *et al.*, 1990; Jensen, 1986; Jensen et Recen, 1989). En sevrage précoce, les porcelets sont généralement sevrés entre 14 et 21 jours d'âge afin de contrôler ou d'éradiquer certaines infections et de produire des porcelets de poids homogènes au sevrage (Châtillon, 1995). Ainsi, les porcelets nouvellement sevrés sont particulièrement actifs et agressifs et semblent avoir de la difficulté à se coucher ensemble confortablement (Fraser, 1978). De plus, en environnement semi-naturel, le sevrage naturel a lieu encore plus tard pour les portées de parité élevée (Jensen et Recen, 1989). On

peut donc présumer que le stress du sevrage pourrait être encore plus grand en élevage pour les porcelets nés de truies plus âgées.

## 6.2. Établissement de la hiérarchie et agression

Mélanger des porcelets de différentes portées est une mesure commune au sevrage mais cela entraîne des combats vigoureux pouvant causer des blessures, habituellement entre des paires d'animaux, pour établir un ordre de dominance (English *et al.*, 1988; Fraser, 1978; Friend *et al.*, 1983; McGlone, 1984, 1986a; McGlone et Curtis, 1985; Syme, 1974). En effet, les porcelets mélangés ont été observés en train de se battre presque sept fois plus longtemps suite au sevrage que les porcelets non-mélangés ( $P < 0,01$ ) (Stookey et Gonyou, 1994). Comme chez les rats, le comportement agressif et le rang hiérarchique sont corrélés positivement chez le porc (Blanchard *et al.*, 1988; Forkman *et al.*, 1995). Lors des combats, un porcelet émerge comme le conquérant et l'autre comme le conquis. Plus le nombre des combats gagnés est grand, plus le rang social de l'individu est élevé et vice-versa (English *et al.*, 1988). Plusieurs auteurs (Meese et Ewbank, 1973a, b; Syme, 1974) ont observé que le porc dominant est identifiable à l'intérieur de 30 à 60 minutes, que les combats cessent après 24 h environ (Syme, 1974) et que l'ordre de dominance est établi en moins de 48 heures (Meese et Ewbank, 1973a; Syme, 1974, <24 h: Ewbank, 1976; McGlone, 1986a ou <1 semaine: Hagelso Giersing et Studnitz, 1996). Le pic initial d'agression est attribué presque entièrement à l'animal qui est devenu dominant (Meese et Ewbank, 1973a, b; Syme, 1974) et chute de manière spectaculaire environ une heure après le mélange de porcelets étrangers (Blackshaw *et al.*, 1987). Les porcelets dominants dirigent la majorité de leur agression vers l'animal qui possède le rang immédiatement inférieur au leur. Avec la baisse d'agressivité du

porc dominant, le deuxième animal de la paire initiale montre une hausse de son agression et celle-ci atteint un pic 4,5 h après la formation du groupe (Meese et Ewbank, 1973a; Syme, 1974). La présence ou l'absence de ressources n'affecte pas de façon significative le temps nécessaire pour atteindre la stabilité sociale. De plus, l'âge, le poids ou la façon des porcs de réagir à la nouveauté ne semblent pas permettre de déterminer la probabilité à s'engager dans des batailles (Jensen, 1994; Rushen, 1988).

Dans la majorité des cas, la hiérarchie chez le porc se conforme à un type linéaire (situation 1 de la figure 1), même si des arrangements triangulaires (situation 2) et carrés (situation 3) ont aussi été rapportés (Brouns et Edwards, 1994; English *et al.*, 1988; Ewbank, 1969, 1972 et 1976). Bien que les porcs soient des animaux de nature opportuniste, la structure de leur hiérarchie est linéaire plutôt que despotique (situation 4) (Hagelso Giersing et Studnitz, 1996). Dans quelques situations, ce sont seulement les porcs occupant le premier et le dernier rang dans la hiérarchie qui ont des positions stables (English *et al.*, 1988).

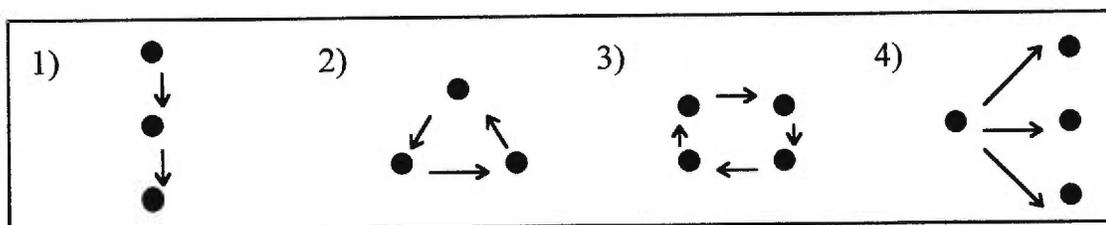


Figure 1: Types de hiérarchies porcines

Un animal peut se servir de l'issue des batailles précédentes avec un adversaire pour juger de ses capacités de combat relatives. Ceci est important pour la motivation des comportements agressifs. En effet, l'accumulation

d'informations à propos des capacités relatives de combat peut expliquer les raisons d'un arrêt de combat lors de la prise de connaissance (Rushen, 1988).

Une fois l'ordre social établi, l'ensemble du groupe devient moins actif et tant que l'eau, la nourriture et l'espace de repos sont disponibles et/ou que le statut sanitaire de tous les animaux ne subit pas de changement profond, les batailles sont rares (Ewbank, 1969, 1972; Meese et Ewbank, 1973a). Le fait d'enlever le porc dominant ou tout autre porc à ce moment ne change pas l'ordre de préséance des animaux restants (Ewbank, 1972). À cette étape, le remplacement physique d'un porc par un autre à la mangeoire (Jensen, 1982; Meese et Ewbank, 1973a) ou l'issue de rencontres agonistiques (Brouns et Edwards, 1994; Rasmussen *et al.*, 1962) sont probablement les meilleures indications du rang social. En effet, l'animal dominant dispose d'une priorité d'accès à la nourriture et sa seule présence empêche l'approche d'un subordonné (Ewbank, 1972; Jensen, 1982; Meese et Ewbank, 1973a; Meunier-Salaun, 1989; Rasmussen *et al.*, 1962). C'est lors de l'alimentation que 90 à 95% de l'agression totale du parc a lieu (Ewbank, 1972). Le temps passé à se nourrir ou à boire n'est pas un bon outil de mesure car il n'est pas corrélé à l'ordre hiérarchique (McGlone, 1986a), ni avec l'ordre d'alimentation (Székely *et al.*, 1982).

Les résultats de Pluske et Williams (1996a) ont démontré que dans la semaine suivant le sevrage, les porcelets dont la croissance était la plus élevée étaient les plus agressifs, alors que ceux qui gagnaient moins de poids étaient les plus soumis. Algers *et al.* (1990) ont pour leur part observé que lors du regroupement au sevrage, les porcelets soumis étaient ceux qui avaient utilisé des tétines plus productives que ceux qui présentaient des comportements plus agressifs. Selon les études de Meese et Ewbank (1973a) et de Syme (1974), il n'y

a pas de corrélation entre le rang et le poids initial du porcelet au sevrage. De plus, Chou Hsia et Wood-Gush (1983a) affirment que le porcelet dominant n'est pas toujours le plus gros d'un groupe. Cependant, en situation de test de hiérarchie dans l'étude de Forkman *et al.* (1995), le rang obtenu par le test se corrélait bien avec le rang basé sur le poids des porcelets de chaque portée. Enfin, selon les résultats d'une étude réalisée par Gonyou (1997), les porcelets d'une même portée ne coopèrent pas dans le but d'obtenir un statut de dominance plus élevé ou une meilleure performance suite au sevrage et au regroupement, mais pour maintenir une association entre eux dans le parc.

Une façon de diminuer l'agressivité dans un groupe de porcs serait d'enlever les porcs les plus agressifs, les porcs restants demeurant moins agressifs que les porcs d'un groupe auquel on avait enlevé aléatoirement un nombre correspondant de porcs (Hagelso Giersing et Studnitz, 1996). Certains auteurs suggèrent aussi que le fait de mélanger des porcelets de trois portées au sevrage résulte en moins d'interactions agonistiques que si deux ou quatre portées sont regroupés (Blackshaw *et al.*, 1987).

### 6.3. Croissance

Selon Fraser et Thompson (1986), le poids des porcelets à la naissance n'explique que 30 à 40% de la variation intra-portée des poids à 14 jours. De plus, selon les mêmes auteurs, les gains de poids intra-portée au cours des premiers jours après la mise bas sont seulement faiblement corrélés avec le poids individuel des porcelets au jour 14 (Thompson et Fraser, 1988). Par la suite (plus de deux semaines), le gain de poids d'une semaine donnée tend à être de plus en plus un pourcentage fixe du poids corporel au début de la semaine: les gains

tendent à devenir proportionnels au poids. En conséquence, les différences établies dans les deux premières semaines tendent à être perpétuées et amplifiées dans les semaines trois à cinq (Thompson et Fraser, 1986). De plus, Boe et Jensen (1995) rapportent la présence d'une corrélation entre le poids à la naissance et les poids de trois semaines à huit semaines ( $r=0,270-0,383$ ,  $P<0,01$ ).

Presque tous les porcelets perdent du poids au moins un jour après le sevrage (Pajor *et al.*, 1991). D'ailleurs, selon Bark *et al.* (1986), les besoins énergétiques de base ne sont pas rencontrés avant le troisième jour post-sevrage. Dans une expérience, Pajor *et al.* (1991) rapportent qu'en tenant compte des différences inter-portées, le gain de poids dans la période post-sevrage est en partie corrélé avec le poids à la naissance et avec le gain de poids dans la quatrième semaine. Dwyer *et al.* (1993) ont pour leur part démontré que le gain moyen quotidien de la naissance au sevrage (à trois semaines d'âge) et du sevrage à 70 jours (25 kg) sont corrélés significativement avec le poids à la naissance ( $r=0,361$  et  $r=0,587$  respectivement). Cependant, selon Aherne (1996), il n'y a pas de corrélation significative entre le poids à la naissance et la croissance entre 25 kg et 80 kg de poids vif.

Selon Boe et Jensen (1995), il y a une forte corrélation entre un facteur de poids et un facteur de consommation de nourriture en maternité, ce qui indique que les porcs les plus gros consomment plus de nourriture et occupent aussi les tétines les plus productives. En pouponnière, la croissance semble indépendante de la hiérarchie ( $F=0,22$ ;  $P=0,64$ ) et du sexe ( $r_s = -0,13$ ;  $P=0,49$ ) (Blackshaw *et al.*, 1994 et 1997). Comme mentionné précédemment, la présence de jouets libres ou fixes dans une étude de Blackshaw *et al.* (1997) ne cause pas de changement dans la croissance des porcelets sevrés ( $F=1,68$ ;  $P=0,19$ ) bien que dans une étude de

Schaefer *et al.* (1990), des blocs minéraux suspendus et un appareil 'teeter-totter' aient permis d'améliorer la croissance.

