

Impacts de la vitesse de croissance et du poids à l'abattage sur les paramètres économiques et zootechniques, les caractéristiques structurales et métaboliques du muscle, la qualité de la carcasse et les qualités technologiques et organoleptiques de la viande de porc

Numéro du projet : 2029

Nom du requérant

Fédération des producteurs de porcs du Québec,

RAPPORT FINAL

février 2002 à juin 2005

Responsable du projet : Claude Gariépy

Coordonnateur du projet : Joël Rivest

Collaborateurs : Jean-Paul Laforest, Luigi Faucitano, Raymond Levallois, Jacynthe Fortin, Jorge Andres Correa et Sébastien Bouchard

Projet réalisé dans le cadre du programme

Recherche appliquée, innovation et transfert du CDAQ

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|-----------|
| 1. RÉSUMÉ DU PROJET | 5 |
| 2. DESCRIPTION DU PROJET | 6 |
| 2.1 Problématique | 6 |
| 2.2 Objectifs généraux | 7 |
| 2.3 Objectifs spécifiques | 7 |
| 2.4 Approche méthodologique | 8 |
| <i>Animaux et schéma expérimental</i> | 8 |
| <i>L'abattage</i> | 9 |
| <i>18-24 heures post-abattage</i> | 10 |
| <i>Mesures prises au centre de recherche de Lennoxville</i> | 10 |
| <i>Mesures prises au CRDA de Saint-Hyacinthe</i> | 12 |
| Qualité de viande (mesures objectives et instrumentales)..... | 12 |
| Analyses biochimiques..... | 12 |
| Évaluation sensorielle | 13 |
| <i>Impacts technico économiques sur l'élevage</i> | 14 |
| <i>Analyses statistiques</i> | 14 |
| <i>Modifications par rapport au protocole initial</i> | 15 |
| 2.5 Étapes et échéances | 17 |
| 2.5 Étapes et échéances | 17 |
| 3. RÉSULTATS | 18 |
| 3.1 Résultats obtenus | 18 |
| <i>Plan de la présentation des résultats</i> | 18 |
| 3.1.A Impacts de la vitesse de croissance, du sexe et du poids à l'abattage sur les performances zootechniques du porc en croissance | 21 |
| Effet du poids | 21 |
| Effet du groupe de vitesse de croissance | 22 |
| Effet du sexe | 23 |
| Résultats utilisés pour l'étude économique..... | 24 |
| Impact économique du gain en vitesse de croissance..... | 24 |
| 3.1.B Impacts du poids à l'abattage sur la rentabilité économique d'un élevage de porc en engraissement | 33 |
| Influence du contexte économique | 43 |
| Comparaison des scénarios | 45 |
| Limites des scénarios | 46 |

| | |
|--|-----------|
| Sensibilité des résultats à certains paramètres | 47 |
| Conclusion du volet économique..... | 48 |
| 3.1.C Impacts de la vitesse de croissance, du sexe et du poids d'abattage sur la distribution des coupes primaires dans la carcasse, sur la composition de la carcasse et sur la qualité de la viande | 51 |
| Distribution des coupes primaires et commerciales dans la carcasse | 51 |
| Composition de la carcasse | 52 |
| Qualité de la viande – Aspects macroscopiques et ses composantes | 53 |
| 3.1.D Impacts de la vitesse de croissance, du poids d'abattage et du sexe sur la qualité sensorielle de la viande | 58 |
| Résumé..... | 58 |
| Objectifs..... | 58 |
| Résultats et discussion..... | 59 |
| Conclusion | 62 |
| 3.1.E Impacts de la vitesse de croissance, du sexe et du poids d'abattage sur la structure et le métabolisme du muscle en relation avec la qualité de la viande | 66 |
| Conclusion | 71 |
| 3.1.F Variation de la qualité le long de la longe..... | 77 |
| Matériel et méthodes..... | 77 |
| Résultats et discussion..... | 77 |
| Références..... | 80 |
| 3.1.G Impacts du poids d'abattage sur la proportion de carcasse rencontrant les spécifications de la référence des marchés | 84 |
| La référence des marchés québécois * | 84 |
| Impact du poids d'abattage | 84 |
| 3.2 Impacts | 89 |
| 3.3 Diffusion des résultats | 89 |
| 4. PLAN DE FINANCEMENT | 91 |
| 5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS | 92 |
| 5.1 Notes générales | 92 |
| 5.2 Résumé de l'étude | 93 |
| <i>Methodologie générale.....</i> | <i>93</i> |
| <i>Performances zootechniques.....</i> | <i>93</i> |
| <i>Composition des coupes commerciales et qualité de la viande</i> | <i>94</i> |
| <i>Impact du poids sur les performances économiques</i> | <i>94</i> |
| <i>Conclusion</i> | <i>95</i> |

LISTE DES TABLEAUX

| | | |
|--------------------|---|-----------|
| <i>Tableau 1.1</i> | <i>Indices de potentiel génétique* (IPG) obtenus.....</i> | <i>9</i> |
| <i>Tableau A.1</i> | <i>Poids moyens pour les différents traitements.....</i> | <i>26</i> |
| <i>Tableau A.2</i> | <i>Effets des facteurs sur les performances zootechniques globales en engraissement.....</i> | <i>27</i> |
| <i>Tableau A.3</i> | <i>Effets des interactions entre les facteurs sur les performances zootechniques globales en engraissement.....</i> | <i>28</i> |
| <i>Tableau A.4</i> | <i>Différence entre les marges annuelles obtenues entre les deux groupes de vitesse chez un finisseur de 1000 places (marge annuelle pour groupe rapide – marge annuelle pour groupe lent).....</i> | <i>29</i> |
| <i>Tableau B.1</i> | <i>Différence entre les marges annuelles (111 kg – 107 kg), même nombre de porcs entrés sans modification au bâtiment.....</i> | <i>35</i> |
| <i>Tableau B.2</i> | <i>Différence entre les marges annuelles (111 kg – 107 kg), même nombre de porcs entrés avec ajout d'une chambre.....</i> | <i>36</i> |
| <i>Tableau B.3</i> | <i>Différence entre les marges annuelles (111 kg – 107 kg), même nombre de porcs entrés, avec modification du génotype pour avoir une même durée d'engraissement aux deux poids d'abattage.....</i> | <i>37</i> |
| <i>Tableau B.4</i> | <i>Différence entre les marges annuelles (111 kg – 107 kg) chez un finisseur, avec diminution de la production.....</i> | <i>38</i> |
| <i>Tableau B.5</i> | <i>Différence entre les marges annuelles (111 kg – 107 kg) chez un naisseur-finisseur, avec diminution de la production.....</i> | <i>39</i> |
| <i>Tableau B.6</i> | <i>Différence entre les marges annuelles (111 kg – 107 kg) chez un naisseur-finisseur, avec diminution de la production, et une productivité de 21.9 porcelets sevrés par truie.....</i> | <i>40</i> |
| <i>Tableau B.7</i> | <i>Différence entre les marges annuelles (111 kg – 107 kg), même nombre de porcs entrés, sans modification au bâtiment, avec une augmentation de 0.25 de la conversion technique entre 107 et 111 kg.....</i> | <i>41</i> |
| <i>Tableau C.1</i> | <i>Distribution des coupes primaires et commerciales dans la carcasse.....</i> | <i>52</i> |
| <i>Tableau C.2</i> | <i>Composition en muscle, gras et os de la carcasse.....</i> | <i>53</i> |
| <i>Tableau C.3</i> | <i>Propriétés de qualité de la viande dans les muscles de la longe et du jambon.....</i> | <i>54</i> |
| <i>Tableau C.4</i> | <i>Composition du muscle de la longe.....</i> | <i>55</i> |
| <i>Tableau C.5</i> | <i>Composition du gras intramusculaire dans la longe et du gras du flanc.....</i> | <i>55</i> |
| <i>Tableau D.1</i> | <i>Description des traitements à l'étude.....</i> | <i>59</i> |
| <i>Tableau D.3</i> | <i>Résultats de l'analyse de variance pour le poids d'abattage selon les combinaisons des deux autres facteurs (données standardisées).....</i> | <i>60</i> |

| | | |
|-------------|--|----|
| Tableau D.4 | Moyennes pour les différentes modalités des trois facteurs étudiés..... | 61 |
| Tableau D.5 | Relation avec le poids d'abattage..... | 62 |
| Tableau D.6 | Résultats de l'analyse de variance («p-value») utilisant deux facteurs (sexe et vitesse) ainsi que la variable continue poids final avec les données brutes (non standardisées)..... | 62 |
| Tableau E.1 | Histochimie du longissimus pour les variables poids d'abattage, vitesse de croissance et le sexe..... | 73 |
| Tableau E.2 | Caractéristiques métaboliques physicochimiques du longissimus..... | 74 |
| Tableau F.1 | Variation des paramètres de qualité de la viande selon le site anatomique au long du muscle de la longe..... | 79 |
| Tableau F.2 | Taille moyenne et nombre total de fibres trouvés le long du longissimus dorsi et taille des fibres du psoas..... | 80 |
| Tableau G.1 | Impact du poids d'abattage sur la proportion de cuisses C-100 rencontrant la spécification de la référence des marchés..... | 86 |
| Tableau G.2 | Impact du poids d'abattage sur la proportion de longes C-200 rencontrant la spécification de la référence des marchés..... | 87 |
| Tableau G.3 | Impact du poids d'abattage sur la proportion de flancs C-400 rencontrant la spécification de la référence des marchés..... | 87 |
| Tableau G.4 | Impact du poids d'abattage sur la proportion de picnics C-311 rencontrant la spécification de la référence des marchés..... | 87 |
| Tableau G.5 | Impact du poids d'abattage sur la proportion de socs C-320 rencontrant la spécification de la référence des marchés..... | 88 |
| Tableau G.6 | Impact du poids d'abattage sur la proportion d'oeil de longe rencontrant la spécification de la référence des marchés..... | 88 |
| Tableau G.7 | Impact du poids d'abattage sur la proportion de carcasse rencontrant la spécification de la référence des marchés..... | 88 |
| Tableau 4.1 | Liste des dépenses et pièces justificatives..... | 91 |

LISTE DES FIGURES

| | | |
|------------|--|----|
| Figure A.1 | Courbes de croissance moyennes observées dans chaque épreuve..... | 22 |
| Figure A.2 | Gras dorsal mesuré avec l'appareil à ultrasons, selon le groupe de vitesse de croissance et le poids d'abattage..... | 30 |
| Figure D.1 | Représentation des trois groupes en fonction de la fermeté et de la jutosité..... | 61 |
| Figure G.1 | Relation entre le poids de la cuisse C-100 et le poids vif pour un poids d'abattage cible de 107 kg..... | 86 |

1. Résumé du projet

Le secteur de l'industrie porcine québécoise s'est orienté depuis bon nombre d'années vers la production de porcs maigres à vitesse de croissance rapide. Les améliorations sur la maigreur et sur la vitesse de croissance se sont faites en bonne partie par la sélection génétique, avec une emphase plus importante sur la vitesse de croissance depuis 1999. L'augmentation de la vitesse de croissance se traduit normalement par une meilleure rentabilité. Toutefois, pour faire face à la concurrence, il faut s'assurer que la qualité du produit final soit maintenue. Par ailleurs, le poids moyen d'abattage au Québec est le plus léger en Amérique du Nord, soit près de 107 kg. Par conséquent, il existe une certaine pression du marché en ce moment pour la production d'un porc plus lourd. L'étude des impacts de ces deux stratégies, soit l'augmentation du poids d'abattage et celle de la vitesse de croissance, apparaît particulièrement importante dans le contexte de la production québécoise actuelle.

Ce projet est novateur car il se penche simultanément sur les impacts d'une variation du poids d'abattage ainsi que de la vitesse de croissance, et ceci dans un cadre multidisciplinaire. Les impacts étudiés couvrent en effet les domaines de la zootechnie et de l'économie au niveau de la production, ainsi que de la qualité du produit. Ce projet aussi est très pertinent pour l'éclairage particulièrement intéressant qu'il peut apporter aux négociations actuelles en rapport avec une augmentation éventuelle du poids d'abattage.

Les données du projet ont été recueillies dans deux élevages de porcs de la station d'épreuves de Deschambault. Certaines des carcasses issues du dernier élevage ont été échantillonnées afin d'effectuer des mesures plus exhaustives sur la qualité de la viande. Au fur et à mesure que les données étaient disponibles, les analyses statistiques ont été produites. Une étude économique a été faite lorsque les analyses statistiques des performances zootechniques ont été complétées. Cette étude a permis de développer un module économique accessible sur Internet, qui permet de représenter les impacts de différents scénarios sur la rentabilité d'une entreprise porcine. Nous en sommes maintenant à la publication des résultats de l'étude.

Les résultats attendus de ce projet aideront la prise de décisions plus éclairées en regard des orientations du secteur porcine.

2. Description du projet

2.1 Problématique

Depuis bon nombre d'années, le secteur porcin québécois s'est orienté vers la production de porcs maigres à vitesse de croissance rapide et c'est grâce aux indices de sélection que les sélectionneurs ont pu orienter leur production en fonction de ces besoins. Toutefois, il semble maintenant que le seuil de maigreur des porcs soit presque atteint et c'est pourquoi les indices de sélection ont été modifiés. Depuis 1999, la pression de sélection pour diminuer le gras dorsal des porcs a été réduite et, conséquemment, celle pour diminuer l'âge à l'abattage a augmenté. L'objectif poursuivi par la réduction de l'âge à l'abattage permet au producteur de produire plus de porcs par an, à moindre coût, par une augmentation de la vitesse de croissance. Ainsi, les avantages de l'amélioration de la vitesse de croissance sur la rentabilité de l'élevage sont facilement démontrables. Toutefois, cet avantage relatif ne pourra se maintenir que si le produit final offert maintient les standards de qualité qui font sa renommée. Dans ce contexte, il est impératif de vérifier les effets des progrès génétiques au niveau de la croissance sur la qualité du produit. D'ailleurs, les études visant à évaluer l'effet de l'âge à l'abattage, pour un même poids, sur la qualité de la viande donnent des résultats contradictoires.

En ce moment, les propriétaires d'abattoirs semblent intéressés par des carcasses plus lourdes que celles qu'on retrouve actuellement sur le marché québécois. Si l'industrie choisit d'abattre les animaux à des poids plus lourds, la sélection génétique pour la vitesse de croissance prendra encore plus d'importance. Ainsi, que ce soit la vitesse de croissance accrue ou le poids d'abattage élevé, ces deux facteurs impliquent des effets sur la qualité finale du produit et la rentabilité de l'entreprise. D'ailleurs, selon certaines études, à partir d'un poids de 100 kg, toute nouvelle augmentation pondérale de 10 kg s'accompagne d'une baisse du gain moyen quotidien (GMQ) et de l'efficacité alimentaire, d'un accroissement du rendement de carcasse, d'une augmentation de l'épaisseur du gras dorsal et d'une réduction de la qualité de la viande (Albar *et al.*, 1990; Ellis *et al.*, 1996). Des fibres musculaires de plus grands diamètres et/ou une période insuffisante de maturation post mortem et/ou une baisse de solubilité du collagène sont autant d'hypothèses permettant d'expliquer ces observations (Sarraga *et al.*, 1993; Candek-Potokar *et al.*, 1998). Toutefois, d'autres auteurs rapportent qu'une augmentation du poids de 100 à 120-130 kg ne modifierait pas la qualité technologique (Desmoulin *et al.*, 1983; Monin, 1983; Candek-Potokar, 1998) ou organoleptique de la viande (Malmfors *et al.*, 1978). Selon

Lebret *et al.* (1999), chez les types génétiques à forte vitesse de croissance, l'absence d'effet du poids vif sur la flaveur et la jutosité pourrait résulter d'une trop faible variation de la teneur en lipides intramusculaires entre les stades d'abattage de 80 à 120 kg de poids vif. De plus, Ellis *et al.* (1996) et Cisneros *et al.* (1998) observent une viande plus coriace chez les animaux plus vieux à un poids d'abattage donné alors que Rhim *et al.* (1987) ne rapportent aucune relation entre la tendreté de la viande et l'âge à l'abattage à un poids fixe, pour des âges variant de 120 à 320 jours.

Donc, la littérature ne fournit pas toute l'information en regard de l'effet d'un accroissement du poids d'abattage chez les porcs à croissance rapide. C'est pourquoi, avant de répondre aux demandes du marché en ce sens et afin de se préparer à des exigences accrues pour une viande de qualité supérieure dans un futur rapproché, il importe d'évaluer dès maintenant les effets de la sélection pour une vitesse de croissance accrue en relation avec l'augmentation du poids d'abattage, non seulement sur la qualité du produit, mais aussi sur la rentabilité globale de l'entreprise.

2.2 Objectifs généraux

- Vérifier si la sélection sur la vitesse de croissance pour les mâles terminaux entraîne des modifications des caractéristiques de carcasse et de qualité de la viande des porcs commerciaux issus de ces mâles.
- Vérifier les impacts d'un poids d'abattage supérieur au poids actuel sur les performances de croissance, la qualité de carcasse et de la viande, ainsi que sur les coûts de production et la rentabilité de l'élevage.
- Relier les évaluations des qualités organoleptiques de ces viandes, déterminées par le biais d'un panel expérimenté, à certaines caractéristiques physico-chimiques de la viande.
- Vérifier l'impact des traitements sur la variation de la qualité le long du muscle de la longe.

2.3 Objectifs spécifiques

- Vérifier que l'amélioration de la vitesse de croissance des porcs commerciaux par l'utilisation de verrats terminaux à haut potentiel génétique pour ce caractère accroît substantiellement les performances animales, la qualité de la viande ainsi que la rentabilité de l'élevage.

- Vérifier que l'abattage des porcs commerciaux à un poids plus élevé s'accompagne d'une baisse de la qualité de la carcasse et de la viande et entraîne une augmentation substantielle des coûts de production.
- Vérifier que l'effet du poids d'abattage sur la qualité de la carcasse et de la viande dépend de la vitesse de croissance.
- Vérifier que les qualités organoleptiques de la viande de porc, telles que perçues par les consommateurs, sont fortement reliées aux composantes musculaires.
- Vérifier que la qualité de la viande est variable le long du muscle de la longe.

Toutes les vérifications mentionnées dans les objectifs ont été effectuées. Plusieurs des hypothèses de travail ont toutefois été infirmées plutôt que confirmées. Les effets de la vitesse de croissance et du poids d'abattage sur la qualité de la viande n'ont pas été aussi importants que ce qui avait été prévu, conséquemment à des variations relativement modérées au niveau des composantes musculaires

2.4 Approche méthodologique

Animaux et schéma expérimental

Pour étudier les impacts d'une variation du poids d'abattage et de la vitesse de croissance, deux épreuves, 14 et 15, ont eu lieu à la station d'évaluation des porcs de Deschambault, station qui est gérée par le CDPQ. Un rapport présentant le déroulement de ces épreuves ainsi que certains aspects méthodologiques a été publié précédemment et est joint à la liste des publications. On y retrouve, entre autres la description des aliments utilisés, de la gestion sanitaire et des différentes mesures prises en cours d'épreuve. Les entrées de porcelets ont eu lieu le 24 octobre 2001 et le 22 mai 2002. Les porcelets étaient issus de croisements entre mâles Duroc et truies Landrace-Yorkshire ou Yorkshire-Landrace. Pour étudier les impacts d'une variation de la vitesse de croissance, les mâles utilisés appartenaient à deux groupes caractérisés par des indices de potentiel génétique (IPG) différents en regard de l'âge ajusté à 100 kg (tableau 1). Ainsi, un groupe de pères avait un IPG en fonction de l'âge, bénéfique (c'est-à-dire négatif, car réduisant l'âge pour atteindre le poids de 100 kg) et devait théoriquement conduire à l'obtention de porcelets ayant en moyenne une vitesse de croissance plus rapide que les porcelets issus de l'autre groupe de mâles ayant un IPG supérieur à zéro. Les porcelets sont entrés en station à un poids avoisinant 5 kg et sont demeurés en acclimatation jusqu'à un poids moyen de 30 kg. À ce poids, les animaux ont été transférés dans la

salle d'engraissement où eut lieu l'épreuve. Au moment de ce transfert, les animaux ont été assignés à trois groupes de parcs spécifiques, selon trois poids d'abattage ciblés : 107, 115 et 125 kg. Les animaux ont également été répartis dans les parcs selon leur sexe, de sorte qu'on ne retrouvait que des animaux d'un seul sexe par parc. Bien que ne faisant pas partie de l'objectif principal de l'étude, le sexe constitue un troisième facteur étudié. Les abattages se sont déroulés pendant 7 à 8 semaines pour chaque épreuve à raison d'un envoi par semaine. Un porc était envoyé à l'abattoir lorsque son poids corporel était près du poids cible du parc. Des mesures de performances zootechniques usuelles ont été prises durant la période de contrôle : consommation quotidienne, poids et mesures aux ultrasons d'épaisseur de gras dorsal et de muscle à différents moments.

Tableau 1.1 Indices de potentiel génétique* (IPG) obtenus

| Valeurs nationales** | Moment de l'évaluation nationale | Pères du groupe rapide | Pères du groupe plus lent | Différence absolue |
|----------------------|----------------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------|
| IPG « âge » | Avant chaque essai | -8,7 | 2,5 | 11,2 |
| | Avril 2005 | -5,1 | 3,9 | 9,0 |
| IPG « gras » | Avant chaque essai | -0,89 | -1,39 | 0,50 |
| | Avril 2005 | -0,11 | -1,07 | 0,96 |

* Valeurs nationales pondérées selon la représentativité des pères dans les épreuves

** Moyennes initiales ciblées : -10 jours pour le groupe rapide et +2 jours pour le groupe plus lent

L'abattage

Lors de l'abattage les épaisseurs dorsales de gras et de muscle ont été mesurées à l'aide de la sonde invasive de l'abattoir. Pour ces mesures invasives, toutefois, seule la première épreuve présente des données pour l'ensemble des animaux, car aucune sonde n'était disponible pendant les trois premières semaines de la deuxième épreuve. Aussi, les résultats découlant de ces mesures, incluant le rendement en maigre estimé à l'abattoir et l'indice de classement, ne concerneront que les résultats de la première épreuve. La sonde utilisée dans cette épreuve était une sonde Hennessy.

Les poids des carcasses chaudes ont également été mesurés. Les carcasses ont été acheminées dans les chambres froides moins de 45 minutes après l'abattage et ont été réfrigérées toute la nuit.

