

Étude de la densité corporelle comme critère de performance dans les stations d'évaluation des taureaux de boucherie du Québec

Réalisée pour le compte du ministère de l'Agriculture, des
Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) dans le cadre des
programmes génétiques du Québec

Préparée par :

Nicolas Goupil, étudiant-stagiaire en agronomie
MAPAQ
Direction de l'innovation scientifique et technologique

**En collaboration
avec :**

Roger Bergeron, M. Sc., agronome
MAPAQ
Direction de l'innovation scientifique et technologique

Stéphanie Roy, agronome
MAPAQ
Direction de l'innovation scientifique et technologique

Éric Lepage, agronome
MAPAQ
Direction régionale de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine

Gilles Laverdière, M. Sc., agronome
MAPAQ
Institut de technologie agroalimentaire, campus de La
Pocatière

Septembre 2008

Préambule

Ce rapport a été élaboré dans le cadre d'un contrat de stage conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) et le Département des sciences animales de l'Université Laval. Il constitue l'étude de cas du stage professionnel de la troisième année d'études à l'Université Laval de M. Nicolas Goupil.

Le but de ce rapport est de déterminer la pertinence d'utiliser la densité corporelle comme indicateur de performance en station d'évaluation des taureaux de boucherie et de faire une recommandation au secteur à partir des résultats obtenus.

Ce rapport a été rendu possible grâce aux données contenues dans les banques de données du logiciel de suivi des taureaux de station (Plani-Station) et du Programme d'analyse des troupeaux de boucherie du Québec (PATBQ).

Ce stage s'est déroulé au sein de la Direction de l'innovation scientifique et technologique (DIST), secteur bovins de boucherie, du 5 mai au 22 août 2008. Il est nécessaire pour l'obtention d'un diplôme en agronomie. Ce stage a été rendu possible en particulier grâce au soutien financier de la DIST et de l'Université Laval.

L'auteur de ce rapport tient à remercier tout le personnel de la DIST pour son accueil chaleureux et plus particulièrement M. Claude Bernard, directeur par intérim de la DIST, pour son soutien administratif, M. Roger Bergeron, agronome responsable du secteur des bovins de boucherie, pour son encadrement au cours du stage, Mme Marie-Claude Rioux et M. Bernard Plante, technologistes, pour leur collaboration informatique, ainsi que tous les membres de l'équipe du PATBQ et l'ensemble des collaborateurs des stations d'évaluation des taureaux de boucherie.

L'auteur remercie également MM. Éric Lepage, Gilles Laverdière, Roger Bergeron et Mme Stéphanie Roy pour leur collaboration dans les analyses et la relecture de ce rapport.

Table des matières

PRÉAMBULE	II
LISTE DES FIGURES.....	IV
LISTE DES TABLEAUX	IV
LISTE DES ANNEXES	V
INTRODUCTION.....	6
1. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE ET HYPOTHÈSES DE TRAVAIL	8
1.1 DÉFINITION ET DIFFÉRENTES FORMULES À ANALYSER	8
1.2 FACTEURS POTENTIELS DE VARIATION DE LA DENSITÉ CORPORELLE	9
1.2.1 Effet des facteurs biologiques.....	9
1.2.2 Effet des facteurs environnementaux	10
2. MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	12
2.1 BASES DE DONNÉES UTILISÉES	12
2.2 MÉTHODES STATISTIQUES	13
2.2.1 Le coefficient de corrélation linéaire	13
2.2.2 Les quartiles.....	15
2.2.3 La loi gaussienne	16
3. ANALYSES ET INTERPRÉTATION	18
3.1 PROFIL DES DENSITÉS CORPORELLES PAR RACE.....	18
3.1.1 La densité corporelle 1 (poids fin de test/hauteur aux hanches fin de test)	19
3.1.2 La densité corporelle 2 (poids corrigé à 365 jours/stature)	20
3.1.3 La densité corporelle 3 (poids fin de test/stature).....	21
3.1.4 La densité corporelle 4 ((poids par jour d'âge*365)/stature)	22
3.2 CORRÉLATIONS DES DIFFÉRENTES FORMULES DE DENSITÉ CORPORELLE	23
3.2.1 Interprétation des différentes corrélations pour les formules de densité corporelle	24
3.3 ANALYSE DES CORRÉLATIONS DES FORMULES DE DENSITÉ CORPORELLE ET DE LEURS COMPOSANTES	36
3.3.1 Interprétation des corrélations des formules de densité corporelle et de leurs composantes.....	36
4. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	38
5. BIBLIOGRAPHIE	40

Liste des figures

Figure 1 :	Exemple de graphiques de corrélations linéaires par rapport à leurs coefficients.....	14
Figure 2 :	Répartition des valeurs d'une variable F suivant la loi de la distribution normale	15