Enfin, les porcelets mélangés au sevrage, en combinaison avec une alimentation initiale restreinte et logés en parc à densité élevée, ont une croissance plus lente et une consommation de nourriture moins élevée que les porcs gardés avec leurs compagnons de portée initiale logés dans les mêmes conditions (Sherritt *et al.*, 1974).

#### 6.4. Santé

Selon les conditions dans lesquelles les animaux sont gardés, le regroupement d'animaux peut faire que le niveau total de stress devienne trop élevé (Heetkamp *et al.*, 1995) avec, comme conséquence, une baisse de productivité (Stookey et Gonyou, 1994) ou une susceptibilité accrue à la maladie (Hessing et Tielen, 1994). Les batailles entre des porcelets mélangés peuvent résulter en blessures ouvertes, infections locales ou générales ou décès des porcelets par hyperthermie lors de températures élevées (Kelley *et al.*, 1980). Dans différentes expériences avec des animaux de laboratoire (Beden et Brain, 1982; Davis et Read, 1958; Vessey, 1964) et des poulets (Gross et Siegel, 1973; Siegel et Latimer, 1975), les stress sociaux induits en regroupant des animaux de différentes portées ou couvées ont causé des altérations dans la fonction immunitaire et/ou la susceptibilité à la maladie (Blecha *et al.*, 1985). Dans l'expérience de Hessing et Tielen (1994), la prévalence de porcs qui ont développé des lésions traumatiques aux oreilles était plus élevée dans un groupe qui a été relocalisé et mélangé que dans un groupe qui n'a pas été relocalisé ni mélangé (132 vs 7 animaux,  $\chi^2 = 11,71$ ;  $P < 0,01$ ). Des résultats similaires ont été

trouvés pour le nombre de porcs avec des blessures aux membres (respectivement 10 vs 2,  $\chi^2 = 10,43$ ;  $P < 0,01$ ). De plus, les animaux qui ont un rang élevé dans une hiérarchie peuvent être plus résistants à la maladie que ceux qui ont un rang faible (Ewbank, 1969). Ce phénomène peut être expliqué par la présence de niveaux de cortisol plasmatique plus élevés chez les animaux ayant un rang faible comparativement à ceux des animaux dominants (Fernandez *et al.*, 1994).

## 7. Conclusion

Le comportement des porcelets a fait l'objet de beaucoup d'études au cours des dernières années, et bien que celles-ci n'arrivent pas toujours à un consensus sur des sujets comme les facteurs de personnalité ou les facteurs influençant la croissance, les effets de différents stress, comme celui du sevrage ou de l'adoption, commencent à être mieux connus. De plus, nous avons remarqué que bien que la mise en application de la technique du sevrage précoce avec ségrégation se soit faite rapidement en Amérique du Nord, les études portant sur ce type de production sont encore peu nombreuses.

### **III. MATÉRIEL, MÉTHODE, RÉSULTATS ET DISCUSSION**

**Article 1**

Soumis pour publication dans la revue

**Applied Animal Behaviour Science**

Title: Relationship between individual behavioural characteristics and growth in segregated early weaned piglets

Authors: Sylvie Giroux <sup>1</sup>, Suzanne Robert <sup>\*2</sup> and Guy-Pierre Martineau <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal, 3200 Sicotte, CP 5000, St-Hyacinthe (Québec) Canada J2S 7C6

<sup>2</sup> Dairy and Swine Research and Development Center, Agriculture and Agri-Food Canada, 2000 Route 108 East, PO Box 90, Lennoxville (Quebec) Canada J1M 1Z3

\*Corresponding author: tel: [REDACTED]

e-mail: [REDACTED]

## Abstract

Piglet personality traits have been studied in the last decade but no report has linked these traits with adaptation to weaning in the first month post-weaning. This experiment was conducted to verify if personality traits measured with different behavioural tests could be used as a tool to predict which type of early-weaned piglet would have a better growth after weaning. Following early-weaning at  $18 \pm 1$  days old, 252 piglets were submitted to open-field and reaction to human tests between 20 and 25 days of age. At  $23 \pm 1$  days old, the social status of each piglet was evaluated in its home pen, based on competition for a restricted-access feeder. Weight was measured on weaning day and once a week for the next 4 weeks. The principal component analysis and varimax rotation were used to analyze the contribution of each variable measured in the behavioural tests. A Spearman rank-order correlation was subsequently performed between

the behavioural traits and weight gain. The principal component analysis yielded five factors with Eigenvalue higher than 0,90 that accounted for 81% of the total variation between individuals. These factors represent sociability, active response to stress, passive response to stress, feeding behaviour and social status. Results showed that a high social status was associated with a higher weight gain during the four weeks following weaning ( $r \geq -0,15$ ;  $P \leq 0,10$ ). Also, passive reaction to stress was positively correlated with weight gain during the first week post-weaning. These results suggests that identifying piglets' coping strategies and social status could help to predict their adaptation to weaning and post-weaning growth.

Keywords: Pig; Personality; Weight gain; Coping strategies; Weaning

## 1. Introduction

Individual differences found between animals in their behavioural responses are of increasing interest in behavioural sciences. There could be enormous benefits for animal husbandry if a simple test could identify animals having difficulty to adapt to challenges in later life (Spoolder et al., 1996). This could be particularly interesting in segregated early weaning (SEW) herds where weaning is associated with sudden, important changes to which some very young animals are unable to adapt (Robert et al. 1999). Such a test could identify piglets at risk in SEW units and allow for the development of tools to facilitate their adaptation. In early weaning context, a high level of exploration of the surroundings and of the feeder, an easy access to the feeder and a favorable reaction to humans are behavioural traits that could favour better growth and quicker adaptation of the piglets to their new surroundings.

In the last years, studies have attempted to identify pigs' individual characteristics. Benus et al. (1991) demonstrated the presence of active and passive behavioural strategies in rodents that were associated with the level of aggressiveness of the individuals. Hessing et al. (1993a) reported evidence for such an active/passive coping strategy in piglets. Using a social confrontation test, they divided aggressive and non-aggressive individuals, and developed a specific test, thereafter named backtest, to differentiate between resistant and non-resistant individuals. The piglets' response to the backtest correlated well with the degree of aggression shown when the animals were mixed. In a subsequent study, Hessing et al. (1993b) characterized the two types of piglets (aggressive/resistant and non-aggressive/non-resistant) as a function of their behavioural responses, cortisol levels and heart rates in open-field and response to a novel object test. The methodology used to define this classification was however criticized by other authors (Jensen et al. 1995a). Also, Forkman et al. (1995), in an experiment similar to Hessing et al.'s (1993a), found no evidence for the existence of the active and passive coping strategies in domestic pigs. A principal component analysis used on the results of the behavioural tests rather suggested three personality traits (aggression, sociability and exploration) explaining 60% of the total variation between piglets.

In the current paper, we performed behavioural tests similar to those used by Forkman et al. (1995), Hemsworth et al. (1981) and Jensen et al. (1995b) to verify if personality traits could be good predictors of adaptation to weaning and post-weaning growth in early-weaned piglets.

## 2. Materials and methods

### 2.1. Animals and husbandry

The study involved 3 replications of 16 crossbred litters born from purebred (Yorkshire) and F1 (Yorkshire x Landrace) sows and boars of Duroc breed. The animals were housed on a commercial farm in Québec, Canada. On the day of birth, all piglets were identified by placing a numbered tag on their right ear. They received 200mg of iron, the tails of the female piglets were cut and the eye-teeth of all piglets were clipped. By day 3 of the experiment, the male piglets were castrated and their tails were cut. Within each replication, only litters born less than four days apart were used. Litter size was adjusted to  $10 \pm 1$  by fostering piglets less than 48 hours after birth between litters born less than 48 hours apart. Piglets with birth weight lower than 650 g were removed from the litter because survival rate is generally low for such animals. These piglets were fostered to another sow not included in the experiment.

Before being moved to the nursery, piglets were weighed and 8 out of the  $10 \pm 1$  piglets of each litter were kept in the study. The remaining piglets were then divided into eight post-weaning pens, each containing four piglets from four different litters. On their arrival at the post-weaning building, each group of sixteen piglets was housed in a pen of 3 m x 2 m and all piglets were numbered on the back with a non-toxic black marker. The piglets were fed commercial post-weaning diets specially formulated for early-weaned piglets. The photoperiod was 12 h light : 12 h darkness.

The care of the animals was based on the Guide to the care and use of experimental animals of the Canadian Council on Animal Care (1993).

## 2.2 Experimental treatments

Piglets were weighed between 13 and 17 d of age, that is one day before weaning. After their arrival at the post-weaning building, they were weighed once a week for the next four weeks.

When piglets were between 20 and 25 days old, behavioural tests were performed. An open-field test, described by Jensen et al. (1995b), was performed on each piglet. The piglet was put in an unfamiliar pen and its behaviour was noted by scan sampling every 20 s for a total of 4 min. The following behavioural categories were recorded: (1) exploring; (2) walking or running; (3) standing; (4) feeding or drinking; (5) urinating or defecating; and (6) vocalizing. The first four categories were mutually exclusive. At the end of the open-field test, a “human reaction test” similar to that developed by Hemsworth et al. (1981) was done. An unfamiliar person to the pig entered the pen and stood at the middle of one of the longest walls. The approach behaviour of the piglet was then recorded for 3 min by measuring the latency to enter an area of 50 cm radius around the feet of the person, the time spent in this area and the number of contacts with the person.

At  $23 \pm 1$  days old, a hierarchy test (Forkman et al. 1995) was done to identify the social status of piglets in their home pen. Piglets were food-deprived for eight hours preceding the test. During the test, the access to the feeder was reduced in order to allow only one piglet to feed at a time. Observation of piglets’ behaviour started when food was poured in the feeder. When a first piglet had fed for 30 s, he was removed from the pen and was given rank 1; the next piglet eating for 30 s was given rank 2 and removed from the pen, and so on until a rank had been attributed to all piglets. In this study, a low score in hierarchy test thus indicates a high dominance rank. According to Forkman et al. (1995) ranking obtained by this method correlates well with the results from paired encounters.

### 2.3. Statistical analysis

All the variables recorded in the three behavioural tests were entered into a principal component analysis (PCA). The factors were rotated using a varimax rotation. The correlation between the factors determined by the PCA and weight gain data was analyzed with a Spearman correlation test since they did not meet the normality assumption of parametric statistics.

Data from 252 piglets out of the 384 studied animals were analyzed. The piglets of the second replication were not included in the analysis of weight gain and behavioural tests because their weight and behaviour were strongly affected by illness in the nursery building. Also, four piglets of the third group died during transport between farrowing and post-weaning buildings.

Weekly piglets' growth were calculated by dividing the mean weight gain over the period by the mean weight at the beginning of the period. These data were analyzed with paired Student T test to measure if weekly growth was different from zero. Paired Student T tests were used to verify if there were differences in piglets' growth between the periods.

### 3. Results

Piglets showed a positive growth for each period of the study ( $P \leq 0,01$ ). Their body weight increased by 15% in the week following weaning (d17 to d24), 25% in the second week, 35% in the third week and 34% in the last week of the experiment. The percentages of growth were statistically different between all weeks ( $P < 0,01$ ), except for percentages for the weeks 3 and 4 ( $P = 0,13$ ) (Fig. 1).