Afin de répondre aux objectifs du projet, 119 carcasses de chacun des traitements ont été échantillonnées. Bien que 120 carcasses étaient initialement prévues, les contraintes de sélection

dans l'abattoir ont fait en sorte qu'il n'a été possible d'en prendre que 119. À chaque semaine d'abattage, l'identification des animaux échantillonnés fut envoyée par courriel au centre de recherche de Lennoxville et au CRDA.

Le pH 45-60 minutes a été pris sur la longe près du site de classification par un employé du CDPQ. Dès le début du refroidissement, une biopsie a été prise sur la longe droite, en bas de la 5^e côte. Les tissus prélevés par biopsie et destinés aux analyses enzymatiques et histochimiques ont été pesés avant l'échantillonnage et congelés par la suite dans l'azote liquide pour analyses ultérieures. Les échantillons destinés aux analyses histochimiques ont été, pour leur part, congelés dans l'isopentane refroidi dans l'azote liquide. Les tubes ont été ensuite placés dans une glacière contenant de la glace sèche et entreposés à -80°C jusqu'au moment des analyses.

18-24 heures post-abattage

La longueur de la demi-carcasse gauche a été mesurée, et la longe gauche sectionnée au niveau du site de classification (3^e et 4^e avant-dernières côtes) pour évaluer la surface de l'oeil de la longe, la couleur subjective et instrumentale, le persillage et le pH à 24 heures. La perte en eau n'a pu être mesurée à ce moment sur les 119 carcasses échantillonnées, mais elle l'a été sur le reste des carcasses (près de 216). L'échantillon utilisé pour la teneur en myoglobine, l'indice de fragmentation myofibrillaire et la solubilité des protéines a été prélevé sur la longe de la partie droite de l'animal.

Les mesures de pH ultime, de couleur (subjective et instrumentale) ont également été enregistrées au niveau du jambon.

Après la découpe, les 119 longes gauches ont été envoyées au CRDA. Consécutivement aux mesures prises à l'abattoir, elles ont été séparées en deux parties. La demi-carcasse droite refroidie durant la nuit a été acheminée le mercredi matin vers Lennoxville dans un camion réfrigéré. Les demi-carcasses qui présentaient des pertes de matériel (trimures) trop importantes n'ont pas été expédiées et ont été remplacées.

Mesures prises au centre de recherche de Lennoxville

Avec les 120 demi-carcasses droites, la longueur de la longe, l'épaisseur de gras dorsal à trois endroits de la longe et celle du muscle à un seul endroit, de même que le poids de chacune des coupes primaires et commerciales ont été enregistrés.

L'épaule (soc et picnic), la longe et la cuisse furent disséquées pour déterminer leur teneur en os, en gras (gras dorsal et gras intermusculaire) et en maigre.

Le flanc primaire a été prélevé et la découpe commerciale a été effectuée selon les méthodes décrites dans le manuel de l'acheteur du porc canadien. Le poids des côtes levées, de parage du flanc et du flanc carré avec la peau ont été enregistrés. À partir du carré de flanc (flanc commercial), l'épaisseur du flanc a été mesurée à l'aide d'une réglette de précision de 0.5 mm. Du côté dorsal, les couches de gras et de maigre ont été mesurées dans la partie caudale, centrale et craniale. Également, le flanc commercial a été sectionné en cinq morceaux équidistants afin d'obtenir quatre (4) tranches d'environ 0,5 cm pour évaluer la distribution de gras et maigre dans le flanc. Les tranches de flanc ont été scannées et analysées par un logiciel (Photo-shop et Sigma Scan 5) capable d'estimer les pourcentages de gras et de maigre contenus dans chacune des tranches. La fermeté subjective a été mesurée avec la pression du doigt (1 mou à 3 ferme) dans la partie dorsale caudale et dorsale craniale du flanc. L'indice d'iode du gras total (sous-cutanée, intermusculaire et intramusculaire) a été estimé dans la partie centrale du flanc selon la méthode de Wjis (AOAC, 2000).

Lors de la dissection de la longe droite, une photo fut prise. Les photos sont destinées à la préparation d'un catalogue de référence auprès des consommateurs.

La longe a été séparée en 3 zones A (antérieure), C (centrale) P (postérieure) et une tranche (côtelette) a été prélevée dans chaque zone pour déterminer les pertes en eau, la solubilité des protéines et l'histologie (taille et nombre). Des prélèvements pour l'analyse histologique du Psoas major (filet), non prévus au protocole initial, ont aussi été effectués à 24 heures post mortem afin d'être analysés au CRDA. Des petits blocs de viande de 1 cm x 0,7 cm destinés à l'histologie (nombre et taille uniquement) ont été découpés au rasoir avant d'être congelés dans l'isopentane lui-même refroidi dans la glace sèche. Les blocs ont ensuite été conservés à -80°C avant d'être coupés au cryostat. Une lecture de couleur a été mesurée sur la tranche de viande prélevée dans chaque zone après exposition à l'air 30 minutes. Une mesure de pH dans chaque tranche a également été prise. L'échantillonnage pour le dosage des protéines solubles fut effectué à partir d'une tranche de viande destinée à la mesure de la couleur subjective (de 1= pâle à 6= foncé), de la valeur de luminosité (L* à l'aide du colorimètre Minolta) ainsi que du persillage (de 1= aucun à 10= abondant; NPPC, 2000) du muscle.

La viande des 3 zones fut hachée et lyophilisée pour l'analyse des teneurs en myoglobine, collagène (total et soluble), protéine totale, gras intramusculaire et du profil des acides gras (évalué par GC sur le gras extrait de la viande lyophilisée).

Mesures prises au CRDA de Saint-Hyacinthe

Qualité de viande (mesures objectives et instrumentales)

Globalement, des mesures instrumentales de qualité macroscopique telles la couleur, l'exsudation et les forces de cisaillement, associées à des mesures sensorielles pour la saveur, la jutosité et la tendreté de la viande ont d'abord été réalisées. Afin de comprendre comment les phénomènes de croissance musculaire sont reliés à ces paramètres de qualité, des mesures plus fines des fibres qui composent le muscle et de leur activité enzymatique ont également été effectuées. La compréhension des paramètres de qualité a finalement été complétée par des mesures du pH, de la solubilité des protéines, du dosage de la myoglobine, de l'activité des protéases musculaires responsables de l'attendrissement de la viande ainsi que de la mesure indirecte de cette dégradation via l'indice de fragmentation myofibrillaire.

Les longes gauches destinées au CRDA ont été subdivisées (virtuellement) en trois zones. A l'arrivée, la couleur (système CIE L* a* b*) et le pH ont été mesurés sur chaque zone (mais sans découper la longe). Les longes ont ensuite été placées à 4°C jusqu'au lundi suivant pour une période totalisant 6 jours de maturation. Après cette période, les longes ont été découpées en morceaux de 10 cm. Les morceaux destinés aux forces de cisaillement ont été pesés avant d'être emballés sous vide. Tous les morceaux ont ensuite été cryocongelés au CO₂ liquide puis entreposés à -40°C jusqu'au temps d'analyse. Pour la mesure des forces de cisaillement, les morceaux ont été décongelés progressivement à +1°C pendant 2 ou 3 jours afin de limiter les pertes en eau. Ensuite, ils ont été cuits à l'autoclave avec une température à cœur de 66,5°C. Des « carottes » de 1cm x 1cm x 5 cm ont été découpées dans le sens des fibres. Un texturomètre a été utilisé pour mesurer la force de cisaillement transversale des échantillons.

Analyses biochimiques

Les biopsies prises sur la longe droite à l'abattoir ont servi aux analyses suivantes : histochimie (taille, nombre et type de fibres musculaires), potentiel glycolytique, activité de la citrate synthase et de la lactate déshydrogénase ainsi que celle des enzymes responsables de l'attendrissement de la viande, les calpaïnes et leur inhibiteur, les calpstatines.

L'identification des différents types de fibres musculaires a été faite sur des coupes sériées préparées au cryostat. La détermination de leur vitesse de contraction musculaire a été effectuée par une coloration pour l'activité ATPasique après une pré-incubation alcaline (Guth et Samaha, 1970) de

façon à séparer les fibres lentes (type I) des fibres rapides (type II : IIA et IIB). Leur activité oxydative a été déterminée par une coloration pour la succinate déshydrogénase (Nachlas et al, 1957) afin de distinguer les fibres oxydo-glycolytiques (IIA) des fibres purement glycolytiques (IIB). Une approche immuno-histologique, non prévue au protocole initial a également été effectuée pour marquer les différentes isoformes de myosines lourdes et ainsi classifier les fibres selon les quatre types connus : I, IIA, IIX, IIB.

La technique employée pour la coloration immunologique est celle décrite par Lefaucheur et al. (2003). Par contre, seuls les anticorps 7D4 et 8H2 produits par la compagnie Biocytex à Marseille en collaboration avec l'INRA, distribués par Agro-bio de France, ont été utilisés. L'anticorps 7D4 réagit spécifiquement aux formes de myosine IIa et IIX. Tandis que le 8H2 réagit à l'ensemble des myosines excluant la forme IIa. Les IIX sont obtenus par différence.

L'activité oxydative du muscle a été déterminée par la méthode de Srere (1969) et son activité glycolytique par la méthode de Bass *et al.* (1969). La détermination du potentiel glycolytique a été réalisée suivant la méthode de Monin et Sellier (1985). Finalement, l'activité des enzymes protéolytiques, calpaïnes (et calpastatines) a été effectuée suivant des modifications à la méthode de Koochmarai *et al.* (1990).

Les autres mesures de qualité de la viande effectuées sont : le pH ultime, les pertes en eau, la teneur en myoglobine et la solubilité des protéines. La solubilité des protéines a été mesurée selon la méthode présentée par Xiong et al. (1989). La dégradation (protéolyse) de la viande a été évaluée par la détermination de l'indice de fragmentation myofibrillaire selon la méthode de Hopkins et al. (2000).

Évaluation sensorielle

Après décongélation, les longes ont été préparées pour la cuisson effectuée dans un autoclave réglé à 73°C. La cuisson a été arrêtée lorsque la température interne des échantillons a atteint 66,5°C.

L'évaluation sensorielle a servi à mesurer la tendreté, la jutosité et la flaveur. L'évaluation sensorielle de la fermeté a été faite par un groupe de onze juges entraînés. L'évaluation s'est faite avec un morceau de longe d'un centimètre cube. La fermeté est évaluée par la pression nécessaire pour écraser le morceau entre les molaires. L'évaluation a été quantifiée selon une échelle de 0-15, pour laquelle 0 est le plus tendre. La jutosité est la perception de la quantité de liquide qui s'écoule de l'échantillon lors de la mastication. L'évaluation de la jutosité a été quantifiée selon une échelle de 0-15, pour laquelle 0 est le moins juteux. La flaveur est l'évaluation combinée des saveurs perçues par

les papilles gustatives et les stimulations olfactives perçues lors de la mastication. La flaveur a été quantifiée selon une échelle de 0-7, pour laquelle 0 représente l'absence de flaveur.

Impacts technico économiques sur l'élevage

Un modèle économique permettant de représenter les impacts d'une augmentation du poids d'abattage sur la rentabilité a été développé. Le modèle a été développé sous forme d'une page Web, qui est accessible aux producteurs par Internet (www.cdpqinc.qc.ca/php/poidsdiffusion/index.php). Le modèle permet de simuler l'impact du poids pour différents contextes économiques, différents niveaux de performances et deux types d'entreprise, soit naisseur et naisseur finisseur, ainsi que pour différentes stratégies. Les résultats zootechniques de la présente étude ont permis de modéliser certains impacts spécifiques pris en compte par le modèle.

Analyses statistiques

Pour les données ne provenant que des 119 animaux échantillonnés, le modèle d'analyse statistique est relativement simple ne faisant intervenir que les trois effets fixes suivants : groupe de poids d'abattage, groupe de vitesse et le sexe, ainsi que leurs interactions. Pour les données prises sur l'ensemble des animaux des deux épreuves, le modèle utilisé est plus complexe :

$$Y_{ijklmnopq} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \kappa_k + \tau_l + \theta_m + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\kappa)_{ik} + (\beta\kappa)_j + (\alpha\beta\kappa)_{ijk} + C_{kmn} + d_{jo} + f_{lmop} + \varepsilon_{ijklmnopq}$$

où :

$Y_{ijklmnopq}$ est l'observation faite sur le porc q (q=1, 2) de l'épreuve m du père o de la portée p du parc n du groupe d'abattage k du groupe de verrats j et du sexe i

μ est un paramètre de référence

α_i est l'effet fixe du sexe i (i=1,2),

β_j est l'effet fixe du groupe de verrats ou groupe de vitesse j (j=1,2)

κ_k est l'effet fixe du groupe de poids d'abattage k (k=1, 2, 3)

τ_l est l'effet fixe du troupeau l (l=1,2, ... 21)

θ_m est l'effet fixe de l'épreuve m (m=1,2)

$(\alpha\beta)_{ij}$ est l'effet fixe associé à la combinaison du sexe i et du groupe de vitesse j

$(\alpha\kappa)_{ik}$ est l'effet fixe associé à la combinaison du sexe i et du groupe de poids d'abattage k

$(\beta\kappa)_j$ est l'effet fixe associé à la combinaison du groupe de vitesse j et du groupe de poids d'abattage k

$(\alpha\beta\kappa)_{ijk}$ est l'effet fixe associé à la combinaison du sexe i , du groupe de vitesse j et du groupe de poids d'abattage k

c_{kmn} est l'effet aléatoire du parc n ($n=1, 2, \dots, N_k$) à l'intérieur du groupe d'abattage k ($N_k=9, 9, 10$ pour $k=1, 2, 3$) et de l'épreuve m

d_{jo} est l'effet aléatoire du père o ou verrat à l'intérieur du groupe de verrats j

f_{imop} est l'effet aléatoire de la portée p à l'intérieur de l'épreuve m , à l'intérieur du père o et à l'intérieur du troupeau l

$\varepsilon_{ijklmnopq}$ est l'erreur résiduelle associée à la donnée du porc q ($q=1, 2$) de l'épreuve m du père o de la portée p du parc n du groupe d'abattage k du groupe de verrats j et du sexe i

On suppose que $\varepsilon_{ijklmnopq} \sim N(0, \text{var}(\varepsilon))$ et que les $\varepsilon_{ijklmnopq}$ sont indépendants. On suppose également la normalité et l'indépendance pour les autres effets aléatoires. Lorsque significative, nous avons également considéré une covariable définie par la différence entre le poids réel d'abattage de l'animal et le poids moyen d'abattage de tous les animaux appartenant au même groupe d'abattage (groupes 107, 115 et 125 kg).

L'âge à 100 kg de chaque animal a été estimé à l'aide de la procédure « Transreg » de SAS. Cette variable a été analysée avec un modèle similaire au modèle décrit ci-haut, sans toutefois inclure les effets fixes faisant intervenir le poids d'abattage.

Modifications par rapport au protocole initial

En raison de contraintes techniques et contrairement à ce qui était prévu au protocole, il a été décidé de ne pas peser les carcasses avant leur entrée en chambre froide, ni après le refroidissement. La pesée avant l'entrée en chambre froide a été en effet impossible à prendre en raison des conditions présentes à l'abattoir. Sans cette pesée, la pesée après refroidissement perd son utilité, et il a été décidé de laisser tomber les deux pesées.

Il s'est avéré que la mesure du pH 3 heures prévue initialement était impossible à prendre dans les conditions de l'essai.

La circonférence du muscle semi-tendineux de la cuisse devait être mesurée, mais cette mesure s'est avérée difficile à prendre et a été abandonnée. Les mesures sur le semi-tendineux ont été éliminées pour faire place à des mesures prises sur le psoas (filet).

Mentionnons que la détermination de la fonctionnalité (G' , G'') des protéines n'a pas été faite. Cette mesure nécessitait beaucoup de travail de laboratoire et n'aurait probablement apporté que peu d'information de plus que n'en apporte la solubilité des protéines en regard des aptitudes à la transformation de la viande. Compte tenu de son importance, la solubilité des protéines a, par contre, été mesurée selon deux approches différentes. Une première méthode a permis de déterminer la solubilité des protéines totales alors que la seconde a permis d'obtenir celle de la fraction myofibrillaire et sarcoplasmique respectivement. De même, pour des raisons similaires, le profil en acides gras, l'activité protéolytique des enzymes de tendreté de la viande et la mesure de l'épaisseur du muscle n'ont été mesurés qu'à un seul endroit le long de la longe, au lieu de trois comme prévu initialement. Au niveau histologique, des essais immunologiques, non prévus au protocole initial ont, par contre, été effectués sur les coupes sériées afin de déterminer un quatrième type de fibre musculaire (IIX).

Tel qu'il a été mentionné lors de la rencontre d'audit tenue le 9 juillet 2003, et contrairement à ce qui était spécifié au protocole, l'évaluation sensorielle n'a pu être réalisée sur plusieurs sections de la longe pour étudier l'impact du gradient le long de la longe. En raison de la coupe réalisée pour l'évaluation de la surface d'œil de la longe, les quantités de viande disponibles pour l'évaluation sensorielle n'étaient pas suffisantes pour faire l'étude sur les trois sections.

2.5 Étapes et échéances

| Étape | Échéancier prévu | Dates réelles | Finalité | Notes |
|---|-----------------------------|-----------------------------|--|--|
| Phase animale à la station | Juillet-décembre 2002 | Juillet-novembre 2002 | Données de performances | |
| Abattage-échantillonnage | Septembre-décembre 2002 | Octobre-novembre 2002 | Échantillons nécessaires pour les différentes analyses | |
| Analyses de laboratoire-essai sensoriel - analyses technico-économique et analyses statistiques | Décembre 2002-novembre 2003 | Novembre 2002-décembre 2004 | Résultats du projet | |
| Rédaction, publication des résultats | Novembre 2003-avril 2004 | Novembre 2003 – Juin 2005 | Diffusion | La première présentation de résultats partiels s'est faite en novembre 2003. Dépôt du rapport final retardé. |

Dans l'ensemble, le projet s'est déroulé comme prévu. Toutefois, comme nous nous sommes retrouvés avec des dates de fin de projet différentes pour deux organismes, l'un prévoyant la fin en avril 2004, l'autre à la fin mars 2005, la production de certains résultats et la rédaction du présent rapport ont dépassé les dates prévues.

3. Résultats

3.1 Résultats obtenus

Chaque élément des objectifs spécifiques est traité dans le présent rapport et témoigne de la réussite du projet. Le travail d'équipe dans ce projet multidisciplinaire, le financement adéquat, la participation des étudiants gradués, ont contribué à cette réussite. Nous sommes satisfaits des résultats obtenus, car ceux-ci permettent d'avoir une meilleure idée de l'impact du poids et de la vitesse de croissance sur la qualité de la carcasse et de la viande, à partir du matériel génétique communément utilisé au Québec et à l'intérieur de strates de poids «normales ou techniquement possibles et acceptables».

Plan de la présentation des résultats

L'étude fut réalisée par quatre équipes, chacune se préoccupant d'aspects spécifiques reliés aux impacts des facteurs à l'étude. Les données zootechniques et économiques ont été traitées par Joël Rivest, étudiant au doctorat, sous la supervision de Jean-Paul Laforest et de Raymond Levallois. Les données spécifiques à la qualité de la carcasse et de la viande ont été traitées par Jorge Andres Correa, étudiant initialement à la maîtrise et maintenant au doctorat, sous la supervision de Luigi Faucitano et de Jean-Paul Laforest. Les données de l'évaluation sensorielle ont été traitées par l'équipe de Jacynthe Fortin. Les données portant sur les propriétés métaboliques du muscle ont été traitées par Sébastien Bouchard, étudiant à la maîtrise, sous la supervision de Claude Gariépy et de Jean-Paul Laforest.

La présentation des résultats se fait en sections qui suivent généralement la répartition des équipes. Suite à une suggestion faite lors de la présentation des résultats initiaux au groupe station du CPPQ, une section fut ajoutée pour présenter l'impact du poids d'abattage sur la proportion de carcasse rencontrant les spécifications de la référence des marchés.

À noter que la numérotation des tableaux et des figures est spécifique à chaque section de résultats. Pour distinguer les sections, nous utilisons une lettre de l'alphabet, qui est suivie d'un numéro pour indiquer l'ordre du tableau ou de la figure à l'intérieur de la section.

Impacts de la vitesse de croissance, du sexe et du poids à l'abattage sur les performances zootechniques du porc en croissance

Partie de l'étude de doctorat de Joël Rivest^{a,b},

**Sous la direction de Jean-Paul Laforest^b
et de Raymond Levallois^c**

^a*Centre de Développement du Porc du Québec, 2795 boul. Laurier, bureau 340, Saint-Foy, Québec, G1V 4M7 Canada.*

^b*Département des sciences animales - Université Laval, Pavillon Paul-Comtois, Québec, Québec, Canada G1K 7P4*

^c*Département d'économie agroalimentaire et sciences de la consommation - Université Laval, Pavillon Paul-Comtois, Québec, Québec, Canada G1K 7P4.*

3.1.A Impacts de la vitesse de croissance, du sexe et du poids à l'abattage sur les performances zootechniques du porc en croissance

Le tableau A.1 présente les poids à différents moments pour les traitements. Les poids d'abattage moyens obtenus sont quelque peu différents des poids ciblés, mais cela n'empêche pas de tirer des conclusions sur l'impact du poids d'abattage. Le tableau A.2 présente les résultats de l'analyse des impacts du groupe de poids d'abattage, de groupe de vitesse et du sexe sur les performances zootechniques et sur quelques mesures prises à l'abattoir. Les performances zootechniques, à moins d'être spécifié autrement, sont calculées pour l'ensemble de la période de contrôle, soit à partir du moment où les animaux avaient près de 30 kg. Le tableau A.3 donne les probabilités associées aux différentes interactions entre les facteurs à l'étude. Aucune interaction n'est significative mais on dénote quelques tendances.

Effet du poids

Bien entendu, la consommation totale augmente avec le poids d'abattage, mais il y a également une augmentation de la consommation quotidienne ainsi que de la conversion alimentaire. Le gain moyen quotidien sur l'ensemble de la période de contrôle n'a pas été affecté significativement par le poids, mais le gain moyen calculé pour la fin de l'engraissement, soit entre le dernier changement de moulée et l'abattage, diminue avec une augmentation du poids. Les courbes de croissance de chacune des épreuves (figure A.1) montrent un ralentissement de la croissance en fin de période pour l'une des épreuves, mais pas pour l'autre. Les conditions spécifiques à un élevage de porc peuvent donc modifier de façon importante la forme de la courbe de croissance. L'augmentation du poids conduit à une augmentation des épaisseurs de gras et de muscle. Par ailleurs, un rendement en maigre estimé à l'abattoir plus élevé a été obtenu chez les animaux du groupe de 107 kg. Finalement, le rendement de la carcasse (poids chaud de la carcasse divisé par le poids vif avant la mise à jeun x 100) ainsi que la surface de l'œil de la longe augmentent avec le poids.

