

# Développement et évaluation de nouvelles mesures *in vivo* permettant d'évaluer la qualité de carcasse



27 mars 2014

## Rapport final

Marie-Pierre Fortier, cand. au Ph. D.

Joël Rivest, Ph. D.

Jacquelin Labrecque, ing. jr

Collaborateurs

Frédéric Fortin, M.Sc., agr.

Raymond Deshaies, conseiller technique

©Centre de développement du porc du Québec inc.  
Dépôt légal 2014  
Bibliothèque et Archives nationales du Québec  
Bibliothèque et Archives Canada  
ISBN 978-2-924413-03-6

## Équipe de réalisation

<b>Répondant</b>	Jacquelin Labrecque, ing. jr, CDPQ
<b>Chargé de projet</b>	Israël Michaud, conseiller technique, CDPQ
<b>Collaborateurs</b>	Marie-Pierre Fortier, cand. au Ph. D., CDPQ Frédéric Fortin, M. Sc., agr., CDPQ Joël Rivest, Ph. D., CDPQ Raymond Deshaies, conseiller technique, CDPQ Laurence Maignel, M. Sc., CCAP
<b>Rédaction</b>	Marie-Pierre Fortier Joël Rivest

## Remerciements

Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière d'Agriculture et Agroalimentaire Canada et du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec accordée en vertu du Programme de soutien aux stratégies sectorielles de développement 1 ainsi que grâce à une aide financière d'Olymel.

**Cultivons l'avenir 2**  
Une initiative fédérale-provinciale-territoriale

Canada

Québec



On nourrit le monde





## Table des matières

1.	Introduction .....	1
1.1	Mise en contexte.....	1
1.2	Revue bibliographique .....	2
1.3	Objectifs du projet.....	4
1.3.1	Objectif général .....	4
1.3.2	Objectifs spécifiques.....	4
2.	Matériel et méthodes.....	6
2.1	Bâtiment et animaux .....	6
2.2	Collecte de données .....	6
2.2.1	optiSORT.....	6
2.2.2	Prises de mesures aux ultrasons.....	6
2.2.2.1	Analyse de photos de côtelettes.....	6
2.2.2.2	Mesures d'épaisseur de gras et muscle sur l'animal vivant, de 75 à 140 kg .....	7
2.2.2.3	Mesures <i>in vivo</i> du niveau de gras intramusculaire prises à deux sites différents soit, entre les 3 <sup>e</sup> et 4 <sup>e</sup> avant-dernières côtes et entre les 10 <sup>e</sup> et 11 <sup>e</sup> côtes .....	8
3.	Résultats et discussion .....	9
3.1	optiSORT.....	9
3.1.1	Précision de l'appareil pour prédire le poids d'un individu .....	9
3.1.1.1	Erreur de mesure estimée par deux pesées consécutives .....	9
3.1.1.2	Distribution des différences entre pesée optiSORT et pesée balance selon graphique de Blant-Aldman.....	9
3.1.1.3	Cas types d'évolution de poids « balance » et de poids « optiSORT » .....	11
3.1.2	Équation de prédiction du poids balance .....	13
3.1.4	Potentiel pour prédire les rendements de coupes .....	15
3.1.4.1	Épaule.....	15
3.1.4.2	Longe.....	15
3.1.4.3	Jambon .....	15
3.1.4.4	Flanc .....	15

3.1.5	Applications considérant les résultats obtenus .....	21
3.1.5.1	Alimentation de précision sur une base individuelle .....	21
3.1.5.2	Alimentation de précision pour un groupe de porcs.....	22
3.1.5.3	Sélection pour l'envoi à l'abattoir .....	24
3.1.5.4	Sélection génétique.....	26
3.2	Prise de mesures aux ultrasons .....	27
3.2.1	Analyses de la banque de photos.....	27
3.2.2	Mesures d'épaisseurs de gras et de muscle, sur l'animal vivant, de 75 à 140 kg.....	29
3.2.2.1	Relations entre l'épaisseur de gras mesurée par ultrasons sur l'animal vivant et l'épaisseur de gras mesurée par la sonde Destron sur la carcasse .....	30
3.2.2.2	Relations entre l'épaisseur de muscle mesurée par ultrasons sur l'animal vivant et l'épaisseur de muscle mesurée par la sonde Destron sur la carcasse. ....	31
3.2.2.3	Aspect technique.....	37
3.2.3	Mesures <i>in vivo</i> du niveau de gras intramusculaire prises à deux sites différents soit, entre les 3 <sup>e</sup> et 4 <sup>e</sup> avant-dernières côtes et entre les 10 <sup>e</sup> et 11 <sup>e</sup> côtes.....	38
3.2.3.1	Aspect technique.....	39
4.	Conclusion .....	40
4.1	Recommandations pour optiSORT .....	40
4.2	Recommandations pour le site de mesures .....	41
5.	Références .....	42

## Liste des tableaux

Tableau 1	Comparaison des pesées à la balance avec les estimations de poids données par l'optiSORT.....	10
Tableau 2	Statistiques descriptives des mesures préabattage obtenues avec optiSORT et des mesures obtenues à l'abattoir avec une balance .....	16
Tableau 3	Corrélation entre le rendement des pièces à l'abattoir (sur une base de poids vif) et les rendements estimés par l'optiSORT juste avant l'abattage et quelques semaines avant l'abattage.....	16
Tableau 4	Résultats de simulation (10 000 porcs) concernant l'application de marges de sécurité (kg) lors de la sélection de porcs à l'abattoir selon l'atteinte d'un poids de carcasse minimal.....	26
Tableau 5	Statistiques descriptives.....	27
Tableau 6	Corrélations de l'épaisseur de muscle de la longe (incluant les muscles intercostaux) et de la mesure de surface par rapport aux mesures d'épaisseur de muscle par ultrasons <i>in vivo</i> .....	28
Tableau 7	Statistiques descriptives des mesures d'épaisseur de gras et de muscle, prises avec l'appareil aux ultrasons sur l'animal vivant et par la sonde Destron sur les carcasses à l'abattoir .....	30
Tableau 8	Corrélations entre l'épaisseur de gras mesurée à différents sites sur l'animal vivant et la mesure de gras prise avec l'appareil Destron à l'abattage .....	30
Tableau 9	Corrélations entre l'épaisseur de muscle mesurée à différents sites sur l'animal vivant et la mesure de muscle prise avec l'appareil Destron à l'abattage .....	31
Tableau 10	Surface de l'œil de longe mesuré par le tracé en abattoir par rapport aux trois différents sites de mesure sur l'animal vivant.....	35
Tableau 11	Statistiques descriptives des mesures du niveau de gras intramusculaire de la longe, mesuré sur deux sites différents .....	38
Tableau 12	Mesure du niveau de gras intramusculaire de la longe par ultrasons par rapport aux deux sites de mesures sur l'animal vivant .....	39

## Liste des Figures

Figure 1	Sonde DESTRON.....	2
Figure 2	Coupes primaires.....	2
Figure 3	Pesée de la cuisse.....	2
Figure 4	Mesure aux ultrasons.....	3
Figure 5	Longe vue de dos .....	3
Figure 6	La technologie optiSORT est une station de tri munie d'une caméra .....	4
Figure 7	Interface du logiciel optiSORT.....	4
Figure 8	Standardisation de la distance entre les différents sites de mesures <i>in vivo</i> .....	7
Figure 9	Épaisseur de gras et de muscle calculée pour chaque site de mesures <i>in vivo</i> ...	7
Figure 10	Graphique de Bland-Altman comparant les poids donnés par la balance avec les estimations de poids de l'optiSORT pour la pesée du 4 mars .....	10
Figure 11	Graphique de Bland-Altman comparant les poids donnés par la balance avec les estimations de poids de l'optiSORT pour l'ensemble des pesées préabattage.....	11
Figure 12	Évolution des poids donnés par la balance et de ceux estimés par l'optiSORT pour des porcs présentant : a) une sous-estimation par l'optiSORT, b) une surestimation par l'optiSORT et c) une différence plus erratique entre le poids optiSORT et le poids balance .....	12
Figure 13	Valeurs observées et prédites du poids balance en fonction du poids optiSORT .....	14
Figure 14	Comparaison des prédictions du poids balance en fonction du poids optiSORT entre les femelles, les mâles castrés et tous sexes confondus .....	14
Figure 15	Comparaison des mesures de l'épaule obtenues à l'abattoir avec les estimations d'optiSORT pour a) le poids, b) le rendement par rapport au poids vif et c) le rendement par rapport au poids de carcasse.....	17
Figure 16	Comparaison des mesures de la longe obtenues à l'abattoir avec les estimations d'optiSORT pour a) le poids, b) le rendement par rapport au poids vif et c) le rendement par rapport au poids de carcasse.....	18
Figure 17	Comparaison des mesures du jambon obtenues à l'abattoir avec les estimations d'optiSORT pour a) le poids, b) le rendement par rapport au poids vif et c) le rendement par rapport au poids de carcasse.....	19
Figure 18	Comparaison des mesures du flanc obtenues à l'abattoir avec les estimations d'optiSORT pour a) le poids, b) le rendement par rapport au poids vif et c) le rendement par rapport au poids de carcasse.....	20

Figure 19	Comparaison par simulation de moyennes de poids sans erreur de 250 groupes de 40 porcs avec les moyennes des poids optiSORT, considérant a) que chaque animal n'est pesé qu'une fois avec optiSORT, b) que chaque animal est pesé trois fois avec optiSORT et c) que chaque animal est pesé suffisamment de fois pour rendre nulle l'erreur due au manque de répétabilité d'optiSORT.....	23
Figure 20	Poids vif optiSORT corrigé en préabattage en fonction du poids de carcasse....	25
Figure 21	Poids vif en préabattage mesuré avec la balance en fonction du poids de carcasse .....	25
Figure 22	Rendement en maigre prédit à l'abattoir en fonction de l'épaisseur de gras dorsal mesurée avec la sonde Destron à l'abattoir .....	33
Figure 23	Rendement en maigre prédit à l'abattoir en fonction de l'épaisseur de muscle dorsal mesurée avec la sonde Destron à l'abattoir.....	33
Figure 24	Courbes de tendance de la relation entre le rendement en maigre prédit avec les mesures de la sonde Destron prises à l'abattoir et la mesure d'épaisseur de gras dorsal prise à différents sites avec un appareil aux ultrasons avant l'abattage.....	34
Figure 25	Relation entre le rendement en maigre prédit à l'abattoir et l'épaisseur de gras dorsal ajustée à 100 kg prise avec l'appareil aux ultrasons à deux sites de mesure .....	35
Figure 26	Comparaison des droites de régression de la prédiction de la surface d'œil de longe en fonction de l'épaisseur de muscle mesurée aux ultrasons à 5 cm (ligne pleine), 7,5 cm (tirets) et 10 cm (pointillé) mesurée avant l'abattage .....	36
Figure 27	Comparaison des droites de régression de la prédiction de la surface d'œil de longe en fonction de l'épaisseur de muscle prise aux ultrasons à 5 cm (ligne pleine) et à 7,5 cm ajustée à 100 kg de poids vif pour les porcs abattus à 140 kg .....	37
Figure 28	Mesure du niveau de gras intramusculaire de la longe entre les 10 <sup>e</sup> et 11 <sup>e</sup> côtes (a) et entre les 3 <sup>e</sup> et 4 <sup>e</sup> avant-dernières côtes (b) .....	38



# 1. Introduction

## 1.1 Mise en contexte

L'amélioration de la qualité de la carcasse pour répondre aux besoins des différents marchés est d'une importance capitale pour la filière porcine québécoise. D'une part, l'amélioration de la qualité des carcasses peut se concrétiser par un changement des rendements des coupes primaires. Le flanc et la longe sont les pièces de viande les plus lucratives. L'importance de la qualité de ces pièces est grandissante dans un contexte de mondialisation. Les marchés d'exportation demanderont de plus en plus des pièces de viande avec des caractéristiques spécifiques. À titre d'exemple, certains abattoirs en Europe, notamment en Allemagne, accordent des bonis aux producteurs pour les porcs rencontrant les caractéristiques demandées par leurs clients, ce qui leur permet de se différencier et d'assurer la pérennité de leur entreprise. En contraste, actuellement au Québec, une tendance à la baisse a été observée concernant le rendement de la longe (rendement de la coupe primaire) sur les animaux commerciaux et cette diminution pourrait être associée à l'application des programmes de sélection génétique. En effet, dans les épreuves 19 et 20 réalisées à la station d'évaluation des porcs de Deschambault, le rendement de la longe était de 28,20 % alors qu'il était de 27,26 % dans les épreuves 23-24 et, de 26,92 % lors de l'épreuve 30. Plusieurs facteurs peuvent être en cause, dont certaines corrélations génétiques défavorables lors de la sélection pour les caractères traditionnels (ex. : vitesse de croissance, conversion alimentaire, épaisseur de gras et muscle, etc.), mais aussi d'autres facteurs tels que l'augmentation des poids d'abattage.

D'autre part, l'amélioration de la qualité des carcasses peut se concrétiser par une épaisseur de gras dorsal et de muscle uniforme et spécifique aux besoins des marchés. Par exemple, le ratio gras/muscle désiré est variable selon les différents marchés. Certains marchés préfèrent des carcasses avec un maximum de viande commercialisable, donc le ratio gras/muscle doit être au minimum, tandis que d'autres marchés nécessitent une certaine couverture de gras dorsal sur la longe afin d'améliorer la fermeté de la viande et pour assurer une belle présentation. Ce ratio gras/muscle peut également varier d'une coupe primaire à l'autre. Ainsi, il est essentiel de bien adapter l'épaisseur de gras et de muscle dorsal en fonction des différents marchés : une caractérisation de ces paramètres, selon divers sites de mesures et à des poids d'abattage différents, est nécessaire pour la filière porcine québécoise.

Le niveau de gras intramusculaire dans la longe est un important critère de qualité de la viande de porc puisqu'il influence son apparence et la décision d'achat des consommateurs. Comme la perception des consommateurs par rapport au persillage diffère d'un pays à l'autre, il est difficile de satisfaire efficacement toutes ces exigences. Une étude menée par Ngapo *et al.* (2007) rapporte que les consommateurs des pays asiatiques (Japon, Taïwan et Corée) préfèrent une viande avec un haut niveau de persillage. Ces résultats ont été appuyés plus récemment par une enquête menée par Canada Porc International (Marcon, 2008) qui rapporte que les pays asiatiques, dont la Corée, le Japon et la Chine, démontrent une forte préférence pour le standard de persillage le plus élevé comme premier choix dans la sélection de la viande de porc. Par ailleurs, cette même enquête a permis de constater que les répondants américains ne semblent pas avoir de préférence marquée pour une viande persillée ou non. De leur côté, les préférences de persillage varient au Mexique et au Canada, car près de la moitié des Canadiens a montré un intérêt pour une viande ayant un standard moyen de persillage et les Mexicains, pour une viande faiblement persillée. Il existe donc des particularités locales et extérieures, propres à chaque acheteur, et les abattoirs doivent tenir compte de celles-ci.

Le client a le choix et c'est maintenant lui qui dirige le marché. D'ailleurs, plusieurs clients avancent qu'une consistance de la qualité des produits peut apporter un avantage concurrentiel sur le plan de la qualité. De plus, il est reconnu que fournir un produit uniforme, répondant à des besoins spécifiques (couleur, persillage, qualité du gras, etc.), justifie un prix plus élevé, donnant ainsi une valeur ajoutée à la viande de porc (Marcon, 2008). À la suite de ce constat, il est primordial de fournir aux différents clients une viande de porc répondant de façon précise à leurs différentes exigences. L'utilisation d'une méthode *in vivo*, permettant une évaluation précise et fiable du niveau de gras intramusculaire, et ce, sans destruction de la carcasse, serait donc un atout majeur pour l'industrie.

## 1.2 Revue bibliographique

Plusieurs spécialistes en production porcine affirment que la méthode d'évaluation de la carcasse à l'abattoir de l'épaisseur de gras et de muscle par la sonde DESTRON (Figure 1) est dépassée. Les résultats de Marcoux (2007) montrent que cette mesure prise à l'abattoir est un faible indicateur de la valeur marchande de la carcasse et que l'utilisation future de cette mesure pour prédire la valeur de la carcasse est remise en question. Un meilleur indicateur potentiel de la valeur de la carcasse serait le poids ou rendement des coupes primaires. Le rendement de la coupe primaire est simplement le poids d'une coupe primaire divisé par le poids de la demi-carcasse. Les quatre coupes primaires sont l'épaule, la longe, le flanc et la cuisse (Figures 2 et 3). La valeur monétaire de ces coupes primaires est très variable, la longe étant la deuxième coupe la plus lucrative, tandis que le jambon a une valeur moindre que les autres coupes. En effet, selon Agriculture et Agroalimentaire Canada (2013), la longe parée revient à 3,25 \$/kg derrière le flanc découenné à 4,82 \$/kg alors que le jambon revient à 2,45 \$/kg.



Figure 1 Sonde DESTRON

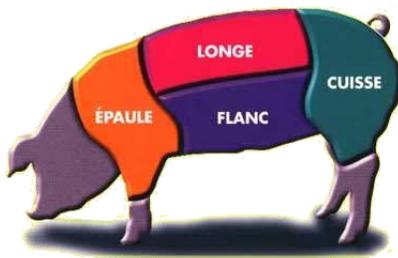


Figure 2 Coupes primaires



Figure 3 Pesée de la cuisse

Les programmes de sélection génétique doivent être les premiers à intégrer de nouvelles mesures pour évaluer et améliorer certains caractères. Plusieurs années de sélection des animaux reproducteurs de race pure sont nécessaires avant d'observer une amélioration des performances sur les porcs commerciaux. Cependant, les programmes de sélection génétique actuels considèrent peu de mesures de qualité de la carcasse. Une mesure d'épaisseur de gras et de muscle est prise à l'aide des technologies aux ultrasons à un site bien précis, soit à 5 cm de la colonne vertébrale entre les 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> avant-dernières côtes (Figure 4). Cette mesure est prise sur les porcs vivants de race pure depuis les années 80. Les trois principales races en sélection génétique au Québec, soit le Duroc, le Yorkshire et le Landrace avaient en moyenne, en 1980, une épaisseur de gras dorsal de 17,3 mm. Par la sélection génétique (choix des animaux reproducteurs les plus performants), cette épaisseur de gras dorsal a diminué au fil des années jusqu'à 10,4 mm en 2005, soit une réduction d'environ 40 %. Une réduction de

l'épaisseur de gras dorsal des porcs améliore le rendement en viande maigre de la carcasse et l'efficacité alimentaire des porcs en croissance. Les généticiens se questionnent sur le site idéal pour prédire le rendement en viande maigre de la carcasse et de la surface d'œil de longe, car le poids de l'animal vivant, au moment des prises de mesures sur ce dernier, a évolué considérablement au cours des dernières années passant de 90 à 105 kg en moyenne, et aussi, parce que l'épaisseur de gras dorsal a considérablement diminué à ce site. Certains généticiens prétendent que le site idéal pour prendre une mesure d'épaisseur de gras et de muscle serait à 7 cm plutôt qu'à 5 cm et que de nouveaux sites pour la prise de mesures du gras et de muscle devraient être utilisés. La Figure 5 montre bien les localisations des sites de mesure à 5 et 7 cm sur une longe en vue de dos et vue de face de la carcasse.