Results from reaction to human and open-field tests showed a lot of variation between animals and most of the measured variables showed a non-parametric distribution (Table 1).

The PCA created five factors with an Eigenvalue higher than 0,90. These five factors accounted for 81% of the variation between individuals. The proportion of total variance explained by each factor was 27%, 21%, 14%, 10% and 9% for Factors 1 to 5, respectively.

The variables with the highest loading for Factor 1 were those related to favourable reaction to the presence of a human (a long time spent in an area around a person and a high number of contacts with human); the lowest loading was for long latency before entering the area around a person. Factor 2 was made up of the variables related to an active response to stress, i.e. walking or running and high number of vocalizations. The lowest loading on this factor was exploration of the surroundings. Factor 3 was composed of the variables related to a passive response to stress, i.e. standing, urinating and defecating. The lowest loading on this factor was exploration of the surroundings. Factor 4 had high values for feeding and drinking; the lowest loading was for the number of vocalizations. Factor 5 had high values for social status. No variables had a high negative loading for this factor (Table 2). The five principal components thus seem to correspond to sociability (Factor 1), active response to a stress (Factor 2), passive response to a stress (Factor 3), feeding behaviour (Factor 4) and social status (Factor 5).

The correlation coefficients between the five factors created by the PCA and weight gain were weak. They varied between -0,15 and 0,18 (Table 3). The correlation between Factor 5 and weight gain was significant for three out of the four weeks ( $P \leq 0,03$ ) and approached significance during the other week ( $P = 0,10$ ), thus indicating that a low score (or a high dominance rank) in hierarchy test is associated with a higher weight gain ( $-0,10 \geq r \leq -0,15$ ). For Factor 3, a significant positive relation with the weight gain ( $r = 0,18$ ;  $P = 0,01$ ) was found between day 17 and day 24, indicating that passive reaction to stress (standing,

urinating, defecating and a low exploration of the surroundings) was associated with a higher weight gain during the first week after weaning.

#### 4. Discussion

A principal component analysis (PCA) was used to derive a number of possible personality traits in an exploratory way, as did Forkman et al. (1995). Our results provide evidence for the existence of at least five personality factors: sociability, active response to a stress, passive response to a stress, feeding behaviour and social status. The personality traits found in this study are in agreement with those of Forkman et al. (1995), even if the number and the definition of the traits differ. Active and passive response to stress are similar to the exploration personality trait of Forkman et al. (1995), both having the variable exploration of the open-field test as their lowest loading. The social status factor can be compared to the aggression factor of Forkman et al. (1995), aggression and dominance being related (Blanchard et al., 1988; Forkman et al., 1995). Thus, the only factor not described by the study of Forkman et al. (1995) is the feeding behaviour factor. It is possible that these differences in the factors between the two studies are related to the types of behavioural tests used.

Our results slightly differ from those of Hessing et al. (1993a) who reported only two personality traits. However, the present study is also in agreement with some of their conclusions, even though the methods used were different. The two different, but equal, coping strategies that they found in piglets are similar to the active and passive responses to stress described in our study. However, the definitions of the categories are somewhat divergent between the two studies. Hessing et al. (1993a, b) describe the active copers as being aggressive, resistant (more escape attempts in the backtest), less prone to vocalize

and spending less time exploring novel objects. In our study, piglets responding actively to stress were more active, spent less time exploring their surroundings but showed a tendency to vocalize more than the other piglets.

Our data also suggest that there was a relationship between social status and post-weaning weight gain of piglets. This result confirms previous reports of Algers et al. (1990) and Pluske and Williams (1996) showing that after weaning and mixing, piglets gaining more weight than their penmates are more aggressive, while those gaining less weight are more submissive. However, these data contrast with studies by Blackshaw et al. (1994, 1997) who report that growth is independent of social status in weaned piglets.

The positive correlation between passive response to stress and weight gain during the first week after weaning could indicate that piglets reacting in a calmer manner to the stress induced by weaning (spending more time standing still, low level of exploration and less prone to vocalize) spend less energy, thereby gaining more weight. It is interesting to note that the growth of piglets was slower during the first week after weaning than in the following weeks. It may suggest that this first week is the most critical for the piglet.

In conclusion, the present results showed that five personality traits, labeled as sociability, active response to stress, passive response to stress, feeding behaviour and social status, can explain 81% of the variation between early-weaned piglets in their response to different behavioural tests. A high social status was related to a better weight gain during the four weeks following weaning, while a passive response to stress was positively correlated with weight gain in the first week post-weaning. These findings suggest that the post-weaning behaviour of piglets, as measured by the open-field and hierarchy tests, could help to predict their growth rate and identify piglets at risk in the first four weeks following weaning.

## Acknowledgements

We are grateful to Shur-Gain and Mafran farm that kindly provided the animals, to the employees and to T. Gagnon and C. Corriveau for technical assistance. We are also grateful to S. Méthot for help with the statistical analysis and to S. Cloutier for revision of the manuscript. This material is based upon work supported by a grant from Shur-Gain to S. Robert and G.-P. Martineau.

## References

- Algers, B., Jensen, P., Steinwall, L., 1990. Behaviour and weight changes at weaning and regrouping of pigs in relation to teat quality. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 26, 143-155.
- Benus, R. F., Bohus, B., Koolhaas, J. M., van Oortmerssen, G. A., 1991. Heritable variation for aggression as a reflection of individual coping strategies. *Experientia* 47, 1008-1019.
- Blackshaw, J. K., Thomas, F. J., Blackshaw, A. W., 1994. The relationship of dominance, forced and voluntary leadership and growth rate in weaned pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 41, 263-268.
- Blackshaw, J. K., Thomas, F. J., Lee, J. A., 1997. The effect of a fixed or free toy on the growth rate and aggressive behaviour of weaned pigs and the influence of hierarchy on initial investigation of the toys. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 53, 203-212.
- Blanchard, R. J., Hori, K., Tom, P., Blanchard, D. C., 1988. Social dominance and individual aggressiveness. *Aggressive Behav.* 14, 195-203.

- Canadian Council on Animal Care, 1993. Guide to the care and use of experimental animals. 2nd ed. Canadian Council on Animal Care, Ottawa, 211 p.
- Forkman, B., Furuhaug, I. L., Jensen, P., 1995. Personality, coping patterns, and aggression in piglets. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 45, 31-42.
- Hemsworth, P. H., Barnett, J. L., Hansen, C., 1981. The influence of handling by humans on the behaviour, growth, and corticosteroids in the juvenile female pig. *Horm. Behav.* 15, 396-403.
- Hessing, M. J. C., Hagelsö, A. M., van Beek, J. A. M., Wiepkema, P. R., Schouten, W. G. P., Kurkow, R., 1993a. Individual behavioural characteristics in pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 37, 285-295.
- Hessing, M. J. C., Hagelsö, A. M., Wiepkema, P. R., Schouten, W. G. P., Kurkow, R., 1993b. Individual behavioural and physiological strategies in pigs. *Physiol. Behav.* 55, 39-46.
- Jensen, P., Rushen, J. P., Forkman, B., 1995a. Behavioural strategies or just individual variation in behaviour? - A lack of evidence for active and passive piglets. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 43, 135-139.
- Jensen, P., Forkman, B., Thodberg, K., Köster, E., 1995b. Individual variation and consistency in piglet behaviour. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 45, 43-52.
- Pluske, J. R., Williams, I. H., 1996. The influence of feeder type and the method of group allocation at weaning on voluntary food intake and growth in piglets. *Anim. Sci.* 62, 115-120.

Robert, S., Weary, D., Gonyou, H., 1999. Segregated early weaning and welfare of piglets. *J. Appl. Anim. Welf. Sci.* 2, 31-40.

Spolder, H. A. M., Burbidge, J. A., Lawrence, A. B., Simmins, P. H., Edwards, S. A., 1996. Individual behavioural differences in pigs: intra- and inter-test consistency. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 49, 185-198.

Table I. Mean  $\pm$  standard deviation and median for the variables measured during the open-field and reaction to human tests (n = 252).

	Mean $\pm$ SD	Median
Reaction to human		
Latency to enter the area (s) <sup>a</sup>	62 $\pm$ 65	33
Time spent in area (s) <sup>a</sup>	32 $\pm$ 30	26
Number of contacts	4,35 $\pm$ 3,72	4
Open-field <sup>b</sup>		
Exploring	5,44 $\pm$ 2,20	5
Walking or running	5,62 $\pm$ 2,15	6
Standing	1,41 $\pm$ 1,44	1
Feeding or drinking	0,52 $\pm$ 0,87	0
Urinating or defecating	1,35 $\pm$ 1,19	1
Vocalizing	7,61 $\pm$ 3,32	9

<sup>a</sup> Total duration of the test was 180 seconds;

<sup>b</sup> Number of scan-sampling observations over a total of 13 (exclusive categories, except for vocalizing and urinating / defecating).

Table II. Principal component analysis factor loadings' rotated with varimax rotation of each variable used in the behavioural tests (n = 252).

Test	Variable	Factors				
		1	2	3	4	5
Reaction to humans	Time spent in area	0,91	-0,02	0,03	-0,05	0,01
	Latency to enter the area	-0,78	-0,11	0,12	0,04	0,08
	Number of contacts	0,94	-0,01	-0,01	-0,12	-0,03
Open-field	Exploring	0,08	-0,89	-0,38	-0,11	-0,04
	Walking or running	0,08	0,92	-0,18	-0,25	0,01
	Standing	-0,21	0,03	0,87	-0,02	0,07
	Feeding or drinking	-0,04	-0,04	-0,05	0,95	-0,01
	Urinating or defecating	0,06	0,06	0,81	-0,04	-0,09
	Vocalizing	0,28	0,45	0,02	-0,51	0,05
Hierarchy	Rank	-0,06	0,04	-0,03	-0,03	0,99

Table III. Spearman rank-order correlation coefficients between the personality factors and weekly weight gain of piglets (n = 252).

Period of time (± 1D)	Factors				
	1	2	3	4	5
D17 - D24	-0,10 <sup>a</sup>	-0,01	0,18 <sup>c</sup>	0,08	-0,14 <sup>b</sup>
D24 - D31	-0,02	-0,04	0,05	-0,06	-0,10 <sup>a</sup>
D31 - D38	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	-0,15 <sup>b</sup>
D38 - D45	-0,02	-0,09	-0,01	0,10	-0,14 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> P ≤ 0,10;

<sup>b</sup> P ≤ 0,05;

<sup>c</sup> P ≤ 0,01.