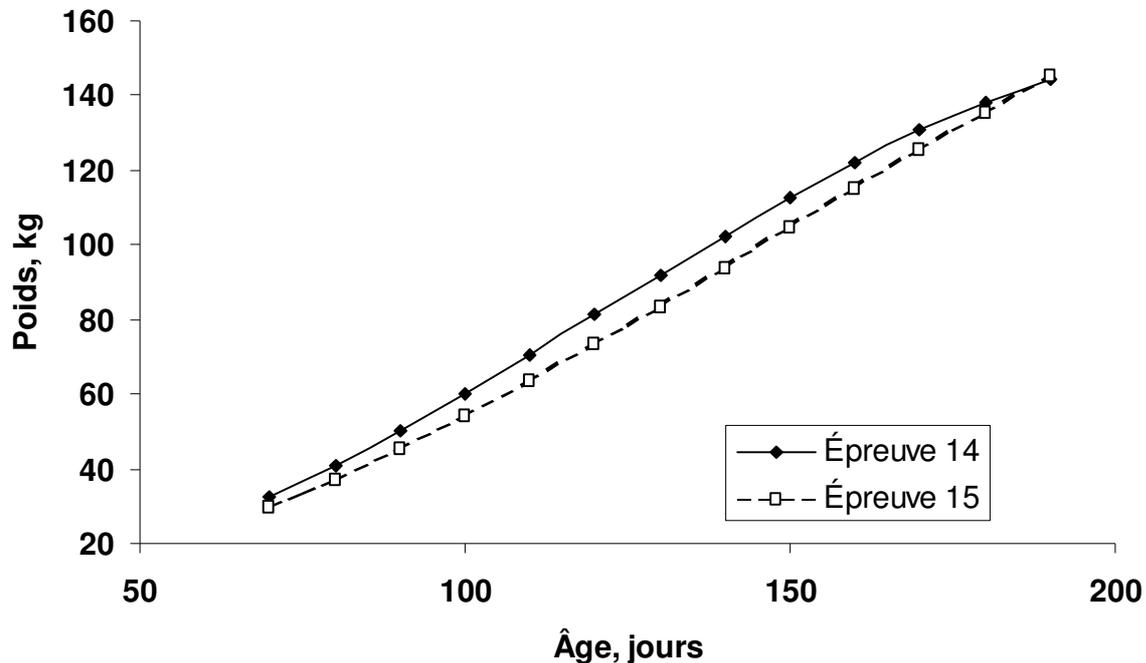


Figure A.1 Courbes de croissance moyennes observées dans chaque épreuve

Effet du groupe de vitesse de croissance

Les animaux issus du groupe de pères, ayant un IPG qui devait donner un avantage au niveau de l'âge, montrent effectivement une vitesse de croissance plus rapide. Ce résultat attendu permet de valider le pouvoir discriminant des IPG reliés à l'âge. Considérant les indices de potentiel génétique moyens des deux groupes de pères, la théorie de la génétique quantitative indique que l'espérance de la différence d'âge à 100 kg entre les deux groupes de pères est, selon les valeurs génétiques récentes (avril 2005), de 4,5 jours (soit $0,5 \times 9$). L'analyse de variance faite sur l'âge à 100 kg donne une différence moyenne de 4.23 jours entre les deux groupes, avec un intervalle de confiance à 95% de [2,48 ; 5,97]. L'écart observé n'est donc pas significativement différent de la valeur prédite par la théorie génétique.

Une consommation quotidienne plus élevée est également observée pour ces animaux. Toutefois, aucune différence significative n'est notée pour la conversion alimentaire ni pour les autres mesures de performances zootechniques. On dénote toutefois une tendance à avoir des épaisseurs de gras dorsal plus grandes chez les animaux du groupe rapide. L'interaction poids x vitesse pour l'épaisseur de gras dorsal mesurée à l'aide d'un appareil à ultrasons montre une tendance près du niveau de signification ($p=0,059$). La figure A.2 montre la progression avec le poids de l'épaisseur de gras pour

les deux groupes de vitesse de croissance. Il en ressort que la différence de gras dorsal entre les deux groupes de vitesse a tendance à s'amenuiser avec l'augmentation du poids d'abattage.

Effet du sexe

Les mâles castrés ont obtenu une vitesse de croissance plus rapide que les femelles ainsi qu'une consommation quotidienne plus élevée. Leur conversion alimentaire et leur épaisseur de gras dorsal se montrent également plus grandes que celles des femelles. Ces deux derniers résultats peuvent être mis en parallèle avec le pourcentage de gras obtenu par dissection qui est aussi plus élevé pour les mâles castrés (voir section 3.1.C). Le dépôt de tissu adipeux est énergétiquement plus coûteux que le dépôt de tissu maigre, et ceci pourrait expliquer en partie pourquoi les mâles castrés, qui semblent être plus gras, ont une moins bonne conversion alimentaire que les femelles. Par ailleurs les femelles montrent une plus grande épaisseur de muscle et une plus grande surface d'œil de longe. Encore une fois, ce résultat peut être mis en parallèle avec la dissection, où les femelles ont montré avoir plus de muscle disséqué. Bien qu'à première vue on puisse être surpris de ce résultat, rappelons que les deux sexes sont comparés sur une base de poids semblables et non d'âge. Il est intéressant de noter qu'au dernier changement de moulée vers 75 kg, et qui a lieu à la même date pour tous les animaux d'une épreuve, ce sont les mâles castrés qui présentent la plus grande épaisseur de muscle (résultat non montré). Il est possible qu'à un même âge les mâles castrés possèdent autant sinon plus de muscle que les femelles. Mais comme leur consommation quotidienne est plus élevée que celle des femelles, une proportion plus importante de l'aliment consommé serait utilisée pour déposer du gras. Ayant à un âge donné une quantité de muscle tout au moins égale à celle des femelles et une quantité de gras plus importante, les mâles castrés sont plus lourds ce qui donne une vitesse de croissance plus rapide. Le même raisonnement peut expliquer pourquoi à poids égal les mâles castrés montrent une proportion plus importante de gras que les femelles.

Les femelles ont obtenu un rendement carcasse ainsi qu'un rendement en maigre estimé à l'abattoir plus élevé que les mâles castrés.

Résultats utilisés pour l'étude économique

Les études économiques qui seront présentées se basent sur certains résultats zootechniques obtenus. Ainsi pour l'étude économique sur le poids d'abattage, la progression du poids avec l'âge est décrite par une fonction qui permet de représenter les ratios observés entre les GMQ à 107, 115 et 125 kg. Cette fonction s'ajuste au niveau de performance désiré pour le calcul économique tout en conservant les mêmes ratios. Pour l'étude économique sur les groupes de vitesse de croissance, des fonctions spécifiques à chacun de ces groupes sont utilisées. Une autre fonction décrit l'évolution de la conversion alimentaire avec le poids. Cette fonction s'ajuste également au niveau de performance désiré pour faire le calcul économique en respectant les ratios entre les conversions aux différents poids. Une fonction linéaire décrit pour sa part l'évolution du rendement carcasse avec le poids vif. D'autres fonctions ont été développées pour décrire l'impact du poids sur les mesures de gras et de muscle et une méthodologie fut développée pour estimer l'indice de classement à différents poids. La variation d'indice n'est toutefois pas discutée dans ce rapport.

Impact économique du gain en vitesse de croissance.

Un modèle d'analyse économique intégrant les résultats zootechniques a été développé et est décrit à l'annexe A. La différence de marge annuelle entre les deux groupes de vitesse prédite par le modèle pour un bâtiment de 1000 places est présentée au tableau A.4. Les impacts du poids à l'abattage sur la rentabilité économique d'un élevage de porc en engraissement seront discutés pour leur part dans la section 3.1.B.

La tableau A.4 montre qu'il est avantageux de produire à une vitesse plus rapide, et que l'avantage obtenu dépend du prix de pool et du prix de la moulée. Le groupe le plus rapide produit plus de porcs et requiert donc plus de moulée, ce qui explique que le bénéfice économique diminue lorsque le prix de la moulée augmente. Comme il vend plus de porc, le groupe rapide voit son avantage accroître lorsque le prix de pool augmente. À noter que l'assurance stabilisation est prise en compte en contexte économique défavorable (prix de pool bas, prix de la moulée élevé) et que sans cette assurance, l'avantage du groupe rapide disparaîtrait dans certains contextes (résultats non montrés). Les résultats (non montrés) sont différents pour le naisseur-finiisseur mais l'avantage du groupe rapide, néanmoins, demeure la plupart du temps. À noter également que les données du tableau A.4 sont obtenues en considérant les courbes de croissance spécifiques aux deux groupes de vitesse de

croissance et représentent donc des niveaux de performance supérieurs à ce que l'on retrouve généralement au niveau commercial.

Tableau A.1 Poids moyens pour les différents traitements

| Poids, kg | Poids d'abattage ciblé | | | | | | Groupe de vitesse | | | | Sexe | | | |
|---------------------------------------|------------------------|------|-------|------|-------|------|-------------------|------|-------|------|---------|------|-------|------|
| | 107kg | | 115kg | | 125kg | | Fast | | Slow | | Barrows | | Gilts | |
| | Mean | C.V. | Mean | C.V. | Mean | C.V. | Mean | C.V. | Mean | C.V. | Mean | C.V. | Mean | C.V. |
| Poids à l'arrivée en station | 4.89 | 17.2 | 4.76 | 18.0 | 4.81 | 16.7 | 4.86 | 17.3 | 4.78 | 17.3 | 4.80 | 16.9 | 4.84 | 17.7 |
| Poids au début de l'épreuve | 30.1 | 13.6 | 30.0 | 14.2 | 30.3 | 13.6 | 30.9 | 13.4 | 29.4 | 13.7 | 30.3 | 13.6 | 30.0 | 13.9 |
| Poids au dernier changement d'aliment | 76.9 | 9.8 | 77.3 | 9.4 | 77.2 | 10.0 | 78.7 | 8.9 | 75.6 | 10.2 | 79.0 | 9.3 | 75.2 | 9.6 |
| Poids à la fin de l'épreuve | 108.8 | 2.93 | 115.6 | 2.29 | 124.3 | 3.23 | 116.7 | 6.01 | 116.3 | 6.36 | 116.9 | 6.23 | 116.1 | 6.13 |

Tableau A.2 Effets des facteurs sur les performances zootechniques globales en engraissement

| Variable | Poids d'abattage ciblé | | | | | | Groupe de vitesse | | | | | Sexe | | | | |
|---|------------------------|---------|---------|-------------------|------|----------|-------------------|---------|---------|-------------------|------|---------|---------------|----------|-------------------|------|
| | 107 kg | 115 kg | 125 kg | Err. std | | Linéaire | Quad. | Rapide | Lent | Err. std | | Prob | Mâles castrés | Femelles | Err. std | |
| | | | | diff ² | Prob | | | | | diff ² | Prob | | | | diff ² | Prob |
| Consommation quotidienne, kg jour ⁻¹ | 2.29 | 2.35 | 2.41 | 0.02634 | *** | <.0001 | 0.6123 | 2.39 | 2.31 | 0.02711 | * | 2.47 | 2.23 | 0.01243 | *** | |
| Gain moyen quotidien, g jour ⁻¹ | 974.09 | 976.00 | 964.77 | 9.5934 | .45 | | | 988.43 | 954.81 | 8.4958 | ** | 1012.32 | 930.91 | 5.7356 | *** | |
| Gain moyen quotidien en fin d'engraissement, g jour ⁻¹ | 1096.60 | 1061.90 | 1030.41 | 15.3384 | *** | <.0001 | 0.6791 | 1088.13 | 1037.82 | 15.3896 | ** | 1124.44 | 1001.51 | 10.7487 | *** | |
| Consommation totale, kg | 187.85 | 209.09 | 237.37 | 2.2852 | *** | <.0001 | 0.7861 | 209.93 | 212.94 | 1.6880 | .09 | 213.09 | 209.79 | 0.9234 | *** | |
| Conversion alimentaire | 2.38 | 2.44 | 2.52 | 0.01433 | *** | <.0001 | 0.7136 | 2.45 | 2.45 | 0.02226 | .87 | 2.47 | 2.43 | 0.01039 | *** | |
| Efficacité alimentaire | 0.422 | 0.411 | 0.398 | 0.002440 | *** | <.0001 | 0.8760 | 0.410 | 0.410 | 0.003754 | .87 | 0.406 | 0.414 | 0.001767 | *** | |
| Épaisseur de gras ultrason sur animal vivant, mm* | 14.80 | 16.42 | 17.75 | 0.01776 | *** | <.0001 | 0.1290 | 16.72 | 15.85 | 0.02666 | .06 | 17.87 | 14.83 | 0.01244 | *** | |
| Épaisseur de muscle ultrason sur animal vivant, mm | 62.56 | 64.46 | 66.48 | 0.4208 | *** | <.0001 | 0.6376 | 64.34 | 64.66 | 0.6272 | .62 | 63.81 | 65.19 | 0.2707 | *** | |
| Épaisseur de gras à l'abattoir (Hennessy)* | 19.60 | 21.85 | 22.91 | 0.02496 | *** | <.0001 | 0.1028 | 22.05 | 20.79 | 0.03153 | .08 | 22.98 | 19.95 | 0.01866 | *** | |
| Épaisseur de muscle à l'abattoir (Hennessy) | 54.72 | 55.88 | 59.06 | 0.7993 | *** | <.0001 | 0.2067 | 56.50 | 56.61 | 0.8931 | 0.9 | 55.62 | 57.49 | 0.6216 | ** | |
| Rendement en maigre estimé, % | 59.62 | 58.75 | 58.49 | 0.2414 | *** | <.0001 | 0.1108 | 58.70 | 59.21 | 0.2834 | .09 | 58.27 | 59.64 | 0.1833 | *** | |
| Rendement carcasse, % | 80.15 | 80.62 | 81.01 | 0.1551 | *** | <.0001 | 0.5026 | 80.46 | 80.73 | 0.1973 | .19 | 80.39 | 80.80 | 0.1082 | *** | |
| Surface d'œil de longe, cm ² | 44.40 | 45.81 | 48.57 | 0.3750 | *** | <.0001 | 0.2052 | 45.87 | 46.65 | 0.8353 | .36 | 44.35 | 48.18 | 0.2866 | *** | |

* Les épaisseurs de gras ont subies préalablement une transformation logarithmique avant d'être analysées. Les erreurs standards en grisé se rapportent aux données transformées.

Tableau A.3 Effets des interactions entre les facteurs sur les performances zootechniques globales en engraissement

| Variable | Prob. | | | |
|---|-----------------|--------------|----------------|------------------------|
| | Poids x vitesse | Poids x sexe | Vitesse x sexe | Poids x vitesse x sexe |
| Consommation quotidienne, kg jour ⁻¹ | 0.994 | 0.948 | 0.889 | 0.675 |
| Gain moyen quotidien, g jour ⁻¹ | 0.407 | 0.520 | 0.853 | 0.431 |
| Gain moyen quotidien en fin d'engraissement, g jour ⁻¹ | 0.256 | 0.232 | 0.754 | 0.711 |
| Consommation totale, kg | 0.165 | 0.094 | 0.730 | 0.884 |
| Conversion alimentaire | 0.178 | 0.386 | 0.731 | 0.898 |
| Efficacité alimentaire | 0.149 | 0.513 | 0.737 | 0.803 |
| Épaisseur de gras ultrason sur animal vivant, mm | 0.059 | 0.881 | 0.208 | 0.412 |
| Épaisseur de muscle ultrason sur animal vivant, mm | 0.685 | 0.267 | 0.743 | 0.896 |
| Épaisseur de gras à l'abattoir (Hennessy) | 0.075 | 0.562 | 0.116 | 0.347 |
| Épaisseur de muscle à l'abattoir (Hennessy) | 0.842 | 0.701 | 0.238 | 0.671 |
| Rendement en maigre estimé, % | 0.083 | 0.677 | 0.091 | 0.375 |
| Rendement carcasse, % | 0.688 | 0.152 | 0.255 | 0.990 |
| Surface d'œil de longe, cm ² | 0.234 | 0.252 | 0.535 | 0.351 |

Tableau A.4 Différence entre les marges annuelles obtenues entre les deux groupes de vitesse chez un finisseur de 1000 places (marge annuelle pour groupe rapide – marge annuelle pour groupe lent)

| Prix de Pool, \$/kg | Prix de la moulée finition, \$ la tonne | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|
| | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 260 | 270 | 280 | 290 | 300 |
| 1 | 962 | 890 | 818 | 746 | 675 | 603 | 531 | 459 | 387 | 315 | 243 |
| 1.1 | 1167 | 1096 | 1024 | 952 | 880 | 808 | 736 | 665 | 593 | 521 | 449 |
| 1.2 | 1373 | 1301 | 1229 | 1158 | 1086 | 1014 | 942 | 870 | 798 | 726 | 655 |
| 1.3 | 1579 | 1507 | 1435 | 1363 | 1291 | 1219 | 1148 | 1076 | 1004 | 932 | 860 |
| 1.4 | 1784 | 1712 | 1641 | 1569 | 1497 | 1425 | 1353 | 1281 | 1209 | 1138 | 1066 |
| 1.5 | 1990 | 1918 | 1846 | 1774 | 1702 | 1631 | 1559 | 1487 | 1415 | 1343 | 1271 |
| 1.6 | 2577 | 2364 | 2151 | 1980 | 1908 | 1836 | 1764 | 1692 | 1621 | 1549 | 1477 |
| 1.7 | 3176 | 2963 | 2750 | 2537 | 2324 | 2111 | 1970 | 1898 | 1826 | 1754 | 1682 |
| 1.8 | 3776 | 3563 | 3350 | 3137 | 2924 | 2711 | 2498 | 2285 | 2072 | 1960 | 1888 |
| 1.9 | 4376 | 4163 | 3950 | 3737 | 3524 | 3311 | 3098 | 2885 | 2672 | 2459 | 2246 |
| 2 | 4976 | 4763 | 4550 | 4337 | 4124 | 3911 | 3698 | 3485 | 3272 | 3059 | 2846 |

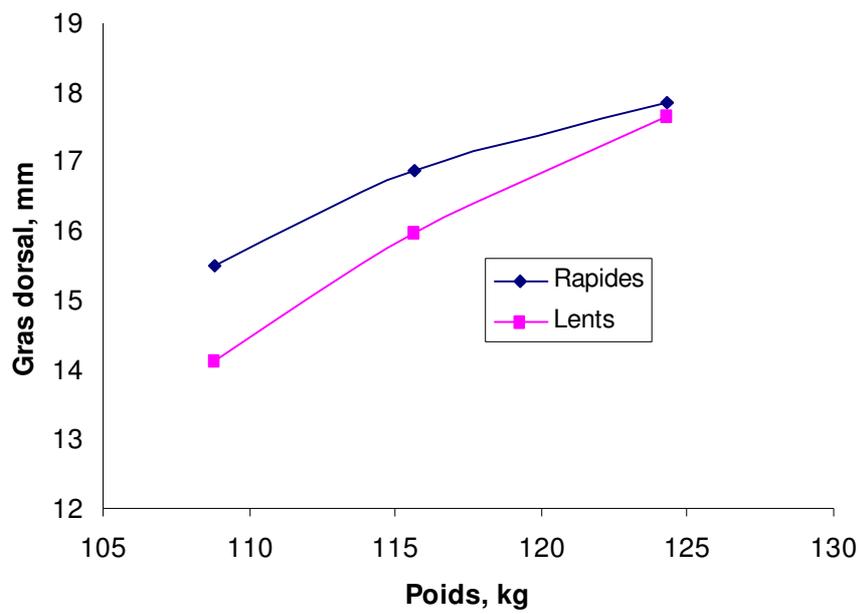


Figure A.2 *Gras dorsal mesuré avec l'appareil à ultrasons, selon le groupe de vitesse de croissance et le poids d'abattage*

Impacts du poids à l'abattage sur la rentabilité économique d'un élevage de porc en engraissement

Partie de l'étude de doctorat de Joël Rivest^{a,b},

Sous la direction de Jean-Paul Laforest^b

et de Raymond Levallois^c

^a*Centre de Développement du Porc du Québec, 2795 boul. Laurier, bureau 340, Saint-Foy, Québec, G1V 4M7 Canada.*

^b*Département des sciences animales - Université Laval, Pavillon Paul-Comtois, Québec, Québec, Canada G1K 7P4*

^c*Département d'économie agroalimentaire et sciences de la consommation - Université Laval, Pavillon Paul-Comtois, Québec, Québec, Canada G1K 7P4.*

3.1.B Impacts du poids à l'abattage sur la rentabilité économique d'un élevage de porc en engraissement

Les effets observés d'une augmentation du poids d'abattage sur les performances zootechniques méritent d'être quantifiés d'un point de vue économique. Dans ce but, un modèle d'analyse économique intégrant les résultats zootechniques a été développé. La description du modèle et de ses hypothèses est présentée en annexe A. Ce modèle est disponible sous forme d'un outil « Web » sur le site du CDPQ, à l'adresse suivante : www.cdpginc.qc.ca/php/poidsdiffusion. Ce site inclut, entre autres, les résultats détaillés des calculs présentés ici. Le modèle analyse la rentabilité d'une entreprise porcine de type finisseur ou naisseur-finisseur qui cherche une stratégie pour faire face à l'augmentation du poids d'abattage. Comme il est fort peu probable que le poids d'abattage au Québec passe radicalement de 107 à 125 kg, et même à 115 kg, les résultats présentés concernent la différence de marges entre 107 et 111 kg. Les résultats concernent une entreprise finisseur ou naisseur-finisseur ayant 1 000 places en engraissement (sur une base de poids d'abattage de 107 kg). Le critère de comparaison est la marge annuelle totale. Étant donné que la grille de classement actuelle favorise automatiquement les porcs d'un poids donné, un indice constant est utilisé, peu importe le poids. Ceci permet de s'affranchir de la grille de classement et représente en quelque sorte une situation pour laquelle la grille s'adapte à chaque modification du poids d'abattage. Les marges calculées sont des marges partielles car l'intérêt porte sur la comparaison des marges calculées à partir de différents poids. En effet, certains coûts sont les mêmes, peu importe le poids d'abattage, et ils n'ont donc pas besoin d'être comptabilisés pour faire l'étude comparative. Tous les résultats présentés prennent en compte la compensation de l'assurance stabilisation si le contexte économique le prescrit.