**Figure 4** Mesure aux ultrasons



**Figure 5** Longe vue de dos

L'optiSORT (Figure 6), une balance-trieuse pour les porcs en engraissement et équipée d'une caméra digitale, est vendue principalement en Europe pour sélectionner les animaux en fonction, non seulement de leur poids vif, mais aussi en fonction de leur poids de carcasse et de leurs coupes primaires (longe, cuisse, flanc ou épaule). Selon la compagnie manufacturière allemande et selon des producteurs qui l'utilisent, le système d'estimation de ces différents paramètres, fonctionnant en analysant par imagerie la géométrie du porc (Figure 7), permet aux producteurs utilisateurs de nourrir les animaux et de préparer leur expédition en fonction du poids des coupes les plus payantes à l'abattoir selon leur grille de classement. Donc, l'expédition des porcs à l'abattoir n'est pas effectuée seulement en fonction du poids vif. En Europe, certains abattoirs paient une surprime aux producteurs leur fournissant des coupes de viandes satisfaisant les besoins de leurs clients. Il devient donc avantageux pour les producteurs de trouver une façon de trier leurs animaux en fonction de ce qui est le plus payant et de trouver des moyens tels que la sélection génétique, l'alimentation ou la conduite d'élevage (ex. : poids d'abattage) pour augmenter leurs revenus.

En ce moment, les producteurs allemands sont capables d'obtenir leurs bonis avec la précision actuelle de l'appareil, mais la compagnie manufacturière n'est pas en mesure de nous donner la précision exacte de ces mesures puisqu'elle a cessé le développement de son produit au moment où le niveau de précision permettait de satisfaire les demandes de l'abattoir. Pour ce qui est de l'estimation du poids vif par contre, il semblerait que la marge d'erreur est de plus ou moins 3 %, ce qui est similaire à une balance traditionnelle.



Figure 6 La technologie optiSORT est une station de tri munie d'une caméra

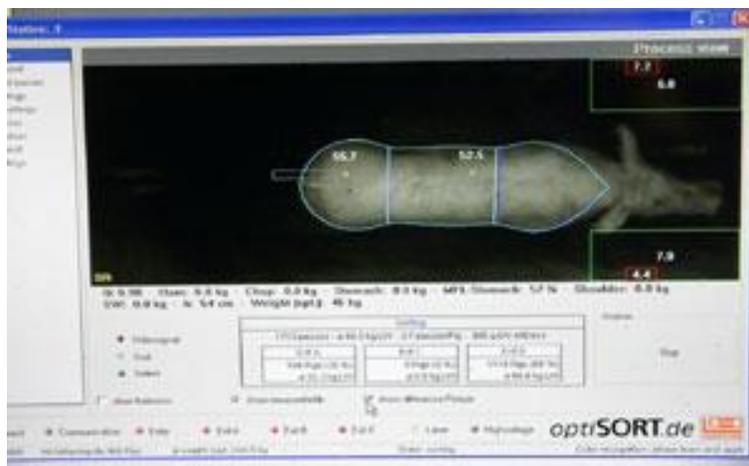


Figure 7 Interface du logiciel optiSORT

### 1.3 Objectifs du projet

#### 1.3.1 Objectif général

Évaluer et valider de nouvelles mesures de la qualité de la carcasse sur l'animal vivant

#### 1.3.2 Objectifs spécifiques

- Évaluer une méthode de mesure par imagerie du poids de la carcasse et des poids de coupes primaires prises directement sur l'animal vivant et s'assurer qu'elle peut être utilisée dans un programme d'amélioration génétique afin de répondre aux besoins actuels ou futurs de l'industrie;
  - Comparer le poids de la carcasse et le poids de quatre coupes primaires (épaule, longe, flanc, cuisse) mesurés à l'abattoir à ceux estimés par imagerie par l'optiSORT, selon deux poids d'abattage (120 et 140 kg);
  - Comparer le poids vif de l'animal mesuré avec une balance traditionnelle à celui estimé par imagerie avec optiSORT (75, 100, 120 et 140 kg);

- Évaluer la précision de la prédiction du rendement en maigre et de la surface d'œil de longe à partir de la mesure d'épaisseur de gras et de muscle selon la distance de la ligne médiane et le poids de l'animal vivant (75, 100, 120 et 140 kg)
  - Comparer deux distances de mesures de l'épaisseur de gras et de muscle (5 et 7,5 cm) *in vivo* selon deux poids (75 et 100 kg) et la prédiction du rendement en maigre et de la surface d'œil de longe à l'abattoir
  - Comparer trois distances de mesures de l'épaisseur de gras et de muscle (5, 7,5 et 10 cm) *in vivo* selon deux poids (120 et 140 kg) et la prédiction du rendement en maigre et de la surface d'œil de longe à l'abattoir
  - Étudier la relation entre les épaisseurs de muscle et de gras entre la 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> avant-dernières côtes et les mesures de qualité de la carcasse pour tous les porcs avant l'envoi à l'abattoir.
- Évaluer la précision de la prédiction du gras intramusculaire *in vivo* selon deux sites de mesure différents.

## **2. Matériel et méthodes**

### **2.1 Bâtiment et animaux**

Le projet a été réalisé à la station d'évaluation des porcs de Deschambault, lors de l'épreuve 35, sur un total de 340 porcs. Deux groupes ont été formés, soit un premier groupe regroupant des animaux à un poids visé de 120 kg et un autre groupe regroupant des animaux à un poids visé de 140 kg. Les porcs du deuxième groupe étant âgés de trois semaines supplémentaires, les porcs des deux groupes ont pu être abattus dans la même période d'abattage.

### **2.2 Collecte de données**

#### **2.2.1 optiSORT**

Chaque prise de mesure avec l'appareil optiSORT a été accompagnée d'une pesée avec la balance traditionnelle. Les données de poids vif et du poids des coupes estimés par l'optiSORT ont été collectées avant l'envoi à l'abattoir pour tous les porcs. Un groupe restreint de 72 animaux ont été soumis à la prise de mesures répétées séparées d'environ une semaine chacune, le nombre de jours de mesure variant de 5 à 9 par animal. À trois dates différentes sur une période de deux semaines, ces mêmes porcs ont été évalués avec optiSORT et pesés avec la balance traditionnelle à deux reprises dans la même journée afin d'étudier la variabilité des résultats. Les poids de carcasse de tous les animaux ainsi que les poids de leurs différentes coupes primaires (cuisse, longe, épaule et flanc) ont été mesurés à l'abattoir.

#### **2.2.2 Prises de mesures aux ultrasons**

##### **2.2.2.1 Analyse de photos de côtelettes**

La détermination du site de mesure le plus précis pour l'évaluation du rendement en viande maigre des carcasses et de la surface de l'œil de longe a été réalisée à partir de photos numériques de côtelettes. Pour ce faire, quatre-vingt-sept (87) photos de côtelettes ont été sélectionnées parmi plus de 700 photos provenant d'animaux des épreuves en station 27 et 28, prises dans le cadre du projet « Développement de standards canadiens des mesures de qualité ».

Les différentes mesures sur les photos ont été réalisées à l'aide du logiciel Image J (<http://rsb.info.nih.gov/ij/>). Brièvement, un carré a été ajouté sur la photo afin d'obtenir un angle de 90 degrés dans le coin supérieur droit de la côtelette, permettant la standardisation de la distance des sites, par rapport à la ligne médiane, sur chaque photo (Figure 8). L'emplacement exact de chaque site de mesure (4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10 cm) est déterminé automatiquement à l'aide d'un fichier XLS (Figure 9). Par la suite, une ligne droite est tracée, partant de la couche de gras jusqu'aux muscles intercostaux, afin de mesurer l'épaisseur de gras dorsal, la profondeur du muscle et la surface de l'œil de longe selon les différents sites de mesure. Finalement, les valeurs X et Y, représentant les jonctions entre la couche de gras et l'épaisseur de muscle sont compilées dans le fichier XLS afin d'obtenir les distances entre chaque point.



Figure 8 Standardisation de la distance entre les différents sites de mesures *in vivo*



Figure 9 Épaisseur de gras et de muscle calculée pour chaque site de mesures *in vivo*

### 2.2.2.2 Mesures d'épaisseur de gras et muscle sur l'animal vivant, de 75 à 140 kg

Afin de vérifier la précision de la prédiction de rendement en maigre et de la surface de l'œil de longe, des mesures longitudinales d'épaisseur de gras et de profondeur de muscle ont été réalisées à trois différents sites sur l'animal vivant, soit à 5 cm, 7,5 cm et 10 cm à partir de la colonne vertébrale. Plus précisément, les mesures à 5 et 7,5 cm ont été évaluées à un poids moyen de 74 kg et 104 kg. Les mesures à 5, 7,5 et 10 cm ont été évaluées lors de la sortie des porcs vers l'abattoir. Toutes les mesures ont été prises à l'aide d'un appareil à ultrasons (Aloka SSD-500V Scanner UST 5011 12,5 cm 3,5 MHz). Les images prises ont été analysées avec le logiciel BioSoft ToolBox II for Swine de BIOTRONICS. À des fins statistiques, seuls les animaux ayant toutes les mesures faites à chacun des sites évalués ont été analysés (n=282).

Pour déterminer la meilleure distance à partir de la colonne vertébrale pour prédire la surface de l'œil de longe, l'épaisseur de muscle *in vivo* (incluant les muscles intercostaux) à chacun des différents sites a été prise en considération. La surface de l'œil de longe a également été mesurée à l'aide d'un tracé, fait sur la partie postérieure de la longe, de chacun des porcs abattus.

### **2.2.2.3 Mesures *in vivo* du niveau de gras intramusculaire prises à deux sites différents soit, entre les 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> avant-dernières côtes et entre les 10<sup>e</sup> et 11<sup>e</sup> côtes**

Lors de chacune des sorties de porcs pour l'abattoir, deux mesures du niveau de gras intramusculaire ont également été prises, entre les 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> avant-dernières côtes et entre les 10<sup>e</sup> et 11<sup>e</sup> côtes, sur tous les animaux du groupe de 140 kg. Ces mesures ont été faites à l'aide d'un appareil à ultrasons (Aloka SSD-500V Scanner UST 5011 12,5 cm 3,5 MHz) et les images prises ont également été analysées avec le logiciel BioSoft ToolBox II for Swine de BIOTRONICS.

Afin de vérifier la précision entre les deux sites de mesures *in vivo*, la 13<sup>e</sup> côte a été prélevée sur la longe gauche et évaluée des deux côtés avec l'échelle de persillage NPPC (1-10) (NPPC, 2000) et l'échelle de persillage canadienne CAN (0-6).

## 3. Résultats et discussion

### 3.1 optiSORT

#### 3.1.1 Précision de l'appareil pour prédire le poids d'un individu

##### 3.1.1.1 Erreur de mesure estimée par deux pesées consécutives

À trois occasions séparées d'environ 1 semaine et correspondant à des poids de 80, 87 et 95 kg, les porcs ont été pesés dans la balance ainsi que dans optiSORT à deux reprises dans la même journée. Pour un même appareil, la variabilité entre de telles mesures dans une même journée est affectée par la variabilité inhérente à la précision de l'appareil ainsi que par la variabilité du poids réel de l'animal. Bien qu'à la première et à la dernière occasions, les pesées aient été effectuées à des moments relativement rapprochés, il a été observé que plusieurs animaux ont déféqué ou uriné entre les deux pesées, occasionnant une variation de poids réelle de l'animal. À la deuxième occasion (87 kg), les pesées ont été séparées de quelques heures, la première ayant eu lieu en avant midi et la deuxième en après-midi. Le poids réel des animaux a donc été affecté par la défécation, la miction et l'ingestion possible d'aliment et d'eau ayant eu lieu durant cette période. L'écart type de la différence entre deux mesures d'un même animal est un indicateur de la répétabilité de l'appareil. Dans le cas présent, l'écart type obtenu est affecté également par les variations de poids de l'animal tel qu'il vient d'être mentionné. La répétabilité de l'appareil devrait donc être inférieure à la variabilité observée. Pour la balance, les écart-types de la différence entre deux mesures sur un même animal ont été de 0,79, 1,26 et 0,63 pour les pesées à 80, 87 et 95 kg respectivement, alors que pour l'optiSORT, elles ont été dans le même ordre, de 2,22, 2,85 et 1,84. Ces résultats indiquent que la variabilité des poids obtenus avec optiSORT est supérieure à celle obtenue avec la balance. La variabilité ne semble pas augmenter avec le poids puisque la variabilité à 95 kg est inférieure à celle observée à 80 kg, et ceci, pour les deux appareils. Il pourrait être intéressant de valider ce constat sur une étendue de poids plus large. Les variabilités les plus élevées sont observées à la pesée 87 kg, ce qui peut s'expliquer par la durée plus importante entre les première et deuxième pesées, conduisant à des variations de poids réelles plus importantes qu'aux pesées 80 et 95 kg.

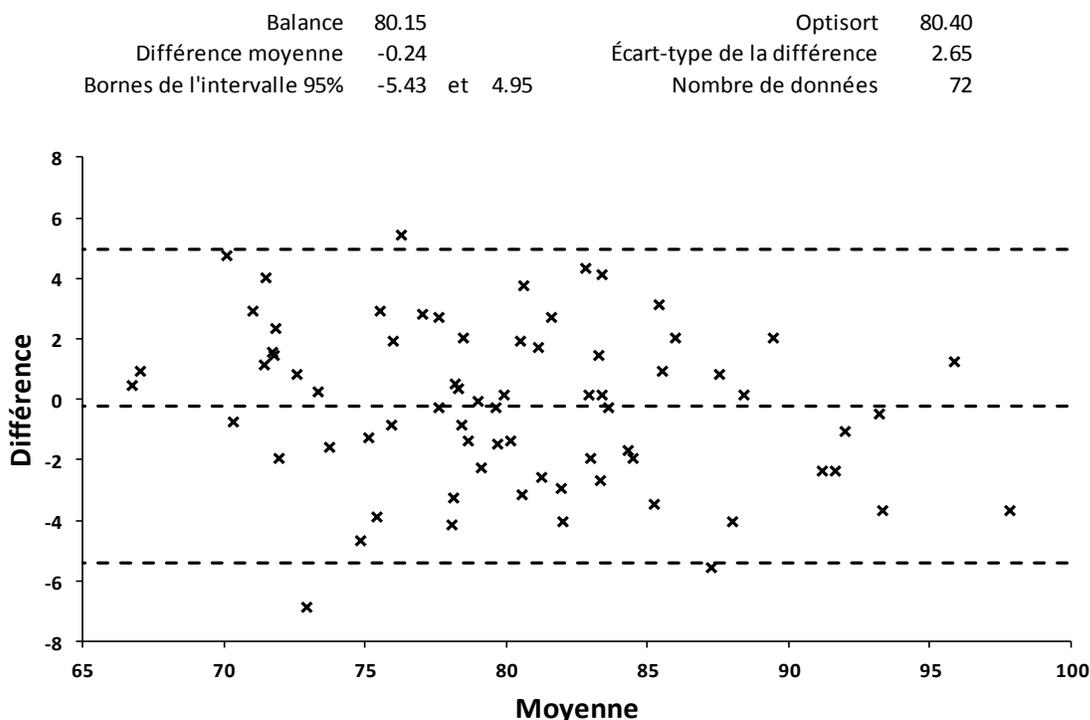
##### 3.1.1.2 Distribution des différences entre pesée optiSORT et pesée balance selon graphique de Bland-Altman

La comparaison de deux appareils mesurant le même élément, et étant empreint tous deux d'une erreur de mesure qui leur est propre, peut se faire au moyen d'un graphique de Bland-Altman. En ayant des paires d'observations, soit une observation par appareil, une telle comparaison se fait en rapportant sous forme graphique la différence évaluée pour chaque paire d'observations, entre la mesure de chaque appareil en fonction de la moyenne des deux appareils. La différence moyenne peut indiquer la présence d'un biais d'un appareil par rapport à l'autre et l'intervalle qui contient 95 % des différences et qui est borné par ce qui est appelé communément les limites d'agrément, peut servir à déterminer si les mesures des deux appareils sont interchangeable (Sylvestre, 2011, Figure 10). Les limites d'agrément ont été mesurées sur les mêmes animaux à l'occasion de plusieurs pesées et sont présentées au Tableau 1. Pour les cinq premières pesées où les porcs sont plus légers, les limites d'agrément ne semblent pas affectées par les poids. L'écart entre les limites inférieure et supérieure est en moyenne de 10,74 kg. Si l'on suppose qu'il n'y a pas de différence systématique ou encore que l'on corrige pour celle-ci, on pourrait s'attendre à ce que la pesée optiSORT d'un porc se situe

dans 95 % des cas à plus ou moins 5,4 kg de la pesée de la balance. Rappelons que cette variabilité est fonction de la variabilité des mesures optiSORT et de la variabilité des mesures de la balance, qui est toutefois moindre dans ce dernier cas, tel que rapporté précédemment. L'étude des graphiques pour les autres pesées indique qu'à partir d'un certain poids, l'écart entre les mesures des deux appareils augmente avec le poids. Ceci est particulièrement évident en observant le graphique pour l'ensemble des poids à l'abattage (Figure 11). Il en ressort qu'il serait pertinent de produire une équation de correction des poids optiSORT pour corriger pour le biais observé à des poids plus élevés.