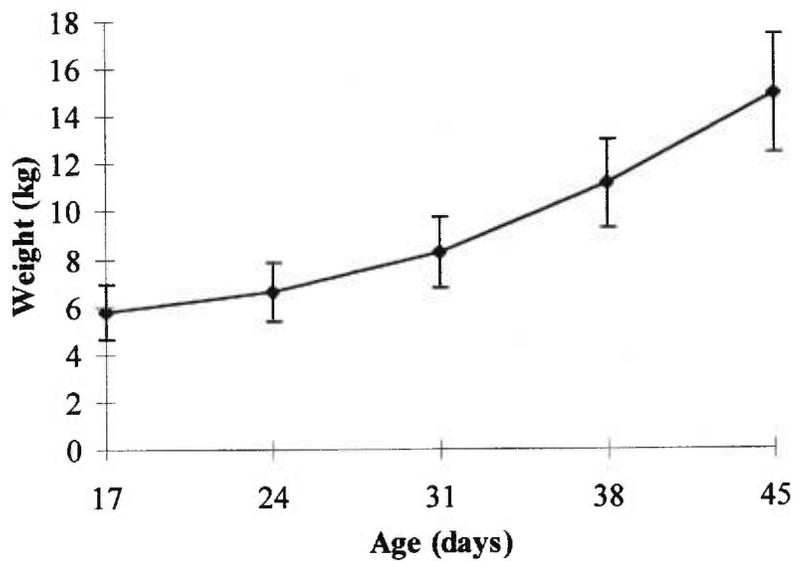


Figure. 1. Weekly weight gain (mean  $\pm$  standard deviation) of piglets over the experiment (n = 252). The first point illustrates the mean weight one day before weaning.

**Article 2**

En préparation pour publication dans la revue

**Canadian Journal of Animal Science**

Title: The effects of cross-fostering on health, growth and post-weaning behaviour of early-weaned piglets

Authors: S. Giroux <sup>1</sup>, S. Robert <sup>\*2</sup> and G.-P. Martineau <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal, 3200 rue Sicotte, CP 5000, St-Hyacinthe (Québec) Canada J2S 7C6

<sup>2</sup> Dairy and Swine Research and Development Center, Agriculture and Agri-Food Canada, 2000 Route 108 East, PO Box 90, Lennoxville (Quebec) Canada J1M 1Z3

\*Corresponding author and to whom reprint requests should be addressed:

Suzanne Robert

Dairy and Swine Research and Development Center

Agriculture and Agri-Food Canada

2000 Route 108 East, PO Box 90

Lennoxville (Quebec) Canada J1M 1Z3

e-mail: [REDACTED]

Short title: Effects of late cross-fostering on early-weaned piglets

Extensive cross-fostering is used in many segregated early weaning (SEW) units to increase piglets body weight homogeneity. These fosterings often involve piglets older than two days of age and can be repeated over lactation. The goal of this study was to document the effects of such fosterings on weight gain, wounds, illness and post-weaning behaviour of SEW piglets. Cross-fostering was done at  $6\pm 1$  days of age, in half of the 48 litters studied, by exchanging two piglets between litters. All piglets ( $n=384$ ) were weighted at birth, fostering, weaning and every week during the month following weaning. Body lacerations and signs of illness were checked daily throughout the experiment. Following weaning at  $18\pm 1$  days old, the behaviour of piglets was video-recorded for a total of 10 hours over the month following weaning and was analyzed at one minute intervals by scan sampling. Fostered piglets gained only 76% of the weight other piglets gained between fostering and weaning. Piglets from fostered pens fought less than control during the first two days after weaning. No significant effect was found in prevalence of illness or on the number of wounded piglets before or after weaning. The reduced growth rate observed suggests that the welfare of late fostered SEW piglets is impaired before weaning.

Keywords: Pig, fostering, behaviour, health, growth, welfare.

L'adoption croisée est utilisée dans les élevages porcins avec sevrage précoce avec ségrégation (SEW) afin d'augmenter l'homogénéité des poids des porcelets. Ces adoptions impliquent souvent des porcelets âgés de plus de deux jours et sont souvent effectuées à plusieurs reprises en lactation. L'objectif de cette étude était de documenter les effets de telles adoptions sur le gain de poids, les blessures, la maladie et le comportement post-sevrage de porcelets SEW. Deux porcelets âgés de  $6\pm 1$  jours étaient échangés entre portées paires pour la moitié des 48 portées étudiées. Tous les porcelets ( $n=384$ ) étaient pesés à la naissance, à l'adoption, au

sevrage et à chaque semaine pour le mois suivant le sevrage. Les blessures corporelles et signes de maladies étaient notés à chaque jour. Suite au sevrage à  $18 \pm 1$  jours, le comportement des porcelets était enregistré sur vidéo pour un total de 10 heures au cours du mois suivant le sevrage et était analysé aux minutes à l'aide de scan-sampling. Les porcelets adoptés gagnaient seulement 76% du poids que les autres porcelets prenaient entre l'adoption et le sevrage. Les porcelets des parcs avec adoption se battaient moins que les contrôles dans les deux premiers jours suivant le sevrage. Aucune différence significative n'a été trouvée pour la prévalence des maladies ou le nombre de porcelets blessés, que ce soit avant ou après le sevrage. Cela confirme que le bien-être des porcelets SEW était compromis par l'adoption tardive, leur croissance étant réduite.

Mots-clés: Porcs, adoption, comportement, santé, croissance, bien-être.

## INTRODUCTION

Sibling competition found in pigs' litters can produce large weight variation between piglets and even affect their survival (English and Smith, 1975). The major form of aggressive competition is observed in the first days following birth and brings the development of a teat order (Hartsock and Graves 1976; de Passillé et al. 1988; de Passillé and Rushen 1989). Low-birth-weight piglets are disadvantaged in the competition for teats and often fail to develop the "ownership" of a particular teat. They suffer high mortality in the days following their birth and usually have low growth rates (English and Smith 1975). Fostering newborn piglets between sows has been used to reduce the effects of such competition on piglets' growth and to improve the welfare of the smaller piglets (English et al. 1977; Hemsworth et al. 1976).

Despite the advantages related to this practice, it has been outlined in the past years that many problems can arise if fostering is done on piglets older than two days (Price et al. 1994). Often, in segregated early weaning (SEW) units, piglets are repeatedly exchanged between litters to meet the requirements for piglets of highly uniform body weights (Robert et al. 1999). There are at least five consequences of late fostering that can influence piglets' growth and could potentially affect the well-being of the sow and piglets: 1- teat order disturbance (Fraser 1980; Hemsworth et al. 1976; Horrell 1982; Horrell and Bennett 1981; Price et al. 1994), 2- aggression and rejection of the fostered piglets by the sow (Horrell 1982; Horrell and Bennett 1981; Price et al. 1994; Robert and Martineau 1998), 3- disturbance in nursing behaviour related to sow's distress (Fraser 1977; Horrell 1982; Horrell and Bennett 1981; Robert and Martineau 1997, 1998), 4- aggression toward the adopted piglets by the resident piglets (Horrell and Bennett 1981; Price et al. 1994; Robert and Martineau 1998), and 5- adopted piglets'

isolation from litter's activities and related stress responses (Horrell 1982; Horrell and Bennett 1981; Price et al. 1994). Other negative effects of single or repeated fosterings have been reported on weight gain (Horrell and Bennett 1981; Price et al. 1994; Robert and Martineau 1998). Also, Robert and Martineau (1998) found that fostered piglets had more lacerations to the face and body as a result of more fights in their litter.

Most of the previous studies were conducted on piglets conventionally weaned at more than 21 days old. Few studies have been done on piglets weaned between 14 and 18 days old according to the principles of SEW because this technique, widely used in North America, is fairly new. The following study was intended to help fill this gap by documenting the effects of late fostering on weight gain, wounds, illness and post-weaning behaviour of early-weaned piglets in commercial units.

## MATERIALS AND METHODS

### Animal and Husbandry

The study involved three replications of 16 crossbred litters bred from purebred (Yorkshire) and F1 (Yorkshire x Landrace) sows and boars of Duroc breed. The animals were housed on a commercial farm in Quebec, Canada, and were fed commercial gestation and lactation diets. Only litters born less than 4 d apart were used, and litter size was adjusted to  $10 \pm 1$  by one early fostering which took place at less than 48 hours of birth, for litters born less than 48 hours apart. Piglets having birth weight less than 650 g were removed because survival rate is generally low for such animals. These piglets were fostered to another sow not included in the experiment.

On the day of birth, the piglets were identified by placing a numbered tag on their right ear, weighted to at least 20 g accuracy, examined for the presence of wounds over their body and were given 2 cc of iron. The tails of the female piglets were docked and the eye-teeth of all piglets were clipped. At three days of age, the male piglets were castrated and their tails were docked.

The piglets were weaned at  $18 \pm 1$  days old. They were then moved to a post-weaning building. Piglets received 1/2 cc of ceftiofur sodium (Excenel, Pharmacia & Upjohn Animal Health, Orangeville, Ontario), were numbered on the back with a non-toxic black marker and grouped in pens measuring 3 m x 2 m. The piglets were fed commercial post-weaning diets specially formulated for early-weaned piglets. The photoperiod was 12 h light : 12 h darkness. The care of the animals was based on the Guide to the care and use of experimental animals of the Canadian Council on Animal Care (1993).

#### Treatments

Within each replicate, litters were assigned either to control (8 litters) or fostered (8 litters) treatment group at day  $6 \pm 1$ . Litters were first ranked according to their mean body weight: the two lighter litters were assigned to the control treatment, the second two ones were assigned to the fostered treatment, and so on until all the litters were assigned to a treatment. In order to equilibrate the mean body weights of the pairs of litters assigned to the fostering treatment, the mean body weights of the litters were compared and the two largest piglets of the litter having the lower mean body weight were exchanged with the two smallest piglets of the heavier litter. The fostering treatment created two categories of piglets with the fostered litters thereafter-named adopted (A) for the piglets exchanged and resident (R) for the piglets that were not exchanged but had their litter altered

by fostering. Piglets from control litters (no fostering) composed the third category called control piglets (C).

Piglets were weighed again at  $17 \pm 1$  d of age, on the day before weaning. At the time of weaning ( $d 18 \pm 1$ ), they were divided into 8 groups of 16 piglets each to be housed together after weaning. Only eight of the  $10 \pm 1$  piglets of each litter were kept in the study based on their status and on their body weight: 1) All A piglets were kept in the study; 2) the remaining R and C piglets having a body weight further away from the mean body weight of the litter were discarded to keep only eight piglets by litter (8 C piglets in control litters; 2 A and 6 R piglets in treated litters). The eight litters of C piglets were divided between four post-weaning pens, each containing 16 piglets coming from four different litters. The same procedure was used to fill the four post-weaning pens of piglets coming from fostered litters. Each pen contained 4 A and 12 R piglets coming from four litters (1 A and 3 R per litter). Piglets were weighed on days 24, 31, 38 and 45 and visually checked daily for signs of illness. Throughout the experiment, piglets were checked daily for the presence of wounds on different parts of their body: face, ears, legs, body and tail.

### Behaviour Recording

Once all the groups were formed, the behaviour of all the piglets was recorded for three consecutive hours using video cameras. During these 3 h, piglets were not disturbed except for feeding, two hours after the beginning of the recording. On days 19, 20, 22, 24, 31, 38 and 45, behaviour was recorded during the hour following the first feeding of the day.

From the videotapes, the behaviour of each piglet was noted every minute by scan sampling. Behavioural categories were standing inactive, feeding on the ground, feeding in the feeder, exploring (grout close (less than 5 cm) or touching

to an object), lying down, drinking, sitting, walking or running, fighting, and chewing or nosing a part of the body of another piglet.