Quatre stratégies sont envisagées :

- Même nombre de porcs entrés, en considérant que le producteur dispose de suffisamment d'espace.
- Même nombre de porcs entrés, mais ajout d'une chambre supplémentaire.
- Même nombre de porcs entrés, en considérant l'utilisation d'un génotype plus rapide, donnant ainsi une même durée d'engraissement
- Diminution du nombre de porcs entrés pour tenir compte du besoin d'espace plus grand. Pour un bâtiment de 1000 places une diminution de 50 places est considérée, soit un porc par parc en moins pour des parcs initiaux de 20 porcs.

Tableau B.1 Différence entre les marges annuelles (111 kg – 107 kg), même nombre de porcs entrés sans modification au bâtiment

| Prix de Pool, \$/kg | Prix de la moulée finition, \$ la tonne | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 260 | 270 | 280 | 290 | 300 |
| 1 | -1761 | -2188 | -2614 | -3040 | -3466 | -3893 | -4319 | -4745 | -5171 | -5598 | -6024 |
| 1.1 | -825 | -1251 | -1677 | -2104 | -2530 | -2956 | -3382 | -3809 | -4235 | -4661 | -5088 |
| 1.2 | 112 | -315 | -741 | -1167 | -1593 | -2020 | -2446 | -2872 | -3299 | -3725 | -4151 |
| 1.3 | 1048 | 622 | 195 | -231 | -657 | -1083 | -1510 | -1936 | -2362 | -2788 | -3215 |
| 1.4 | 1984 | 1558 | 1132 | 706 | 279 | -147 | -573 | -999 | -1426 | -1852 | -2278 |
| 1.5 | 2921 | 2495 | 2068 | 1642 | 1216 | 790 | 363 | -63 | -489 | -916 | -1342 |
| 1.6 | 3806 | 3399 | 2991 | 2578 | 2152 | 1726 | 1300 | 873 | 447 | 21 | -405 |
| 1.7 | 4689 | 4282 | 3874 | 3467 | 3060 | 2653 | 2236 | 1810 | 1384 | 957 | 531 |
| 1.8 | 5572 | 5165 | 4758 | 4350 | 3943 | 3536 | 3129 | 2722 | 2315 | 1894 | 1468 |
| 1.9 | 6455 | 6048 | 5641 | 5234 | 4826 | 4419 | 4012 | 3605 | 3198 | 2791 | 2383 |
| 2 | 7338 | 6931 | 6524 | 6117 | 5709 | 5302 | 4895 | 4488 | 4081 | 3674 | 3266 |

Tableau B.2 Différence entre les marges annuelles (111 kg – 107 kg), même nombre de porcs entrés avec ajout d'une chambre

| Prix de Pool, \$/kg | Prix de la moulée finition, \$ la tonne | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 260 | 270 | 280 | 290 | 300 |
| 1 | -5855 | -6282 | -6708 | -7134 | -7560 | -7987 | -8413 | -8839 | -9265 | -9692 | -10118 |
| 1.1 | -4919 | -5345 | -5771 | -6198 | -6624 | -7050 | -7476 | -7903 | -8329 | -8755 | -9181 |
| 1.2 | -3982 | -4409 | -4835 | -5261 | -5687 | -6114 | -6540 | -6966 | -7393 | -7819 | -8245 |
| 1.3 | -3046 | -3472 | -3899 | -4325 | -4751 | -5177 | -5604 | -6030 | -6456 | -6882 | -7309 |
| 1.4 | -2110 | -2536 | -2962 | -3388 | -3815 | -4241 | -4667 | -5093 | -5520 | -5946 | -6372 |
| 1.5 | -1173 | -1599 | -2026 | -2452 | -2878 | -3304 | -3731 | -4157 | -4583 | -5009 | -5436 |
| 1.6 | -288 | -695 | -1103 | -1515 | -1942 | -2368 | -2794 | -3221 | -3647 | -4073 | -4499 |
| 1.7 | 595 | 188 | -219 | -627 | -1034 | -1441 | -1858 | -2284 | -2710 | -3137 | -3563 |
| 1.8 | 1478 | 1071 | 664 | 256 | -151 | -558 | -965 | -1372 | -1779 | -2200 | -2626 |
| 1.9 | 2361 | 1954 | 1547 | 1140 | 732 | 325 | -82 | -489 | -896 | -1303 | -1711 |
| 2 | 3244 | 2837 | 2430 | 2023 | 1616 | 1208 | 801 | 394 | -13 | -420 | -827 |

Tableau B.3 Différence entre les marges annuelles (111 kg – 107 kg), même nombre de porcs entrés, avec modification du génotype pour avoir une même durée d’engraissement aux deux poids d’abattage

| Prix de Pool, \$/kg | Prix de la moulée finition, \$ la tonne | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 260 | 270 | 280 | 290 | 300 |
| 1 | -807 | -1232 | -1658 | -2084 | -2510 | -2936 | -3362 | -3788 | -4213 | -4639 | -5065 |
| 1.1 | 142 | -284 | -709 | -1135 | -1561 | -1987 | -2413 | -2839 | -3265 | -3690 | -4116 |
| 1.2 | 1091 | 665 | 239 | -186 | -612 | -1038 | -1464 | -1890 | -2316 | -2742 | -3167 |
| 1.3 | 2040 | 1614 | 1188 | 762 | 337 | -89 | -515 | -941 | -1367 | -1793 | -2219 |
| 1.4 | 2989 | 2563 | 2137 | 1711 | 1285 | 860 | 434 | 8 | -418 | -844 | -1270 |
| 1.5 | 3938 | 3512 | 3086 | 2660 | 2234 | 1808 | 1383 | 957 | 531 | 105 | -321 |
| 1.6 | 4835 | 4428 | 4022 | 3609 | 3183 | 2757 | 2331 | 1906 | 1480 | 1054 | 628 |
| 1.7 | 5731 | 5324 | 4917 | 4510 | 4104 | 3697 | 3280 | 2854 | 2429 | 2003 | 1577 |
| 1.8 | 6626 | 6219 | 5813 | 5406 | 4999 | 4592 | 4186 | 3779 | 3372 | 2952 | 2526 |
| 1.9 | 7522 | 7115 | 6708 | 6301 | 5895 | 5488 | 5081 | 4674 | 4268 | 3861 | 3454 |
| 2 | 8417 | 8011 | 7604 | 7197 | 6790 | 6383 | 5977 | 5570 | 5163 | 4756 | 4350 |

Tableau B.4 Différence entre les marges annuelles (111 kg – 107 kg) chez un finisseur, avec diminution de la production

| Prix de Pool, \$/kg | Prix de la moulée finition, \$ la tonne | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 260 | 270 | 280 | 290 | 300 |
| 1 | -2414 | -2596 | -2778 | -2961 | -3143 | -3325 | -3507 | -3690 | -3872 | -4054 | -4237 |
| 1.1 | -2124 | -2306 | -2488 | -2671 | -2853 | -3035 | -3217 | -3400 | -3582 | -3764 | -3947 |
| 1.2 | -1834 | -2016 | -2198 | -2381 | -2563 | -2745 | -2927 | -3110 | -3292 | -3474 | -3657 |
| 1.3 | -1544 | -1726 | -1908 | -2091 | -2273 | -2455 | -2637 | -2820 | -3002 | -3184 | -3367 |
| 1.4 | -1254 | -1436 | -1618 | -1801 | -1983 | -2165 | -2347 | -2530 | -2712 | -2894 | -3077 |
| 1.5 | -964 | -1146 | -1328 | -1511 | -1693 | -1875 | -2057 | -2240 | -2422 | -2604 | -2787 |
| 1.6 | -1812 | -1573 | -1333 | -1221 | -1403 | -1585 | -1767 | -1950 | -2132 | -2314 | -2497 |
| 1.7 | -2699 | -2460 | -2220 | -1981 | -1742 | -1503 | -1477 | -1660 | -1842 | -2024 | -2207 |
| 1.8 | -3586 | -3346 | -3107 | -2868 | -2629 | -2390 | -2150 | -1911 | -1672 | -1734 | -1916 |
| 1.9 | -4473 | -4233 | -3994 | -3755 | -3516 | -3277 | -3037 | -2798 | -2559 | -2320 | -2081 |
| 2 | -5359 | -5120 | -4881 | -4642 | -4403 | -4163 | -3924 | -3685 | -3446 | -3207 | -2968 |

Tableau B.5 Différence entre les marges annuelles (111 kg – 107 kg) chez un naisseur-finiisseur, avec diminution de la production

| Prix de Pool, \$/kg | Prix de la moulée finition, \$ la tonne | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 260 | 270 | 280 | 290 | 300 |
| 1 | -3963 | -3871 | -3778 | -3686 | -3594 | -3501 | -3409 | -3317 | -3224 | -3132 | -3039 |
| 1.1 | -4248 | -4155 | -4063 | -3971 | -3878 | -3786 | -3693 | -3601 | -3509 | -3416 | -3324 |
| 1.2 | -4532 | -4440 | -4348 | -4255 | -4163 | -4070 | -3978 | -3886 | -3793 | -3701 | -3609 |
| 1.3 | -4817 | -4724 | -4632 | -4540 | -4447 | -4355 | -4263 | -4170 | -4078 | -3986 | -3893 |
| 1.4 | -5101 | -5009 | -4917 | -4824 | -4732 | -4640 | -4547 | -4455 | -4362 | -4270 | -4178 |
| 1.5 | -5386 | -5294 | -5201 | -5109 | -5017 | -4924 | -4832 | -4739 | -4647 | -4555 | -4462 |
| 1.6 | -6809 | -6295 | -5781 | -5393 | -5301 | -5209 | -5116 | -5024 | -4932 | -4839 | -4747 |
| 1.7 | -8270 | -7756 | -7242 | -6729 | -6215 | -5701 | -5401 | -5309 | -5216 | -5124 | -5031 |
| 1.8 | -9732 | -9218 | -8704 | -8190 | -7676 | -7162 | -6649 | -6135 | -5621 | -5408 | -5316 |
| 1.9 | -11193 | -10679 | -10165 | -9652 | -9138 | -8624 | -8110 | -7596 | -7082 | -6569 | -6055 |
| 2 | -12654 | -12141 | -11627 | -11113 | -10599 | -10085 | -9571 | -9058 | -8544 | -8030 | -7516 |

Tableau B.6 Différence entre les marges annuelles (111 kg – 107 kg) chez un naisseur-finisser, avec diminution de la production, et une productivité de 21.9 porcelets sevrés par truie

| Prix de Pool, \$/kg | Prix de la moulée finition, \$ la tonne | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------------|--------|--------|-------|-------|-------|
| | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 260 | 270 | 280 | 290 | 300 |
| 1 | -4927 | -4860 | -4793 | -4726 | -4658 | -4591 | -4524 | -4456 | -4389 | -4322 | -4255 |
| 1.1 | -5212 | -5145 | -5077 | -5010 | -4943 | -4876 | -4808 | -4741 | -4674 | -4606 | -4539 |
| 1.2 | -5497 | -5429 | -5362 | -5295 | -5227 | -5160 | -5093 | -5026 | -4958 | -4891 | -4824 |
| 1.3 | -5781 | -5714 | -5647 | -5579 | -5512 | -5445 | -5377 | -5310 | -5243 | -5176 | -5108 |
| 1.4 | -6066 | -5998 | -5931 | -5864 | -5797 | -5729 | -5662 | -5595 | -5527 | -5460 | -5393 |
| 1.5 | -6350 | -6283 | -6216 | -6148 | -6081 | -6014 | -5947 | -5879 | -5812 | -5745 | -5677 |
| 1.6 | -7773 | -7284 | -6795 | -6433 | -6366 | -6298 | -6231 | -6164 | -6097 | -6029 | -5962 |
| 1.7 | -9234 | -8746 | -8257 | -7768 | -7279 | -6791 | -6516 | -6448 | -6381 | -6314 | -6246 |
| 1.8 | -10696 | -10207 | -9718 | -9230 | -8741 | -8252 | -7763 | -7275 | -6786 | -6598 | -6531 |
| 1.9 | -12157 | -11669 | -11180 | -10691 | -10202 | -9714 | -9225 | -8736 | -8247 | -7759 | -7270 |
| 2 | -13619 | -13130 | -12641 | -12152 | -11664 | -11175 | -10686 | -10197 | -9709 | -9220 | -8731 |

Tableau B.7 Différence entre les marges annuelles (111 kg – 107 kg), même nombre de porcs entrés, sans modification au bâtiment, avec une augmentation de 0.25 de la conversion technique entre 107 et 111 kg.

| Prix de Pool, \$/kg | Prix de la moulée finition, \$ la tonne | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 260 | 270 | 280 | 290 | 300 |
| 1 | -2398 | -2853 | -3308 | -3763 | -4218 | -4673 | -5128 | -5583 | -6038 | -6493 | -6948 |
| 1.1 | -1461 | -1917 | -2372 | -2827 | -3282 | -3737 | -4192 | -4647 | -5102 | -5557 | -6012 |
| 1.2 | -525 | -980 | -1435 | -1890 | -2345 | -2800 | -3255 | -3710 | -4165 | -4621 | -5076 |
| 1.3 | 411 | -44 | -499 | -954 | -1409 | -1864 | -2319 | -2774 | -3229 | -3684 | -4139 |
| 1.4 | 1348 | 893 | 438 | -17 | -472 | -927 | -1383 | -1838 | -2293 | -2748 | -3203 |
| 1.5 | 2284 | 1829 | 1374 | 919 | 464 | 9 | -446 | -901 | -1356 | -1811 | -2266 |
| 1.6 | 3169 | 2733 | 2297 | 1856 | 1400 | 945 | 490 | 35 | -420 | -875 | -1330 |
| 1.7 | 4052 | 3616 | 3180 | 2744 | 2308 | 1872 | 1427 | 972 | 517 | 62 | -393 |
| 1.8 | 4935 | 4499 | 4063 | 3627 | 3192 | 2756 | 2320 | 1884 | 1448 | 998 | 543 |
| 1.9 | 5818 | 5383 | 4947 | 4511 | 4075 | 3639 | 3203 | 2767 | 2331 | 1895 | 1459 |
| 2 | 6702 | 6266 | 5830 | 5394 | 4958 | 4522 | 4086 | 3650 | 3214 | 2778 | 2342 |

Les résultats présentés ici diffèrent de ceux présentés au colloque porc de 2004. Différentes causes entrent en lignes de comptes. Premièrement, afin d'assurer une meilleure inférence des prédictions à l'ensemble des producteurs, il est apparu pertinent d'ajuster les paramètres de base du modèle aux données de l'étude sur les coûts de production du porcelet et du porc pour l'année 2002-2003 (voir référence en annexe A). Par exemple la productivité des truies est passé de 24,1 dans les calculs initiaux à 19,9 porcelets sevrés par truie assurable par année. Deuxièmement, dans le scénario de la diminution du nombre de porcs entrés, la diminution initiale fut basée sur une fonction du poids sans tenir compte de la contrainte qu'on ne peut diminuer une fraction de porc dans un parquet. Considérant alors qu'une diminution demande automatiquement au moins un porc par parquet, la diminution présentement considérée est plus sévère qu'elle ne le fut initialement. Troisièmement, certains coûts ont été ajoutés, tel la rémunération du travail et de l'avoir du propriétaire. Finalement, on présente des scénarios supplémentaires : ajout d'une chambre, modification du génotype.

En tout et partout, l'interprétation des résultats provenant de l'outil développé doit être faite avec une attention particulière. L'outil, quoique possédant une certaine flexibilité, ne peut représenter toutes les situations possibles, et un utilisateur peut avoir à ajuster manuellement les résultats pour représenter la situation qu'il désire. La possibilité d'exporter les détails des calculs dans un chiffrier tel Excel permet à un utilisateur de faire, jusqu'à un certain degré, ses propres ajustements. Nous sommes conscients que l'outil développé et les résultats présentés ici, parce que reposant sur une série de suppositions, sont sujets à discussion. Ceci est de la nature même de ce type d'étude, où la connaissance partielle de l'impact de certains facteurs et la multitude de situations possibles rend pratiquement impossible la production d'un résultat applicable de façon individuelle à l'ensemble des producteurs. Le but de notre travail est de fournir les bases servant à la compréhension des principaux facteurs influençant la problématique liée à l'augmentation du poids d'abattage. Également nous voulons produire des résultats pour certains scénarios particuliers en considérant des données jugées être une bonne estimation de la moyenne des producteurs de porcs.

La plage de variation de prix de pool et de prix de moulée finition utilisée dans les tableaux B.1 à B.7 représente en gros la plage observée en pratique. Le prix de la moulée finition est généralement inférieur de quelques dizaines de dollars au prix combiné de la moulée début et de la moulée croissance.

Influence du contexte économique

Le prix de pool

Le premier constat qui peut être fait est que les résultats sont sensibles au contexte économique et que l'influence de ce contexte dépend du scénario envisagé. Ainsi l'augmentation du prix de pool pour les scénarios où le nombre de porcs entrés est constant (tableaux B.1, B.2, B.3 et B.7) conduit à une augmentation de la différence de la marge 111 kg – 107 kg. Dans ce cas, il y a production d'un plus grand nombre de kilogrammes de carcasse pour le poids d'abattage le plus lourd et ces kilogrammes sont mieux valorisés lorsque le prix de pool est élevé. Par contre, pour les scénarios où le nombre de porcs entrés diminue (tableaux B.4 à B.6), la quantité totale de kilogrammes produits est la plus élevée pour le poids d'abattage plus léger. Dans ce cas, l'augmentation du prix de pool semble donc favoriser à priori le poids d'abattage plus léger.

Toutefois, le prix de pool n'affecte pas seulement le prix reçu par kilogramme de carcasse, il détermine également la compensation ASRA. Chez le finisseur, le prix de pool détermine en plus le prix du porcelet. Ces deux éléments ont un effet nul ou minime pour les scénarios où le nombre de porcs entrés demeure le même. En effet, un même nombre de porcs entrés nécessite un même nombre de porcelets, d'où l'impact nul du prix du porcelet sur la différence de marge. Un même nombre de porcs entrés implique également un nombre similaire de porcs vendus, la différence de porcs vendus provenant dans ce cas de la différence de taux de mortalité occasionnée par l'augmentation du poids d'abattage. L'impact de la compensation ASRA est donc minime pour les cas où le nombre de porcs entrés demeure le même. L'effet du prix de pool se limite alors à la valorisation des kilogrammes supplémentaires produits au poids d'abattage plus lourd.

Par contre, pour les scénarios où le nombre de porcs entrés diminue, l'effet du prix de pool ne se limite pas seulement à la valorisation des kilogrammes supplémentaires, qui sont dans ce cas produits au poids plus léger. L'impact du prix de pool sur la compensation ASRA et, pour le finisseur sur le prix du porcelet, aura également un effet sur la différence de marge. La prise en compte de la compensation ASRA dans les contextes économiques difficiles, retrouvés lorsque le prix de la moulée est élevé et le prix de pool est bas, compense plus fortement le poids léger car le nombre de porcs produits est alors plus élevé qu'avec le poids lourd. Par ailleurs, chez le finisseur, où le prix du porcelet est déterminé par le prix de pool, l'augmentation de ce dernier augmente le coût du porcelet. L'augmentation du prix de pool favorise donc alors le poids d'abattage nécessitant l'achat d'un moins

grand nombre de porcelets, soit le poids d'abattage le plus lourd. L'effet global du prix de pool pour les scénarios où le nombre de porcs entrés diminue est donc la résultante de trois composantes :

- la valorisation des kilogrammes supplémentaires produits au poids d'abattage plus léger
- le niveau de la compensation ASRA dans les contextes économiques difficiles, favorisant le poids d'abattage léger puisque ce dernier compte alors un plus grand nombre de porcs produits et donc une compensation totale plus importante
- chez le finisseur, le prix du porcelet qui augmente avec le prix de pool, et qui dans ce cas favorise le poids d'abattage nécessitant l'achat de moins de porcelets, soit le poids d'abattage le plus lourd.

Le prix de la moulée

Tout comme pour le prix de pool, l'influence du prix de la moulée sur la différence de marge dépend du scénario envisagé. Pour les cas où le nombre de porcs entrés reste le même, la quantité totale de moulée consommée sera la plus élevée au poids le plus lourd. L'augmentation du prix de la moulée pénalise alors le poids lourd et la différence de marge $111 \text{ kg} - 107 \text{ kg}$ diminue. *À noter que la diminution dont il est fait mention ici et plus loin dans le texte peut faire référence à une différence de marge négative. Si tel est le cas, une diminution de la différence de marge indique que la différence de marge devient plus négative et donc qu'elle augmente lorsqu'elle est exprimée en valeur absolue.*

Également tout comme le prix de pool, le prix de la moulée influence la compensation ASRA. Dans le scénario d'un finisseur qui diminue son nombre de porcs entrés (tableau B.4) la différence de marge $111 \text{ kg} - 107 \text{ kg}$ augmente avec le prix de la moulée lorsque la compensation ASRA n'entre pas en compte (prix de pool élevé). Dans ce cas, l'économie d'achat de moulée faite en produisant moins de porcs au poids plus lourd augmente avec l'augmentation du prix de la moulée et fait donc augmenter la différence de marge. Par contre, si la compensation ASRA intervient, elle aura un effet négatif sur la différence de marge. En effet, la compensation étant versée sur une base de porcs produits, elle sera plus élevée pour le poids d'abattage léger, et la différence de compensation sera plus importante pour des prix de moulée élevés. La combinaison de ces deux facteurs, soit la compensation ASRA et l'économie d'achat de moulée, explique les évolutions opposées de la différence de marge avec le prix de la moulée (tableau B.4), telles qu'observées pour des prix de pool bas (présence de la compensation ASRA) et des prix de pool élevés (absence de la compensation).

Le coût de la moulée détermine également le coût d'acquisition du porcelet pour le naisseur-finiisseur. Cette influence aura un impact sur la différence de marge chez le naisseur-finiisseur qui diminue son nombre de porcs entrés pour faire face à l'augmentation du poids (tableau B.5). Plus le prix de la moulée est élevé et plus le coût d'acquisition du porcelet est élevé, et donc aussi l'économie d'achat de porcelet faite au poids plus lourd. L'importance de ce dernier facteur explique que l'on observe toujours pour ce scénario une augmentation de la différence de marge 111 kg – 107 kg avec l'augmentation du prix de la moulée, et ceci même lorsque la compensation ASRA entre en ligne de compte.