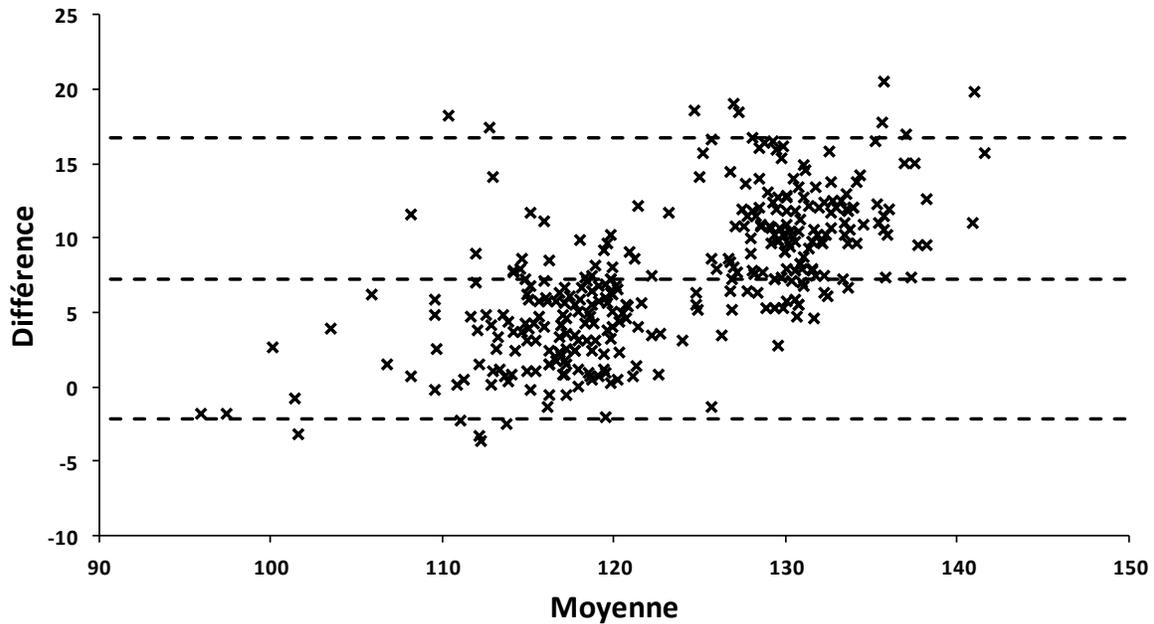
**Tableau 1 Comparaison des pesées à la balance avec les estimations de poids données par l'optiSORT**

Date	20140304	20140310	20140318	20140325	20140401	20140409	Abattages
Nombre de données	72	73	72	69	55	27	327
Limite d'agrément supérieure	4,95	3,87	3,57	5,13	6,02	8,35	16,73
Limite d'agrément inférieure	-5,43	-4,98	-7,61	-6,66	-5,48	-6,94	-2,21
Poids moyen balance	80,15	86,3	95,63	102,36	107,18	109,83	127,04
Poids moyen optiSORT	80,4	86,85	97,65	103,13	106,91	109,13	119,78
Différence moyenne	-0,24	-0,55	-2,03	-0,76	0,27	0,7	7,26
Probabilité d'avoir une différence nulle	0,439	0,04	0	0,04	0,5	0,36	0



**Figure 10 Graphique de Bland-Altman comparant les poids donnés par la balance avec les estimations de poids de l'optiSORT pour la pesée du 4 mars**

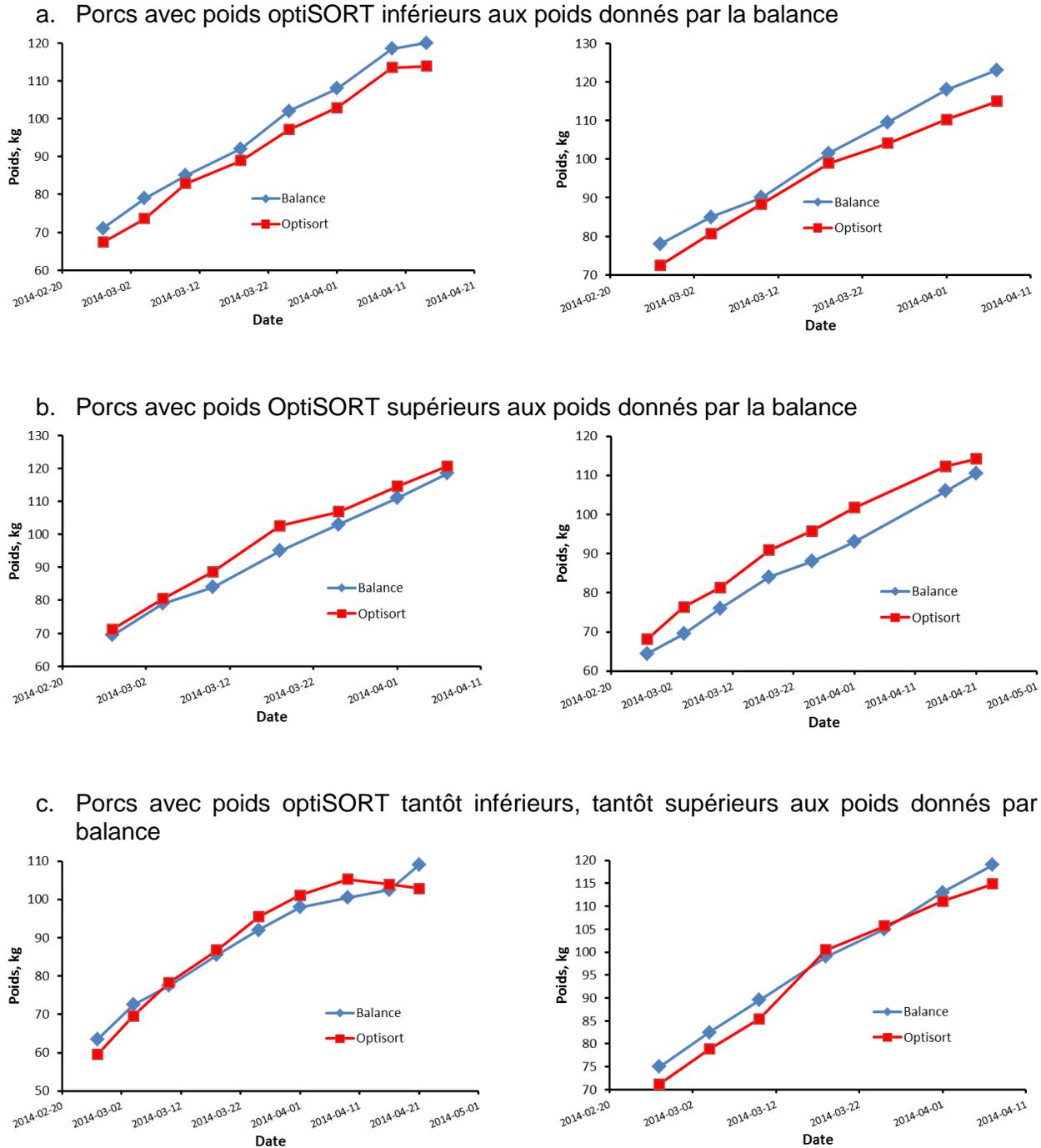
Balance	127.04	Optisort	119.78
Différence moyenne	7.26	Écart-type de la différence	4.83
Bornes de l'intervalle 95%	-2.21 et 16.73	Nombre de données	327



**Figure 11** Graphique de Bland-Altman comparant les poids donnés par la balance avec les estimations de poids de l'optiSORT pour l'ensemble des pesées préabattage

### 3.1.1.3 Cas types d'évolution de poids « balance » et de poids « optiSORT »

Bien qu'en deçà d'un certain poids, les moyennes de poids d'optiSORT ou de la balance soient proches, il est intéressant de noter que pour certains animaux, le poids balance est systématiquement sous-estimé par l'optiSORT (Figure 12a), alors que pour d'autres, il est surestimé (Figure 12b). D'autres présentent des variations plus erratiques (Figure 12c).



**Figure 12** Évolution des poids donnés par la balance et de ceux estimés par l'optiSORT pour des porcs présentant : a) une sous-estimation par l'optiSORT, b) une surestimation par l'optiSORT et c) une différence plus erratique entre le poids optiSORT et le poids balance

### 3.1.2 Équation de prédiction du poids balance

Une équation permettant de prédire le poids balance à l'aide du poids optiSORT est produite à partir de la plupart des mesures de poids disponibles. L'équation est une équation quadratique pour laquelle le terme quadratique ne s'applique qu'à partir d'un seuil donné, ce seuil étant le 4<sup>e</sup> paramètre de l'équation. La solution des paramètres (Équation 1) donne une valeur seuil de 84,6 kg. Le graphique des valeurs prédites et observées (Figure 13) montre bien qu'au-delà de cette valeur, l'effet quadratique devient important. Les effets du sexe et de la lignée paternelle sur les paramètres ont été testés et seul l'effet du sexe s'est avéré significatif. L'équation 2 présente les paramètres obtenus pour les femelles alors que l'équation 3 présente ceux pour les mâles castrés. Les différentes équations donnent toutefois des prévisions relativement près les unes des autres (Figure 14).

#### ***Équation 1 Prédiction du poids balance à l'aide du poids optiSORT, les deux sexes confondus***

En deçà de 84,632 kg :

$$\text{Poids balance} = 8,39 + 0,8883 \text{ poids optiSORT}$$

Au-delà de 84,632 kg :

$$\text{Poids balance} = 8,39 + 0,8883 \text{ poids optiSORT} + 0,00884 (\text{poids optiSORT} - 84,632)^2$$

#### ***Équation 2 Prédiction du poids balance à l'aide du poids optiSORT pour les femelles***

En deçà de 86,372 kg :

$$\text{Poids balance} = 6,277 + 0,9081 \text{ poids optiSORT}$$

Au-delà de 86,372 kg :

$$\text{Poids balance} = 6,277 + 0,9081 \text{ poids optiSORT} + 0,0096 (\text{poids optiSORT} - 86,372)^2$$

#### ***Équation 3 Prédiction du poids balance à l'aide du poids optiSORT pour les mâles castrés***

En deçà de 83,637 kg :

$$\text{Poids balance} = 10,052 + 0,8751 \text{ poids optiSORT}$$

Au-delà de 83,637 kg :

$$\text{Poids balance} = 10,052 + 0,8751 \text{ poids optiSORT} + 0,00823 (\text{poids optiSORT} - 83,637)^2$$

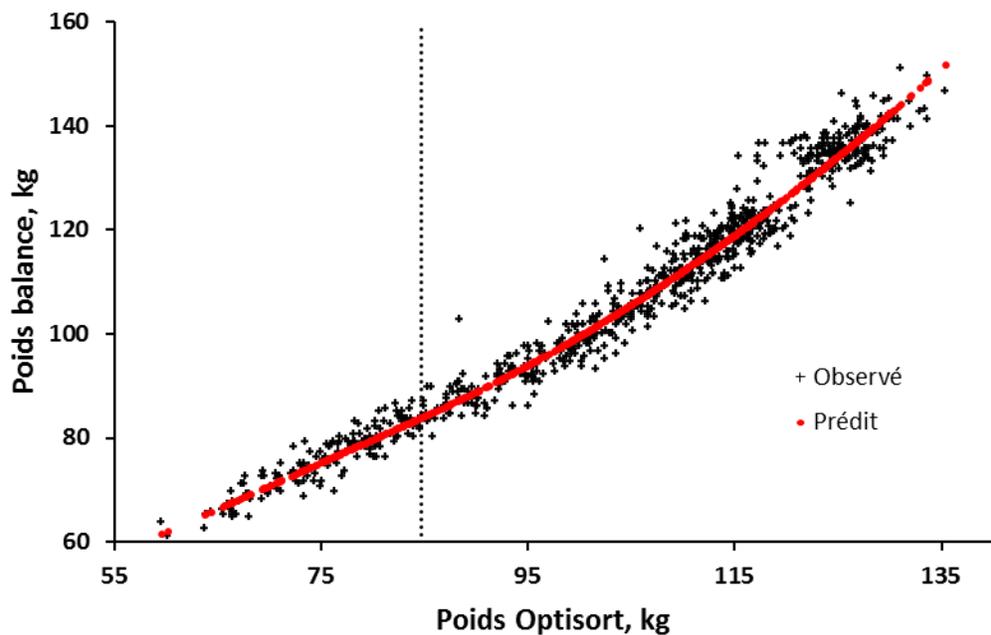


Figure 13 Valeurs observées et prédites du poids balance en fonction du poids optiSORT

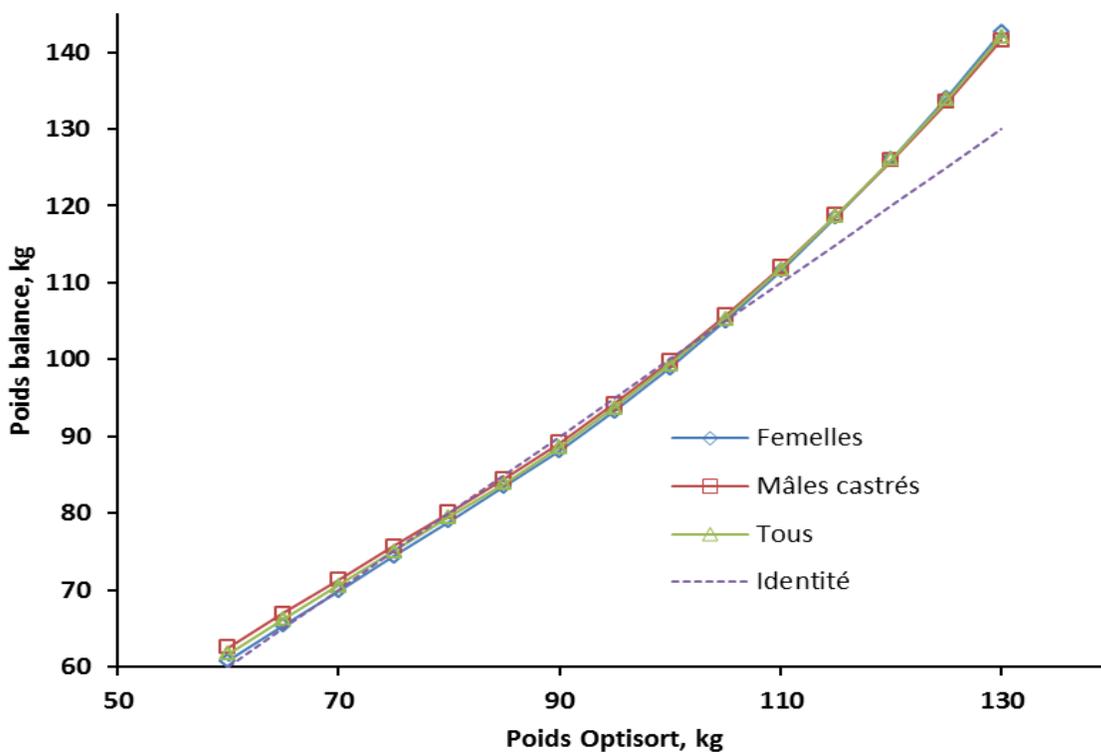


Figure 14 Comparaison des prédictions du poids balance en fonction du poids optiSORT entre les femelles, les mâles castrés et tous sexes confondus

### 3.1.4 Potentiel pour prédire les rendements de coupes

Le poids d'une coupe étant corrélé au poids vif, il est relativement aisé d'obtenir une bonne prédiction du poids d'une coupe simplement en appliquant un rendement de coupe constant au poids vif. Il est plus difficile d'obtenir une bonne prédiction du rendement d'une coupe, que celle-ci soit exprimée par rapport au poids vif ou au poids carcasse. Il semble donc plus intéressant d'étudier la précision d'optiSORT à prédire le rendement de coupe plutôt que le poids des coupes.

#### 3.1.4.1 Épaule

Il existe une différence importante entre le poids de l'épaule mesuré à l'abattoir et le poids de l'épaule prédit par l'optiSORT, ce dernier étant de beaucoup inférieur au poids réel (Tableau 2). Bien que les poids soient bien corrélés ( $r=0,75$ ), les rendements exprimés par rapport au poids vif ou au poids carcasse ne sont que très peu corrélés ( $r=0,17$  et  $r=0,16$  respectivement Figure 15). La corrélation pour le rendement exprimé par rapport au poids vif est supérieure si l'on ne considère que les animaux ayant été soumis au protocole de mesures répétées ( $r=0,33$  Tableau 3). Bien qu'une semaine avant l'abattage, la corrélation pour ce nombre d'animaux restreint demeure bonne ( $r=0,39$ ), elle diminue et est non significative 2, 3 ou 4 semaines avant l'abattage.

#### 3.1.4.2 Longe

Il existe une différence importante entre le poids de la longe et le poids de la longe prédit par l'optiSORT, ce dernier étant de beaucoup inférieur au poids réel (Tableau 2). Bien que les poids soient corrélés ( $r=0,71$ ), ce n'est pas le cas des rendements exprimés par rapport au poids vif ou au poids carcasse. (Figure 16). Les corrélations pour le rendement exprimé par rapport au poids vif qui sont obtenues pour le nombre restreint d'animaux ayant été soumis au protocole de mesures répétées ne sont pas significatives, que ce soit 1 à 4 semaines ou juste avant l'abattage (Tableau 3).

#### 3.1.4.3 Jambon

Il existe une différence entre le poids du jambon et le poids du jambon prédit par l'optiSORT (mais moins importante que pour la longe et l'épaule), ce dernier étant inférieur au poids réel (Tableau 2). On observe une corrélation pour les poids ( $r=0,79$ ) et les rendements exprimés par rapport au poids vif ( $r=0,35$ ) et pour les rendements exprimés par rapport au poids carcasse ( $r=0,36$ ). (Figure 17). La corrélation pour le rendement exprimé par rapport au poids vif est inférieure si l'on ne considère que les animaux ayant été soumis au protocole de mesures répétées ( $r=0,29$  Tableau 3). Pour les semaines avant l'abattage, la corrélation n'est significative que pour la 2<sup>e</sup> semaine avant l'abattage ( $r=0,28$ ). Une semaine avant l'abattage, elle est un peu moindre ( $r=0,20$ ), mais elle considère également un nombre moins élevé d'animaux (51 vs 70 à la 2<sup>e</sup> semaine avant l'abattage).