Liste des tableaux

Tableau I :	Barème d'interprétation des corrélations	14
Tableau II :	Comparaison des médianes, moyennes et écarts types pour les quatre équations de densité corporelle	17
Tableau III :	Profil de la densité corporelle 1 (poids final/hauteur aux hanches) par race.....	19
Tableau IV :	Profil de la densité corporelle 2 (poids corrigé à 365 jours/stature) par race	20
Tableau V :	Profil de la densité corporelle 3 (poids final/stature) par race	21
Tableau VI :	Profil de la densité corporelle 4 ((PPJA * 365)/stature) par race	22
Tableau VII :	Corrélations entre diverses variables des différentes formules de densité corporelle pour toutes les races analysées	25
Tableau VIII :	Corrélations entre diverses variables des différentes formules de densité corporelle pour la race Angus	26
Tableau IX :	Corrélations entre diverses variables des différentes formules de densité corporelle pour la race Blonde d'Aquitaine.....	27
Tableau X :	Corrélations entre diverses variables des différentes formules de densité corporelle pour la race Charolais	28
Tableau XI :	Corrélations entre diverses variables des différentes formules de densité corporelle pour la race Hereford	29
Tableau XII :	Corrélations entre diverses variables des différentes formules de densité corporelle pour la race Highland	30
Tableau XIII :	Corrélations entre diverses variables des différentes formules de densité corporelle pour la race Limousin	31
Tableau XIV :	Corrélations entre diverses variables des différentes formules de densité corporelle pour la race Parthenais	32
Tableau XV :	Corrélations entre diverses variables des différentes formules de densité corporelle pour la race Salers	33
Tableau XVI :	Corrélations entre diverses variables des différentes formules de densité corporelle pour la race Shorthorn.....	34
Tableau XVII :	Corrélations entre diverses variables des différentes formules de densité corporelle pour la race Simmental	35
Tableau XVIII :	Corrélation des formules de densité corporelle et de leurs composantes	37

Liste des annexes

Annexe 1 :	Définition des variables utilisées pour le rapport	42
Annexe 2 :	Conversion des unités de mesure	44
Annexe 3 :	Évolution du nombre de taureaux évalués en station par race et par année	45
Annexe 4 :	Profil des différentes races pour les sujets entrés en station entre le 1 ^{er} janvier 1998 et le 31 décembre 2007	46
Annexe 5 :	Coefficient de variation par race et par variable pour les sujets entrés en station entre le 1 ^{er} janvier 1998 et le 31 décembre 2007.....	49

Introduction

Historiquement au Québec, la production bovine a subi l'influence du secteur laitier dont l'objectif premier n'est pas la production de viande. Par contre, depuis plusieurs années, l'intérêt des producteurs de bovins de boucherie envers les critères de rendement en viande et de qualité de carcasse a augmenté énormément. L'élaboration de mesures de gras dorsal et de surface de l'œil de longe dans les stations d'évaluation des taureaux de boucherie, entre autres, témoignent de cet intérêt grandissant.

De plus, les animaux obtenant les meilleurs prix lors des encans spécialisés sont les animaux de classe M1¹ puisqu'ils correspondent mieux aux besoins du marché en termes de poids carcasse, de rendement en viande et de persillage². Également, la croyance populaire veut que les animaux de plus grande taille aient tendance à faire plus de gain et obtiennent de meilleurs résultats sans que l'on connaisse toutefois leur efficacité alimentaire et ainsi leur coût d'alimentation.

L'industrie bovine a statué que l'indice gain sur test compte actuellement pour 40 % de la valeur globale des taureaux en station au Québec. La venue de critères, comme la stature, pourrait alors servir à moduler les résultats et leur rang dans le groupe en fonction de la grandeur, si cela s'avère nécessaire. L'apparition de la densité corporelle, comme critère d'évaluation à certains endroits, suscite beaucoup d'intérêt. Il est cependant nécessaire de vérifier la validité de ce critère de performance et de vérifier comment un tel critère de performance peut se transmettre à la descendance puisque les taureaux testés en station sont susceptibles de générer plusieurs descendants.

Malgré la disponibilité restreinte de données scientifiques, certaines équations de densité corporelle ont été élaborées du côté de l'Ontario par le « Beef Improvement of Ontario (BIO) ». On peut retrouver ces équations sur le site web de la ferme « BAR5 »³ comme indicatif de performance. Ces équations utilisent le poids et la hauteur des individus pour établir une densité corporelle.

L'utilisation d'équations de densité corporelle si celles-ci s'avèrent être valables pourrait alors apporter un outil afin de cibler les taureaux qui risquent de produire une bonne quantité de viande par rapport à leurs hauteurs. Autrement dit, si ces équations sont valables, elles permettraient de séparer les taureaux qui font un gain de poids accru causé par la croissance en muscle et en gras des taureaux qui font un gain de poids accru causé par un fort développement en os.