Comparaison des scénarios

Pour les scénarios pour lesquels le nombre de porcs entrés ne varie pas avec le poids d'abattage, le finisseur et le naisseur-finiisseur obtiennent les mêmes résultats. En effet, ce qui distingue ces deux types de productions dans notre modèle est le coût d'acquisition du porcelet, et comme le nombre de porcs entrés aux deux poids d'abattage est le même, le coût du porcelet n'affecte pas la différence de marge 111 kg – 107 kg. Aussi pour ces scénarios, et tel que mentionné précédemment, la prise en compte de la compensation ASRA n'a qu'une petite influence car le nombre de porcs vendus est semblable entre les deux poids d'abattage, ne différant que par la différence de taux de mortalité.

Pour le scénario où aucune modification n'est faite au bâtiment, et que le nombre de porcs entrés est le même aux deux poids, le tableau B.1 se divise pratiquement en deux. La section où la différence de marge est positive correspond à un contexte économique plus favorable, soit des prix de pool plus élevé et des prix de moulée plus bas. La section où la différence de marge est négative correspond à un contexte moins favorable, soit des prix de pool plus bas et des prix de moulée plus élevés. On voit donc qu'il semble avantageux de produire des kilogrammes de carcasse dans un contexte favorable alors que dans un contexte défavorable on minimise les pertes en produisant moins. L'ajout d'une chambre au poids d'abattage lourd (tableau B.2) ajoute un coût supplémentaire et diminue la différence de marge 111 kg – 107 kg pour tous les contextes économiques. Il en résulte une plus grande proportion de cellules présentant une différence de marge négative, et qui avantage donc le poids plus léger. Le changement de génotype au poids plus lourd en vue d'obtenir une durée d'engraissement égale pour les deux poids d'abattage augmente la proportion de cellule positive (tableau B.3) par rapport au scénario sans modifications (tableau B.1). La différence entre ces deux scénarios est due à ce que certains coûts sont liés à l'inventaire. L'inventaire ne change pas si l'on garde la même durée d'engraissement pour les deux poids, mais il augmente sinon.

Pour les scénarios où l'on diminue la production en diminuant le nombre de place de 50 porcs (tableaux B.4 à B.6), le nombre de porcelets entrés passe de 2880 pour le poids d'abattage 107 kg à 2626 pour le poids d'abattage 111 kg. Dans ce cas, la différence de marge 111 kg – 107 kg est négative pour le finisseur et pour le naisseur-finisseur. Les résultats présentés prennent en compte la compensation ASRA. Si cette dernière n'était pas comptabilisée, la différence de marge serait positive dans les contextes économiques difficiles (résultats non présentés). La différence entre le naisseur-finisseur et le finisseur provient d'une différence dans le coût du porcelet. Pour le naisseur-finisseur, les coûts fixes de production du porcelet ne sont pas considérés car on suppose qu'ils sont les mêmes annuellement pour les deux poids d'abattage. Le coût du porcelet est alors déterminé en grande partie par le coût de la moulée. Par contre, le finisseur achète ses porcelets à un coût incluant les coûts fixes de son vendeur. Pour le finisseur, le coût du porcelet est déterminé en bonne partie par le prix de pool.

Limites des scénarios

Deux problématiques importantes sont à considérer lorsque que l'on veut augmenter le poids d'abattage d'un élevage existant. Premièrement, il faut considérer que les porcs étant plus gros, le besoin d'espace par porc à la fin de l'élevage augmente. Deuxièmement, pour un élevage qui fonctionne en bandes, le besoin en chambres est déterminé par la durée de l'engraissement et le fait d'abattre plus lourd peut nécessiter d'ajouter une chambre supplémentaire. La stratégie utilisée devra voir à régler les problèmes potentiels associés à ces deux problématiques.

Les scénarios étudiés ne sont pas nécessairement applicables chez un producteur donné et leur application peut avoir des impacts qui n'ont pas été représentés dans le présent modèle. Cela est probablement le cas pour le scénario où l'on entre le même nombre de porcs aux deux poids d'abattage et pour lequel on ne fait aucune modification ni au bâtiment ni au génotype. Comme il semble que la densité animale soit souvent très élevée dans les élevages du Québec, l'augmenter d'avantage pourrait conduire à des problèmes de comportement et de santé pouvant affecter à la baisse les performances zootechniques. Également, pour le scénario où l'on ajoute une chambre, on tente de régler le problème créé par l'allongement de la durée d'engraissement afin de permettre un fonctionnement en bande normal. Dans ce cas, le problème de l'augmentation de la densité animale n'est pas réglé car le même nombre de porc entre dans les chambres. Il en est de même pour le scénario où l'on modifie le génotype. De plus, dans ce dernier cas nous n'avons considéré une modification du génotype qu'au niveau de la vitesse de croissance. Comme une modification de la vitesse de croissance peut être associée à une modification de la conversion alimentaire, ce critère

doit être considéré dans le choix de la génétique à entrer dans l'élevage. Finalement, pour les scénarios où l'on diminue la production, on règle le problème de la densité animale mais on ne règle pas celui associé à la durée d'engraissement qui peut nécessiter une chambre supplémentaire. On peut facilement toutefois ajouter le coût d'une chambre supplémentaire à partir des résultats présentés.

Réalisons qu'en pratique, il faut compter sur l'expertise des conseillers pour trouver des solutions pouvant s'appliquer à des cas spécifiques. Les scénarios présentés ici servent de base à la compréhension des facteurs impliqués dans la problématique de l'augmentation de la densité animale et de la durée d'engraissement, et fournissent une idée de l'amplitude des effets liés à certaines stratégies.

Sensibilité des résultats à certains paramètres

La différence de conversion alimentaire entre les deux poids d'abattage affecte la différence de marge. Dans nos calculs de base, la conversion technique globale est de 2,68 à 107 kg et de 2,72 à 111 kg (2,82 et 2,87 pour la conversion économique). Ceci correspond à une conversion technique pour la période 107 à 111 kg de 3,53. Si nous augmentons la quantité consommée dans cette période de 1 kg, nous obtenons une conversion technique de 3,78, soit une augmentation de la conversion de 0,25. Le tableau B.7 présente les différences de marge obtenues avec cette nouvelle conversion pour le scénario où une même quantité de porcs est entrée sans modification au bâtiment ni à la génétique. En le comparant au tableau B.1, on voit que la différence de marge 111 kg – 107 kg est plus faible (pénalise le poids lourd) et que cette diminution est fonction du prix de la moulée. Elle varie en fait de 636 \$ pour le prix de moulée le plus bas à 925 \$ pour le prix de moulée le plus élevé.

Dans le scénario d'un naisseur-finisserieur duquel on diminue le nombre de places de 50, la productivité des truies a un impact non négligeable. Augmenter la productivité en la faisant passer de 19,9 (tableau B.5) à 21,9 (tableau B.6) porcelets sevrés par truie par année diminue la différence de marge 111 kg vs 107 kg. La diminution varie de 964\$ pour le prix de moulée le plus faible à 1215 \$ pour le prix de moulée le plus élevé. Ce résultat s'explique par le fait que la diminution du nombre de porcelet nécessaire génère une plus grande économie lorsque le coût du porcelet est élevé. Ainsi plus la productivité est basse, plus le coût du porcelet est élevé et plus on économise en utilisant moins de porcelet.

L'observation de l'impact d'une variation des deux paramètres ci-haut montre que les différents résultats peuvent être très sensibles aux paramètres utilisés.

Conclusion du volet économique

Il importe de rappeler que les résultats présentés sont basés sur l'hypothèse que le même indice de classement est obtenu aux différents poids d'abattage. Ceci n'est évidemment pas le cas avec la grille de classement actuellement en vigueur au Québec. Il nous semble important qu'une augmentation éventuelle du poids d'abattage soit accompagnée d'une redéfinition de la grille de classement. Pour les besoins de cette étude, nous avons cru bon d'éliminer l'effet de la grille pour mieux comprendre les différents facteurs entrant en ligne de compte dans la détermination de la différence la marge entre deux poids d'abattage. On peut toutefois utiliser l'outil Internet développé pour produire des résultats pour lesquels la grille de classement actuelle est prise en compte.

En somme, l'impact du poids d'abattage sur la rentabilité dépend de plusieurs facteurs : type d'entreprise, grille de classement utilisée, stratégie employée, stabilisation du revenu, capacité de l'industrie à s'adapter, etc. La présente étude fournit des bases pour comprendre l'importance de différents facteurs entrant en ligne de compte.

Impacts de la vitesse de croissance, du sexe et du poids d'abattage sur la distribution des coupes primaires dans la carcasse, sur la composition de la carcasse et sur la qualité de la viande

Partie de l'étude de doctorat de Jorge Andres Correa^{ab},

Sous la direction de Luigi Faucitano^a

et de Jean-Paul Laforest^b

^a *Agriculture et agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc de Lennoxville, C.P.90 - 2000 Route 108 Est, Lennoxville (QC), J1M 1Z3 Canada*

^b *Département des sciences animales - Université Laval, Pavillon Paul-Comtois, Québec, Québec, Canada G1K 7P4*

3.1.C Impacts de la vitesse de croissance, du sexe et du poids d'abattage sur la distribution des coupes primaires dans la carcasse, sur la composition de la carcasse et sur la qualité de la viande

Distribution des coupes primaires et commerciales dans la carcasse

Les 119 demi-carcasses envoyées au Centre de recherche de Lennoxville ont été préparées en coupes primaires et commerciales selon les spécifications du **Manuel de l'acheteur de porc canadien**. Ces coupes sont définies pour la cuisse, la longe, le flanc, le soc et le picnic. La proportion de cuisse dans la carcasse, tant pour la coupe primaire que commerciale, a été affectée par le groupe de vitesse et le sexe, les animaux du groupe lent montrant une plus grande proportion de même que les femelles (tableau C.1). La proportion de longe commerciale se voit affectée par les mêmes facteurs, étant également plus importante chez les animaux du groupe lent et chez les femelles. Par ailleurs, la proportion du soc pour les deux types de coupes est plus importante chez les animaux du groupe de 125 kg par rapport aux deux autres groupes de poids. Le soc primaire est aussi plus important chez les animaux du groupe lent. Les animaux du groupe rapide ainsi que les mâles castrés possèdent la proportion la plus élevée de flanc, tant pour la coupe primaire que pour la coupe commerciale, contrairement aux résultats obtenus pour les coupes primaires et commerciales du jambon et la coupe commerciale de la longe.

Tableau C.1 Distribution des coupes primaires et commerciales dans la carcasse

| | Poids d'abattage | | | Vitesse | | Sexe | |
|----------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 107 kg | 115 kg | 125 kg | Rapide | Lent | C | F |
| Longe (% de la carcasse) | | | | | | | |
| Primaire | 26,0 | 25,9 | 25,7 | 26,0 | 25,8 | 25,9 ⁰ | 25,8 ⁰ |
| Commerciale | 23,4 | 23,1 | 23,1 | 22,9 ^a | 23,4 ^b | 22,7 ^a | 23,6 ^b |
| Cuisse (% de la carcasse) | | | | | | | |
| Primaire | 26,2 | 26,1 | 25,8 | 25,8 ^a | 26,3 ^b | 25,7 ^a | 26,3 ^b |
| Commerciale | 25,9 | 25,7 | 25,4 | 25,4 ^a | 25,9 ^b | 25,4 ^a | 25,9 ^b |
| Picnic (% de la carcasse) | | | | | | | |
| Primaire | 10,7 | 10,9 | 11,0 | 10,9 | 10,9 | 10,9 | 10,9 |
| Commerciale | 10,5 | 10,6 | 10,7 | 10,6 | 10,6 | 10,6 | 10,6 |
| Soc (% de la carcasse) | | | | | | | |
| Primaire | 12,6 ^a | 12,6 ^a | 13,3 ^b | 12,6 ^a | 13,1 ^b | 12,8 | 12,9 |
| Commerciale | 10,0 ^a | 10,3 ^a | 10,9 ^b | 10,3 | 10,5 | 10,2 | 10,6 |
| Flanc (% de la carcasse) | | | | | | | |
| Primaire | 16,4 | 16,5 | 16,5 | 16,7 ^a | 16,2 ^b | 16,7 ^a | 16,3 ^b |
| Commerciale | 11,0 | 11,2 | 11,3 | 11,5 ^a | 10,9 ^b | 11,5 ^a | 10,9 ^b |

Composition de la carcasse

Le jambon, la longe, le soc et le picnic ont été disséqués en trois tissus principaux, le muscle, le gras et l'os. Le flanc n'a pas été considéré lors de la dissection. La proportion de ces trois tissus dans la carcasse demeure la même malgré les différents poids d'abattage (tableau C.2). Ce résultat est particulièrement intéressant si on le met en parallèle avec l'impact du poids sur le rendement en maigre estimé à l'abattoir, ce qui a été abordé précédemment dans ce texte alors que nous notions un rendement estimé plus élevé pour le groupe des 107 kg. L'estimation du rendement en maigre à l'abattoir se fait par une équation utilisant les mesures d'épaisseur de gras et de muscle et cette équation date de la découpe nationale de 1992. Lors de cette découpe, le rendement en maigre était

calculé différemment que ne l'est le pourcentage de muscle dans la présente étude, entre autres, parce que le flanc était alors considéré comme faisant partie de la quantité de maigre.

Les proportions de tissus disséqués sont influencées par le groupe de vitesse et par le sexe. Ainsi les animaux du groupe rapide ont obtenu des proportions moins grandes de muscle et d'os mais une proportion plus importante de gras que les animaux du groupe lent. Le même résultat est obtenu pour les mâles par rapport aux femelles.

Tableau C.2 Composition en muscle, gras et os de la carcasse

| | Poids d'abattage | | | Vitesse | | Sexe | |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 107 kg | 115 kg | 125 kg | Rapide | Lent | C | F |
| Muscle Total (kg) | 17,3 ^a | 18,5 ^b | 20,2 ^c | 18,2 ^a | 19,1 ^b | 18,1 ^a | 19,2 ^b |
| Muscle Total (%) | 45,4 | 45,5 | 45,5 | 44,5 ^a | 46,5 ^b | 44,0 ^a | 47,0 ^b |
| Gras Total (kg) | 8,0 ^a | 8,6 ^b | 9,5 ^c | 9,0 ^a | 8,4 ^b | 9,3 ^a | 8,1 ^b |
| Gras Total (%) | 21,1 | 21,0 | 21,3 | 21,9 ^a | 20,4 ^b | 22,4 ^a | 19,8 ^b |
| Os Total (kg) | 3,14 ^a | 3,38 ^b | 3,67 ^c | 3,34 ^a | 3,45 ^b | 3,36 | 3,44 |
| Os Total (%) | 8,25 | 8,31 | 8,26 | 8,16 ^a | 8,39 ^b | 8,15 ^a | 8,40 ^b |

Qualité de la viande – Aspects macroscopiques et ses composantes

Une valeur de couleur (échelle japonaise) plus élevée a été observée sur la longe des porcs de 125 kg (tableau C.3). Par ailleurs, le poids d'abattage a eu un effet sur la teneur en protéines de la viande, les animaux du groupe du poids d'abattage de 107 kg ayant une teneur plus basse par rapport aux groupes des poids d'abattage de 115 et 125 kg (tableau C.4). La teneur en collagène soluble a également été affectée par le poids, diminuant avec une augmentation du poids. Toutefois, cette diminution n'a pas mené à une diminution de la tendreté de la viande telle que mesurée par la force de cisaillement (tableau C.3).

Le sexe a eu un impact sur plusieurs paramètres. Ainsi le pH ultime (24 heures) a été légèrement plus élevé chez les mâles castrés pour le jambon et la longe et la perte en eau a été plus importante chez les femelles. Tel que prévu, le persillage et le gras intramusculaire sont plus élevés chez les mâles castrés, ce qui peut être mis en parallèle avec leur plus grand dépôt de gras. Par contre, la teneur en protéines est plus élevée chez les femelles et peut être mise en parallèle avec leur plus grande maigreur.

Tel que prévu, le gras intramusculaire de la longe des femelles se montre plus insaturé que celui des mâles et peut être relié à leur plus grande maigreur (tableau C.5). Le rapport entre les acides gras polyinsaturés et saturés (AGPI/AGS) dans le gras intramusculaire des femelles se rapproche plus de la valeur (0,4) qui est recommandée pour une meilleure santé des consommateurs que dans le gras des castrats. Les femelles, donc, sont capables de fournir un gras de meilleure qualité pour la consommation. Par contre, ce gras pourrait s'oxyder plus facilement et donc avoir des problèmes de conservation.

Le gras du flanc des femelles est aussi plus insaturé et moins ferme comme le révèlent la valeur de l'indice iode et l'évaluation de la fermeté. En fait, ces caractéristiques des flancs des femelles pourraient occasionner des problèmes lors de la transformation et de la conservation du bacon. La vitesse n'a eu d'effet que sur l'indice d'iode du gras du flanc, les animaux à vitesse lente montrant l'indice le plus élevé. Toutefois, cette différence, quoiqu'elle soit significative, est faible et ne s'est pas reflétée dans une différence d'indice de fermeté.

Tableau C.3 Propriétés de qualité de la viande dans les muscles de la longe et du jambon

| | Poids d'abattage | | | Vitesse | | Sexe | |
|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------|-------|-------------------|-------------------|
| | 107kg | 115kg | 125kg | Rapide | Lent | C | F |
| Longe | | | | | | | |
| pH 45 min. | 6,23 | 6,26 | 6,24 | 6,26 | 6,23 | 6,23 | 6,26 |
| pH 24h | 5,68 | 5,68 | 5,68 | 5,69 | 5,68 | 5,69 ^a | 5,67 ^b |
| Couleur subjective* | 3,11 ^a | 3,17 ^a | 3,33 ^b | 3,24 | 3,16 | 3,19 | 3,22 |
| Perte en eau (%) | 4,16 | 4,42 | 4,42 | 4,25 | 4,42 | 4,03 ^a | 4,63 ^b |
| Luminosité (L*) | 51,88 | 51,64 | 51,36 | 51,50 | 51,75 | 51,70 | 51,55 |
| Persillage** | 2,60 | 2,55 | 2,72 | 2,59 | 2,66 | 2,80 ^a | 2,45 ^b |
| Forces de cisaillement | 2600 | 2699 | 2773 | 2637 | 2743 | 2651 | 2730 |
| Jambon | | | | | | | |
| pH 24h | 5,72 | 5,71 | 5,70 | 5,72 | 5,70 | 5,73 ^a | 5,69 ^b |
| Couleur subjective* | 2,80 | 2,92 | 2,86 | 2,88 | 2,84 | 2,90 | 2,83 |
| Luminosité (L*) | 51,45 | 51,47 | 51,86 | 51,54 | 51,64 | 51,65 | 51,53 |

*Échelle de 1 (pâle à 6 : foncé) (Nakai et al., 1976)

**Échelle de 1 (aucun) à 10 (abondant) (NPPC, 2000)

Tableau C.4 Composition du muscle de la longe

| | Poids d'abattage | | | Vitesse | | Sexe | |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------|-------|--------------------|--------------------|
| | 107 kg | 115 kg | 125 kg | Rapide | Lent | C | F |
| Matière sèche (%) | 26,08 | 26,03 | 26,20 | 26,07 | 26,14 | 26,18 | 26,02 |
| Protéine (%) | 23,45 ^a | 23,75 ^b | 23,74 ^b | 23,62 | 23,68 | 23,55 ^a | 23,75 ^b |
| Gras intramusculaire (%) | 2,04 | 1,75 | 1,92 | 1,90 | 1,91 | 2,09 ^a | 1,72 ^b |
| Collagène total, (g/100g) | 0,44 | 0,440 | 0,46 | 0,44 | 0,45 | 0,44 | 0,45 |
| Collagène soluble (%) | 13,34 ^a | 12,25 ^b | 11,23 ^c | 12,41 | 12,14 | 12,37 | 12,18 |

Tableau C.5 Composition du gras intramusculaire dans la longe et du gras du flanc

| | Poids d'abattage | | | Vitesse | | Sexe | |
|-----------------------------|------------------|--------|--------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 107 kg | 115 kg | 125 kg | Rapide | Lent | C | F |
| Gras intramusculaire | | | | | | | |
| AG Saturés (%) | 38,54 | 38,02 | 38,66 | 38,53 | 38,28 | 39,12 ^a | 37,70 ^b |
| AG Insaturés (%) | 61,46 | 61,98 | 61,34 | 61,47 | 61,72 | 60,88 ^a | 62,30 ^b |
| AGPI/AGS* | 0,379 | 0,395 | 0,357 | 0,386 | 0,368 | 0,354 ^a | 0,400 ^b |
| Gras du flanc | | | | | | | |
| Indice de fermeté ** | 2,02 | 2,08 | 2,19 | 2,16 | 2,03 | 2,21 ^a | 1,98 ^b |
| Indice d'iode | 68,80 | 68,67 | 69,06 | 68,02 ^a | 69,67 ^b | 67,52 ^a | 70,17 ^b |

* AGS (acides gras saturés); AGPI (acides gras polyinsaturés)

** Échelle de 1 (mou) à 3 (ferme)

Impacts de la vitesse de croissance, du poids d'abattage et du sexe sur la qualité sensorielle de la viande

**Section préparée par Jacynthe Fortin,
analyste en évaluation sensorielle**

3.1.D Impacts de la vitesse de croissance, du poids d'abattage et du sexe sur la qualité sensorielle de la viande

Résumé

Dans le but de vérifier l'effet de la vitesse de croissance et de l'augmentation du poids à l'abattage sur la qualité sensorielle de la viande de porc, 119 animaux ont été sélectionnés sur une base de vitesse de croissance (lente (B) ou rapide (A)) et partagés selon le poids à l'abattage : animaux à croissance lente et animaux à croissance rapide abattus à 107, 115 et 125 kg. Les longes droites de chaque animal ont été soumises à un jury de 12 experts et testées par la méthode de l'analyse descriptive et quantitative. Des différences de fermeté, significatives au seuil de $\alpha = 0.05$, ont été obtenues entre les traitements pour les trois variables à l'étude, la vitesse de croissance, le poids à l'abattage et le sexe. Les animaux abattus à 125 kg ont obtenu une valeur plus élevée pour les caractéristiques fermeté et «intensité de la flaveur», au seuil de $\alpha = 0.05$. Ces différences se situent toutefois à l'intérieur d'un intervalle de qualité tout à fait normal.

Objectifs

Le but de l'essai était de montrer l'effet de l'augmentation du poids à l'abattage et de la vitesse de croissance sur la qualité sensorielle de la viande de porc. Un premier objectif consistait à vérifier si les variables conduisaient à des différences sensorielles perceptibles et, par la suite, à déterminer leur effet sur la fermeté, qui est la force requise pour fermer les molaires et briser l'échantillon, la jutosité et l'intensité de la flaveur de la viande.