#### 3.1.4.4 Flanc

Il existe une faible différence entre le poids du flanc et le poids du flanc prédit par l'optiSORT (Tableau 2). Bien que les poids soient corrélés ( $r=0,79$ ), ce n'est pas le cas des rendements exprimés par rapport au poids vif ou au poids carcasse. (Figure 18). Parmi les corrélations pour le rendement exprimé par rapport au poids vif qui sont obtenues pour le nombre restreint d'animaux ayant été soumis au protocole de mesures répétées, seule la corrélation pour la 2<sup>e</sup> semaine avant l'abattage est significative ( $r=0,39$ , Tableau 3).

**Tableau 2 Statistiques descriptives des mesures préabattage obtenues avec optiSORT et des mesures obtenues à l'abattoir avec une balance**

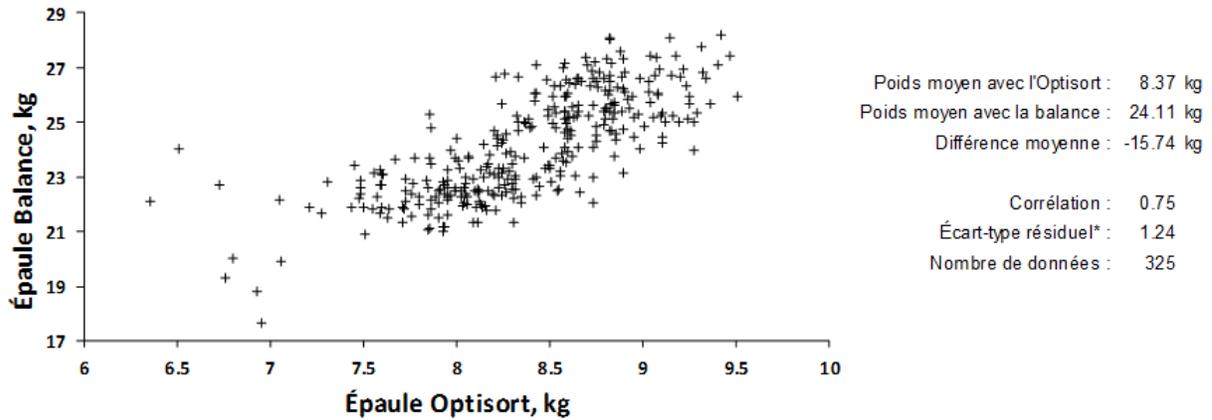
	N	Moyenne	Minimum	Maximum	Écart type	10 <sup>e</sup> centile	90 <sup>e</sup> centile
<b>Épaule (kg)</b>							
Balance	325	24,11	17,67	28,17	1,89	21,89	26,66
optiSORT	325	8,37	6,35	9,51	0,55	7,67	9,06
Différence	325	15,74	10,72	19,25	1,52	13,94	17,82
<b>Longe (kg)</b>							
Balance	324	24,91	16,56	31,56	2,53	22,07	27,97
optiSORT	324	7,21	5,41	8,35	0,54	6,56	7,86
Différence	324	17,70	11,14	23,84	2,18	15,14	20,32
<b>Jambon (kg)</b>							
Balance	325	23,70	18,35	28,40	1,93	21,25	26,10
optiSORT	325	18,39	14,28	21,26	1,25	16,85	19,92
Différence	325	5,31	1,67	8,94	1,21	3,76	6,83
<b>Flanc (kg)</b>							
Balance	325	16,36	11,13	22,41	1,87	14,11	18,77
optiSORT	325	15,91	13,17	18,13	0,89	14,83	16,97
Différence	325	0,45	-3,41	5,28	1,29	-1,14	2,12

**Tableau 3 Corrélation entre le rendement des pièces à l'abattoir (sur une base de poids vif) et les rendements estimés par l'optiSORT juste avant l'abattage et quelques semaines avant l'abattage**

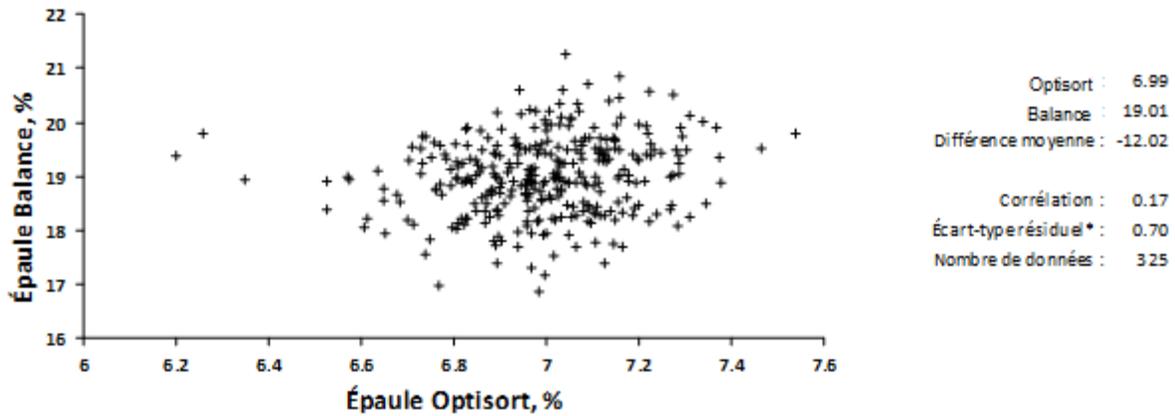
Moment de la prise de mesure optiSORT	Statistique	Rendement des pièces par rapport au poids vif			
		Épaule	Longe	Jambon	Flanc
Juste avant l'abattage*	Corrélation	0,32774	-0,13515	0,2856	0,15044
	Probabilité	0,0064	0,2718	0,0182	0,2207
	N	68	68	68	68
1 semaine avant l'abattage	Corrélation	0,38958	-0,26086	0,20385	0,15362
	Probabilité	0,0047	0,0645	0,1513	0,2818
	N	51	51	51	51
2 semaines avant l'abattage	Corrélation	0,23384	0,08558	0,2812	0,39301
	Probabilité	0,0514	0,4812	0,0184	0,0008
	N	70	70	70	70
3 semaines avant l'abattage	Corrélation	-0,10925	-0,15992	0,07756	0,16025
	Probabilité	0,3752	0,1927	0,5296	0,1918
	N	68	68	68	68
4 semaines avant l'abattage	Corrélation	0,08844	-0,09764	0,05299	0,12366
	Probabilité	0,5681	0,5284	0,7326	0,4239
	N	44	44	44	44

\*Seuls les animaux ayant été soumis aux mesures répétées sont considérés.

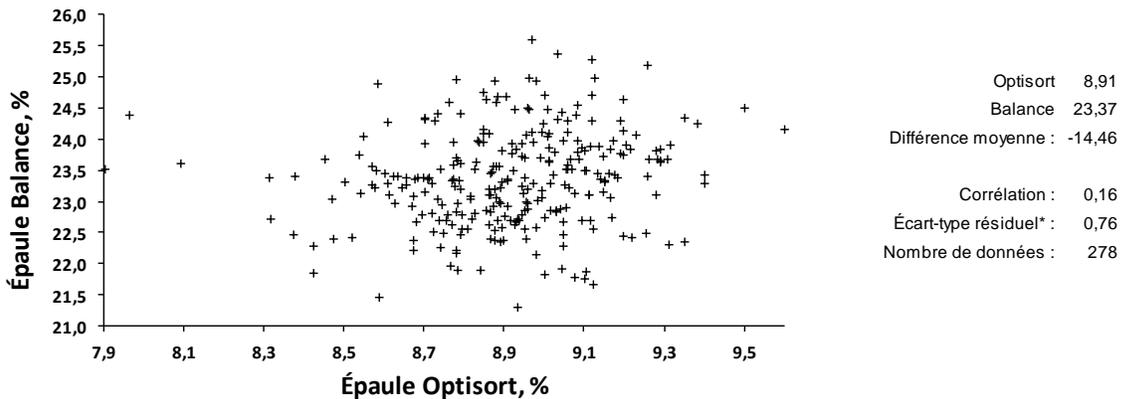
### a. Poids de la coupe



### b. Rendement de la coupe sur le poids vif



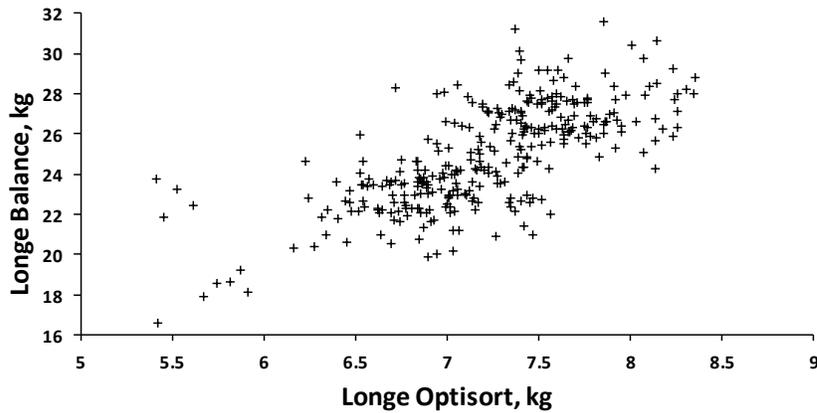
### c. Rendement de la coupe sur le poids de carcasse



**Figure 15** Comparaison des mesures de l'épaule obtenues à l'abattoir avec les estimations d'optiSORT pour a) le poids, b) le rendement par rapport au poids vif et c) le rendement par rapport au poids de carcasse

\*Écart-type résiduel obtenu en prédisant par régression linéaire la mesure de la balance par la mesure optiSORT

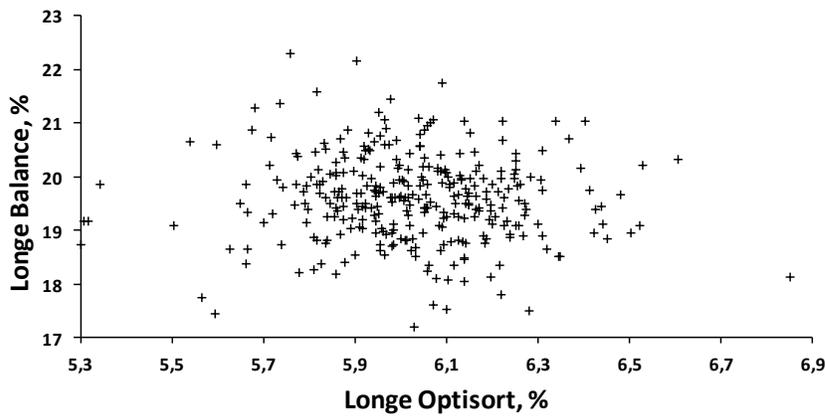
### a. Poids de la coupe



Poids moyen avec l'Optisort : 7.21 kg  
 Poids moyen avec la balance : 24.91 kg  
 Différence moyenne : -17.70 kg

Corrélation : 0.71  
 Écart-type résiduel\* : 1.79  
 Nombre de données : 324

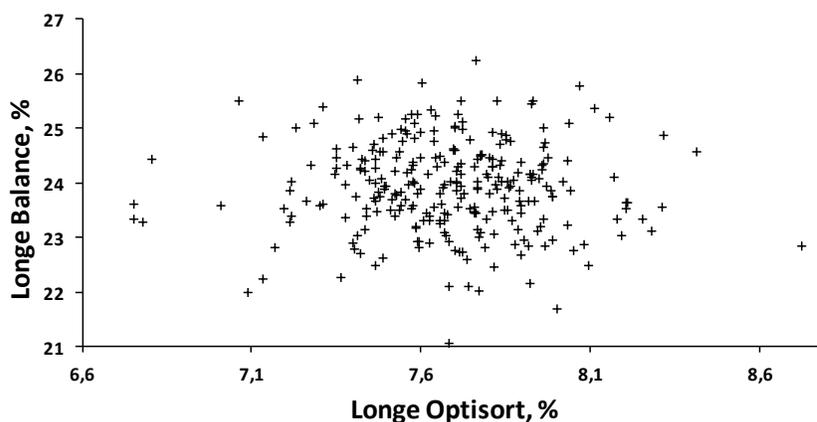
### b. Rendement de la coupe sur le poids vif



Optisort 6,02  
 Balance 19,60  
 Différence moyenne : -13,58

Corrélation : -0,06  
 Écart-type résiduel\* : 0,80  
 Nombre de données : 324

### c. Rendement de la coupe sur le poids de carcasse



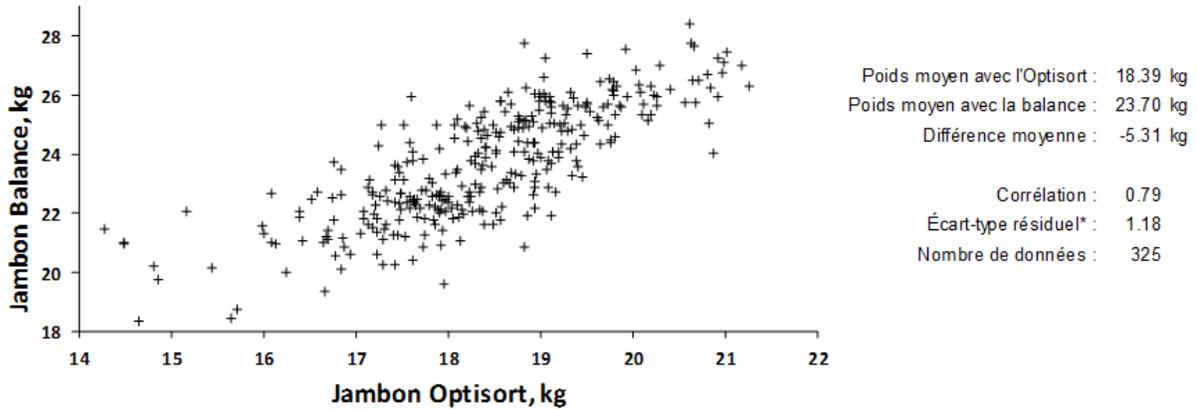
Optisort 7,68  
 Balance 23,93  
 Différence moyenne : -16,25

Corrélation : -0,03  
 Écart-type résiduel\* : 0,82  
 Nombre de données : 277

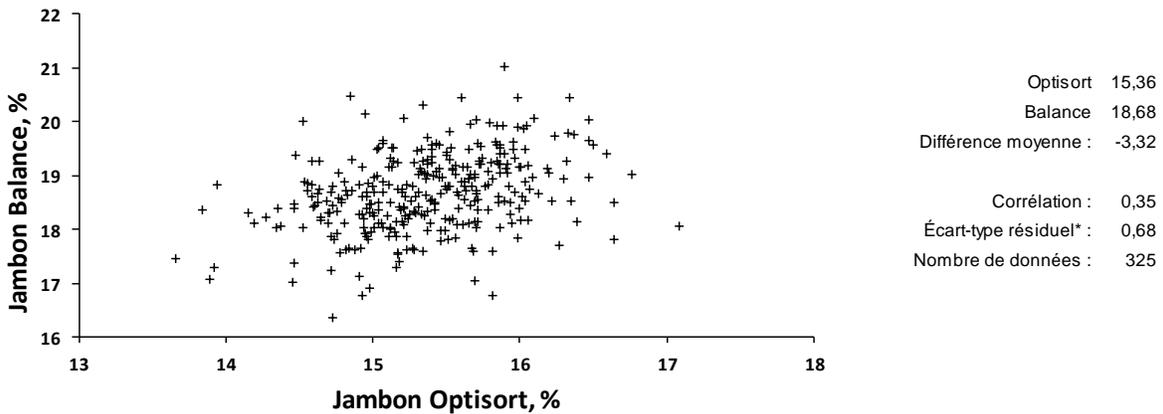
**Figure 16** Comparaison des mesures de la longe obtenues à l'abattoir avec les estimations d'optiSORT pour a) le poids, b) le rendement par rapport au poids vif et c) le rendement par rapport au poids de carcasse

\*Écart-type résiduel obtenu en prédisant par régression linéaire la mesure de la balance par la mesure optiSORT

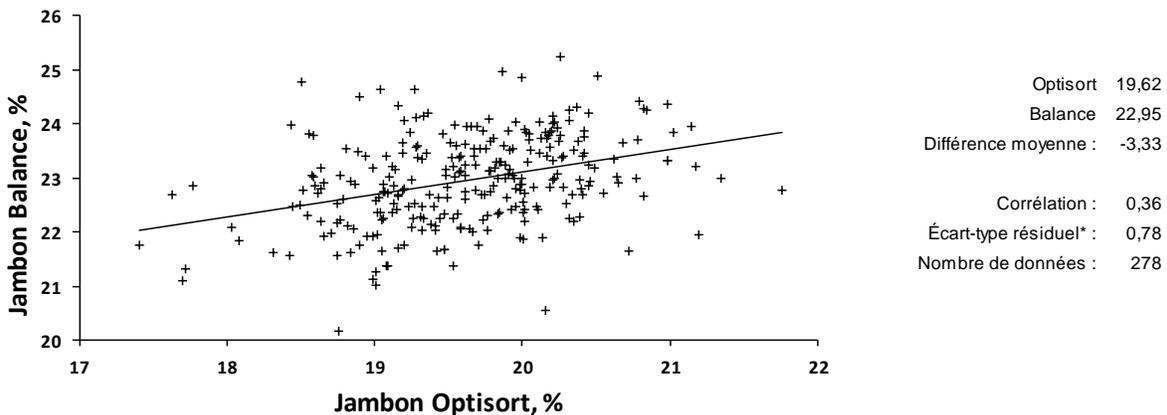
### a. Poids de la coupe



### b. Rendement de la coupe sur le poids vif



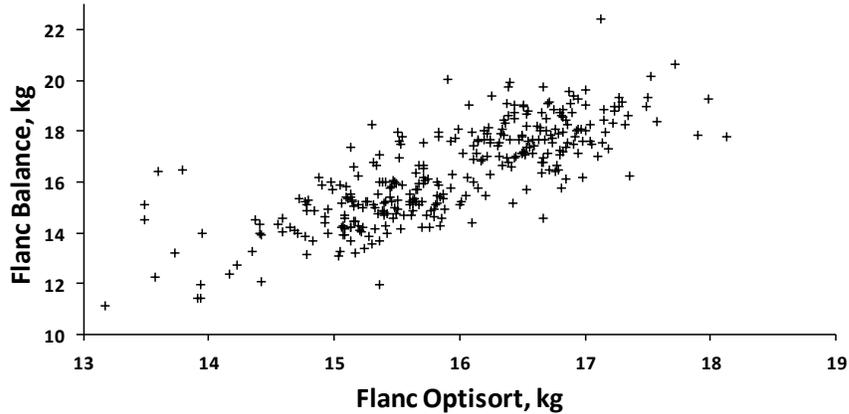
### c. Rendement de la coupe sur le poids de carcasse