¹ M1 : M = de grandeur moyenne et 1 = avec une musculature abondante

² Source : Guide de la production vache-veau du CRAAQ, section mise en marché

³ Source : <http://bar5.com/>

En supposant que le poids et la hauteur influencent la densité corporelle de l'animal, on peut donc comprendre que les facteurs biologiques et environnementaux qui affectent le poids et la hauteur risquent d'affecter la densité corporelle. Parmi les facteurs biologiques, le poids, la race, la musculature, le sexe et l'âge risquent d'avoir une influence sur la densité corporelle. Parmi les facteurs environnementaux, l'alimentation, la station, la saison, la régie dans le troupeau d'origine et le groupe contemporain sont susceptibles d'influencer la densité corporelle.

Dans un premier temps, une synthèse bibliographique sur la densité sera effectuée. Ensuite, les différents outils et méthodes d'analyse utilisés pour le rapport seront décrits. Puis, un profil des différentes densités corporelles en fonction des races sera élaboré. Aussi, des corrélations des différentes densités corporelles avec des critères de performance utilisés actuellement dans le secteur des bovins de boucherie seront étudiées. Finalement, les corrélations des formules de densité corporelle seront comparées entre elles.

1. Synthèse bibliographique et hypothèses de travail

1.1 Définition et différentes formules à analyser

Le concept de densité corporelle est présent de manière intrinsèque au Québec depuis plusieurs années. En effet, la recherche de stature moyenne avec une forte musculature par les propriétaires de parc d'engraissement a mené à une sélection sur la hauteur et la musculature de manières séparées. Le facteur de productivité qui est apparu récemment est la densité corporelle. Littéralement, une densité corporelle idéale pourrait se définir ainsi : un moyen de prédire les taureaux qui auront le meilleur rendement en viande et les carcasses qui répondent mieux au marché⁴, tout en étant faciles à engraisser pour les propriétaires de parc d'engraissement.

La densité corporelle est apparue comme facteur de productivité dans la ferme « BAR5 » qui provient de l'Ontario. Celle-ci utilise deux ratios pour caractériser la densité corporelle : la densité à la fin de test et la densité corrigée que nous présentons dans le rapport comme les densités corporelles 1 et 2 respectivement.

Densité corporelle 1 (poids final/hauteur aux hanches à la fin du test)

Densité corporelle 2 (poids corrigé à 365 jours/stature)

D'autres hypothèses de ratio ont également été posées tout en respectant le même concept de densité corporelle. Celles-ci ont été élaborées à l'aide des collaborateurs afin de vérifier les différentes possibilités de densité corporelle et ainsi de faire une analyse plus complète. Les autres équations de densité corporelle trouvées sont : les densités corporelles 3 et 4.

Densité corporelle 3 (poids final/stature)

Densité corporelle 4 ((PPJA*365)/stature)

⁴ Source : Grille d'écarts de prix bouvillon d'abattage, FPBQ

1.2 Facteurs potentiels de variation de la densité corporelle

1.2.1 Effet des facteurs biologiques

Les facteurs biologiques peuvent varier d'un individu à l'autre. Ceux-ci déterminent les différentes performances qu'auront les animaux lors d'évaluations en station. Ainsi, les principaux facteurs biologiques susceptibles de déterminer les performances des taureaux en station sont : le poids, la hauteur, la race, le niveau de musculature et l'âge⁵.

Le poids

Toutes les densités corporelles utilisent le poids dans leurs équations, le poids risque donc d'influencer directement la densité corporelle. Le poids des taureaux peut être décomposé en plusieurs composantes. Ainsi, les muscles, les os, le gras et l'eau sont les principales composantes du poids des animaux. Le muscle est plus dense que le gras donc, pour un même gabarit, lorsqu'un taureau est plus musclé, il pèse plus qu'un taureau gras. La fraction d'os dans le corps peut être anticipée par la hauteur du taureau et sa race.

La hauteur

Toutes les densités corporelles utilisent la hauteur dans leurs équations, la hauteur risque donc d'influencer la densité corporelle. La hauteur sert, entre autres, d'indicateur de la facilité de finition des animaux dans les parcs d'engraissement.

La race

Il est évident que la race constitue un facteur de variation important de la densité corporelle d'une part, en raison du développement musculaire, de la maturité et de la grosseur de l'ossature qui sont très différents d'une race à l'autre. D'autre part, il existe une grande interaction entre le poids vif à un âge donné et la race. Les races de grande taille auront un poids à un an plus élevé que celui des races de petite taille. De plus, pour certaines races, il y a de très grandes variations de phénotype à l'intérieur de celles-ci. Ces variations s'expliquent premièrement par les lignées (pur-sang d'origine et pur-sang domestique) pour les races permettant le croisement d'absorption. La variabilité du phénotype observé dans la population s'explique aussi par le manque d'information par rapport au phénotype idéal visé par race.