#### Statistical Analysis

The procedure GLM of the SAS program (SAS Institute, Inc. 1990) was used to perform weight gain data analysis. The unbalanced randomised complete block design in repeated measures was used to detect differences between adopted, resident and control piglets. Two contrasts were used. A first one was used to establish the difference between fostered litters (A+R piglets combined) and control litters (C piglets). The second contrast was used to determine the difference between adopted (A) and resident (R) piglets within the fostered litters. The behavioural data analysis was done on the percentage of time spent performing a behaviour using the same tests and contrasts as for the weight gain data. However, when the average percentage of time spent performing a behaviour was less than 10%, non parametric tests, Wilcoxon and Chi-square, were performed on the two contrasts for this behaviour. Only results significant ( $P \leq 0.05$ ) in both tests were kept. The categories used in Chi-square test were defined from the distribution of data. The piglets of the second replication were left out of the weight gain and behaviour analysis because their weight and behaviour were strongly affected by illness following weaning.

The occurrence of wounds was analyzed in two different parts. First, the average number of wounds per litter for the three replications of piglets was analyzed with a one-way analysis of variance, with replication as block, to compare fostered and control litters. Separate analysis were done for the period between birth and fostering ( $d 6 \pm 1$ ) and for the period between fostering and weaning ( $d 18 \pm 1$ ). For the second part of the analysis, the percentage of wounded piglets by post-weaning pen was analyzed for the first and the third replications

using a one-way analysis of variance, with replication as block, to compare fostered and control pens. An analysis was done on all days post-weaning and a second one was performed only on the first seven post-weaning days. The second replication was left out of this analysis because illness altered the occurrence of piglets' wounds.

The analysis done on the prevalence of illness used the piglets of the second replication only, since there was no illness in the first and third replications. This was done with a Chi-square test on the days following weaning, using the contrast between fostered (A+R) and control groups and the contrast between adopted and resident piglets within fostered groups.

## RESULTS

### Weight gain

There was no significant difference ( $P>0.05$ ) among the average weights of piglets at birth or just before the fostering treatment (Fig 1). However, there was a significant fostering treatment effect on the weekly mean growth of piglets between fostering and weaning ( $P=0.0001$ ), piglets from fostered litters having a slower growth than the control ones. Also, within the fostered litters, the growth of adopted piglets was significantly lower than that of resident piglets ( $P=0.0001$ ). These differences in average weight among the three categories of piglets were still significant at days 17 (one day prior to weaning), and also following weaning at days 24, 31, 38 ( $P<0.01$ ) and 45 ( $P<0.05$ ) (Fig. 1).

### Piglet Behaviour

The piglets spent most of their time lying down (64% of observation time). The next most common behaviour observed was exploring (16%), followed by feeding

in the feeder (7%), walking or running (5%), feeding on the ground (3%), fighting (2%), and drinking (1%). Sitting, chewing or nosing and standing inactive behaviours were left out of the analysis because they were recorded in less than 1% of the total number of observations.

On the weaning day, walking or running and exploring showed their highest levels, there was also a lot of fighting whereas feeding and lying down were expressed at a low level. Fighting showed its highest level the day after weaning and decreased afterwards. Feeding was low in the first two days post-weaning and then increased to d 22 whereas drinking behaviour show the opposite trend. Exploring and feeding in the feeder presented a small peak at day 22, that is five days post-weaning. Figure 2 shows that the behaviour of A, R and C piglets becomes very similar at day 24 and remains as such until the last day of observation (d 45).

The post-weaning behaviour of piglets from the fostered treatment differed significantly from that of control piglets at least for two observation days in every behaviour studied ( $P \leq 0.05$ ) except for drinking where there was no significant difference. At d 18, piglets from the fostered treatment spent more time eating on the ground (2.03% for C vs 3.98% for A and 3.45% for R;  $P \leq 0.01$ ) while at d 19, it was the opposite (7.27% for C vs 3.84% for A and 3.63% for R;  $P \leq 0.01$ ) and at day 20, piglets from the fostered treatment spent more time eating on the ground once again (11.91% for C vs 15.29% for A and 13.98% for R;  $P \leq 0.05$ ). Significant differences were also found between R and A piglets within the fostered pens for fighting at d 20 (R piglets fighting more;  $P \leq 0.05$ ) and at d 31 (R piglets fighting more;  $P \leq 0.01$ ) and for feeding in the feeder at d 22 (R piglets spending more time eating;  $P \leq 0.05$ ) (Fig 2). Between d 18 and d 24, for the behaviours analyzed in repeated measures (resting and exploring), trends found in

one day were often reversed on the next day (time effect;  $P \leq 0.05$ ). The only significant difference observed consistently over the first days post-weaning was for fighting: during the first two days following weaning, piglets in control pens fought more than piglets in fostered pens (4.1% versus 2.5%;  $P < 0.01$ ).

### Wounds and illness

Lacerations to the face and the ears of piglets were recorded for all litters. The mean percentage of piglets wounded by litter did not differ significantly among control and fostered treatments for the periods between birth and fostering (32.36% vs 31.48%;  $P = 0.70$ ) and between fostering and weaning (65.56% vs 62.66%;  $P = 0.41$ ). There was no significant effect of fostering on the percentage of piglets wounded per pen during the first month following weaning (Table 1). However, the analysis of data from the first week post-weaning showed a tendency ( $P = 0.06$ ) for a higher percentage of piglets with body lacerations in control pens (40.65%) compared to fostered pens (29.08%).

In the second replication, there was no significant difference in the prevalence of illness between treatments (fostered pens = 87.50%, control pens = 85.94%,  $P = 0.795$ ) nor between adopted and residents piglets (A piglets = 80.00%, R piglets = 89.80%,  $P = 0.315$ ).

### DISCUSSION

In the present study, piglets fostered at  $d 6 \pm 1$  gained only 76% of the weight gained by control and resident piglets between fostering and weaning. This result is consistent with those obtained by Horrell and Bennett (1981) for fostering at one week of age and by Robert and Martineau (1998) for repeated fosterings between 3 and 16 days of age. Furthermore, the weight difference between

adopted and control and resident piglets remained significant throughout the study and was not reduced by a faster growth later. In contrast, early-fostering (at less than two days after birth) was reported to have no long-term significant effect on weight (Thompson and Fraser 1986).

Graphic representation of the percentage of time spent in each behaviour over time shows that the significant differences found between the groups of piglets on one day of observation is often reversed on the next day. The only exception is for fighting which is lower in fostered pens on weaning day and during the following day. Moreover, the lower occurrence of body lacerations in fostered pens confirms the fewer aggressive encounters. From our knowledge, these results report for the first time an impact of fostering on post-weaning behaviour of piglets. The lower frequency of fighting of fostered piglets after weaning contrasts strongly with their behaviour prior to weaning. Indeed, Horrell and Bennett (1981) reported that one of the negative effects of fostering was aggression of resident toward adopted piglets. Price et al. (1994) showed that adaptation of piglets fostered at 2, 4 and 7 d of age (A piglets) was strongly slowed down by the fighting between adopted and resident piglets for their favorite teats. Finally, Robert and Martineau (1998) measured fights duration during the first two hours following fostering. They found that fostered litters spent more time fighting than control litters during and between nursings. The lower fighting frequency of piglets of the fostered treatment at weaning could be due to their prior experience of encountering with strangers. It could also have been due to previous acquaintance of these piglets with other members of the pen (prior to fostering) but this should not have affected fighting between piglets (see Rushen, 1988). Also, the high occurrence of fighting in the first two days following weaning and the drop in the subsequent days are similar to what has been previously reported in the literature (Blackshaw et al., 1987; Ewbank, 1976;

Hagelso Giersing and Studnitz, 1996; McGlone, 1986; Meese and Ewbank, 1973; Syme, 1974). Figure 2 shows that the feeding in the feeder was low in the first two days after weaning and increased gradually in the subsequent days. Similar change was also reported by Gonyou et al. (1998) with SEW piglets fed specially formulated diets. The peak in exploration and feeding, observed on day 22, together with the lower frequency of locomotion and fighting and the increased resting time, suggests that 4 to 6 days after weaning, piglets are well adapted to their new environment.

The lack of significant differences between treatments in the number of nursing piglets wounded per litter contrasts with the results of previous studies. Robert and Martineau (1998) reported that adopted piglets showed more lacerations to the face and the body two hours after adoption as a result of more fights in their litter. This was not the case in this study. The different lesion scoring methodology or the higher number of fosterings in Robert and Martineau's (1998) study might explain these divergent results.

The lower percentage of piglets showing body lacerations during the first week after weaning in fostered pens corroborate with behavioural observations on fighting occurrence. Although all piglets experienced mixing with unacquainted piglets at weaning, adopted and resident piglets fought less on the first two days following weaning than control piglets. After the first week, the percentage of wounded piglets per pen was not significantly different between treatments. This could be explained by the drop in fight occurrence.

Piglets of the second replication suffered from exudative epidermitis, a skin disease transmitted partly through fight induced skin lesions that are caused by weaning and regrouping of piglets (Martineau, 1997). The prevalence of illness was not affected by fostering in replicate 2. This absence of difference might be due to the fact that almost all piglets had lacerations due to fighting after

weaning (96% of the piglets had lesions to the ears between d 18 and d 24). This result, together with the fact that piglets from replicate 1 and 3 were not sick, strongly suggests that fostering has no impact on resistance to opportunistic infections following weaning.

The present study has shown that late fostering in segregated early-weaning herds reduces pre-weaning weight gain and post-weaning fighting and wounds occurrence, but does not affect the prevalence of illness. The results on impaired growth confirm that the welfare of late fostered early-weaned piglets might be compromised by fostering. However, the post-weaning measures do not indicate any additional detrimental effect of fostering on piglets' welfare. They rather suggest that fostered piglets cope better with mixing at time of weaning. This result merits further investigation.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to Shur-Gain and Mafran farm that kindly provided the animals, to the employees and to T. Gagnon and C. Corriveau for technical assistance. We are also grateful to S. Méthot for help with the statistical analysis and to S. Cloutier for revision of the manuscript. This material is based upon work supported by a grant from Shur-Gain to S. Robert and G.-P. Martineau.

#### REFERENCE LIST

Blackshaw, J. K., Boderó, D. A. V. and Blackshaw, A. W. 1987. The effect of group composition on behaviour and performance of weaned pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 19: 73-80.

Canadian Council on Animal Care. 1993. Guide to the care and use of experimental animals. 2nd ed. Canadian Council on Animal Care, Ottawa, ON. pp. 211

de Passillé, A. M. B. and Rushen, J. 1989. Suckling and teat disputes by neonatal piglets. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 22: 23-38.

de Passillé, A. M. B., Rushen, J. and Hartsock, T. G. 1988. Ontogeny of teat fidelity in pigs and its relation to competition at suckling. *Can. J. Anim. Sci.* 68: 325-338.

English, P. R. and Smith, W. J. 1975. Some cause of death in neonatal pigs. *Vet. Annu.* 95-104.

English, P. R., Smith, W. J. and MacLean, A. 1977. The sow: improving her efficiency. The Farming Press, Norwich. 311 p.