**Figure 17** Comparaison des mesures du jambon obtenues à l'abattoir avec les estimations d'optiSORT pour a) le poids, b) le rendement par rapport au poids vif et c) le rendement par rapport au poids de carcasse

\*Écart-type résiduel obtenu en prédisant par régression linéaire la mesure de la balance par la mesure optiSORT

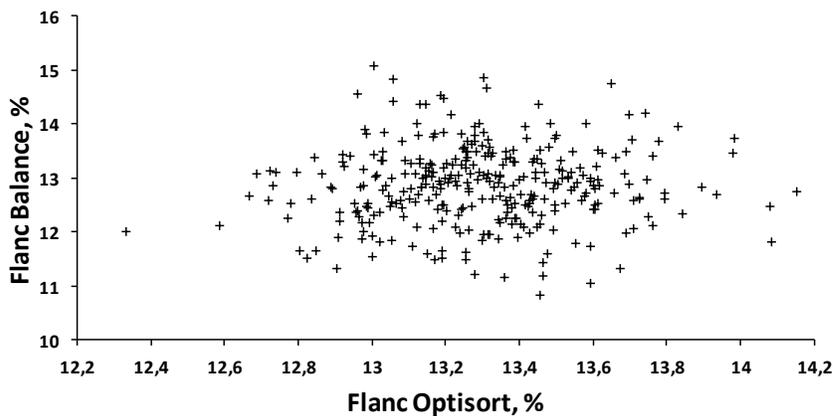
### a. Poids de la coupe



Poids moyen avec l'Optisort : 15.91 kg  
Poids moyen avec la balance : 16.36 kg  
Différence moyenne : -0.45 kg

Corrélation : 0.79  
Écart-type résiduel\* : 1.15  
Nombre de données : 325

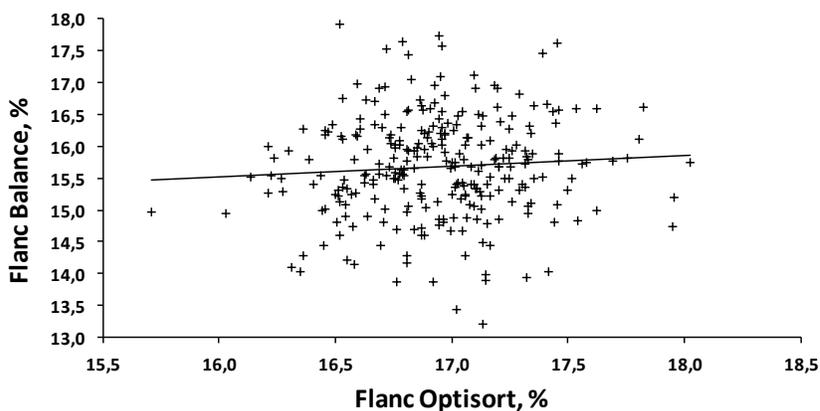
### b. Rendement de la coupe sur le poids vif



Optisort 13,29  
Balance 12,86  
Différence moyenne : 0,43

Corrélation : 0,04  
Écart-type résiduel\* : 0,72  
Nombre de données : 325

### c. Rendement de la coupe sur le poids de carcasse



Optisort 16,94  
Balance 15,68  
Différence moyenne : 1,26

Corrélation : 0,07  
Écart-type résiduel\* : 0,80  
Nombre de données : 278

**Figure 18** Comparaison des mesures du flanc obtenues à l'abattoir avec les estimations d'optiSORT pour a) le poids, b) le rendement par rapport au poids vif et c) le rendement par rapport au poids de carcasse

\*Écart-type résiduel obtenu en prédisant par régression linéaire la mesure de la balance par la mesure optiSORT

### 3.1.5 Applications considérant les résultats obtenus

#### 3.1.5.1 Alimentation de précision sur une base individuelle

Dans la mise en place d'une stratégie d'alimentation de précision sur une base individuelle (Haushchild *et al.*, 2012), le suivi continu des performances du porc est important. En fait, la détermination du besoin quotidien en acides aminés requiert, entre autres, une estimation du poids et du gain quotidien de l'animal, le gain quotidien ayant un impact beaucoup plus important sur l'estimation des besoins alimentaires que le poids.

Lors de deux essais réalisés précédemment dans un centre de recherche d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, l'estimation du gain de poids s'est faite en utilisant, dans un cas, des pesées hebdomadaires effectuées à l'aide d'une balance ordinaire, et dans un autre cas, des estimations quotidiennes du poids obtenu à l'aide d'une balance ne pesant que l'avant de l'animal. De façon similaire au premier de ces deux essais, le dispositif mis en place dans la présente étude permet d'évaluer le gain de poids hebdomadaire à l'aide de la balance et d'optiSORT et permet ainsi de comparer les deux types d'estimation.

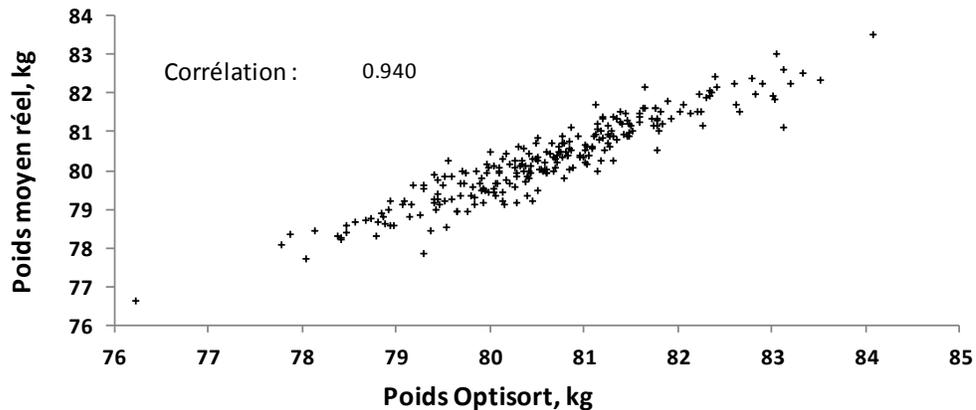
Il a été observé, selon Hauschild *et al.* (2012) plus haut que les poids donnés par la balance sont parfois systématiquement sous-estimés ou surestimés par optiSORT. Dans le contexte de la détermination des besoins individuels au moyen de l'alimentation de précision, une des quantités importantes à déterminer est le gain de poids quotidien. Un biais systématique absolu (à l'opposé de relatif) n'affecte pas l'estimation de gain de poids entre deux pesées. L'optiSORT pourrait donc avoir des biais systématiques importants et demeurer fiable pour estimer le gain de poids par individu. Il devient alors intéressant de comparer par corrélation les gains moyens quotidiens obtenus avec l'optiSORT à ceux obtenus avec la balance, puisque la présence de biais systématiques n'affectera pas la corrélation. Si l'on considère deux périodes d'environ une semaine chacune, soit du 4 au 10 mars et du 10 au 18 mars, on obtient que la corrélation entre les GMQ « optiSORT » et le GMQ « balance » (à la première pesée de la journée) est de 0,43 dans les deux cas. Cette valeur semble basse, mais il faut noter qu'elle est empreinte de l'erreur due au manque de répétabilité de chaque appareil. L'estimation de corrélations désaténueées (corrigée pour l'imprécision des mesures) donne des estimations supérieures à 0,80. En pratique, la façon de diminuer l'impact du manque de répétabilité est de prendre plusieurs mesures de poids, d'en faire la moyenne et de calculer le gain de poids sur ces moyennes. En ferme, cela peut se faire en installant l'optiSORT dans un parc de façon à ce que les animaux passent dans l'appareil plusieurs fois dans la journée. Alternativement, si les animaux ont accès en continu à l'appareil durant plusieurs jours, il est possible d'obtenir une estimation du gain quotidien en effectuant une régression linéaire du poids en fonction de la journée.

### 3.1.5.2 Alimentation de précision pour un groupe de porcs

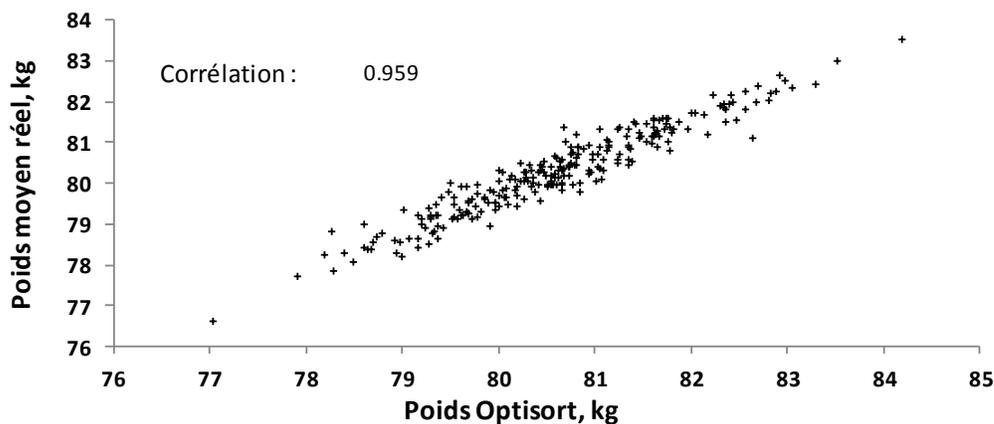
L'alimentation de précision peut être appliquée à un groupe de porcs de différentes façons. L'une d'elles consiste à ajuster l'aliment quotidiennement en fonction du poids du porc. Par exemple, dans un projet ayant eu lieu récemment au CDPQ, la concentration quotidienne en lysine était ajustée pour chaque double parc en fonction du poids moyen estimé du parc. La même concentration en lysine était utilisée par intervalle de poids de 3 kg, de sorte qu'un parc recevait, par exemple, la même concentration tant que le poids moyen se situait entre 40 et 43 kg. Dans un tel cas, l'optiSORT est probablement suffisamment précis pour prédire adéquatement le poids moyen d'un groupe de porcs. En effet, des résultats de simulations faites pour des groupes de 40 porcs indiquent que les moyennes de poids réels des groupes sont assez bien reliées aux poids moyens obtenus par l'optiSORT, et ceci dans le cas où chaque porc n'est pesé qu'une seule fois par l'optiSORT (Figure 19a). La relation serait quelque peu meilleure si chaque animal était pesé plus d'une fois, tel que montré pour un exemple de trois pesées par porc (Figure 19b).

La meilleure relation possible serait obtenue en prenant suffisamment de pesées sur chaque porc pour faire abstraction de l'erreur due au manque de répétabilité de l'optiSORT (Figure 19c).

a. Moyennes de poids pour des groupes de 40 porcs, une mesure optiSORT par animal



b. Moyennes de poids pour des groupes de 40 porcs, trois mesures optiSORT par animal



c. Moyennes de poids pour des groupes de 40 porcs, sans erreur due au manque de répétabilité d'optiSORT

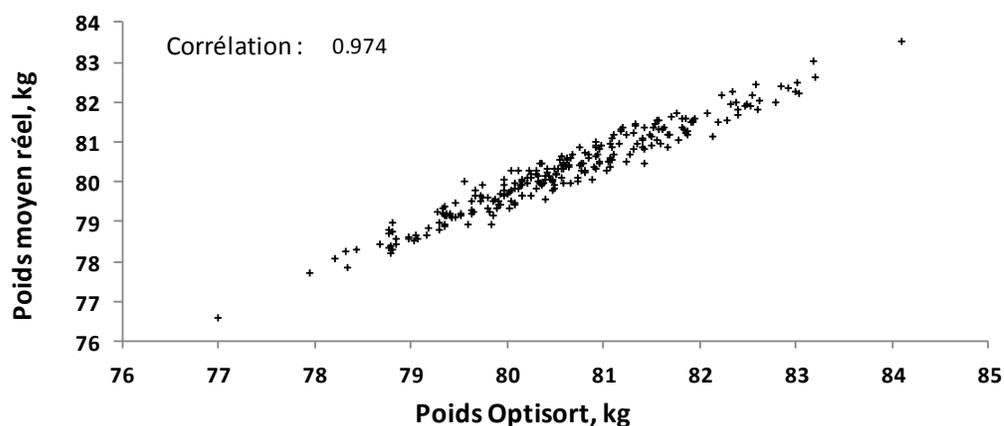


Figure 19 Comparaison par simulation de moyennes de poids sans erreur de 250 groupes de 40 porcs avec les moyennes des poids optiSORT, considérant a) que chaque animal n'est pesé qu'une fois avec optiSORT, b) que chaque animal est pesé trois fois avec optiSORT et c) que chaque animal est pesé suffisamment de fois pour rendre nulle l'erreur due au manque de répétabilité d'optiSORT

### 3.1.5.3 Sélection pour l'envoi à l'abattoir

Bien que le poids de carcasse estimé par l'optiSORT soit corrélé au poids de carcasse mesuré à l'abattoir, il est peu intéressant à étudier en soi, car il semble estimé en appliquant un rendement constant de 78,5 % à l'estimation de poids vif. En effet, pour l'ensemble des porcs le rendement varie à l'intérieur d'une plage très restreinte, soit de 78,42 à 78,58 %, la présence d'une variation venant probablement d'erreurs d'arrondissements.

Afin d'étudier l'application de l'optiSORT à la sélection de porcs pour l'envoi à l'abattoir, il est intéressant d'établir la relation entre le poids de carcasse et le poids optiSORT et de comparer cette relation avec celle établie entre le poids de carcasse et le poids vif. Considérant que le poids de carcasse optiSORT n'est obtenu qu'en multipliant une constante au poids vif optiSORT, il est apparu plus pertinent d'utiliser le poids vif optiSORT corrigé par l'équation présentée plus haut pour avoir des estimations plus près du poids vif réel. Les résultats obtenus montrent que le poids vif optiSORT corrigé est moins bien relié au poids carcasse (Figure 20) que ne l'est le poids balance (Figure 21).

Les résultats des analyses de régressions obtenues ont été utilisés pour étudier par simulation l'impact de l'application de marges de sécurité à l'utilisation du poids balance et du poids optiSORT corrigé pour sélectionner, au fil des semaines, les porcs à envoyer à l'abattoir selon un critère de poids minimal de carcasse (en l'occurrence, 92,5 kg de carcasse, soit la borne minimale pour obtenir un indice maximal avec la grille Qualité Québec en vigueur en juin 2014). Il est ressort que la marge de sécurité obtenue avec l'optiSORT est supérieure de près de 5 kg à celle de la balance selon que l'on vise 1 % de porcs qui déclassent, qu'elle est supérieure de près de 3,4 kg selon que l'on vise 5 % de porcs qui déclassent, mais qu'elle est encore près de 5 kg si l'on vise 5 % qui déclassent avec la balance et que l'on vise le même poids total déclassé par l'optiSORT (Tableau 4). L'utilisation d'une marge de sécurité plus importante avec l'optiSORT conduit également, dans le cas où l'on sort les porcs en se basant sur l'atteinte d'un poids minimum, à une moyenne de poids de carcasse supérieure (Tableau 4). Ainsi, s'il était économiquement plus rentable de sortir les porcs à un poids le plus léger possible sans les déclasser, l'utilisation de la balance permettrait d'atteindre un poids moyen plus léger. L'inverse serait vrai dans le cas où l'on viserait à sortir les porcs à un poids le plus lourd possible sans les déclasser. L'utilisation de l'optiSORT pour sélectionner les porcs à abattre conduirait alors à un poids de carcasse moyen plus léger que celui qui serait obtenu en utilisant la balance.