Les 119 longes provenant des animaux des 6 groupes d'élevage (tableau D.1) ont été analysées par la méthode du profil sensoriel ; l'échantillonnage était représentatif des porcs commerciaux au Québec et provenait de père Duroc et de femelles hybrides Landrace Yorkshire ou Yorkshire Landrace. Le test a été élaboré afin de mesurer l'intensité de trois attributs de la qualité sensorielle des viandes, fermeté (0 à 15), jutosité (0 à 15) et flaveur (0 à 7). L'examen des viandes a nécessité la tenue de 15 séances, une à chaque deux jours pour un total de deux par semaine, au cours desquelles les 12 traitements ont été présentés de façon monadique dans un plan à bloc incomplet randomisé.

Douze participants cumulant plus de 50 heures de formation en dégustation ont été recrutés. Les participants ont été entraînés afin de raffiner leurs habiletés à noter l'intensité des trois attributs à l'étude : fermeté, jutosité et flaveur globale. À la suite des mesures de performance 11 sujets ont été retenus.

Les longes ont été placées sous vide dans un sac de plastique conçu pour la congélation et congelées. Les échantillons ont été conservés à -20°C jusqu'au moment de la décongélation à 4°C , soit 36 heures avant la dégustation. Les longes étaient découpées en tranches de 1,5 cm. Chaque tranche était disposée dans un sac de plastique VAC3 de marque Winpack de dimensions 8,5 pouces (21 cm) par 6 pouces (15 cm) et scellée sous vide. Des sondes ont été insérées dans les sacs afin de permettre le suivi de la température de cuisson avec le système d'acquisition des données Hydra data logger jusqu'à obtention d'une température de $66,5^{\circ}\text{C}$ à coeur. La cuisson s'est effectuée dans la cellule de cuisson Pilot rotor®. Immédiatement à la sortie du cuiseur, la viande a été coupée en cubes de 1,5 cm, à l'aide d'une matrice et 2 cubes ont été placés dans un contenant de verre ambré avec couvercle de plastique et code à trois chiffres. Les échantillons sont placés à 60°C dans les incubateurs, et ce jusqu'au moment des tests, pour une durée maximale de 30 à 60 minutes.

Les données sont saisies par le logiciel FIZZ, Biosystème. Les analyses de variance portent sur trois facteurs : la vitesse (2 modalités, A (rapide) et B (lent) qui correspondent à deux groupes de vitesse de croissance du père), le sexe (2 modalités, C(castrat) et F(femelle)) et le poids (3 modalités, 107 kg, 115 kg et 125 kg qui correspondent aux poids d'abattage). La méthode de classification des nuées dynamiques sur ACP (matrice de covariance) a été appliquée aux trois variables sensorielles (XLSTAT).

Tableau D.1 Description des traitements à l'étude

| <i>Croissance rapide</i> | | | | | | <i>Croissance lente</i> | | | | | |
|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>C</i> | | | <i>F</i> | | | <i>C</i> | | | <i>F</i> | | |
| <i>107 kg</i> | <i>115 kg</i> | <i>125 kg</i> | <i>107 kg</i> | <i>115 kg</i> | <i>125 kg</i> | <i>107 kg</i> | <i>115 kg</i> | <i>125 kg</i> | <i>107 kg</i> | <i>115 kg</i> | <i>125 kg</i> |

Résultats et discussion

Le tableau D.2 présente les résultats de l'analyse de variance utilisant les trois facteurs avec les données standardisées. Ce tableau indique que des effets des facteurs sont significatifs pour les variables fermeté et flaveur. Pour la variable fermeté, les trois facteurs montrent une différence significative selon leurs différentes modalités.

Tableau D.2 Résultats de l'analyse de variance utilisant les trois facteurs avec les données standardisées.

| | Poids Abattage | Sexe | Vitesse | Sexe*Pds | Vit*Pds | Sexe*Vit | S*V*P |
|----------|-------------------|--------|---------|----------|---------|----------|-------|
| Fermeté | <0.0001 | 0.0117 | 0.0007 | 0.091 | 0.062 | 0.46 | 0.19 |
| Flaveur | 0.045 | 0.42 | 0.37 | 0.14 | 0.079 | 0.052 | 0.039 |
| Jutosité | 0.15 | 0.20 | 0.78 | 0.46 | 0.41 | 0.78 | 0.33 |

Les cellules en grisé indiquent un effet significatif au seuil 5%.

L'interaction triple significative indique que l'effet du poids d'abattage peut être local seulement (une ou deux combinaisons des deux autres facteurs). Une étude par sexe indique une interaction significative entre vitesse et poids d'abattage et une étude par vitesse indique une interaction significative entre sexe et poids d'abattage, ce qui a conduit au traitement par combinaison des facteurs sexe et vitesse pour pouvoir conclure sur le facteur poids d'abattage. L'étude par combinaison des deux autres facteurs indique que l'effet du poids d'abattage n'est significatif que pour les castrats dont le père est de vitesse de croissance lente. Le tableau suivant (D.3) montre les «p-values» pour chaque combinaison des facteurs sexe et vitesse.

Tableau D.3 Résultats de l'analyse de variance pour le poids d'abattage selon les combinaisons des deux autres facteurs (données standardisées)

| Sexe | Vitesse | p-value pour (Poids) |
|------|---------|----------------------|
| C | A | 0.15 |
| C | B | 0.0010 |
| F | A | 0.18 |
| F | B | 0.69 |

Le tableau D.4 présente les moyennes des données standardisées mais ramenées dans la base originale pour les variables selon les différentes modalités des facteurs.

Tableau D.4 Moyennes pour les différentes modalités des trois facteurs étudiés.

| | Poids d'abattage | | | Sexe | | Vitesse | |
|----------|------------------|-------|--------|------|------|---------|------|
| | 107 kg | 115kg | 125 kg | C | F | A | B |
| Fermeté | 4.85 | 4.80 | 5.19 | 4.85 | 5.05 | 4.81 | 5.08 |
| Flaveur | 3.61 | 3.56 | 3.71 | 3.65 | 3.60 | 3.61 | 3.65 |
| Jutosité | 4.28 | 4.42 | 4.25 | 4.36 | 4.27 | 4.30 | 4.33 |

Les cellules en grisé sont associées à un effet significatif au seuil 5%.

Les groupes définis à partir des trois variables étudiées par la méthode de classification sont illustrés dans la figure D.1. La fermeté induit les différences majeures entre les groupes : Groupe 1 : flaveur maximum, fermeté et jutosité intermédiaires ; Groupe 2 : Peu ferme, jutosité et flaveur peu élevés ; Groupe 3 : Fermeté la plus élevée et jutosité minimale.

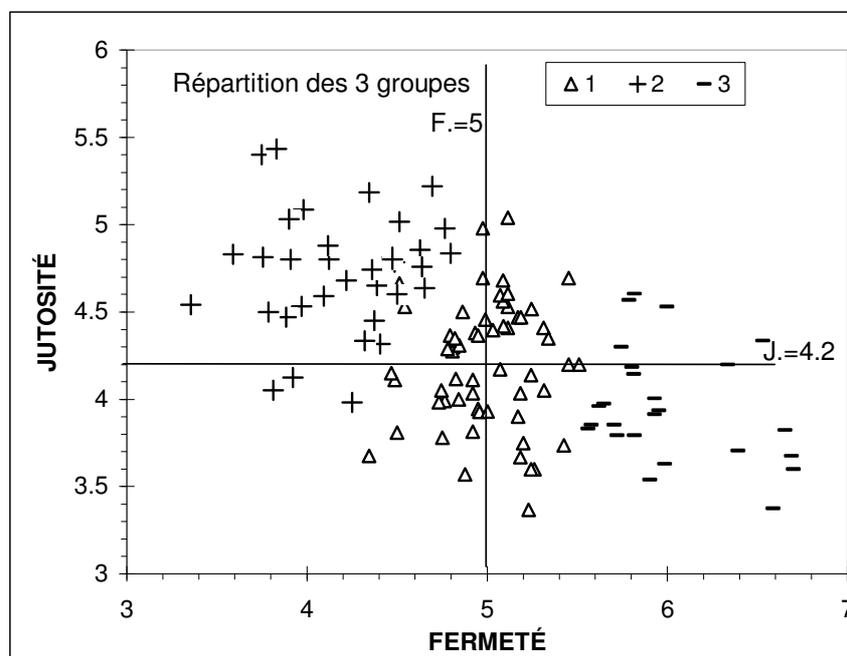


Figure D.1 Représentation des trois groupes en fonction de la fermeté et de la jutosité

Il existe un lien significatif ($\chi^2=10,1$; $p=0,04$) entre ces 3 groupes sensoriels et le poids d'abattage. On remarque qu'il y a significativement plus de 125kg dans le groupe 3 (60%) qui est le groupe ferme et pas juteux (tableau D.5).

Tableau D.5 Relation avec le poids d'abattage

| | Poids d'abattage ciblé | | | Total |
|----------|------------------------|--------|--------|-------|
| | 107 kg | 115 kg | 125 kg | |
| Groupe 1 | 33,9 | 35,6 | 30,5 | 100 |
| Groupe 2 | 37,1 | 40,0 | 22,9 | 100 |
| Groupe 3 | 24,0 | 16,0 | 60,0 | 100 |
| Total | 32,77 | 32,77 | 34,45 | 100 |

Tableau D.6 Résultats de l'analyse de variance («p-value») utilisant deux facteurs (sexe et vitesse) ainsi que la variable continue poids final avec les données brutes (non standardisées).

| | Poids final (continue) | Sexe | Vitesse | Sexe*Pds | Vit*Pds | Sexe*Vit | S*V*P |
|----------|---------------------------|--------|---------|----------|---------|----------|--------|
| Fermeté | 0.0002 | 0.0037 | 0.0001 | 0.4348 | 0.3382 | 0.2129 | 0.1021 |
| Flaveur | 0.0355 | 0.5362 | 0.3194 | 0.1454 | 0.3034 | 0.0918 | 0.0519 |
| Jutosité | 0.4127 | 0.2301 | 0.6949 | 0.1690 | 0.2908 | 0.8140 | 0.7391 |

Conclusion

Les différences entre les groupes seraient induites par une valeur de la fermeté plus grande pour les 125 kg, le sexe femelle (F) et la vitesse de croissance lente (B). Les conclusions, en ce qui a trait à la valeur de la fermeté, sont similaires qu'on utilise le facteur poids d'abattage ou la variable continue poids final. La similitude des conclusions indique que les animaux qui ne sont pas nécessairement classés dans le bon groupe de poids d'abattage n'influencent que très peu les tests statistiques. Il est important de noter que l'échelle de la fermeté s'étale de 0 à 15 et de préciser que la moyenne de fermeté obtenue situe tous les échantillons parmi les produits peu fermes.

L'analyse de variance a montré un effet juge qui semblent induit par le fait que le jury ne fait pas de distinction entre les groupes de 107 et 115 kg, ne donnant pas toujours le même classement de ces

deux poids d'abattage ; les effets principaux par rapport à l'interaction entre juges et facteurs principaux ont été testés et sont non significatifs.

Les résultats de l'analyse de la variance utilisant les facteurs sexe et vitesse ainsi que la variable continue poids final avec des données standardisées diffèrent de l'analyse réalisée avec les données brutes. Le tableau D.6 indique que des effets des facteurs sont significatifs pour la fermeté et, également, l'intensité de la flaveur. On conclut à une relation linéaire significative entre le poids final et la flaveur.

L'intensité de la flaveur permet de distinguer la viande provenant des animaux abattus à 125 kg des autres ($\alpha \leq 0,05$, données standardisées); ils se situent tous entre 3,6 et 3,7, donc présentant une flaveur modérée et les 125 kg étaient les plus élevés. Aucune différence significative n'a été trouvée entre les échantillons pour l'attribut jutosité. Les valeurs exprimées pour la jutosité se traduisent par une viande plutôt sèche (4/15).

L'analyse multidimensionnelle, ici la méthode de classification, permet d'illustrer les données sous un angle différent de l'analyse traditionnelle (plutôt linéaire) et d'en tirer des informations de nature qualitative. La méthode de classification des nuées dynamiques a permis de dégager trois groupes de sujets présentant des caractéristiques différentes d'un groupe à l'autre mais homogène à l'intérieur du groupe. La fermeté constitue l'attribut sensoriel permettant le mieux de distinguer les sujets appartenant à chacun des ces groupes ; le groupe 3 est particulièrement intéressant car il est constitué de 60% de sujets abattus au poids de 125 kg et il est caractérisé par une viande plus ferme et moins juteuse que les 2 autres groupes.

Impacts de la vitesse de croissance, du sexe et du poids d'abattage sur la structure et le métabolisme du muscle en relation avec la qualité de la viande

Partie de l'étude de maîtrise de Sébastien Bouchard^a,

Sous la direction de Claude Gariépy^b

et de Jean-Paul Laforest^a

^a*Département des sciences animales - Université Laval, Pavillon Paul-Comtois, Québec, Québec, Canada G1K 7P4*

^b*Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les aliments, 3600 boulevard Casavant Ouest, Saint-Hyacinthe, Québec, J2S 8E3*

3.1.E Impacts de la vitesse de croissance, du sexe et du poids d'abattage sur la structure et le métabolisme du muscle en relation avec la qualité de la viande

Les caractéristiques structurales et métaboliques des fibres musculaires permettent de faire le lien entre les changements observés au niveau du muscle et, conséquemment, la qualité de la viande. La littérature suggère de façon générale qu'un potentiel élevé de croissance musculaire ait favorisé une augmentation du potentiel glycolytique et rapide des fibres musculaires aux dépens des fibres lentes et oxydatives. Selon l'amplitude des changements observés, des variations au niveau de la qualité de la viande, généralement au niveau du muscle long dorsal, ont été rapportées. Il importe, cependant, de préciser que, dans notre étude, toute association entre les caractéristiques du *longissimus* et les performances animales doit être interprétée avec nuance. Le *longissimus* est un muscle de support à croissance hâtive (allométrie positive) comparativement à plusieurs autres muscles de l'animal. Son métabolisme, sa composition en fibres et, conséquemment, la qualité résultante de sa viande diffèrent à cet égard et, malgré sa valeur économique, il ne représente qu'une partie de la carcasse.

Le tableau E.1 présente les résultats de l'analyse histochimique et immunologique pour chacun des traitements à l'étude. La croissance musculaire résulte d'une augmentation du nombre (hyperplasie) et /ou de la taille (hypertrophie) des fibres (cellules) qui composent le muscle.

Le nombre total de fibres n'a pas été affecté par l'augmentation du poids d'abattage ni par la vitesse de croissance. Les animaux à vitesse de croissance rapide (gain quotidien) ont toutefois présenté un nombre de fibres de type I plus élevé en comparaison à ceux à croissance lente ($P=0,0027$), le nombre total de fibres est cependant demeuré inchangé. Le nombre total de fibres est plus élevé chez les femelles ($P=0,0544$) que chez les castrats et pourrait être associé à leur plus grande surface d'œil de longe, tel que rapporté précédemment.

L'augmentation du poids d'abattage n'a pas engendré de variation au niveau des différents types de fibres déterminés par histochimie ou par histoimmunologie. Par contre, la vitesse de croissance et le sexe ont eu des effets significatifs. Chez les porcs à croissance rapide, on observe plus de fibres de type I et moins de type IIB. Des corrélations ont été établies entre le pourcentage des fibres de type I du LD et le gain quotidien ($r=0,29294$, $P=0,0024$) et celle du pourcentage des fibres de type IIB ($r=-0,30664$, $P=0,0015$). La proportion de fibres de type I établie par immunohistologie s'avère

également supérieure chez les porcs à croissance rapide. Aucune différence n'a toutefois été observée au niveau des IIA, IIX et IIB. La caractérisation histochimique du LD des femelles a révélé, pour sa part, une plus forte proportion de fibres de type IIB en comparaison avec celui des castrats. Aucun effet relié au sexe n'a toutefois pu être montré à la suite de l'analyse immunologique des différents types de myosines.

La taille des différentes fibres a été influencée par l'augmentation du poids d'abattage et la vitesse de croissance, mais aucun effet relié au sexe n'a été montré. L'augmentation du poids d'abattage a engendré une augmentation générale de la taille des fibres, notamment celles de types I et IIB. Malgré une proportion plus importante de fibres de type I chez les animaux à croissance rapide, celles-ci eurent une taille significativement réduite par rapport à celles mesurées chez les porcs à croissance lente.

La surface relative des fibres représente la combinaison de leur taille et de leur pourcentage. Elle indique donc la proportion du muscle occupée par chacun des types de fibres. L'augmentation du poids d'abattage, ainsi que la vitesse de croissance n'ont pas eu d'effet sur la surface relative des différents types de fibres. La surface relative occupée par les fibres IIB est toutefois plus importante chez les femelles comparativement aux mâles. Les effets de la vitesse de croissance observés au niveau de la taille et de la distribution des fibres de type I n'ont pas engendré de différence au niveau de la surface relative qu'elles occupent dans le LD. L'interaction du poids d'abattage et de la vitesse de croissance a occasionné une variation de la surface relative des fibres de type IIA tel que déterminé par histochimie. L'augmentation du poids d'abattage couplée à une vitesse de croissance rapide a, en effet, conduit à une augmentation de la surface relative occupée par ces fibres. Bien que la taille des fibres n'ait pas été déterminée sur les coupes utilisées pour l'immunohistologie, l'absence d'effet au niveau de la distribution des fibres de type II ne suggère pas *a priori* la présence de cette interaction.

Les caractéristiques des fibres musculaires, notamment la surface relative, traduisent généralement l'activité métabolique et, conséquemment, les aspects de qualité de viande. L'activité enzymatique peut toutefois être modifiée sans avoir de répercussions directes ou immédiates au niveau du profil histochimique. L'activité enzymatique énergétique n'a pas été influencée par le sexe. Par contre, l'augmentation du poids d'abattage a augmenté l'activité de la LDH (lactate déshydrogénase) et de la CS (citrate synthase) alors que la vitesse de croissance rapide a réduit celle de la CS ($P = 0.10$) (tableau E.2). L'activité de la LDH est un indicateur du métabolisme glycolytique. L'augmentation du poids à 125 kg a causé une augmentation de l'activité de la LDH par rapport aux poids de 107 et 115

kg. Malgré une augmentation de la taille des fibres de type IIB déterminée par histochimie, la surface relative est demeurée inchangée tout comme la répartition des isoformes de myosines (IIA, IIX, IIB). Il est donc difficile d'associer cet accroissement à une modification structurale (fibres) du LD.

La vitesse de croissance, le sexe et leur interaction n'ont pas eu d'effet sur l'activité de la LDH. Par contre, une interaction triple de la vitesse de croissance, du sexe et du poids d'abattage a été révélée. L'interaction permet de constater que l'augmentation du poids des femelles a provoqué dès 115 kg une augmentation de l'activité de la LDH comparativement aux castrats. À 125 kg, cependant, les activités s'avèrent équivalentes. L'accroissement du poids d'abattage chez les femelles à croissance lente serait à l'origine de l'interaction triple via l'augmentation de l'activité de la LDH.

L'activité de la CS a aussi augmenté avec le poids d'abattage. La vitesse de croissance rapide a, par contre, réduit son activité ($P= 0,07$). Le sexe n'a eu aucun effet. Le rapport LDH/CS fournit une vision globale du mouvement du métabolisme énergétique. Dans notre étude, les traitements n'ont pas eu d'effets sur ce rapport. L'interaction entre le sexe et la vitesse de croissance a cependant été significative. Les castrats à vitesse de croissance lente ont montré un métabolisme globalement moins glycolytique que les autres animaux.

Pour compléter l'étude des métabolismes énergétiques en relation avec la qualité de la viande, le potentiel glycolytique et la teneur en myoglobine ont été mesurés. Le potentiel glycolytique se définit comme étant la quantité de composés glucidiques susceptibles de se transformer en acide lactique lors de la glycogénolyse *post mortem* du muscle. Cet ensemble de sucre représente le substrat nécessaire pour le fonctionnement du métabolisme glycolytique. La quantité de glycogène disponible pour la glycogénolyse va directement influencer le pH ultime de la viande, par l'accumulation de lactate. Quant à la myoglobine, elle est liée au métabolisme oxydatif via le transport et l'entreposage de l'oxygène. Elle est aussi responsable de la couleur de la viande. Les traitements n'ont eu aucun effet sur la teneur en myoglobine du LD.

Le poids d'abattage et la vitesse de croissance n'ont pas eu d'effets sur le potentiel glycolytique (PG) (tableau E.2). Par contre, le LD des femelles a eu un PG plus élevé que celui des castrats. Bien qu'aucun effet sexe n'ait été montré par immunohistologie, l'analyse histochimique a fait ressortir chez les femelles une surface relative inférieure pour les fibres de type I et supérieure pour celles de type IIB. Cette dynamique de population est certainement liée au PG supérieure du LD des femelles.

Les calpaïnes sont des enzymes protéolytiques activées par le calcium et qui sont responsables en phase *post mortem* de l'attendrissement de la viande. Ces enzymes sont contrôlées par leurs propres

inhibiteurs, les calpastatines. Le nombre d'enzymes qui constitue les calpaïnes est assez élevé et leur rôle n'est pas toujours connu. Outre l'attendrissement de la viande, elles seraient aussi impliquées au niveau de la croissance de l'animal. Dans le présent projet, l'activité des calpaïnes 1 et 2 et la calpastatine ont été mesurées (tableau E.2).

Les calpaïnes 1 & 2 n'ont pas été influencées par l'augmentation du poids d'abattage. Ce traitement a toutefois engendré un effet sur l'activité de l'inhibiteur, la calpastatine. Les données du tableau E.2 montrent en effet une certaine diminution de l'activité à 115 kg en comparaison de celle mesurée pour les animaux à 107 kg et 125 kg. Cet effet ne semble pas supporté *a priori* par les résultats des analyses histochimiques ou métaboliques effectués dans le LD. Le rapport calpaïnes/calpastatines, qui représente pour sa part le potentiel protéolytique de la viande a tendance à être plus faible à 125 kg ($P= 0,0679$). Aucune différence au niveau de l'activité des protéases et de l'inhibiteur n'a été trouvée entre les castrats et les femelles ni entre les différentes vitesses de croissance. Aucun effet du sexe ni de la vitesse de croissance n'a été observé quant au potentiel protéolytique.