Ewbank, R. 1976. Social hierarchy in suckling and fattening pigs: a review. *Livest. Prod. Sci.* 3: 363-372.

Fraser, D. 1977. Some behavioural aspects of milk ejection failure by sows. *Br. Vet. J.* 133: 126-133.

Fraser, D. 1980. A review of the behavioural mechanism of milk ejection of the domestic pig. *Appl. Anim. Ethol.* 6: 247-255.

Gonyou, H. W., Beltranena, E., Whittington, D. L. and Patience, J. F. 1998. The behaviour of pigs weaned at 12 and 21 days of age from weaning to market. *Can. J. Anim. Sci.* 78: 517-523.

- Hagelso Giersing, M. and Studnitz, M. 1996. Characterization and investigation of aggressive behaviour in the pig. *Acta Agric. Scand. Sect. A, Anim. Sci. Suppl.* 27: 56-60.
- Hartsock, T. G. and Graves, H. B. 1976. Neonatal behavior and nutrition-related mortality in domestic swine. *J. Anim. Sci.* 42: 235-240.
- Hemsworth, P. H., Winfield, C. G. and Mullaney, P. D. 1976. A study of the development of the teat order in piglets. *Appl. Anim. Ethol.* 2: 225-233.
- Horrell, R. I. 1982. Immediate behavioural consequences of fostering 1-week-old piglets. *J. Agric. Sci., Camb.* 99: 329-336.
- Horrell, R. I. and Bennett, J. M. T. 1981. Disruption of teat preferences and retardation of growth following cross-fostering of 1-week-old pigs. *Anim. Prod.* 33: 99-106.
- Martineau, G.-P. 1997. *Maladies d'élevage des porcs - Manuel pratique.* 1re éd. Éditions France Agricole, Paris, France. 479 p.
- Mc Glone, J. J. 1986. Influence of resources on pig aggression and dominance. *Behav. Processes* 12: 135-144.
- Meese, G. B. and Ewbank, R. 1973. The establishment and nature of the dominance hierarchy in the domestic pig. *Anim. Behav.* 21: 326-334.
- Price, E. O., Hutson, G. D., Price, M. I. and Borgwardt, R. 1994. Fostering in swine as affected by age of offspring. *J. Anim. Sci.* 72: 1697-1701.

- Robert, S. and Martineau, G.-P. 1997. Preliminary observations on the pre-weaning behavior of cross-fostered piglets. *Proc Am Assoc Swine Pract*, 441-442.
- Robert, S. and Martineau, G.-P. 1998. Sow-piglet behavioral interactions and the impact of cross-fostering on piglet performance. *Proc Am Assoc Swine Pract*, 313-326.
- Robert, S., Weary, D. M. and Gonyou, H. 1999. Segregated early weaning and welfare of piglets. *J. Appl. Anim. Welf. Sci.* 2: 31-40.
- Rushen, J. 1988. Assessment of fighting ability or simple habituation: What causes young pigs (*Sus scrofa*) to stop fighting? *Aggressive Behav.* 14: 155-167.
- SAS Institute, Inc. 1990. *SAS/STAT user's guide : Statistics, volume 2.* Ver.6, 4th ed. SAS Institute, Inc. Cary, NC. pp. 846.
- Syme, G. J. 1974. Competitive orders as measures of social dominance. *Anim. Behav.* 22: 931-940.
- Thompson, B. K. and Fraser, D. 1986. Variation in piglet weights: development of within-litter variation over a 5-week lactation and effect of farrowing crate design. *Can. J. Anim. Sci.* 66: 361-372.

Table I. Effect of cross-fostering at d 6±1 on the percentage of piglets showing skin lesions during post-weaning period (n=252)

		Fostered pens	Control pens	P value
d 18 to d 24	Face	43.14	41.88	0.803
	Ears	94.61	95.84	0.443
	Body	29.08	40.65	0.060
	Tail	2.52	3.46	0.349
d 18 to d 45	Face	43.46	43.08	0.903
	Ears	91.72	92.67	0.462
	Body	21.28	26.06	0.131
	Tail	2.34	2.36	0.960

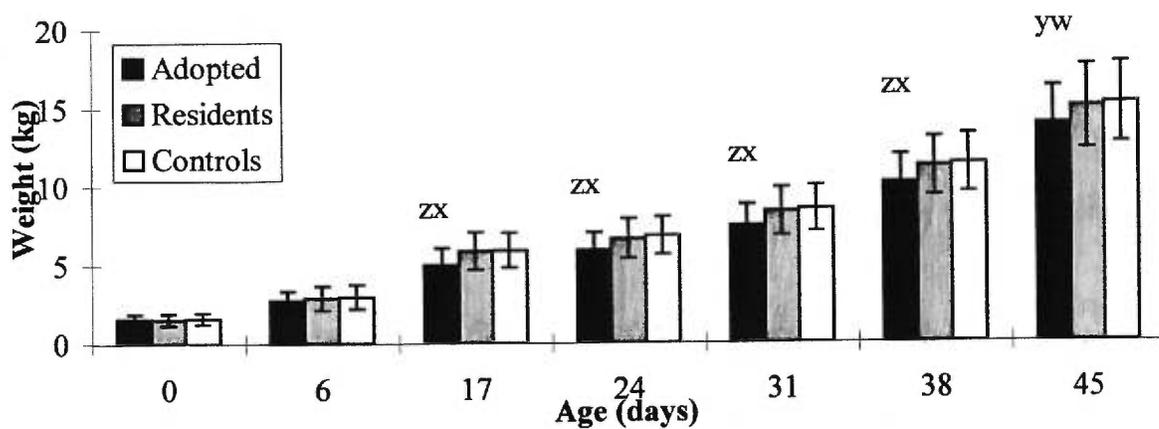


Figure 1. Effect of cross-fostering at d  $6 \pm 1$  on piglets' growth ( $\pm$  SD) before and after weaning (n=256)

z  $P \leq 0.01$  between fostered and control treatments

y  $P \leq 0.05$  between fostered and control treatments

x  $P \leq 0.01$  between adopted and resident piglets

w  $P \leq 0.05$  between adopted and resident piglets

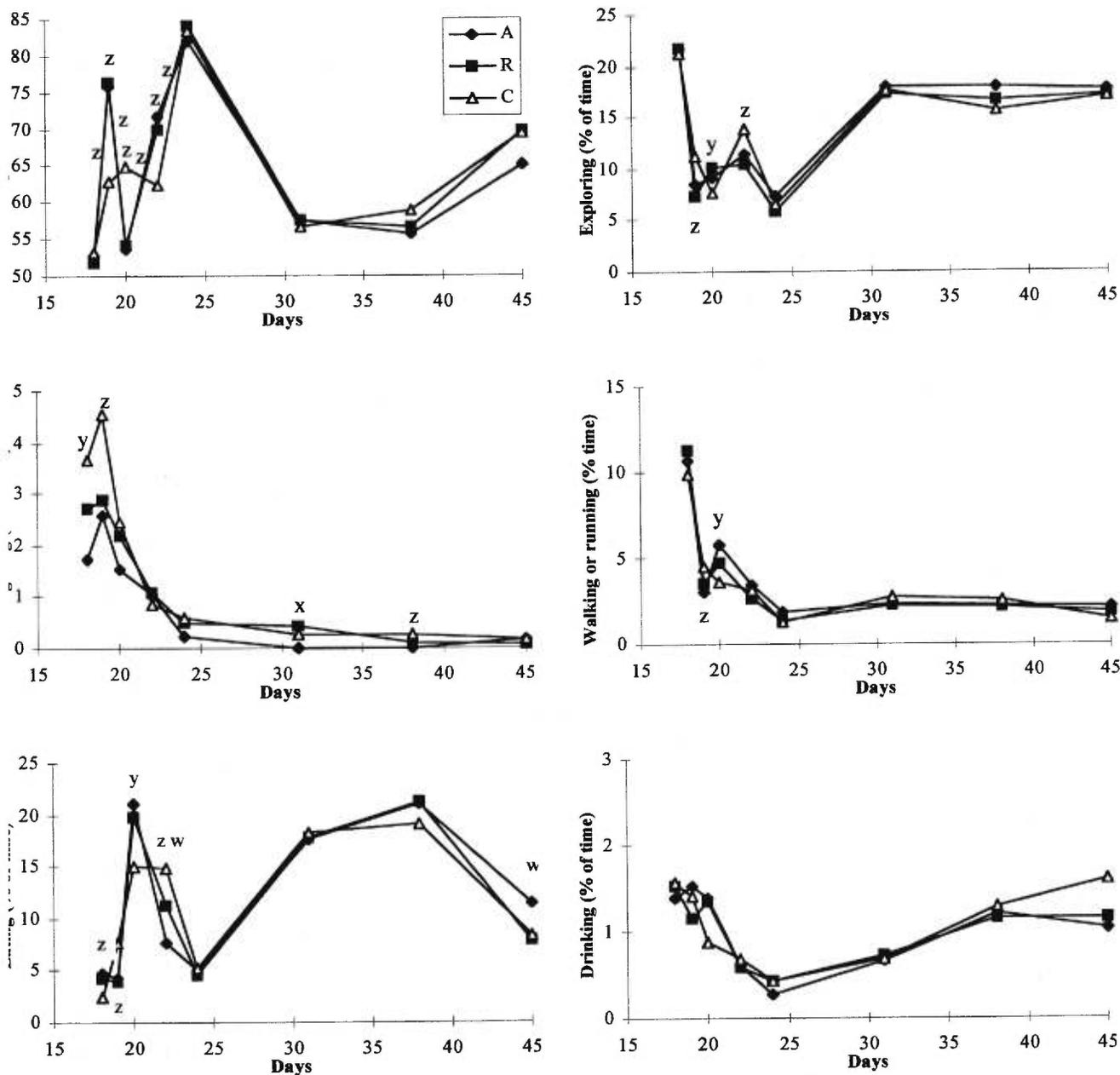


Figure 2. Effect of cross-fostering at d  $6 \pm 1$  on the behaviour of piglets (n=252) during post-weaning period

$P \leq 0,01$  between fostered and control treatments;

$P \leq 0,05$  between fostered and control treatments;

$P \leq 0,01$  between adopted and resident piglets;

$P \leq 0,05$  between adopted and resident piglets.

List of abbreviations:

SEW: segregated early weaning

A: adopted piglets

R: resident piglets

C: control piglets

SD: standard deviation

#### **IV. DISCUSSION GÉNÉRALE ET CONCLUSION**

L'introduction rapide du sevrage précoce en Amérique du Nord a favorisé la réalisation de nombreuses études scientifiques sur la croissance et l'alimentation des porcelets sevrés précocement. Comme le sevrage avant 21 jours d'âge est proscrit par les règlements de la CEE et que la majorité des études traitant du comportement et du bien-être des porcs ont lieu sur ce continent, peu d'études portent sur ces aspects chez les porcelets sevrés précocement. Notre étude avait pour premier objectif de documenter l'aspect comportemental lors du sevrage précoce avec ségrégation en relation avec le gain de poids subséquent. Le deuxième objectif était de vérifier l'impact des adoptions croisées tardives, faites de routine dans beaucoup d'unités de sevrage précoce, sur le comportement, la croissance et la résistance aux maladies des porcelets.