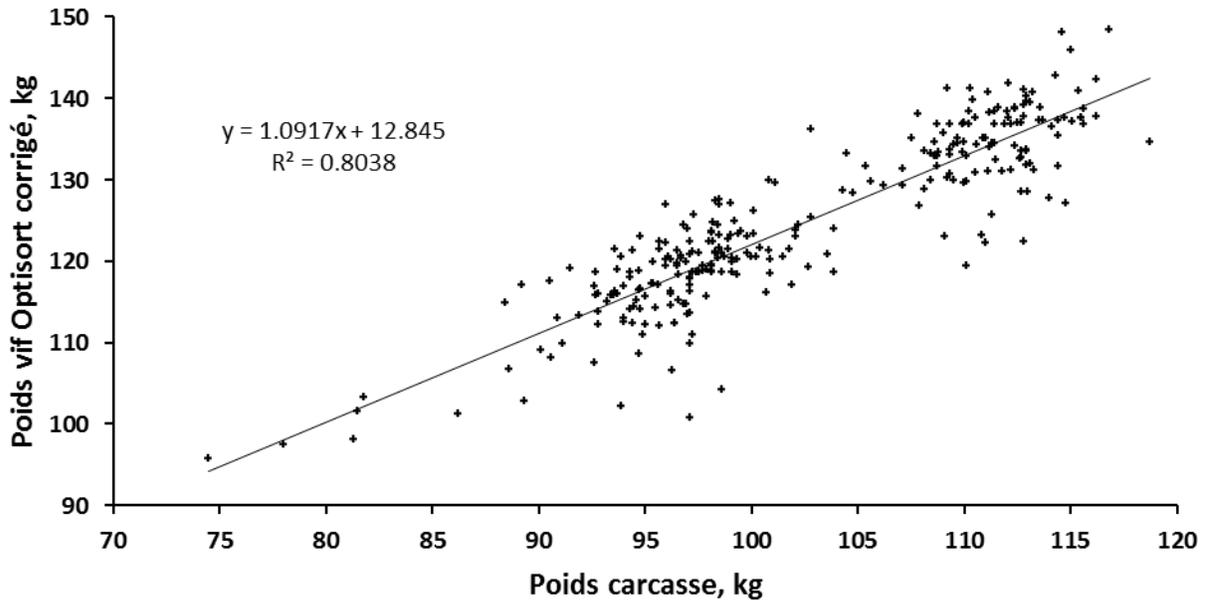


Figure 20 Poids vif optiSORT corrigé en préabattage en fonction du poids de carcasse

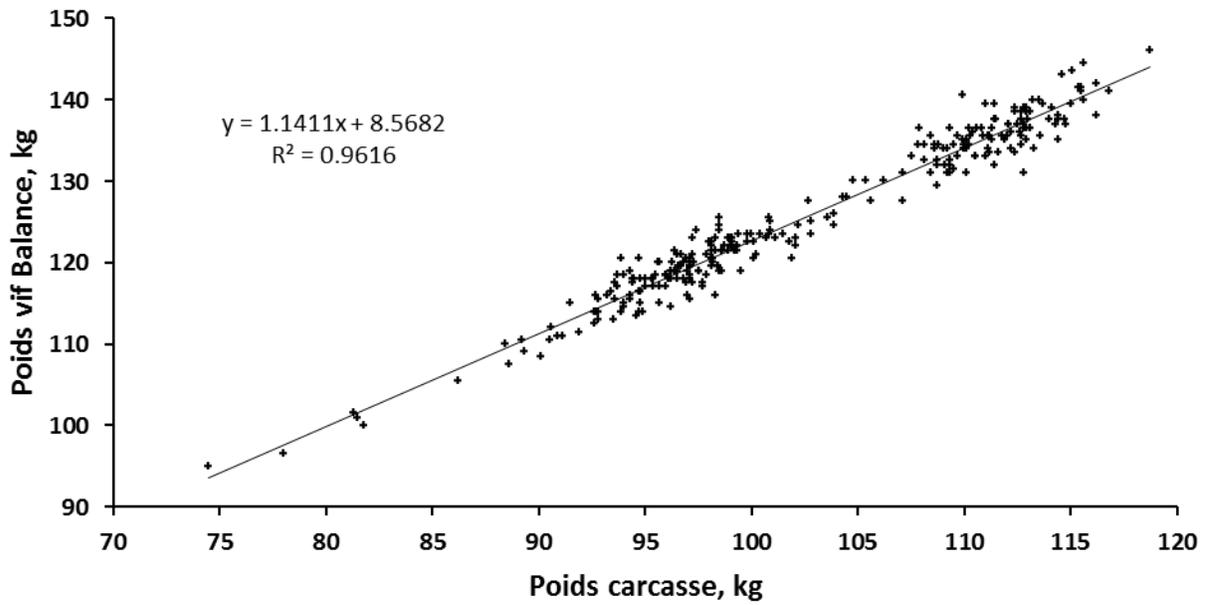


Figure 21 Poids vif en préabattage mesuré avec la balance en fonction du poids de carcasse

**Tableau 4 Résultats de simulation (10 000 porcs) concernant l'application de marges de sécurité (kg) lors de la sélection de porcs à l'abattoir selon l'atteinte d'un poids de carcasse minimal**

	Vise 1 % de porcs trop légers	Vise 5 % de porcs trop légers	Vise 5 % de porcs trop légers à la balance et le même poids total déclassé avec l'optiSORT
<b>Balance</b>			
Marge de sécurité, kg	2,6	1,09	1,09
Nombre de porcs ayant un poids de carcasse trop léger	110	498	498
Poids carcasse total des porcs trop légers, kg	65	437	437
Poids moyen de carcasse, kg	97,8	96,4	96,4
<b>optiSORT</b>			
Marge de sécurité, kg	7,8	4,5	6
Nombre de porcs ayant un poids de carcasse trop léger	109	496	240
Poids carcasse total des porcs trop légers, kg	155,7	928	433
Poids moyen de carcasse, kg	102,3	99,3	100,7

#### 3.1.5.4 Sélection génétique

Tel que mentionné précédemment, il semble plus intéressant d'étudier la précision d'optiSORT pour ce qui est de la prédiction du rendement des coupes plutôt que du poids des coupes. Les présents résultats ont montré une corrélation phénotypique significative ( $r=0,35$ ) entre le rendement du jambon et la mesure prise avant l'abattage chez des porcs dont le poids vif d'abattage variait entre 95 et 151 kg. Une corrélation de cette amplitude correspond, par exemple, au fait que parmi les animaux faisant partie du groupe de 10 % ayant les performances supérieures et identifiés avec optiSORT, près du quart soit également parmi les 10 % ayant les performances supérieures déterminés avec la mesure prise à l'abattoir. Pour ce même rendement du jambon, une corrélation significative, mais moindre a également été trouvée chez le groupe restreint de porcs ayant subi le protocole de mesures répétées. Une faible corrélation a été obtenue pour le rendement de l'épaule avant estimé avant l'abattage pour l'ensemble des porcs, de même que pour le rendement estimé une semaine avant l'abattage chez le groupe restreint de porcs ayant subi le protocole de mesures répétées. Chez ce même groupe de porcs, une corrélation significative a été obtenue pour le rendement du flanc estimé deux semaines avant l'abattage, ce qui est plutôt surprenant du fait que c'est la seule corrélation significative obtenue pour le flanc.

Pour une application en sélection génétique, il est souhaitable d'obtenir une corrélation phénotypique de moyenne à forte entre un indicateur (prédiction du rendement des coupes primaires par une analyse d'images provenant du dessus de l'animal) et le caractère d'intérêt

économique, soit le rendement en pourcentage des coupes primaires. Deux facteurs qui s'additionnent peuvent expliquer une corrélation phénotypique faible entre les mesures de rendement des coupes prises par optiSORT et par une balance à l'abattoir. Le premier facteur est la différence entre les deux mesures, l'une étant l'évaluation en deux dimensions de la conformation de l'animal à partir d'une image prise sur le dessus de l'animal tandis que l'autre est une mesure de poids. Le deuxième facteur est l'erreur des mesures principalement liée à la précision et la répétabilité des mesures des appareils. Pour une analyse plus approfondie d'une application en génétique, les estimations de l'héritabilité et des corrélations génétiques des rendements de coupes primaires obtenus avec l'OptiSORT sont requises en considérant les liens génétiques (la généalogie) entre les porcs.

L'appareil optiSORT prend plusieurs mesures caractéristiques de l'animal qu'il combine afin de produire les différentes estimations de poids vif et de coupes telles qu'on les retrouve dans l'interface du logiciel utilisé avec l'appareil. On peut penser que l'accès aux mesures sous-jacentes ayant mené à ces estimations puisse lui-même présenter un intérêt pour la sélection génétique, par exemple pour cibler une conformation désirée. De même, l'accès à cette information pourrait permettre de raffiner les estimations des différentes coupes et obtenir de meilleures corrélations et des biais moins importants.

## 3.2 Prise de mesures aux ultrasons

### 3.2.1 Analyses de la banque de photos

Toutes les mesures obtenues par chacune des photos numériques ont été analysées afin de déterminer les corrélations entre les différents sites de mesures sur l'animal vivant et l'épaisseur de muscle ainsi que la mesure de surface de l'œil de longe prise sur la carcasse à l'abattoir. Les statistiques descriptives sont présentées au Tableau 5.

**Tableau 5** Statistiques descriptives

Statistiques simples						
Variable	N	Moyenne	Écart-type	Somme	Minimum	Maximum
Surface de l'œil (mm)	87	49,74905	4,83974	4328	40,22700	62,96700
Mesure Destron (mm)	83	64,80723	4,99135	5379	39,00000	74,50000
Mesure aux ultrasons (mm)	87	63,09713	4,03437	5489	55,10000	72,90000
Site 4 cm	87	8,24782	0,45661	717,56044	7,00205	9,88944
Site 5 cm	87	8,30577	0,46877	722,60210	7,38752	10,11958
Site 6 cm	87	8,31086	0,50926	723,04495	7,01492	10,05226
Site 7 cm	87	8,28174	0,53023	720,51166	7,39901	9,88230
Site 8 cm	87	8,12363	0,59921	706,75551	6,57238	9,61673
Site 9 cm	87	7,87692	0,63409	685,29236	6,76444	9,57052
Site 10 cm	87	7,55958	0,68111	657,68307	6,29352	9,10658

**Tableau 6** Corrélations de l'épaisseur de muscle de la longe (incluant les muscles intercostaux) et de la mesure de surface par rapport aux mesures d'épaisseur de muscle par ultrasons *in vivo*

Coefficients de corrélation de Pearson										
Proba >  r  sous H0: Rho=0										
Nombre d'observations										
	Surface de l'œil (mm)	Mesure Destron (mm)	Mesure aux ultrasons (mm)	Site 4 cm	Site 5 cm	Site 6 cm	Site 7 cm	Site 8 cm	Site 9 cm	Site 10 cm
Surface de l'œil (mm)	1,00000 <,0001 87	0,52829 <,0001 83	0,61551 <,0001 87	0,60251 <,0001 87	0,65665 <,0001 87	0,62083 <,0001 87	0,67745 <,0001 87	0,63291 <,0001 87	0,67191 <,0001 87	0,70416 <,0001 87
Mesure Destron (mm)	0,52829 <,0001 83	1,00000	0,33209 0,0022 83	0,23878 0,0297 83	0,35243 0,0011 83	0,32833 0,0024 83	0,37100 0,0006 83	0,34175 0,0016 83	0,31272 0,0040 83	0,31873 0,0033 83
Mesure aux ultrasons (mm)	0,61551 <,0001 87	0,33209 0,0022 83	1,00000	0,45395 <,0001 87	0,50712 <,0001 87	0,51420 <,0001 87	0,55254 <,0001 87	0,54704 <,0001 87	0,57082 <,0001 87	0,61626 <,0001 87
Site 4 cm	0,60251 <,0001 87	0,23878 0,0297 83	0,45395 <,0001 87	1,00000	0,92493 <,0001 87	0,82368 <,0001 87	0,80665 <,0001 87	0,71710 <,0001 87	0,72206 <,0001 87	0,69396 <,0001 87
Site 5 cm	0,65665 <,0001 87	0,35243 0,0011 83	0,50712 <,0001 87	0,92493 <,0001 87	1,00000	0,93933 <,0001 87	0,91501 <,0001 87	0,82707 <,0001 87	0,82906 <,0001 87	0,79772 <,0001 87
Site 6 cm	0,62083 <,0001 87	0,32833 0,0024 83	0,51420 <,0001 87	0,82368 <,0001 87	0,93933 <,0001 87	1,00000	0,93669 <,0001 87	0,86925 <,0001 87	0,87212 <,0001 87	0,81895 <,0001 87
Site 7 cm	0,67745 <,0001 87	0,37100 0,0006 83	0,55254 <,0001 87	0,80665 <,0001 87	0,91501 <,0001 87	0,93669 <,0001 87	1,00000	0,94107 <,0001 87	0,94090 <,0001 87	0,89101 <,0001 87
Site 8 cm	0,63291 <,0001 87	0,34175 0,0016 83	0,54704 <,0001 87	0,71710 <,0001 87	0,82707 <,0001 87	0,86925 <,0001 87	0,94107 <,0001 87	1,00000	0,92121 <,0001 87	0,87831 <,0001 87
Site 9 cm	0,67191 <,0001 87	0,31272 0,0040 83	0,57082 <,0001 87	0,72206 <,0001 87	0,82906 <,0001 87	0,87212 <,0001 87	0,94090 <,0001 87	0,92121 <,0001 87	1,00000	0,96527 <,0001 87
Site 10 cm	0,70416 <,0001 87	0,31873 0,0033 83	0,61626 <,0001 87	0,69396 <,0001 87	0,79772 <,0001 87	0,81895 <,0001 87	0,89101 <,0001 87	0,87831 <,0001 87	0,96527 <,0001 87	1,00000

Le Tableau 6 présente les corrélations entre l'épaisseur de muscle (incluant les muscles intercostaux) et les différents sites de mesures sur les photos numériques de côtelettes.

La mesure réalisée à l'abattoir avec la sonde Destron est prise sur la carcasse à une distance d'environ 7 cm à partir de la colonne vertébrale. Comme attendu, les résultats obtenus démontrent que la corrélation la plus forte est effectivement obtenue à ce site (0,37;  $P < 0,0001$ ).

Les photos numériques analysées proviennent d'animaux dont la mesure aux ultrasons a été prise à 5 cm de la colonne vertébrale. Contrairement au résultat attendu, où la meilleure corrélation devrait être obtenue entre la mesure aux ultrasons et la mesure à 5 cm, les corrélations semblent s'améliorer lorsque le site de mesure est plus éloigné de la colonne vertébrale.

Les résultats obtenus démontrent également que le site de mesure idéal pour évaluer la mesure de surface de l'œil de longe se situe également à 10 cm (0,704), pour un porc d'environ 120 kg. Encore une fois, les corrélations semblent s'améliorer lorsque le site de mesure est plus éloigné de la colonne vertébrale.

A la suite des résultats obtenus, il a été convenu que l'évaluation de l'épaisseur de muscle et de gras serait mesurée à trois différents sites sur l'animal vivant, soit à 5 cm, 7,5 cm et 10 cm de la colonne vertébrale.

### **3.2.2 Mesures d'épaisseurs de gras et de muscle, sur l'animal vivant, de 75 à 140 kg**

Depuis les années 80, l'évaluation de l'épaisseur de muscle et de gras est mesurée sur l'animal vivant, à l'aide des technologies aux ultrasons, à un site bien précis, soit à 5 cm de la colonne vertébrale, entre les 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> avant-dernières côtes. Les statistiques descriptives des mesures d'épaisseurs de gras et de muscle, prises avec l'appareil aux ultrasons et la sonde Destron, sont présentées au Tableau 7.

**Tableau 7 Statistiques descriptives des mesures d'épaisseur de gras et de muscle, prises avec l'appareil aux ultrasons sur l'animal vivant et par la sonde Destron sur les carcasses à l'abattoir**

Statistiques simples						
Variable	N	Moyenne	Écart-type	Somme	Minimum	Maximum
Gras 5 cm - ultrasons	282,00	15,54	3,76	4383,00	8,30	31,00
Gras 7,5 cm - ultrasons	282,00	15,69	3,83	4424,00	8,30	33,00
Gras 10 cm - ultrasons	282,00	16,99	4,28	4792,00	8,30	33,70
Gras Destron	274,00	18,47	4,91	5062,00	9,00	67,50
Muscle 5 cm - ultrasons	282,00	67,47	4,91	19025,00	54,90	82,20
Muscle 7,5 cm - ultrasons	282,00	64,32	5,23	18139,00	48,80	80,20
Muscle 10 cm - ultrasons	282,00	59,56	5,71	16795,00	46,20	76,90
Muscle Destron	274,00	69,29	6,26	18986,00	45,50	97,70

\*Seuls les animaux ayant été soumis à tous les sites de mesures sont considérés

### 3.2.2.1 Relations entre l'épaisseur de gras mesurée par ultrasons sur l'animal vivant et l'épaisseur de gras mesurée par la sonde Destron sur la carcasse

Le coefficient de corrélation entre l'épaisseur de gras prise à trois différents sites *in vivo* et l'épaisseur de gras mesuré avec la sonde Destron sur la carcasse est de 0,695, 0,693 et 0,679 pour les sites de mesures à 5 cm, 7,5 cm et 10 cm respectivement (Tableau 8). Les corrélations entre chacun des sites de mesures et la mesure Destron associée sont toutes significatives ( $P < 0,0001$ ). Cependant, en comparant les corrélations de façon dépendante, on obtient des différences non significatives entre chacun des sites de mesure (5 cm vs 7,5 cm  $P = 0,840$ ; 5 cm vs 10 cm  $P = 0,380$ ; 7,5 cm vs 10 cm  $P = 0,374$ ), ce qui signifie que, pour la mesure de l'épaisseur de gras, la valeur obtenue pour chacun des sites est similaire.

**Tableau 8 Corrélations entre l'épaisseur de gras mesurée à différents sites sur l'animal vivant et la mesure de gras prise avec l'appareil Destron à l'abattage**

	Gras Destron	Gras 5 cm ultrasons	Gras 7,5 cm ultrasons	Gras 10 cm ultrasons
Gras 5 cm - ultrasons	0,69516	1,00000	0,96010	0,91075
	<,0001		<,0001	<,0001
	274	282	282	282
Gras 7,5 cm - ultrasons	0,69269	0,96010	1,00000	0,93872
	<,0001	<,0001		<,0001
	274	282	282	282
Gras 10 cm - ultrasons	0,67911	0,91075	0,93872	1,00000
	<,0001	<,0001	<,0001	
	274	282	282	282

\*Seuls les animaux ayant été soumis à tous les sites de mesures sont considérés.

### 3.2.2.2 Relations entre l'épaisseur de muscle mesurée par ultrasons sur l'animal vivant et l'épaisseur de muscle mesurée par la sonde Destron sur la carcasse.

Les coefficients de corrélation entre l'épaisseur de muscle prise à trois différents sites *in vivo* et l'épaisseur de muscle mesurée avec la sonde Destron sur la carcasse sont de 0,491, 0,481 et 0,455 pour les sites à 5 cm, 7,5 cm et 10 cm respectivement (Tableau 9). Les corrélations entre chacun des sites de mesures et la mesure Destron associée sont toutes significatives ( $P < 0,0001$ ). Cependant, en comparant les corrélations de façon dépendante, on obtient des différences non significatives entre chacun des sites de mesure (5 cm vs 7,5 cm  $P = 0,639$ ; 5 cm vs 10 cm  $P = 0,244$ ; 7,5 cm vs 10 cm  $P = 0,320$ ), ce qui signifie que, pour la mesure de l'épaisseur de gras, les valeurs obtenues pour chacun des sites sont similaires.

**Tableau 9** Corrélations entre l'épaisseur de muscle mesurée à différents sites sur l'animal vivant et la mesure de muscle prise avec l'appareil Destron à l'abattage

	Muscle Destron	Muscle 5 cm ultrasons	Muscle 7,5 cm ultrasons	Muscle 10 cm ultrasons
<b>Muscle 5 cm - ultrasons</b>	0,49139	1,00000	0,91238	0,82428
	<,0001		<,0001	<,0001
	274	282	282	282
<b>Muscle 7,5 cm - ultrasons</b>	0,48103	0,91238	1,00000	0,87785
	<,0001	<,0001		<,0001
	274	282	282	282
<b>Muscle 10 cm - ultrasons</b>	0,45488	0,82428	0,87785	1,00000
	<,0001	<,0001	<,0001	
	274	282	282	282

\*Seuls les animaux ayant été soumis à tous les sites de mesures sont considérés.