Les paramètres de la qualité qui ont été mesurés sont le pH, la couleur ($L^*a^*b^*$), les pertes en eau, la solubilité des protéines, la tendreté ainsi que les analyses sensorielles de la tendreté, de la jutosité, et de la flaveur. Ces critères de qualité vont fournir un éventail d'information quant à l'aptitude de la viande à la transformation ainsi que vis-à-vis de sa consommation à l'état frais. La couleur, la perte en eau et le taux de persillage de la viande sont des caractéristiques importantes dans la décision d'achat du consommateur. La tendreté demeure cependant le paramètre de qualité gustative le plus important pour la viande. C'est elle qui influence le plus le rachat ou l'habitude de consommation. Du point de vue du transformateur, le pH et la rétention d'eau sont le reflet pour leur part de la qualité technologique de la viande ou, dans le contexte nord-américain, de son aptitude à retenir la saumure et d'offrir un meilleur rendement à la cuisson.

Le pH (initial et ultime) est une mesure qui est utilisée pour déterminer globalement la qualité de la viande. Les variations de pH vont se répercuter sur plusieurs autres caractéristiques de qualité. À 45 minutes post abattage, il révèle surtout les viandes PSE, alors qu'à 48 heures, il est davantage relié aux viandes des autres types (normale, RSE et DFD) ainsi qu'à son aptitude à la conservation du point de vue microbiologique. Pour l'ensemble des traitements, les deux mesures de pH n'ont pas montré de variation importante pouvant conduire vers des effets sur le développement de la qualité de la viande. Le tableau C.3 montre les diverses mesures de pH. Une différence significative est présente pour le pH ultime entre les femelles et les castrats mais l'écart observé ne semble pas considérable *a priori*. Il pourrait être attribuable au PG plus élevé des femelles. Cet effet relié au sexe

n'est toutefois pas significatif sur la mesure du pH à 48 heures. L'augmentation de l'activité de la LDH avec le poids d'abattage, comme nous l'avons rapporté précédemment, ou encore l'interaction triple des traitements sur son activité, n'a pas eu d'effet non plus sur la chute du pH à 45 minutes *post mortem*.

Les pertes en eau ont été, malgré tout, supérieures chez les femelles (tableau C.3). En absence d'effet de traitement sur la solubilité des protéines ou sur le pH 45 minutes, le faible écart de pH ultime devient l'explication la plus logique pour tenter d'expliquer ces pertes. La diminution de l'espacement entre les myofilaments pourrait être en cause. Les traitements « poids d'abattage » et « vitesse de croissance » ont été sans effet sur les pertes en eau.

La couleur ($L^*a^*b^*$) a été également peu influencée par les traitements. Un léger accroissement de l'indice a^* (rouge) a été observé dans le LD des porcs de 125 kg. La teneur en myoglobine n'a toutefois pas varié en fonction de l'ensemble des traitements.

Les principales protéines musculaires sont les protéines sarcoplasmiques et myofibrillaires. Leur stabilité que l'on mesure via leur solubilité traduit la qualité technologique du tissu et influence notamment la couleur et, aussi, dans une moindre mesure, la texture de la viande. Elle est fortement influencée par l'amplitude et la vitesse de chute du pH. Dans la présente étude, la solubilité des deux fractions protéiques mentionnées précédemment a été mesurée séparément mais aussi globalement. Malgré une teneur totale en protéine soluble relativement faible pour l'ensemble des animaux évalués, l'analyse des résultats n'a montré aucune variation des différentes fractions protéiques suivant l'effet des traitements. Ces résultats sont consistants avec les faibles écarts de pH observés.

La consommation de la viande fraîche amène également à considérer d'autres éléments de qualité. En plus des paramètres visuels comme les pertes en eau et la couleur, les consommateurs recherchent certaines qualités gustatives. Dans ce projet, différentes mesures liées à la tendreté ou à l'attendrissement ont été effectuées. L'activité des calpaïnes/calpastatines mentionnée précédemment fait partie de ces mesures. L'indice de fragmentation myofibrillaire, pour sa part, représente une évaluation rapide de l'intégrité du tissu à la suite de l'action de ces protéases. Finalement, la force de cisaillement mesure la force nécessaire pour couper un échantillon de viande et représente en quelque sorte une évaluation objective de la tendreté de celle-ci. Un panel de dégustation a également été utilisé pour établir le profil sensoriel et valider les mesures de laboratoire (voir section 3.1.D).

Des corrélations positives entre l'indice de fragmentation myofibrillaire avec la calpaïne 1 ($r= 0,30$; $P= 0,044$), le potentiel protéolytique ($r= 0,47$; $P= 0,001$), ainsi qu'avec le rapport calpaïne 1/calpastatine ($r= 0,46$; $P= 0,001$) ont été obtenues et nous indiquent qu'une augmentation de l'activité protéolytique accroît la valeur de l'indice ou encore favorise une certaine désintégration du tissu de façon similaire aux processus impliqués dans la maturation de la viande. Une corrélation négative prévaut également entre la calpastatine et l'indice de fragmentation myofibrillaire ($r= -0,38$, $P= 0,008$). Lorsque l'activité de la calpastatine augmente, l'indice de fragmentation myofibrillaire diminue de façon consistante avec la fonction inhibitrice de la calpastatine sur l'activité protéolytique des calpaïnes. L'indice de fragmentation myofibrillaire (IFM) est aussi négativement corrélé avec la mesure des forces de cisaillement ($r= -0,30$; $P= 0,0009$). Les corrélations précédentes suggèrent dans l'ensemble une variation dans la tendreté de la viande. Ces variations n'ont toutefois pas été suffisamment importantes et sont de même amplitude indépendamment de l'effet des traitements car aucun effet significatif n'a été observé au niveau des forces de cisaillement (tableau C.3).

La fermeté de la viande a été évaluée également par une mesure mécanique quantifiant les forces de cisaillement. Cette mesure est prise à l'aide d'un appareil et ne relève donc pas d'une évaluation subjective comme la mesure de l'évaluation sensorielle. Pour les forces de cisaillement et contrairement à la mesure de fermeté sensorielle, aucun effet significatif des facteurs à l'étude n'est observé et, ce, même si les deux mesures sont corrélées entre elles.

La perception sensorielle de fermeté accrue chez les porcs de 125 kg (voir section 3.1.D) pourrait être associée à leur teneur inférieure en collagène soluble ainsi qu'à une réduction plus marquée du potentiel d'attendrissement de la viande à 125 kg, tel que déterminé par la mesure de l'activité des enzymes responsables de la maturation de la viande.

Conclusion

Globalement, les traitements à l'étude n'ont eu aucun effet majeur sur les caractéristiques macroscopiques de la qualité de la viande, mises à part les pertes en eau plus élevées observées chez les femelles. Même les différences rapportées au niveau sensoriel ont varié à l'intérieur d'une zone de qualité acceptable. Des mesures plus fines, telles celles de l'activité des enzymes protéolytiques, de la taille des fibres musculaires, de l'indice de fragmentation myofibrillaire, de l'activité métabolique musculaire et de l'indice de couleur L^* ont néanmoins permis d'observer des effets de traitements. Leur expression au niveau des qualités recherchées par les marchés ou les consommateurs peuvent dépendre d'une foule de facteurs mais suggèrent quand même une certaine prudence lors d'extrapolation ou d'applications hors contexte. Par exemple, l'augmentation de l'activité

de la lactate déshydrogénase avec le poids d'abattage pourrait dans des conditions de refroidissement sub-optimales favoriser une chute de pH plus rapide et conséquemment accroître l'exsudation et réduire la couleur et la texture de la viande. L'augmentation du poids d'abattage ou encore le maintien de la pression de sélection pour l'amaigrissement ou la vitesse de croissance doit nécessairement et de plus en plus être validé par un suivi au niveau de la qualité de la viande.

Tableau E.1 Histochimie du *longissimus* pour les variables poids d'abattage, vitesse de croissance et le sexe

| Paramètres | Poids d'abattage | | | Vitesse croissance | | Sexe | |
|---|-------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|----------------------|
| | 107 kg | 115 kg | 125 kg | Rapide | Lent | Castrat | Femelle |
| Surface relative (%) | | | | | | | |
| Type I | 6,2 | 6,1 | 6,0 | 6,3 | 6,0 | 6,5 ^a | 5,7 ^b |
| Type IIa | 8,6 | 8,8 | 8,6 | 8,8 | 8,5 | 8,9 | 8,5 |
| Type IIb | 85,2 | 85,1 | 85,3 | 84,9 | 85,5 | 84,6 ^b | 85,8 ^a |
| Pourcentage de types de fibres (%) | | | | | | | |
| Type I | 9,6 | 9,0 | 8,7 | 9,7 ^a | 8,5 ^b | 9,6 | 8,7 |
| Type IIa | 14,6 | 14,5 | 14,3 | 15,0 | 14,0 | 14,8 | 14,2 |
| Types IIb | 75,8 | 76,4 | 76,9 | 75,2 ^b | 77,5 ^a | 75,7 ^b | 77,1 ^a |
| Taille des fibres (μm^2) | | | | | | | |
| Type I | 3080 ^a | 3330 ^{abc} | 3631 ^{bc} | 3151 ^b | 3541 ^a | 3396 | 3298 |
| Type IIa | 2745 | 3025 | 3122 | 2896 | 3034 | 2935 | 2995 |
| Type IIb | 5226 ^b | 5490 ^{bc} | 5771 ^{ac} | 5481 | 5511 | 5456 | 5535 |
| Nombre total de fibres | | | | | | | |
| # Fibres | 973534 | 973418 | 978640 | 987532 | 963463 | 950092 [†] | 1000903 [†] |
| Pourcentage isoforme II (%) Immunohistochimie | | | | | | | |
| Type IIa | 9,6 | 9,2 | 9,3 | 9,7 | 9,1 | 9,1 | 9,6 |
| Type IIx | 31,6 | 32,4 | 33,0 | 31,6 | 33,1 | 33,5 | 31,2 |
| Type IIb | 49,3 | 49,0 | 48,7 | 48,7 | 49,3 | 48,0 | 50,1 |

Pour une variable et une type de fibres donné, les valeurs identifiées par une lettre différente diffèrent significativement selon le test de ($P < 0,05$) † ($P \leq 0,1$).

Tableau E.2 Caractéristiques métaboliques physicochimiques du *longissimus*

| | Poids d'abattage | | | Vitesse | | Sexe | |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | 107 kg | 115 kg | 125 kg | Rapide | Lent | C | F |
| Activité U/g Calpastatine | 7.83 ^{ab} | 6.78 ^a | 8.68 ^b | 8.08 | 7.45 | 7.83 | 7.69 |
| Activité U/g cal 1 | 1,62 | 1,27 | 1,24 | 1,45 | 1,31 | 1,40 | 1,35 |
| Activité U/g cal 2 | 3.55 | 3.34 | 3.56 | 3.60 | 3.37 | 3.51 | 3.46 |
| cal 1/ calpa | 0,214 | 0,189 | 0,154 | 0,190 | 0,180 | 0,190 | 0,181 |
| Potentiel Protéolytique cal (1+2)/Calpa | 0,678 [†] | 0,694 [†] | 0,576 [†] | 0,647 | 0,651 | 0,654 | 0,644 |
| Indice de fragmentation Myofibrillaire | 80,5 | 84,5 | 79,3 | 83,8 | 79,1 | 79,9 | 83,0 |
| Lactate déshydrogénase * | 1818 ^a | 1908 ^a | 2103 ^b | 1903 | 1983 | 1920 | 1967 |
| Citrate synthase * | 4,86 ^a | 5,20 ^{ab} | 5,62 ^b | 5,02 [†] | 5,43 [†] | 5,27 | 5,18 |
| LDH/CS | 395,7 | 381,5 | 391,6 | 399,9 | 380,6 | 383,7 | 395,3 |
| Valeurs de PG obtenues par Marylène (n plus petit) | 164.7 | 162.5 | 166.7 | 166.3 | 163.0 | 157.0 ^a | 172.4 ^b |
| Myoglobine mg/g | 1,31 | 1,43 | 1,45 | 1,41 | 1,39 | 1,38 | 1,41 |
| Protéines solubles (sarco) | 48,38 | 48,76 | 50,09 | 48,46 | 49,70 | 48,93 | 49,23 |
| Protéines solubles (myof) | 57,85 | 58,61 | 57,95 | 57,33 | 58,94 | 58,87 | 57,39 |
| Protéine soluble total % | 10,48 | 10,44 | 10,53 | 10,46 | 10,50 | 10,44 | 10,52 |

CS : citrate synthase, LDH : lactate déshydrogénase, activité en μ mole d'activité par g de tissus frais.

cal 1 : μ -calpaïne, cal 2 : m-calpaïne, calp: calpastatine, en unité d'activité par g de tissus frais.

μ /calp : μ -calpaïne/calpastatine, μ +m/calp : μ -calpaïne+ m-calpaïne/calpastatine.

PG : potentiel glycolytique en μ mole par g de tissus frais.

myoglobine en mg/g de tissus frais.

Protéines solubles (sarco) : sarcoplasmique en mg/g de tissus frais, (myof) : myofibrillaire en mg/g de tissus frais

Pour un traitement, les données identifiées par une lettre différente diffèrent significativement ($P \leq 0,05$), [†] = $P \leq 0,1$

Variation de la qualité le long de la longe

Section préparée par Luigi Faucitano^a et Claude Gariépy^b

^aAgriculture et agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc de Lennoxville, C.P.90 - 2000 Route 108 Est, Lennoxville (QC), J1M 1Z3 Canada

^bAgriculture et agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement sur les aliments, 3600 boulevard Casavant Ouest, Saint-Hyacinthe, Québec, J2S 8E3

3.1.F Variation de la qualité le long de la longe

Matériel et méthodes

À 24 h post mortem, le muscle de la longe (*Longissimus dorsi*) a été coupé en trois sections : thoracique antérieure (A, vers l'épaule); thoracique-lombaire (B, autour du site de classification, 3^{ème}-4^{ème} dernières côtes) et C (lombaire postérieure). Dans chaque section les mesures de qualité suivantes ont été prises : pH par un pH mètre équipé avec une sonde de température; couleur subjective à l'aide d'une échelle Japonaise (de 1 = pâle à 6 = foncée) et réflectance de couleur selon les paramètres L* (luminosité), a* (niveau de rouge) et b* (niveau de jaune) par un colorimètre Minolta (CR-300) après 1 heure d'exposition de la surface du muscle à l'air; et pertes en eau (%) qui ont été mesurées sur une tranche de muscle de 100 g prélevée près du site de classification par une méthode de gravimétrie. Les pertes d'eau ont été calculées en enregistrant la perte de poids du muscle après 48 h de conservation à 1°C.

En plus des déterminations d'ordre histologiques, histo-chimiques et histo-enzymologiques, l'évaluation du nombre et de la taille des fibres musculaires totales a été réalisée dans trois parties équidistantes le long du muscle *longissimus* suivant une progression antérieure postérieure ainsi que dans le muscle Psoas (filet) afin de détecter d'éventuelles variations à l'intérieur du LD ainsi que dans un second muscle de la carcasse.

Résultats et discussion

La section d'échantillonnage a eu un effet significatif sur tous les paramètres de qualité (Tableau F1).

Même si la différence est significative, le pH n'a pas varié beaucoup entre les sections A, B et C. En moyenne, la couleur du muscle a été très pâle tel que montré par la valeur de luminosité (L*) qui a dépassé la valeur seuil de 50, indicateur de couleur acceptable pour la viande de porc. Le degré de pâleur a augmenté progressivement en passant de la partie antérieure à la partie postérieure de la longe. La plus grande pâleur de la section C peut s'expliquer en partie par la teneur en persillage (gras visible) qui est normalement plus élevée à cet endroit de la longe (Faucitano et al., 2004). En fait, la présence du persillage sur la surface du muscle reflète la lumière et donc contribue à donner des valeurs L* plus élevées. Des valeurs L* plus élevées dans la partie lombaire de la longe ont aussi été enregistrés par Lundstrom et Malmfors (1985). Toutefois, contrairement à nos résultats ces auteurs ont trouvé les plus basses valeurs L* dans la région centrale. Nos résultats contrastent avec

ceux de van Oeckel et Warnants (2003) qui ont reporté des valeurs de L^* plus élevées dans la région antérieure. La section C de la longe s'est révélée aussi plus jaune (valeur de b^* élevée) que les sections A et B. Contrairement à ce que l'on s'attendait, la section C était aussi rouge (haute valeur de a^*) que la section A qui était la moins pâle. Ce résultat est surprenant car normalement les variations de L^* (luminosité) et b^* (niveau de jaune) vont en sens inverse que celle du a^* . La variabilité de la valeur a^* est normalement associée au contenu en fibres musculaires oxydatives et en pigments (hémoglobine et myoglobine) du muscle. Plus ces contenus sont élevés, plus la valeur de a^* augmente. Donc, le fait que la section C et A ont la même valeur de a^* indiquerait que le contenu des ces composantes était similaire entre les deux sites anatomiques. Van Oeckel et Warnants (2003) ont aussi reporté des valeurs plus élevées de a^* dans la section lombaire de la longe. Les sections A et C ont montré aussi un niveau d'exsudation plus élevé que la section B. Lundstrom et Malmfors (1985) ont aussi reporté des pertes en eau plus basses dans la section centrale.

La taille des fibres mesurées dans le Psoas fut globalement inférieure à celle du LD (tableau F.2), fort probablement attribuable à une allométrie et aussi une distribution différente au niveau des types de fibres qui composent ces muscles. Les traitements n'eurent cependant aucun effet sur la taille des fibres dans le filet.

Pour les deux muscles, les traitements n'eurent aucun effet interactif sur la taille des fibres ainsi que sur leur nombre. Ceci est vrai pour le LD quelle que soit la partie mesurée. Le nombre de fibres sera déterminé dans le Psoas suite au calcul (à venir) de la surface transversale du muscle. La vitesse de croissance n'a pas eu d'effet non plus sur les paramètres histologiques mesurés ni sur leur origine. La taille des fibres le long du LD s'accroît de la partie A vers la partie C. Les valeurs moyennes obtenues en A sont d'ailleurs davantage comparables à la taille mesurée à partir des coupes utilisées pour l'histochimie et qui ont été prélevées dans cette partie. Comme nous l'avons observé à partir des coupes histochimiques, la taille moyenne des fibres des trois parties du LD s'accroît avec le poids d'abattage. Cet effet origine de l'augmentation de la taille des fibres avec le poids au niveau des parties A et C (Tableau F.2). Selon la littérature, une augmentation de la taille des fibres pourrait être associée à une viande moins tendre.

Finalement, le nombre de fibres dans le LD des femelles fut plus élevé dans la partie B du LD comparativement aux castrats. Aucun effet du sexe n'a été observé dans la partie A où a été prélevé l'échantillon destiné aux analyses histochimiques à partir desquels nous avons déterminé un plus grand nombre de fibres dans le LD des femelles.

En conclusion, la viande dans la région lombaire (section C) de la longe apparaît légèrement plus pâle que celle des parties antérieures. Le caractère exsudatif fut également un peu plus prononcé dans les extrémités.

Tableau F.1 Variation des paramètres de qualité de la viande selon le site anatomique au long du muscle de la longe

| | Section de la longe | | | Effet de la section |
|-------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------|
| | A | B | C | P |
| pH24 | 5,61 (0,01) ^b | 5,61 (0,01) ^b | 5,64 (0,02) ^a | < 0,001 |
| L* | 50,25 (0,27) ^b | 50,69 (0,26) ^{ab} | 51,01 (0,34) ^a | < 0,05 |
| a* | 7,52 (0,20) ^{ab} | 7,38 (0,18) ^b | 7,68 (0,19) ^a | < 0,05 |
| b* | 1,41 (0,12) ^b | 1,27 (0,12) ^b | 1,93 (0,14) ^a | < 0,01 |
| Pertes en eau (%) | 6,5 (0,21) ^a | 5,2 (0,19) ^b | 6,2 (0,23) ^a | < 0,01 |

^{a,b,c} indiquent des différences significatives à un seuil $\alpha = 0,05$

Tableau F.2 : Taille moyenne et nombre total de fibres trouvés le long du *longissimus dorsi* et taille des fibres du psoas

| | Poids d'abattage | | | Vitesse | | Sexe | |
|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------|--------|---------------------|---------------------|
| | 107 kg | 115 kg | 125 kg | Rapide | Lent | C | F |
| Taille Psoas | 2281 | 2307 | 2335 | 2360 | 2265 | 2273 | 2345 |
| Taille longe A | 4904 ^b | 5501 ^a | 5559 ^a | 5293 | 5378 | 5091 ^a | 5591 ^b |
| Taille longe B | 6180 | 6214 | 6628 | 6129 | 6532 | 6344 | 6322 |
| Taille longe C | 6479 ^b | 7058 ^b | 7317 ^a | 6996 | 6951 | 6890 | 7049 |
| Taille longe | 5778 ^b | 6200 ^a | 6440 ^a | 6075 | 6221 | 6019 | 6280 |
| # longe A | 938912 | 864920 | 924300 | 901916 | 911354 | 919271 | 894233 |
| # longe B | 741049 | 769335 | 792409 | 792009 | 744760 | 725708 ^a | 809361 ^a |
| # longe C | 722179 | 674186 | 685491 | 683155 | 700402 | 668360 | 714519 |
| # longe | 837256 | 790503 | 815763 | 800640 | 794845 | 783994 | 810911 |

Taille Psoas : Taille moyenne des fibres musculaires du psoas en μm

Taille longe A, B, C : Taille moyenne des fibres musculaires mesurée dans les différentes sections de la longe en μm

Taille longe : Taille moyenne des fibres musculaire de la longe en μm

longe A, B, C : Nombre de fibres musculaires trouvées dans chaque une des trois zones

longe : Nombre moyen de fibre composant la longe

Pour un traitement, les donnés identifiés par une lettre différente diffèrent significativement ($p \leq 0,05$)

Références

Faucitano, L., Rivest, J., Levésque, Daigle, J.P. et Gariépy, C. 2004. Distribution of intramuscular fat and marbling in the longissimus dorsi muscle of pigs. Canadian Journal of Animal Science 84: 57-61.

Lundstrom, K. et Malmfors, G. 1985. Variation in light scattering and water-holding capacity along the porcine Longissimus dorsi muscle. *Meat Science* 15: 203-214.

Van Oeckel, M. J. et Warnants, N. 2003. Variation of the sensory quality within the m. Longissimus thoracis et lumborum of PSE and normal pork. *Meat Science* 63: 293-299.

Impacts du poids d'abattage sur la proportion de carcasse rencontrant les spécifications de la référence des marchés.