La première étude portant sur les traits de personnalité des porcelets a été publiée en 1993 (Hessing et al. 1993a, b). Depuis, plusieurs études ont été réalisées sur ce sujet, certaines appuyant, d'autres réfutant les premières conclusions avancées. D'une certaine façon, le premier volet de notre étude n'y fait pas exception car il remet en question les différences entre les études antérieures en présentant des résultats recoupant une grande partie des résultats publiés antérieurement. D'un autre côté, les résultats que nous avons obtenus font aussi avancer les connaissances sur les facteurs de personnalité des porcelets en les reliant à la croissance post-sevrage en sevrage précoce. Dans ce premier volet, nous avons démontré qu'il était possible d'élaborer cinq facteurs expliquant 81% de la variation entre les porcelets à partir de tests comportementaux et que les facteurs de réaction passive à un stress et de hiérarchie sont reliés à la croissance des porcelets dans les quatre semaines suivant le sevrage. Bien que la plupart des variables ne présentaient pas une distribution normale tel que requis par les statistiques paramétriques et qu'un tiers des porcelets ait dû être exclu à cause de

la maladie qui s'est déclarée en post-sevrage, l'analyse des résultats a démontré plusieurs relations intéressantes. La corrélation positive entre le statut hiérarchique et la croissance post-sevrage confirme le résultat de plusieurs études antérieures. La relation positive entre le facteur de réponse passive à un stress et la croissance n'a cependant jamais été observée encore à notre connaissance. Ainsi, nous pouvons soulever l'hypothèse que les porcelets réagissant de façon plus calme au stress (ou réponse passive au stress) gagnent plus de poids dans la semaine suivant le sevrage car ils dépensent moins d'énergie dans des comportements actifs comme les activités ambulatoires et la vocalisation. Cette hypothèse demanderait cependant à être vérifiée dans une expérience en mesurant entre autres la consommation de nourriture des différents types de porcelets.

Quant au deuxième volet de cette étude portant sur l'adoption, il a permis de démontrer que les porcelets sevrés précocement qui subissaient une adoption tardive présentaient un retard de croissance entre l'adoption et le sevrage et que la différence de poids ainsi engendrée persistait dans le mois suivant le sevrage. Ces résultats confirment ceux d'études antérieures qui portent tant sur des porcelets sevrés précocement que sur des porcelets sevrés de façon conventionnelle. Les résultats sur l'incidence des blessures diffèrent cependant de ceux présentés dans une étude récente de Robert et al. (1998) dans laquelle les porcelets adoptés présentaient plus de lacérations à la face que les porcelets non-adoptés. Cette divergence pourrait s'expliquer par les différences entre les méthodes de mesure utilisées. Les résultats portant sur le nombre de batailles entre les porcelets montrent que les porcelets ayant déjà été mélangés en maternité (adoption tardive) se battent moins dans les deux premiers jours suivant le mélange du sevrage et par conséquent qu'ils semblent mieux s'adapter au regroupement avec des porcelets étrangers lors de leur arrivée en pouponnière. Finalement, la prévalence de

maladies n'a pas été affectée par les adoptions, contrairement à notre hypothèse de départ. En général, les résultats de ce deuxième volet de l'étude viennent remettre en question la pratique de l'adoption tardive comme outil pour équilibrer la taille des porcelets à l'intérieur des portées dans les unités de sevrage précoce. Cette méthode nuit à la croissance des porcelets échangés suite à l'adoption. De plus, la persistance de la différence de poids créée par l'adoption pendant le mois qui suit le sevrage démontre l'impact à long terme de cette pratique.

## **V. BIBLIOGRAPHIE**

- Aherne, F.X. 1996.** Birthweight; impact on pre- and postweaning performance. *Proceedings of the 27th Annual Meeting of the American Association of Swine Practitioners*, Nashville, Tennessee. p. 15-30.
- Algers, B., P. Jensen and L. Steinwall. 1990.** Behaviour and weight changes at weaning and regrouping of pigs in relation to teat quality. *Applied Animal Behaviour Science* 26:143-155.
- Bark, L.J., T.D. Crenshaw and V.D. Leibbrandt. 1986.** The effect of meal intervals and weaning on feed intake of early weaned pigs. *Journal of Animal Science* 62:1233-1239.
- Beden, S.N. and P.F. Brain. 1982.** Studies on the effect of social stress on measures of disease resistance in laboratory mice. *Aggressive Behavior* 8:126-129.
- Benus, R.F., B. Bohus, J.M. Koolhaas and G.A. van Oortmerssen. 1991.** Heritable variation for aggression as a reflection of individual coping strategies. *Experientia* 47:1008-1019.
- Blackshaw, J.K., D.A.V. Bodero and A.W. Blackshaw. 1987.** The effect of group composition on behaviour and performance of weaned pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 19:73-80.
- Blackshaw, J.K., F.J. Thomas and A.W. Blackshaw. 1994.** The relationship of dominance, forced and voluntary leadership and growth rate in weaned pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 41:263-268.

- Blackshaw, J.K., F.J. Thomas and J.A. Lee. 1997.** The effect of a fixed or free toy on the growth rate and aggressive behaviour of weaned pigs and the influence of hierarchy on initial investigation of the toys. *Applied Animal Behaviour Science* 53:203-512.
- Blanchard, R.J., K. Hori, P. Tom and D.C. Blanchard. 1988.** Social dominance and individual aggressiveness. *Aggressive Behavior* 14:195-203.
- Blecha, F., D.S. Pollmann and D.A. Nichols. 1985.** Immunologic reactions of pigs regrouped at or near weaning. *American Journal of Veterinary Research* 46:1934-1937.
- Boe, K. and P. Jensen. 1995.** Individual differences in suckling and solid food intake by piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 42:183-192.
- Brouns, F. and S.A. Edwards. 1994.** Social rank and feeding behaviour of group-housed sows fed competitively or ad libitum. *Applied Animal Behaviour Science* 39:225-235.
- Canadian Council on Animal Care. 1993.** *Guide to the care and use of experimental animals*. 2nd edition. Canadian Council on Animal Care, Ottawa. 211 p.
- Châtillon, G. 1995.** Sevrage précoce sur un site séparé: Pourquoi les Québécois misent-ils sur le sevrage 14-18 jours? *Porc Magazine* 282:60-71.

- Chou Hsia, L. and D.G.M. Wood-Gush. 1983a.** Social facilitation in the feeding behaviour of pigs and the effect of rank. *Applied Animal Ethology* 11:265-270.
- Chou Hsia, L. and D.M.G. Wood-Gush. 1983b.** A note on social facilitation and competition in the feeding behaviour of pigs. *Animal Production* 37:149-152.
- Clayton, D. 1976.** The effect of pre-test conditions on social facilitation on drinking in ducks. *Animal Behaviour* 24:125-134.
- Davis, D.E. and C.P. Read. 1958.** Effect of behaviour on development of resistance in trichinosis. *Proceedings of the Society of Experimental Biology and Medicine* 99:269-272.
- de Passillé, A.M.B. and J. Rushen. 1989.** Suckling and teat disputes by neonatal piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 22:23-38.
- de Passillé, A.M.B., J. Rushen and T.G. Hartsock. 1988.** Ontogeny of teat fidelity in pigs and its relation to competition at suckling. *Canadian Journal of Animal Science* 68:325-338.
- Dritz, S.S., M.D. Tokach, R.D. Goodband and J.L. Nelssen. 1995.** The effect of weaning age on nursery pig feeding behavior and growth performance. *Allen D. Leman Swine Conference* 22:194-207.

- Dwyer, C.M., J.M. Fletcher and N.C. Stickland. 1993.** Muscle cellularity and postnatal growth in the pig. *Journal of Animal Science* 71:3339-3343.
- Dybkjaer, L. 1992.** The identification of behavioural indicators of stress in early weaned piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 35:135-147.
- England, D.C. 1974.** Husbandry components in prenatal and perinatal development in swine. *Journal of Animal Science* 38:1045-1049.
- English, P.R. and W.J. Smith. 1975.** Some causes of death in neonatal pigs. *Veterinary Annual*: 95-104.
- English, P.R., W.J. Smith and A. MacLean. 1977.** *The sow: improving her efficiency.* The Farming Press, Norwich. 311 p.
- English, P.R., V.R. Fowler, S. Baxter and T.J. Smith. 1988.** *The growing and finish pig; improving efficiency.* Farming Press, U.K. p. 101-111.
- Ewbank, R. 1969.** Social behaviour and intensive animal production. *Veterinary Record* 85:183-186.
- Ewbank, R. 1972.** Social environment of the pig. In: *Pig production*, edited by D.J.A. Cole, University of Nottingham Press, Nottingham. p. 129-137.
- Ewbank, R. 1976.** Social hierarchy in suckling and fattening pigs: a review. *Livestock Production Science* 3:363-372.

- Fernandez, X., M.C. Meunier-Salaün and P. Mormede. 1994.** Agonistic behavior, plasma stress hormones, and metabolites in response to dyadic encounters in domestic pigs: interrelationships and effect of dominance status. *Physiology & Behavior* 56:841-847.
- Forkman, B., I.L. Furuhaug and P. Jensen. 1995.** Personality, coping patterns, and aggression in piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 45:31-42.
- Fraser, A. F. 1980.** *Farm animal behaviour*. 2 nd ed. Baillière Tindall, London. 291 p.
- Fraser, D. 1977.** Some behavioural aspects of milk ejection failure by sows. *British Veterinary Journal* 133:126-133.
- Fraser, D. 1978.** Observations on the behavioural development of suckling and early-weaned piglets during the first six weeks after birth. *Animal Behaviour* 26:22-30.
- Fraser, D. 1980.** A review of the behavioural mechanism of milk ejection of the domestic pig. *Applied Animal Ethology* 6:247-255.
- Fraser, D. 1987.** Attraction to blood as a factor in tail-biting by pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 17:61-68.
- Fraser, D. 1990.** Behavioural perspectives on piglet survival. *Journal of Reproduction and Fertility* Supplement 40:355-370.

- Fraser, D. 1991.** Armed sibling rivalry among suckling piglets. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 29:9-15.
- Fraser, D. 1992.** Rivalité, survie et croissance chez les porcelets domestiques. *Proceedings du 2e colloque de zootechnie*, Université Laval, Québec. p. 60-73.
- Fraser, D. and B.K. Thompson. 1986.** Variation in piglet weights: relationship to suckling behavior, parity number and farrowing crate design. *Canadian Journal of Animal Science* 66:31-46.
- Fraser, D., P.A. Phillips, B.K. Thompson and W.B. Peeters Weem. 1988.** Use of water by piglets in the first days after birth. *Canadian Journal of Animal Science* 68:603-610.
- Friend, T.H., D.A. Knabe and T.D. Tanksley Jr. 1983.** Behaviour and performance of pigs grouped by three different methods at weaning. *Journal of Animal Science* 57:1406-1411.
- Gonyou, H.W. 1997.** Behaviour and productivity of pigs in groups composed of disproportionate numbers of littermates. *Canadian Journal of Animal Science* 77:205-209.
- Gonyou, H.B., E. Beltranena, D.L. Whittington and J.F. Patience. 1998.** The behaviour of pigs weaned at 12 and 21 days of age from weaning to market. *Canadian Journal of Animal Science* 78:517-523.