### **Prédiction du rendement en maigre de la viande**

Les mesures d'épaisseur de gras et de muscle prises par l'appareil Destron à l'abattage sont utilisées pour prédire le rendement en maigre (proportion de viande maigre dans la carcasse) pour la plupart des porcs abattus au Québec (Équation 4). Ces mesures servent à déterminer la classe de rendement en maigre et donc l'indice de prix attribué au porc servant à la rémunération du producteur.

#### **Équation 4 Équation de prédiction du rendement en maigre de la viande**

<b>ÉQUATION</b>	<b>SI G* = 10,8 ET M* = 48,8</b>	<b>NOMBRE DE DECIMALES</b>
68,1863	= 68,1863	4
- 0,7833 g	- 8,45964	5
+ 0,0689 m	+ 3,36232	5
+ 0,008 g <sup>2</sup>	+ 0,93312	5
- 0,0002 m <sup>2</sup>	- 0,476288	6
+ 0,0006 gm	+ 0,316224	6
% maigre	63,862036	6
arrondi à 2 décimales	63,86	2

\*g : mesure de gras

\*m : mesure de muscle

Source : Les Éleveurs de porcs du Québec, 2010

La variabilité du rendement en viande maigre prédit est principalement causée par la variabilité de l'épaisseur de gras prise avec la sonde Destron ( $R^2=0,96$ , Figure 22). L'épaisseur de muscle mesurée avec la sonde Destron n'a, quant à elle, qu'une influence limitée sur la variabilité de la prédiction du rendement en viande maigre de l'animal ( $R^2=0,08$ , Figure 23).

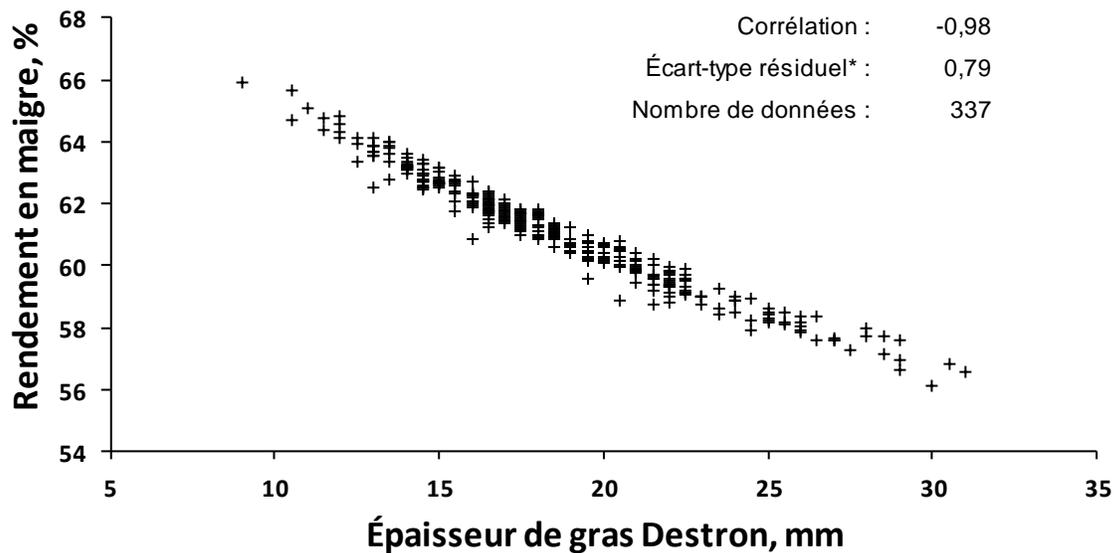


Figure 22 Rendement en maigre prédit à l'abattoir en fonction de l'épaisseur de gras dorsal mesurée avec la sonde Destron à l'abattoir

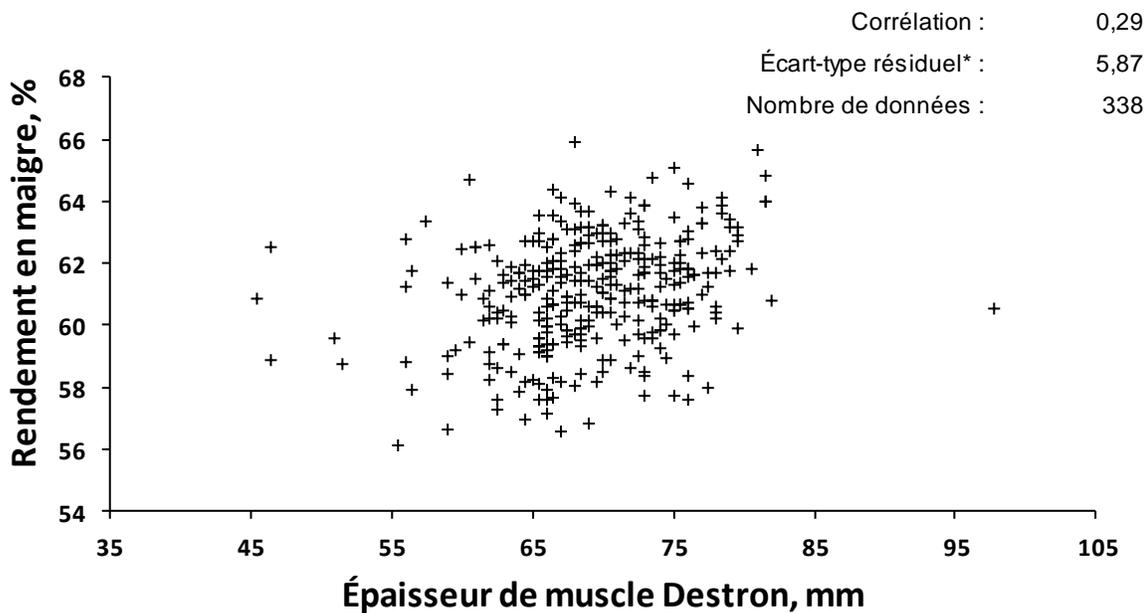
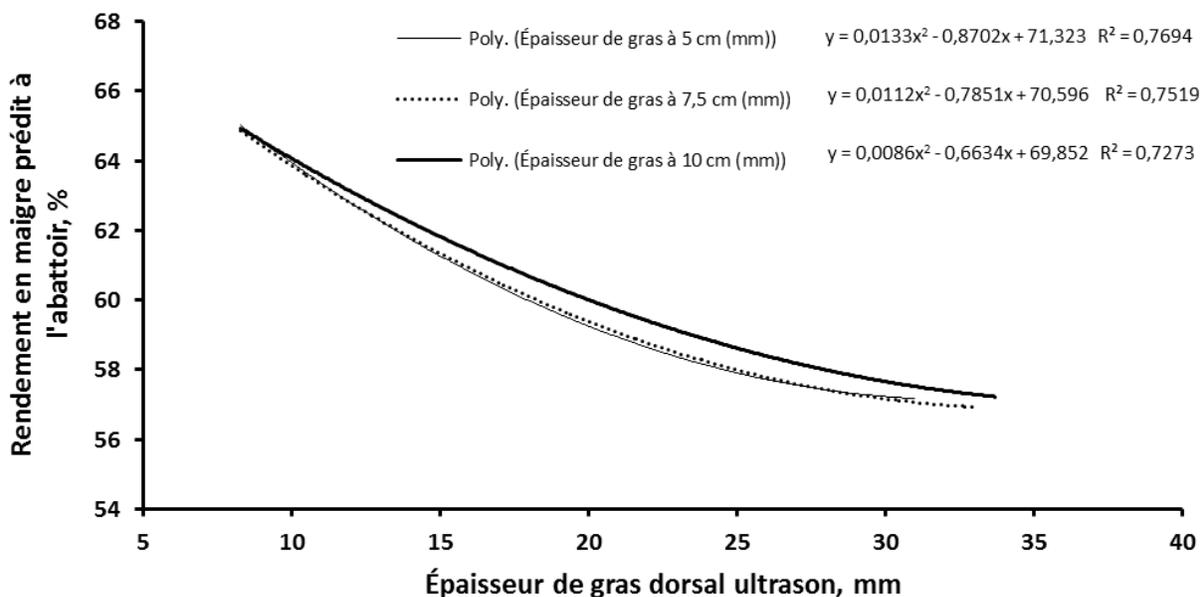


Figure 23 Rendement en maigre prédit à l'abattoir en fonction de l'épaisseur de muscle dorsal mesurée avec la sonde Destron à l'abattoir

Par ailleurs, la mesure de l'épaisseur de gras faite avec l'appareil aux ultrasons aux différents sites de mesure permet de prédire relativement bien le pourcentage de rendement en maigre de la carcasse tel qu'estimé par les mesures Destron (5 cm  $R^2=0,77$ ; 7 cm  $R^2=0,75$ ; 10 cm  $R^2=0,73$ ). Par contre, il faut noter que bien que la qualité des prédictions soit semblable pour les trois sites de mesure, l'équation de prédiction du rendement en maigre diffère entre les sites, la différence étant plus prononcée pour le site à 10 cm comparativement aux sites à 5 et 7,5 cm (Figure 24). La mesure prise à 10 cm n'est donc pas interchangeable avec les deux autres sans appliquer une correction ou une équation spécifique.



**Figure 24** Courbes de tendance de la relation entre le rendement en maigre prédit avec les mesures de la sonde Destron prises à l'abattoir et la mesure d'épaisseur de gras dorsal prise à différents sites avec un appareil aux ultrasons avant l'abattage

Le rendement en maigre estimé à l'abattoir est également relativement bien relié à l'épaisseur de gras dorsal ajustée à 100 kg (Figure 25). Les mesures ajustées à 100 kg ayant été calculées pour le sous-groupe de porcs ayant eu des mesures répétées durant la croissance, les coefficients de détermination ( $R^2$ ) ne peuvent être comparés directement avec ceux obtenus avec l'ensemble des porcs pour les mesures d'épaisseur de gras prises avant l'abattage présentés à la figure 25. Par contre les écarts-types résiduels, qui sont comparables, indiquent que les mesures ajustées à 100 kg sont légèrement moins précises que les mesures prises juste avant l'abattage (0,851 à 5 cm et 0,883 à 7,5 cm pour les mesures prises avant l'abattage comparativement à 0,946 à 5 cm et 0,947 à 7,5 cm pour les mesures ajustées à 100 kg). L'ajout de la mesure d'épaisseur de muscle ajustée à 100 kg dans une équation similaire à celle utilisant les mesures de la sonde Destron à l'abattoir (c'est-à-dire avec des effets linéaires, quadratiques et l'interaction gras x muscle) n'améliore que légèrement l'écart-type résiduel (0,913 à 5 cm et 0,927 à 7,5 cm).

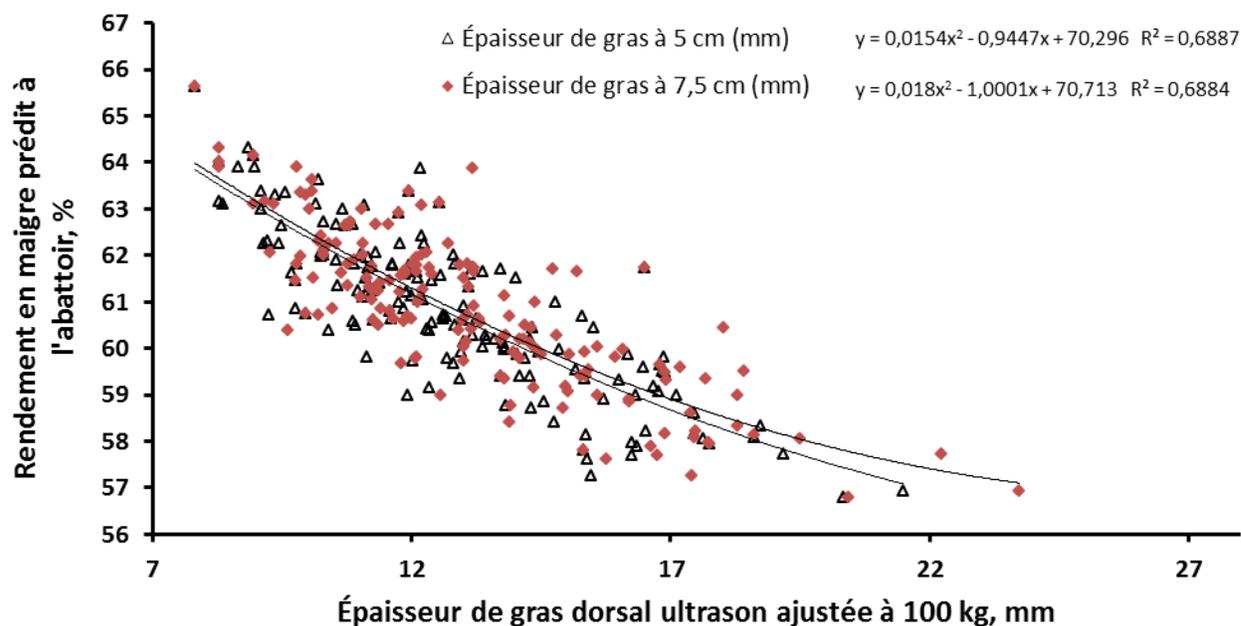


Figure 25 Relation entre le rendement en maigre prédit à l'abattoir et l'épaisseur de gras dorsal ajustée à 100 kg prise avec l'appareil aux ultrasons à deux sites de mesure

### Prédiction de la surface de l'œil de longe

Une équation permettant de prédire la surface de l'œil de longe est produite à partir de la mesure d'épaisseur de muscle de la longe *in vivo*.

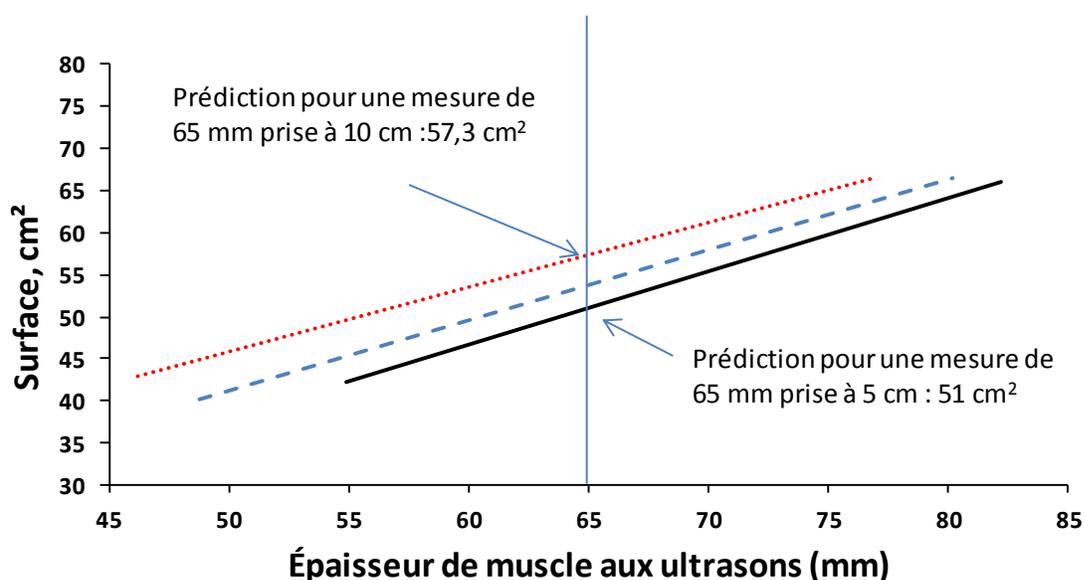
Tableau 10 Surface de l'œil de longe mesuré par le tracé en abattoir par rapport aux trois différents sites de mesure sur l'animal vivant

	Surface œil mesuré	Muscle Destron
Muscle 5 cm ultrasons	0,65148	0,49139
	<,0001	<,0001
	282	274
Muscle 7.5 cm ultrasons	0,66356	0,48103
	<,0001	<,0001
	282	274
Muscle 10 cm ultrasons	0,66998	0,45488
	<,0001	<,0001
	282	274

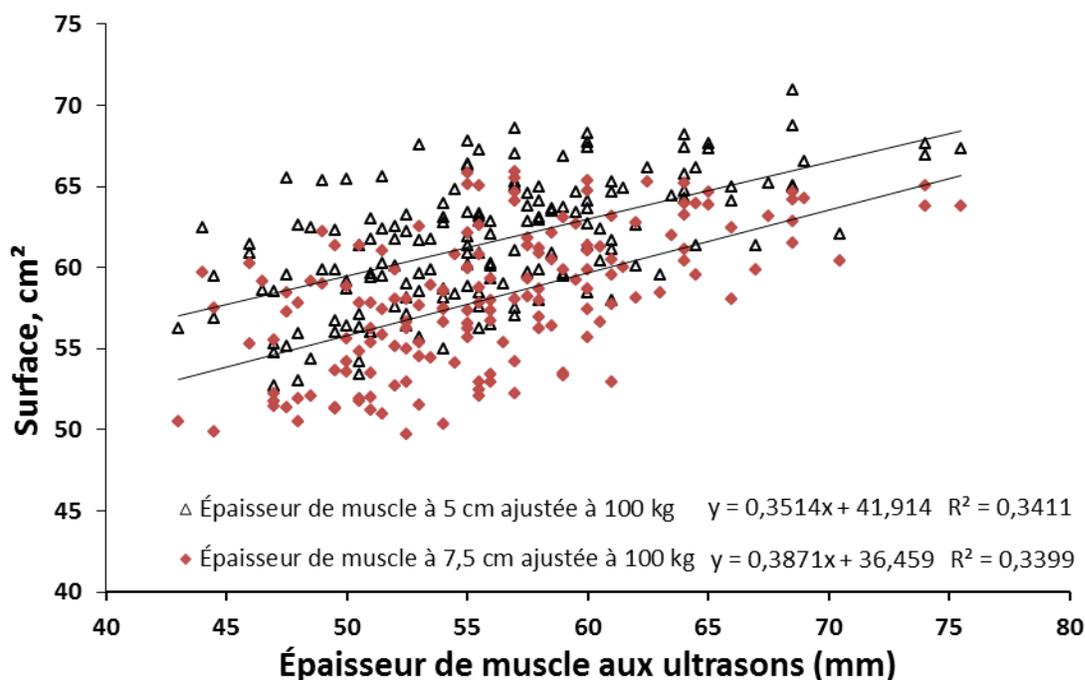
\*Seuls les animaux ayant été soumis à tous les sites de mesures sont considérés.