Section préparée par Joël Rivest

*Centre de développement du porc du Québec inc., 2795 boul. Laurier, bureau 340, Sainte-Foy,
Quebec, G1V 4M7 Canada.*

3.1.G Impacts du poids d'abattage sur la proportion de carcasse rencontrant les spécifications de la référence des marchés

La référence des marchés québécois *

Le porc du Québec a acquis la reconnaissance de sa qualité autant sur le marché domestique que celui de l'exportation. Afin qu'il conserve son positionnement, il est essentiel de connaître avec le plus d'exactitude possible les exigences de ces marchés. Pour les identifier, une enquête* a été réalisée en 2002 auprès des différents intervenants de la Filière porcine québécoise** des secteurs du détail, hôtellerie/institution/restauration, courtage, surtransformation et abattage. Au cours de cette enquête, 19 entreprises ont répondu activement en fournissant l'information nécessaire pour l'établissement de spécifications de la viande de porc, de la carcasse et de certains critères de production. Ainsi, la référence des marchés québécois qui a été élaborée se compose des caractéristiques, représentant 78 % des besoins des marchés des entreprises d'abattage participantes.

* Tiré du fascicule « La référence des marchés québécois »

Impact du poids d'abattage

Les résultats de la présente étude ont été utilisés pour étudier l'impact d'une modification du poids d'abattage sur la proportion de carcasses rencontrant certaines spécifications de la référence des marchés québécois. Nous nous sommes limités à étudier cet impact auprès des coupes commerciales, de la surface d'œil de longe et du poids de la carcasse. À cette fin nous avons développé un outil accessible sous forme de page Web, qui permet de simuler l'impact d'une modification du poids d'abattage. Pour ce faire, l'outil génère aléatoirement 1000 porcs pour chaque poids d'abattage ciblé, tout en considérant les relations entre les différentes variables en jeu. Ainsi les simulations prennent en compte l'impact moyen du poids vif sur les variables étudiées, et considèrent aussi la corrélation entre ces variables et le poids vif. Par exemple, la figure G.1 montre la relation entre le poids de la cuisse C-100 et le poids vif lorsque le poids d'abattage ciblé est de 107 kg. Les données utilisées pour définir les relations et les corrélations sont celles des animaux de l'essai de croissance. Seules les données des animaux appartenant au groupe d'abattage cible de 107 kg ont été utilisées pour déterminer les corrélations à un poids d'abattage cible, alors que toutes les données ont été utilisées pour déterminer la relation entre le poids vif moyen et le poids moyen de la pièce considérée. Pour simplification, il ne fut pas fait de distinction entre les groupes de vitesse croissance ni entre les sexes. Les données de coupe primaire sont celles prises à l'abattoir, alors que

celles présentées dans la section sur la qualité de la carcasse provenaient de la découpe effectuée au centre de recherche de Lennoxville. Quelques différences existent entre ces deux origines et nous avons cru bon d'utiliser la source ayant le plus grand nombre d'animaux et qui fut utilisée précédemment dans l'étude sur la référence des marchés.

La méthode proposée permet d'estimer la proportion de carcasse dans la bonne strate pour différents poids d'abattage qui ne ont été pas ciblés dans l'essai de croissance. Pour un poids d'abattage ciblé donné, on suppose que le producteur enverra ses animaux à l'abattoir lorsque ceux-ci sont dans un intervalle de poids de plus ou moins 7 kg autour du poids d'abattage moyen. On suppose également que les écart-types sont proportionnels aux valeurs moyennes. Par exemple l'écart-type associé au poids vif d'abattage est directement proportionnel au poids cible d'abattage, et donc la dispersion des poids est plus grande à des poids d'abattage plus lourds.

Les tableaux G.1 à G.7 présentent pour chaque coupe commerciale, pour la surface d'œil de longe et pour le poids de la carcasse, la proportion des carcasses qui rencontrent les spécifications de la référence des marchés, et ceci pour différents poids d'abattage. Ces résultats indiquent qu'une augmentation du poids d'abattage au-delà de 107 kg pourrait augmenter la proportion de carcasses dans la bonne strate pour la cuisse C-100, le flanc C-400, le soc C-320, la surface d'œil de longe et le poids de la carcasse. Toutefois une augmentation du poids d'abattage pourrait diminuer la proportion de carcasses dans la bonne strate pour la longe C-200 et le picnic C-311.

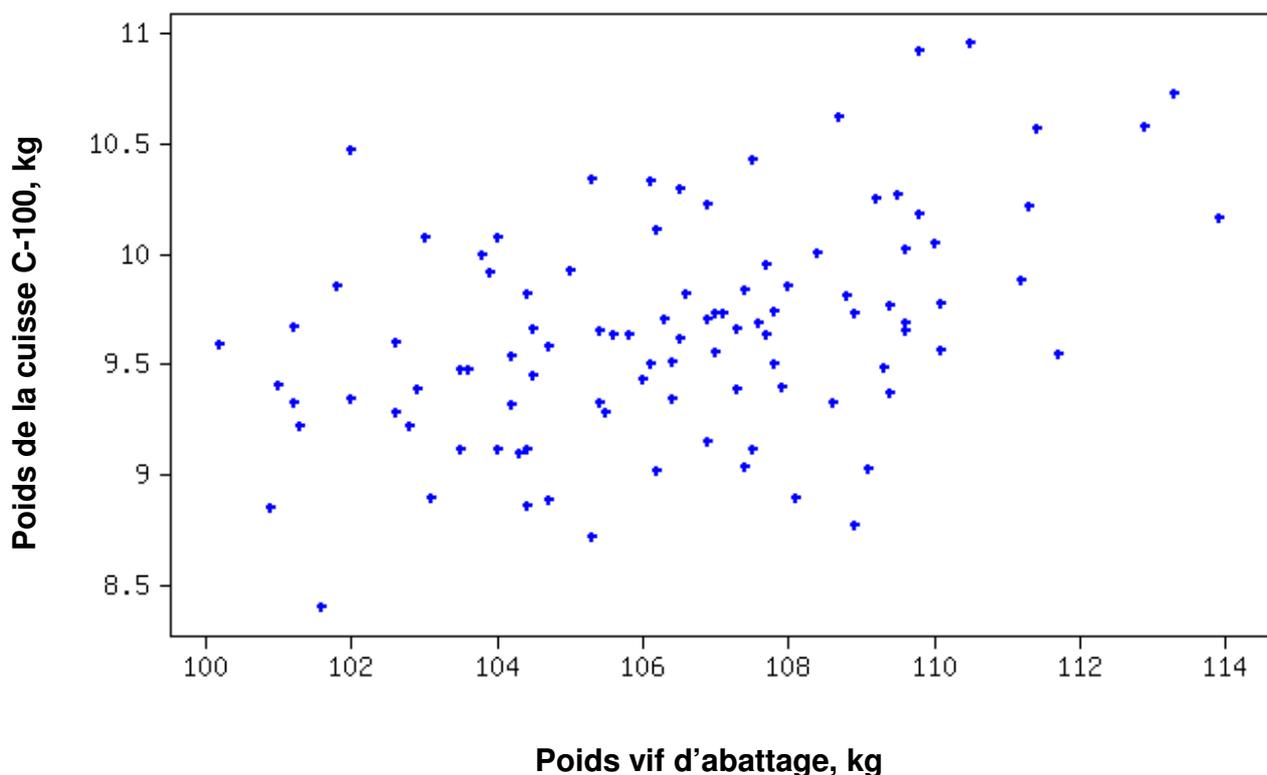


Figure G.1 Relation entre le poids de la cuisse C-100 et le poids vif pour un poids d'abattage cible de 107 kg

Tableau G.1 Impact du poids d'abattage sur la proportion de cuisses C-100 rencontrant la spécification de la référence des marchés

| Poids d'abattage moyen | Mesure moyenne de la pièce | % trop bas (<9.8) | % bonne strate (9.8 à 10.6) | % trop haut (>10.6) |
|------------------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------|---------------------|
| 104.9 | 9.59 | 67.528 | 30.92 | 1.551 |
| 106.9 | 9.75 | 55.694 | 40.373 | 3.934 |
| 108.9 | 9.92 | 40.104 | 52.124 | 7.772 |
| 110.9 | 10.09 | 26.069 | 59.333 | 14.599 |
| 112.9 | 10.26 | 17.592 | 57.382 | 25.026 |
| 114.9 | 10.42 | 10.515 | 53.733 | 35.752 |

Tableau G.2 Impact du poids d'abattage sur la proportion de longes C-200 rencontrant la spécification de la référence des marchés

| Poids d'abattage moyen | Mesure moyenne de la pièce | % trop bas (<8.4) | % bonne strate (8.4 à 9.3) | % trop haut (>9.3) |
|------------------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------------|--------------------|
| 104.9 | 8.81 | 22.958 | 57.911 | 19.131 |
| 106.9 | 8.97 | 16.46 | 55.072 | 28.468 |
| 108.9 | 9.12 | 11.503 | 50.984 | 37.513 |
| 110.9 | 9.27 | 6.778 | 45.881 | 47.341 |
| 112.9 | 9.42 | 4.712 | 38.429 | 56.859 |
| 114.9 | 9.58 | 2.313 | 30.179 | 67.508 |

Tableau G.3 Impact du poids d'abattage sur la proportion de flancs C-400 rencontrant la spécification de la référence des marchés

| Poids d'abattage moyen | Mesure moyenne de la pièce | % trop bas (<4) | % bonne strate (4 à 5.2) | % trop haut (>5.2) |
|------------------------|----------------------------|-----------------|---------------------------------|--------------------|
| 104.9 | 4.18 | 34.436 | 64.323 | 1.241 |
| 106.9 | 4.28 | 26.087 | 71.118 | 2.795 |
| 108.9 | 4.38 | 20.518 | 74.404 | 5.078 |
| 110.9 | 4.49 | 16.267 | 75.912 | 7.821 |
| 112.9 | 4.59 | 12.775 | 75.916 | 11.309 |
| 114.9 | 4.7 | 9.043 | 73.817 | 17.14 |

Tableau G.4 Impact du poids d'abattage sur la proportion de picnics C-311 rencontrant la spécification de la référence des marchés

| Poids d'abattage moyen | Mesure moyenne de la pièce | % trop bas (<3.7) | % bonne strate (3.7 à 4.2) | % trop haut (>4.2) |
|------------------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------------|--------------------|
| 104.9 | 3.97 | 17.27 | 61.841 | 20.889 |
| 106.9 | 4.03 | 12.94 | 58.696 | 28.364 |
| 108.9 | 4.1 | 9.43 | 54.404 | 36.166 |
| 110.9 | 4.16 | 6.048 | 50.782 | 43.17 |
| 112.9 | 4.22 | 4.084 | 44.293 | 51.623 |
| 114.9 | 4.29 | 2.313 | 36.172 | 61.514 |

Tableau G.5 Impact du poids d'abattage sur la proportion de socs C-320 rencontrant la spécification de la référence des marchés

| Poids d'abattage moyen | Mesure moyenne de la pièce | % trop bas (<3.6) | % bonne strate (3.6 à 4.1) | % trop haut (>4.1) |
|------------------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------------|--------------------|
| 104.9 | 3.64 | 45.915 | 43.123 | 10.962 |
| 106.9 | 3.71 | 39.441 | 45.859 | 14.7 |
| 108.9 | 3.77 | 32.228 | 48.394 | 19.378 |
| 110.9 | 3.84 | 25.443 | 49.948 | 24.609 |
| 112.9 | 3.9 | 21.152 | 48.377 | 30.471 |
| 114.9 | 3.97 | 16.719 | 47.529 | 35.752 |

Tableau G.6 Impact du poids d'abattage sur la proportion d'oeil de longe rencontrant la spécification de la référence des marchés

| Poids d'abattage moyen | Mesure moyenne de la pièce | % trop bas (<43) | % bonne strate (43 à 47) | % trop haut (>47) |
|------------------------|----------------------------|------------------|---------------------------------|-------------------|
| 104.9 | 43.24 | 49.121 | 32.472 | 18.407 |
| 106.9 | 43.76 | 44.099 | 34.886 | 21.014 |
| 108.9 | 44.26 | 38.031 | 36.477 | 25.492 |
| 110.9 | 44.77 | 33.472 | 36.809 | 29.718 |
| 112.9 | 45.28 | 28.586 | 37.906 | 33.508 |
| 114.9 | 45.78 | 25.342 | 36.278 | 38.381 |

Tableau G.7 Impact du poids d'abattage sur la proportion de carcasse rencontrant la spécification de la référence des marchés

| Poids d'abattage moyen | Mesure moyenne de la pièce | % trop bas (<85.4) | % bonne strate (85.4 à 93.6) | % trop haut (>93.6) |
|------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------------------|---------------------|
| 104.9 | 84.19 | 65.047 | 34.953 | 0 |
| 106.9 | 85.86 | 44.306 | 55.28 | 0.414 |
| 108.9 | 87.52 | 25.803 | 71.71 | 2.487 |
| 110.9 | 89.18 | 11.887 | 80.292 | 7.821 |
| 112.9 | 90.84 | 3.979 | 76.44 | 19.581 |
| 114.9 | 92.51 | 1.262 | 61.409 | 37.329 |

3.2 Impacts

Le passage à un poids d'abattage plus élevé en production porcine n'est pas aussi simple qu'il puisse paraître au premier abord. En effet, un tel changement s'accompagne de nombreuses répercussions potentielles non seulement sur le produit, mais aussi sur la production. Les résultats de la présente étude montrent clairement qu'à l'intérieur des catégories de poids retenues, un accroissement du poids d'abattage et de la vitesse de croissance n'affecte pas outre mesure la qualité du produit final. Toutefois, un tel changement peut s'accompagner d'impacts majeurs sur la rentabilité des élevages, en fonction du type d'élevage (naisseur-finiisseur vs finiisseur), du support à la production et de la marge de manœuvre disponible pour toutes modifications apportées au troupeau (augmentation du cheptel, accroissement de la taille des bâtiments, etc.). Donc, un accroissement envisageable et acceptable du poids d'abattage des porcs au Québec devra se faire dans le cadre de discussions en profondeur sur ces impacts économiques qui devront être sérieusement pris en considération.

3.3 Diffusion des résultats

Même en cours de projet, tous les moyens ont été pris pour permettre la diffusion la plus rapide et la plus large possible des résultats. Comme cette étude a une portée scientifique importante, au moins 3 articles seront soumis dans des revues scientifiques de calibre international. Toutefois, les résultats de la présente étude ont surtout des retombées majeures sur la production porcine au Québec. Pour s'assurer que les producteurs porcins et les intervenants en production et transformation porcine reçoivent toutes les informations pertinentes, des sessions d'information à des groupes spécifiques, ainsi que des séminaires de vulgarisation ont été présentées. En voici une liste non exhaustive et d'autres sont prévues pour au moins les deux prochaines années :

- Présentation* au syndicat des producteurs de Beauce le 19 janvier 2005
- Conférence au congrès du porc 2004
- Publication dans le Porc Québec de décembre 2004
- Poster de Jorge Andres Correa
- Poster de Sébastien Bouchard
- Publication scientifique de Jorge Andres Correa
- Présentation* au comité qualité du PQAQ le 6 juillet 2004

- Présentation* au comité finisseur de la FPPQ le 22 juin 2004
 - Présentation* au comité génétique du CDPQ le 29 janvier 2004
 - Présentation* au comité qualité du PQAQ le 13 novembre 2003
 - RAPPORT « Épreuves 14 et 15, Performances des animaux en station », avril 2003
 - Autres publications scientifiques à venir : deux de Joël Rivest et une de Sébastien Bouchard
- * Présentations power point disponibles sur demande

4. Plan de financement

Tableau 4.1 Liste des dépenses et pièces justificatives

| Postes budgétaires et fournisseurs | No factures | Montant prévu (\$) | Montant réel (\$) |
|---|-------------|--------------------|-------------------|
| Étudiant gradué * | | | |
| Université Laval 22-05-03 | | | 20 000 \$ |
| Université Laval 10-12-03 | | | 20 000 \$ |
| Université Laval 16-09-04 | | | 20 000 \$ |
| Sous-total | | 60 000 \$ | 60 000 \$ |
| Personnel FPPQ* | | | |
| Danielle Pettigrew | D | | 5 340 \$ |
| Valérie Maillette | C | | 1 267 \$ |
| Richelle Fortin | | | 5 430 \$ |
| Consultant François Arsenault | A | | 3 990 \$ |
| Consultant Yves Desjardins | B | | 678 \$ |
| Sous-total | | 14 400 \$ | 16 794 \$ |
| Autres | | | |
| Semence fournie par le CIPQ* | | | 3 675 \$ |
| Achat de moulée, meunerie La Seigneurie** | | | 24 833 \$ |
| Sous-total | | 25 600 \$ | 28 508 \$ |
| TOTAL | | 100 000 \$ | 105 302 \$ |

* Fait partie du 83 000 \$ montrant l'utilisation de la contribution CDAQ et la contribution minimale du privé (50 000 \$ CDAQ + 33 000 \$ privé). Ces montants ne sont appariés à aucune autre subvention.

** 4 925\$ de ce montant n'est apparié à aucune autre subvention et s'ajoute aux autres contributions pour totaliser 83 000 \$.

5. Conclusions et recommandations

5.1 Notes générales

Le présent projet a pu avoir lieu grâce à la participation financière de plusieurs organismes. Une telle collaboration est souhaitable pour financer un projet d'une telle envergure mais elle requiert de faire face à différentes problématiques. Rappelons que six organismes ont participé à l'étude, ayant pour conséquence un montage financier complexe, principalement à cause des différentes contraintes spécifiques à la participation de chaque organisme. Le changement inattendu de l'un des partenaires un peu avant le début du projet a nécessité de grands efforts d'harmonisation. Dans de futurs projets, il apparaît essentiel de bien connaître dès le départ les partenaires financiers et leurs caractéristiques, notamment en ce qui concerne les possibilités de couplage de leur contribution.

Nous nous sommes de plus retrouvé avec des dates de fin de projet différentes pour deux organismes, l'un prévoyant la fin en juillet 2004, l'autre à la fin mars 2005. Il en est résulté un grand retard au niveau du dépôt du présent rapport. Une attention particulière devra être portée sur les dates de fin de projet pour les projets futurs. Quoiqu'une durée de trois ans puisse paraître longue aux yeux des intervenants de l'industrie porcine, cette période n'est pas hors du commun en recherche.

5.2 Résumé de l'étude

Méthodologie générale

Les données de ce projet sont issues de deux essais qui ont eu lieu à la station d'épreuve de Deschambault. Les animaux utilisés ont été assignés à trois groupes de poids d'abattage, 107, 115 et 125 kg. Pour étudier l'impact de la vitesse de croissance, les animaux provenaient de croisements entre des mères Landrace-Yorkshire ou Yorkshire-Landrace avec deux groupes de pères Duroc, un ayant un indice de potentiel génétique moyen (IPG) positif en regard de la vitesse de croissance, un autre avec un IPG moyen négatif. Des données de performances et d'abattage ont été prises sur l'ensemble des animaux, alors que des mesures de qualité plus exhaustive ont été prises sur un sous-échantillon de 119 animaux.

Performances zootechniques

La consommation totale augmente avec le poids d'abattage, mais on dénote également une augmentation de la consommation quotidienne ainsi que de la conversion alimentaire. Le gain moyen quotidien sur l'ensemble de la période de contrôle n'est pas affecté significativement par le poids, mais le gain moyen calculé pour la fin de l'engraissement, soit entre le dernier changement de moulée et l'abattage, diminue avec une augmentation du poids. Par ailleurs, l'augmentation du poids conduit à une augmentation des épaisseurs de gras et de muscle, et on obtient un rendement en maigre estimé à l'abattoir plus élevé chez les animaux du groupe de 107 kg. Finalement, le rendement de la carcasse (poids chaud de la carcasse divisé par le poids vif avant la mise à jeun x 100) ainsi que la surface de l'œil de la longe augmentent avec le poids.

Les animaux issus du groupe de pères ayant un indice de potentiel génétique (IPG) qui devait donner un avantage au niveau de l'âge, démontrent effectivement une vitesse de croissance plus rapide. Ce résultat attendu permet de valider le pouvoir discriminant des IPG reliés à l'âge. Une consommation quotidienne plus élevée est également observée pour ces animaux. Toutefois, aucune différence significative n'est notée pour la conversion alimentaire ni pour les autres mesures de performances zootechniques.

Composition des coupes commerciales et qualité de la viande

Les proportions de certaines coupes primaires et commerciales dans la carcasse sont affectées par la vitesse de croissance et par le poids. Par ailleurs les proportions de tissus disséqués, soit le gras, le muscle et les os, dans les coupes commerciales ne sont pas affectées par le poids d'abattage mais le sont par le groupe de vitesse. Ainsi, les animaux du groupe rapide obtiennent des proportions moins grandes de muscle et d'os mais une proportion plus importante de gras que les animaux du groupe lent.

Plusieurs mesures prises sur la viande ont permis de déterminer qu'aucun problème de qualité majeur ne semble occasionné par les facteurs étudiés.

Impact du poids sur les performances économiques

Nous avons développé un modèle d'analyse économique intégrant les résultats zootechniques. Ce modèle est disponible sous forme d'un outil « Web » sur le site du CDPQ, à l'adresse suivante : www.cdpqinc.qc.ca/php/poidsdiffusion. On peut y voir, entre autres, les résultats détaillés, la description des concepts et les hypothèses retenues. Le modèle analyse la rentabilité d'une entreprise porcine de type finisseur ou naisseur-finisseur qui cherche une stratégie pour faire face à l'augmentation du poids d'abattage. En somme, l'impact du poids d'abattage sur la rentabilité dépend de plusieurs facteurs : type d'entreprise, grille de classement utilisée, stratégie employée, contexte économique, capacité de l'industrie à s'adapter, etc. La présente étude fournit des bases pour comprendre l'importance de différents facteurs entrant en ligne de compte.

Conclusion

L'étude nous permet de conclure qu'une augmentation du poids d'abattage conduit à une détérioration de la conversion alimentaire, à une augmentation de l'épaisseur de gras sous-cutanée, à une augmentation du rendement de la carcasse et de la surface d'œil de la longe, et à une diminution du gain quotidien en fin de croissance. Par ailleurs, la sélection génétique pour une vitesse de croissance accrue entraîne une plus grande consommation quotidienne et une modification de la composition corporelle obtenue par dissection. On ne note pas d'impact majeur des facteurs à l'étude sur la qualité de la viande.

L'étude de l'impact économique d'une augmentation du poids d'abattage a permis d'intégrer les résultats du volet zootechnique et de démontrer que l'intérêt d'abattre les porcs à un poids plus lourd dépend de plusieurs facteurs.