- Graves, H.B., K.L. Graves and G.W. Sherritt. 1978.** Social behavior and growth of pigs following mixing during the growing-finishing period. *Applied Animal Ethology* 4:169-180.
- Gross, W.B. 1984.** Effect of a range of social stress severity on *E. coli* challenge infection. *American Journal of Veterinary Research* 45:2074-2076.
- Gross, W.B. and P.B. Siegel. 1973.** Effect of social stress and steroids on antibody production. *Avian Diseases* 17:807-815.
- Hagelso Giersing, M. and M. Studnitz. 1996.** Characterization and investigation of aggressive behaviour in the pig. *Acta Agriculturae Scandinavia*, Section A, Animal Science Suppl. 27:56-60.
- Hansen, L.L., A.M. Hagelso and A. Madsen. 1982.** Behaviour results and performance of bacon pigs fed "ad libitum" from one of several hoppers. *Applied Animal Ethology* 8:307-834.
- Hartsock, T.G. and H.B. Graves. 1976.** Neonatal behavior and nutrition-related mortality in domestic swine. *Journal of Animal Science* 42:235-240.
- Heetkamp, M.J.W., J.W. Schrama, L. de Jong, J.W.G.M. Swinkels, W.P.G. Schouten and M.W. Bosch. 1995.** Energy metabolism in young pigs as affected by mixing. *Journal of Animal Science* 73:3562-3569.

- Hemsworth, P.H., C.G. Winfield and P.D. Mullaney. 1976.** A study of the development of the teat order in piglets. *Applied Animal Ethology* 2:225-233.
- Hemsworth, P.H., J.L. Barnett and C. Hansen. 1981.** The influence of handling by humans on the behaviour, growth, and corticosteroids in the juvenile female pig. *Hormones and Behavior* 15:396-403.
- Hemsworth, P.H., J.L. Barnett and C. Hansen. 1987.** The influence of inconsistent handling by humans on the behaviour, growth and corticosteroids of young pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 17:245-252.
- Hessing, M.J.C., A.M. Hagelsö, J.A.M. van Beek, P.R. Wiepkema, W.G.P. Schouten and R. Kurkow. 1993a.** Individual behavioural characteristics in pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 37:285-295.
- Hessing, M.J.C., A.M. Hagelsö, P.R. Wiepkema, W.G.P. Schouten and R. Kurkow. 1993b.** Individual behavioural and physiological strategies in pigs. *Physiology & Behavior* 55:39-46.
- Hessing, M.J.C. and M.J.M. Tielen. 1994.** The effect of climatic environment and relocation and mixing on health status and productivity in pigs. *Animal Production* 59:131-139.
- Horrell, R.I. 1982.** Immediate behavioural consequences of fostering 1-week-old piglets. *Journal Agricultural Science, Camb.* 99:329-336.

- Horrell, R.I. and J.M.T. Bennett. 1981.** Disruption of teat preferences and retardation of growth following cross-fostering of 1-week-old pigs. *Animal Production* 33:99-106.
- Jensen, P. 1982.** An analysis of agonistic interaction patterns in group-housed dry sows - aggression regulation through an "avoidance order". *Applied Animal Ethology* 9:47-61.
- Jensen, P. 1986.** Observations on the maternal behaviour of free-ranging domestic pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 16:131-142.
- Jensen, P. 1994.** Fighting between unacquainted pigs - effects of age and of individual reaction pattern. *Applied Animal Behaviour Science* 41:37-52.
- Jensen, P. 1995.** Individual variation in the behaviour of pigs - noise of functional coping strategies? *Applied Animal Behaviour Science* 44:245-255.
- Jensen, P. and B. Recen. 1989.** When to wean - Observations from free-ranging domestic pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 23:49-60.
- Jensen, P., J. Rushen and B. Forkman. 1995a.** Behavioural strategies or just individual variation in behaviour? - A lack of evidence for active and passive piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 43:135-139.

- Jensen, P., B. Forkman, K. Thodberg and E. Köster. 1995b.** Individual variation and consistency in piglet behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 45:43-52.
- Kelley, K.W., J.J. McGlone and C.T. Gaskins. 1980.** Porcine aggression: measurement and effects of crowding and fasting. *Journal of Animal Science* 50:336-341.
- Martineau, G.P. 1997.** *Maladies d'élevage des porcs*. 1re ed. Éditions France Agricole, Paris, France. 479 p.
- McGlone, J.J. 1984.** Aggressive and submissive behaviour in young swine given exogenous ACTH. *Domestic Animal Endocrinology* 1:319-321.
- McGlone, J.J. 1986a.** Influence of resources on pig aggression and dominance. *Behavioural Processes* 12:135-144.
- McGlone, J.J. 1986b.** Agonistic behaviour in food animals: review of research and technics. *Journal of Animal Science* 62:1130-1139.
- McGlone, J.J. and S.E. Curtis. 1985.** Behavior and performance of weanling pigs in pens equipped with hide areas. *Journal of Animal Science* 60:20-24.
- Meese, G.B. and R. Ewbank. 1973a.** The establishment and nature of the dominance hierarchy in the domestic pig. *Animal Behaviour* 21:326-334.

- Meese, G.B. and R. Ewbank. 1973b.** Exploratory behaviour and leadership in the domesticated pig. *British Veterinary Journal* 129:251-259.
- Meunier-Salaun, M.C. 1989.** Relations comportementales du porc avec son environnement: critères d'évaluation des systèmes d'élevage. *Journées De La Recherche Porcine* 21:281-296.
- Moore, C. 1996.** Managing early weaned pigs. *Western Hog Journal* 17(3):4-7.
- Pajor, E.A., D. Fraser and D.L. Kramer. 1991.** Consumption of solid food by suckling pigs: individual variation and relation to weight gain. *Applied Animal Behaviour Science* 32:139-155.
- Petersen, V. 1994.** The development of feeding and investigatory behaviour in free-ranging domestic pigs during their first 18 weeks of life. *Applied Animal Behaviour Science* 42:87-98.
- Pluske, J.R. and I.H. Williams. 1996a.** The influence of feeder type and the method of group allocation at weaning on voluntary food intake and growth in piglets. *Animal Science* 62:115-120.
- Pluske, J.R. and I.H. Williams. 1996b.** Reducing stress in piglets as a means of increasing production after weaning: administration of amperozoide or co-mingling of piglets during lactation? *Animal Science* 62:121-130.
- Price, E.O., G.D. Hutson, M.I. Price and R. Borgwardt. 1994.** Fostering in swine as affected by age of offspring. *Journal of Animal Science* 72:1697-1701.

**Rasmussen, O.G., E.M. Banks, T.H. Berry and D.E. Becker. 1962.** Social dominance in gilts. *Journal of Animal Science* 21:520-522.

**Robert, S. and G.P. Martineau. 1997.** Preliminary observations on the pre-weaning behavior of cross-fostered piglets. *Proceedings of the 28th Annual Meeting of the American Association of Swine Practitioners*, Québec, Québec. p. 441-442.

**Robert, S. and G.P. Martineau. 1998.** Sow-piglet behavioral interactions and the impact of cross-fostering on piglet performance. *Proceedings of the 29th Annual Meeting of the American Association of Swine Practitioners*, Des Moines, Iowa. p. 313-326.

**Robert, S., D.M. Weary and H. Gonyou. 1999.** Segregated early weaning and welfare of piglets. *Journal of Applied Animal Welfare Science* 2(1):31-40.

**Rushen, J. 1988.** Assessment of fighting ability or simple habituation: What causes young pigs (*Sus scrofa*) to stop fighting? *Aggressive Behavior* 14:155-167.

**SAS Institute, Inc. 1990.** *SAS/STAT user's guide : Statistics. Vol. 2. Ver. 6*, 4th ed. SAS Institute, Inc. Cary, NC. 846 p.

**Schaefer, A.L., A.P. Sather, A.K.W. Tong and P. Lepage. 1987.** Pig toys. *37th Annual Meeting of the Canadian Society of Animal Science Abstract* 89, p. 46.

- Schaefer, A.L., M.O. Salomons, A.K.W. Tong, A.P. Sather and P. Lepage. 1990.** The effect of environment enrichment on aggression in newly weaned pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 27:41-52.
- Schmidt, M. 1982.** Abnormal oral behaviour in pigs. In *Disturbed behaviour in farm animals*. Edited by W. Bessei, Eugen Arbeiten, Stuttgart. p. 115-132.
- Sherritt, G.W., H.B. Graves, J.L. Gobble and V.E. Hazlett. 1974.** Effects of mixing pigs during the growing finishing period. *Journal of Animal Science* 39:834-837.
- Siegel, H.S. and J.W. Latimer. 1975.** Social interactions and antibody titers in young male chickens (*Gallus domesticus*). *Animal Behaviour* 23:323-330.
- Spicer, H.M. and F.X. Aherne. 1987.** The effects of group size/stocking density on weanling pig performance and behavior. *Applied Animal Behaviour Science* 19:89-98.
- Spoolder, H.A.M., J.A. Burbidge, A.B. Lawrence, P.H. Simmins and S.A. Edwards. 1996.** Individual behavioural differences in pigs: intra- and inter-test consistency. *Applied Animal Behaviour Science* 49:185-198.
- Stephens, D.B. and B.A. Baldwin. 1970.** Observations on a group of artificially reared lambs. *British Veterinary Journal* 126:659-60.

- Stookey, J.M. and H.W. Gonyou. 1994.** The effects of regrouping on behavioral and production parameters in finishing swine. *Journal of Animal Science* 72:2804-2811.
- Syme, G.J. 1974.** Competitive orders as measures of social dominance. *Animal Behaviour* 22:931-940.
- Székely, S., E. Orban, I. Kuruck and J. Sarvary. 1982.** Tube dominance in piglets, structure and stability of dominance order. *Applied Animal Ethology* 9:279-288.
- Thompson, B.K. and D. Fraser. 1986.** Variation in piglet weights: development of within-litter variation over a 5-week lactation and effect of farrowing crate design. *Canadian Journal of Animal Science* 66:361-372.
- Thompson, B.K. and D. Fraser. 1988.** Variation in piglet weights: weight gains in the first days after birth and their relationship with later performance. *Canadian Journal of Animal Science* 68:581-590.
- Tokach, M.D., R.D. Goodband and J.L. Nelssen. 1994.** Recent developments in nutrition for the early-weaned pig. *The Compendium for Practicing Veterinarians: Food Animal* 407-419.
- van Putten, G. 1969.** An investigation into tail-biting among fattening pigs. *British Veterinary Journal* 125:511-517.

**van Putten, G. and J. Dammers. 1976.** A comparative study of the well-being of piglets reared conventionally and in cages. *Applied Animal Ethology* 2:339-356.

**Vessey, S.H. 1964.** Effects of grouping on concentrations of circulating antibodies. *Proceedings of the Society of Experimental Biology and Medicine* 115:252-255.