Les résultats montrent que le coefficient de corrélation entre l'épaisseur de muscle prise à trois différents sites *in vivo* et la mesure de surface à l'abattage (Tableau 10) est de 0,651, 0,664 et 0,670 pour les sites de mesures à 5 cm, 7.5 cm et 10 cm respectivement. Les corrélations entre chacun des sites de mesure et la mesure de surface de l'œil de longe sont toutes significatives ( $P < 0,0001$ ). Cependant, en comparant les corrélations de façon dépendante, on obtient des différences non significatives entre chacun des sites de mesure (5 cm vs 7,5 cm  $P = 0,515$ ; 5 cm vs 10 cm  $P = 0,472$ ; 7,5 cm vs 10 cm  $P = 0,785$ ), ce qui signifie que, pour la mesure de surface de l'œil de longe, les corrélations obtenues pour chacun des sites sont similaires.

Bien que la qualité des prédictions soit semblable pour les trois sites de mesure, l'équation de prédiction de la surface diffère entre les sites (Figure 26). Par exemple, une mesure d'épaisseur de muscle de 65 mm prise à 5 cm conduira à une prédiction de surface de 51 cm<sup>2</sup> alors qu'une mesure d'épaisseur de muscle de 65 mm prise à 10 cm conduira à une prédiction de surface de 57,3 cm<sup>2</sup>. Les mesures ne sont donc pas interchangeables sans appliquer une correction ou une équation spécifique au site de mesure. Cette constatation vaut également si l'on utilise la mesure d'épaisseur de muscle ajustée à 100 kg au lieu de la mesure prise avant l'abattage (Figure 27). Par ailleurs, les écarts-types résiduels sont légèrement moins bons (supérieurs) avec les mesures ajustées à 100 kg (4,99 à 5 cm et 4,92 à 7,5 cm pour les mesures prises avant l'abattage comparativement à 5,18 à 5 cm et à 7,5 cm pour les mesures ajustées à 100 kg).



**Figure 26** Comparaison des droites de régression de la prédiction de la surface d'œil de longe en fonction de l'épaisseur de muscle mesurée aux ultrasons à 5 cm (ligne pleine), 7,5 cm (tirets) et 10 cm (pointillé) mesurée avant l'abattage



**Figure 27** Comparaison des droites de régression de la prédiction de la surface d'œil de longe en fonction de l'épaisseur de muscle prise aux ultrasons à 5 cm (ligne pleine) et à 7,5 cm ajustée à 100 kg de poids vif pour les porcs abattus à 140 kg

### 3.2.2.3 Aspect technique

La qualité de l'image obtenue avec l'appareil aux ultrasons dépend de la qualité du signal de réflexion du muscle vers la sonde. L'angle idéal de prise de mesure pour obtenir un maximum de réflexion est de 90° par rapport à la surface de la peau de l'animal. Cependant, cet angle peut varier en fonction de plusieurs facteurs tels que le poids de l'animal, la forme de la longe, l'ouverture des côtes, etc. L'angle sera donc déterminé afin d'obtenir un maximum de réflexion des muscles intercostaux. Généralement, plus l'angle par rapport au dos de l'animal est grand, moins la réflexion sera bonne et la qualité de l'image en sera alors de moindre qualité.

Les mesures prises à 5 et 7,5 cm de la colonne vertébrale semblent les plus pratiques à réaliser. À ces mesures, la sonde se trouve sur le dos de l'animal et il est plus facile de maintenir un angle de 90°. Pour la mesure à 10 cm de la colonne vertébrale, la sonde se retrouve sur le côté de l'animal plutôt que sur le dos. Il devient alors plus difficile d'avoir une vue sur les muscles intercostaux et l'on doit donc faire varier plus grandement l'angle de prise de mesure, ce qui diminue la réflexion et il devient donc difficile d'obtenir une belle qualité d'image.

D'un point de vue anatomique, le poids de l'animal peut influencer, de façon assez importante, le site pour la prise de mesure aux ultrasons. Chez les animaux évalués à 75 et 100 kg, la mesure prise à 10 cm n'est pas perpendiculaire à la colonne vertébrale, comparativement aux animaux évalués à 120 et 140 kg. Il n'y a pas de repère anatomique fiable lors de la mesure à 10 cm; cette même mesure ne sera pas prise à la même place sur un porc de 75 kg par rapport à un porc de 140 kg.

### 3.2.3 Mesures *in vivo* du niveau de gras intramusculaire prises à deux sites différents soit, entre les 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> avant-dernières côtes et entre les 10<sup>e</sup> et 11<sup>e</sup> côtes

Chez le porc, le taux de gras intramusculaire de la longe est évalué sur le dos de l'animal, par mesure aux ultrasons, entre les 10<sup>e</sup> et 11<sup>e</sup> côtes. Par ailleurs, le site de mesure pour l'évaluation du gras intramusculaire sur la carcasse se situe entre les 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> avant-dernières côtes.

Les statistiques descriptives du niveau de gras intramusculaire de la longe, mesuré à deux différents sites sont présentées au Tableau 11.

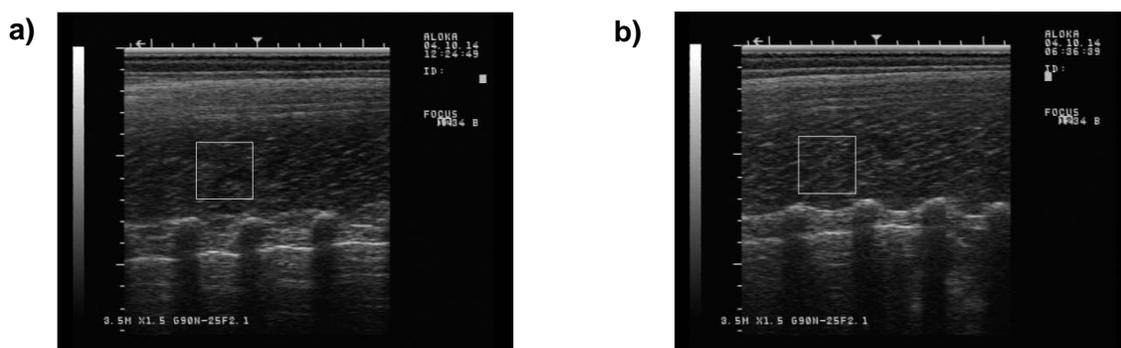


Figure 28 Mesure du niveau de gras intramusculaire de la longe entre les 10<sup>e</sup> et 11<sup>e</sup> côtes (a) et entre les 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> avant-dernières côtes (b)

Tableau 11 Statistiques descriptives des mesures du niveau de gras intramusculaire de la longe, mesuré sur deux sites différents

Statistiques simples						
Variable	N	Moyenne	Écart-type	Somme	Minimum	Maximum
GIM entre les 10 <sup>e</sup> et 11 <sup>e</sup> côtes	110,00	2,95	0,82	324,40	1,60	5,80
GIM entre les 3 <sup>e</sup> et 4 <sup>e</sup> avant-dernières côtes	108,00	2,50	0,65	269,50	1,30	4,60

Les résultats obtenus (Tableau 12) ont montré que la mesure prise entre les 10<sup>e</sup> et 11<sup>e</sup> côtes (r1) et la mesure prise au site actuel, entre les 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> avant-dernières côtes (r2) sont corrélés aussi fortement avec l'évaluation visuelle par l'échelle du National Pork Producers Council (NPPC) (r1=0,533; r2=0,533) et l'échelle canadienne (r1=0,523; r2=0,563).

En comparant les corrélations de façon dépendante, on obtient des différences non significatives entre le niveau de gras intramusculaire mesuré entre les 10<sup>e</sup> et 11<sup>e</sup> côtes et le niveau de gras intramusculaire mesuré entre les 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> avant-dernière côtes (NPPC; P=0,988 et CAN; P=0,509).

**Tableau 12 Mesure du niveau de gras intramusculaire de la longe par ultrasons par rapport aux deux sites de mesures sur l'animal vivant**

Coefficients de corrélation de Pearson Proba >  r  sous H0: Rho=0 Nombre d'observations				
	NPPC	CAN	GIM entre les 10 <sup>e</sup> et 11 <sup>e</sup> côtes	GIM entre les 3 <sup>e</sup> et 4 <sup>e</sup> avant-dernières côtes
GIM entre les 10 <sup>e</sup> et 11 <sup>e</sup> côtes	0,53366	0,52331	1,00000	0,71075
	<,0001	<,0001		<,0001
	109	109	110	107
GIM entre les 3 <sup>e</sup> et 4 <sup>e</sup> avant-dernières côtes	0,53278	0,56298	0,71075	1,00000
	<,0001	<,0001	<,0001	
	107	107	107	108

\*Seuls les animaux ayant été soumis aux deux sites de mesures sont considérés

### 3.2.3.1 Aspect technique

La mesure du niveau de gras intramusculaire entre les 10<sup>e</sup> et 11<sup>e</sup> côtes se situe légèrement à l'arrière de l'épaule du porc. Lorsque l'animal lève la tête, un creux peut se former dans cette zone, ce qui entraîne une perte de contact avec la sonde et rend difficile la prise de mesure. Il devient alors difficile d'obtenir une image nette, ce qui peut biaiser l'analyse du niveau de gras intramusculaire. Par ailleurs, la mesure testée, entre les 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> avant-dernières côtes se situe plutôt sur le dos de l'animal. Lorsque celui-ci bouge, il est plus facile de garder le contact de la sonde et la qualité de l'image est moins affectée.

## 4. Conclusion

Toute technologie qui permet de prédire la qualité de carcasse sur l'animal vivant est intéressante pour le secteur porcin. Limiter les mesures et les découpes à l'abattoir, qui sont souvent longues, coûteuses et nécessitent de la traçabilité, constitue un atout majeur pour l'industrie.

Les candidats à la sélection dans les troupeaux de race pure sont évalués à des âges et poids très variables (75 à 140 kg actuellement), et ce, pour différentes raisons (conduite d'élevage (régie), marché, vente en CIA, etc.). Cette situation implique qu'il faille compter sur de bonnes méthodes d'ajustement des données, d'une part, pour les ajustements phénotypiques à des poids fixes et, d'autre part, pour l'utilisation dans les modèles d'évaluation génétique.

### 4.1 Recommandations pour optiSORT

- Dans un contexte de suivi individuel des performances, comme lors de la détermination des besoins individuels au moyen de l'alimentation de précision, une meilleure estimation du gain de poids pourrait se faire en installant optiSORT dans un parc, de façon à ce que les animaux passent dans l'appareil plusieurs fois dans la journée. Alternativement, si les animaux ont accès en continu à l'appareil durant plusieurs jours, il est possible d'obtenir une estimation du gain quotidien en effectuant une régression linéaire du poids en fonction de la journée.
- optiSORT semble suffisamment précis pour prédire adéquatement le poids moyen d'un groupe de porcs, tel que le démontrent les résultats de simulations faites pour des groupes de 40 porcs, pour lesquels les moyennes de poids réels des groupes sont assez bien reliées aux poids moyens obtenus par optiSORT. La relation serait meilleure si chaque animal était pesé plus d'une fois.
- Les résultats obtenus montrent que le poids vif optiSORT corrigé est moins bien relié au poids carcasse que ne l'est le poids « balance ». Dans le cas où l'on désirerait envoyer les porcs à des poids le plus légers possible sans qu'ils ne soient déclassés, il est suggéré d'utiliser une marge de sécurité de 4,5 à 8 kg de poids vif. Par exemple, en visant à avoir des carcasses qui pèsent au minimum 92,5 kg, et en considérant un rendement de carcasse de 81 % ainsi qu'une marge de sécurité de 4,5 kg vif, il faudrait sortir les animaux lorsque leur poids vifs optiSORT corrigés seraient minimalement de 118,7 kg (soit  $92,5/0,81+4,5$ ). L'application d'une marge de sécurité similaire peut également être faite pour viser un poids le plus lourd possible sans déclasser les porcs.
- Les présents résultats ont montré une corrélation phénotypique significative mais relativement faible ( $r=0,35$ ) pour le rendement du jambon pour la mesure prise avant l'abattage. Une corrélation de cette amplitude correspond, par exemple, au fait que parmi les animaux faisant partie du groupe des 10 % ayant les performances supérieures et identifiés avec optiSORT, près du quart soit également parmi les 10 % ayant les performances supérieures déterminées avec la mesure à l'abattoir. Pour une application en sélection génétique, il est souhaitable d'obtenir une corrélation phénotypique de moyenne à forte. Pour une analyse plus approfondie d'une application en génétique, les estimations de l'héritabilité et des corrélations génétiques pour les rendements de coupes primaires d'optiSORT sont requises en considérant les liens génétiques (la généalogie) entre les porcs. Il est permis de penser que l'accès aux mesures secondaires d'optiSORT, qui sont

sous-jacentes aux estimations produites par l'application, puisse lui-même présenter un intérêt pour la sélection génétique, comme par exemple pour cibler une conformation désirée. De même, l'accès à ces informations pourrait permettre de raffiner les estimations des différentes coupes et obtenir de meilleures corrélations et des biais moins importants que ceux observés dans la présente étude.

## 4.2 Recommandations pour le site de mesures

- Les trois sites de mesures aux ultrasons sur l'animal vivant, pour déterminer l'épaisseur de gras dorsal, permet de prédire relativement bien le pourcentage de rendement en maigre de la carcasse tel qu'estimé par les mesures Destron à l'abattoir. Par contre, il est important de noter que l'équation de prédiction du rendement en maigre diffère entre les sites, la différence étant plus prononcée pour le site à 10 cm comparativement aux sites à 5 et 7,5 cm. La mesure prise à 10 cm n'est donc pas interchangeable avec les deux autres sans appliquer une correction ou une équation spécifique. Par ailleurs, les mesures ajustées à 100 kg sont légèrement moins précises que les mesures prises tout juste avant l'abattage.
- La qualité de la prédiction de la surface de l'œil de longe est semblable pour les trois sites de mesures évalués. Cependant, l'équation de prédiction de la surface diffère entre les sites. Les mesures ne sont donc pas interchangeables sans appliquer une correction ou une équation spécifique au site de mesure. Cette constatation vaut également si l'on utilise la mesure d'épaisseur de muscle ajustée à 100 kg au lieu de la mesure prise avant l'abattage.
- Rappelons que la qualité de l'image obtenue avec l'appareil aux ultrasons dépend de la qualité du signal de réflexion du muscle vers la sonde. D'un point de vue technique, les mesures prises à 5 et 7,5 cm de la colonne vertébrale semblent les plus « pratiques à réaliser » comparativement à la mesure à 10 cm, et ce, pour différentes raisons (anatomie, poids des animaux, etc.).
- Les résultats obtenus ont démontré clairement que, le niveau de gras intramusculaire de la longe, évalué par mesure aux ultrasons au site actuel, entre les 10<sup>e</sup> et 11<sup>e</sup> côtes et la mesure évaluée entre les 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> avant-dernières côtes sont corrélés aussi fortement l'une que l'autre avec l'évaluation visuelle par l'échelle NPPC et l'échelle canadienne. Considérant l'aspect technique de la mesure, il serait plus avantageux de reconsidérer le site de mesure entre les 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> avant-dernières côtes comme étant le site de mesure idéal pour évaluer le niveau de gras intramusculaire sur l'animal vivant.

## 5. Références

- Agriculture et Agroalimentaire Canada. 2013. Compilation de Janvier à Novembre 2013. Rapport des prix de viande rouge – Prix de gros à Montréal. [En ligne]. [http://aimis-simia.agr.gc.ca/rp/index-fra.cfm?report\\_format\\_type\\_code=21&action=gR&signature=6E7A63AE2CF075748EFA0C6E3AC41CB3&pdctc=&r=621&pTpl=1&btnDownload=Vue](http://aimis-simia.agr.gc.ca/rp/index-fra.cfm?report_format_type_code=21&action=gR&signature=6E7A63AE2CF075748EFA0C6E3AC41CB3&pdctc=&r=621&pTpl=1&btnDownload=Vue)
- Hauschild, L., Lovatto, P.A., Pomar, J. et C. Pomar. 2012. Development of sustainable precision farming systems for swine: Estimating real-time individual amino acid requirements in growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 90(7) : 2255–2263.
- Marcon. 2008. Évaluation des attributs de la viande de porc. (Marchés domestiques et extérieurs). Rapport préliminaire, 38 p.
- Marcoux, M., Pomar, C., Faucitano, L., et C. Brodeur. 2007. The relationship between different pork carcass lean yield definitions and the market carcass value. *Meat Science*, 75(1) : 94-102.
- National Pork Producers Council (NPPC). 2000. NPPC marbling standards. Des Moines, Iowa, USA : NPPC.
- Ngapo, T.M., Martin, J.F. et E. Dransfield. 2007. International preferences for pork appearance: I Consumer choices. *Food Quality and Preference*, 18(1) : 26-36.
- Sylvestre, M.P. 2011. Faire et analyser un graphique de Bland-Altman pour évaluer la concordance entre deux instruments ou plus. [En ligne]. [http://crchum.chumontreal.qc.ca/sites/crchum.qc.ca/files/documents/analyse\\_graphique\\_bland-altman\\_f.pdf](http://crchum.chumontreal.qc.ca/sites/crchum.qc.ca/files/documents/analyse_graphique_bland-altman_f.pdf)



Centre de développement du porc du Québec inc.  
Place de la Cité, tour Belle Cour  
2590, boulevard Laurier, bureau 450  
Québec (Québec) G1V 4M6

☎ 418 650-2440 • 📠 418 650-1626

[cdpq@cdpq.ca](mailto:cdpq@cdpq.ca) • [www.cdpq.ca](http://www.cdpq.ca)

 @cdpqinc