Le niveau de musculature

Le niveau de musculature d'un taureau influencera non seulement son poids, mais aussi son rendement en viande et son poids de carcasse à l'abattage.

⁵ Source : CRAAQ, Viande bovine, croissance et finition, 3^e édition

L'âge

L'âge de l'animal est un facteur trop souvent négligé. En effet, l'âge à la fin du test constitue un facteur déterminant pour les performances des taureaux puisque ceux-ci terminent leurs tests en station aux environs d'un an d'âge (entre 320 et 430 jours). Or, il y a normalement un plafonnement de la hauteur des taureaux avant que ceux-ci déposent plus de muscle. La fin de la croissance squelettique survient souvent aux environs d'un an d'âge. On risque donc d'observer que les taureaux plus vieux déposeront plus de tissus musculaires, ce qui risque d'influencer leur densité corporelle à leurs avantages⁶.

1.2.2 Effet des facteurs environnementaux

Les facteurs environnementaux sont les facteurs auxquels les individus sont soumis. Ceux-ci influencent positivement ou négativement les différentes performances qu'auront les animaux lors d'évaluations en station. Ainsi, les principaux facteurs environnementaux susceptibles d'influencer les performances des taureaux sont : l'alimentation, la station, la saison, la régie dans le troupeau d'origine et le groupe contemporain⁷.

L'alimentation

L'alimentation est un facteur important pour influencer la densité corporelle. Un déficit alimentaire ne permettra pas aux taureaux d'exprimer leurs pleines valeurs génétiques. Plusieurs facteurs comme les niveaux d'énergie ou de protéine dans la ration peuvent influencer le développement de certains tissus (comme le gras ou le muscle). Dans les stations de taureaux du Québec, les taureaux sont alimentés en rations totales mélangées (RTM) à volonté et chacun d'eux ont un espace à la mangeoire suffisant pour éviter l'effet de compétition et d'ordre social à l'intérieur d'un enclos.

La station

La station constitue l'environnement où les taureaux effectuent la majeure partie de leur engraissement en postsevrage. Ce facteur est donc très important puisque les performances du taureau seront directement influencées par la station où il se retrouve. Les principales sources qui influenceront les performances en station sont : le niveau de stress lors de la manutention, la température, l'alimentation, le type de bâtiment, le groupe contemporain et la période d'engraissement.

La saison

La période de l'année influence à la fois le gain de poids vif des taureaux, leur prise alimentaire et leur métabolisme, en majeure partie à cause de la température ressentie par les taureaux. Ces effets peuvent être réduits par le type de bâtiment et le type de brise-vent utilisé pour le logement des taureaux. Par contre, un groupe contemporain est soumis aux mêmes conditions dans la même station.

⁶ Source : Beef Improvement Federation, 8th Edition, 2002

⁷ Source : CRAAQ, Viande bovine, croissance et finition, 3^e édition et La production vache-veau, édition 2007

La régie dans le troupeau d'origine

Le troupeau d'origine a une influence majeure sur le poids corrigé à 200 jours sur lequel s'appuie le poids corrigé à 365 jours. En effet, l'âge de la mère et le type d'allaitement, par exemple, peuvent faire varier le poids corrigé à 200 jours. Le pâturage utilisé, le type d'alimentation et l'âge de la mère⁸ risquent quant à eux d'influencer le poids réel.

Le groupe contemporain

Le potentiel génétique des taureaux étant généralement évalué non pas en fonction des performances brutes des taureaux mais plutôt en fonction de l'écart de leurs performances corrigées par rapport à leurs contemporains, le choix d'un groupe contemporain adéquat s'avère une nécessité. Ce critère n'influence pas directement la densité corporelle par contre, dans l'éventualité où l'on utiliserait une densité corporelle en comparaison aux performances du groupe contemporain, la formation du groupe contemporain aurait des effets sur les évaluations de l'individu. Le choix d'un groupe contemporain adéquat permet également de réduire les effets de l'environnement lorsque tout le groupe est traité uniformément.

⁸ Source : Analyses rétrospectives des performances bovines 1996 à 2006

2. Matériel et méthodes

2.1 Bases de données utilisées

Le fichier de base est composé de données des évaluations en station des taureaux de boucherie du Québec. Les données retenues sont celles des tests des 10 dernières années, c'est-à-dire les taureaux étant entrés en station de 1998 à 2007. Ces animaux ont été évalués sur leurs performances individuelles dans 13 stations dans lesquelles il pouvait y avoir plus d'une entrée de taureaux par année. La durée des tests en station était de 112 jours avec un pré-test de conditionnement de 28 jours, pour une présence totale en station de 140 jours.

La banque de données originale contenait 10 413 animaux appartenant à 10 races. Un total de 10 176 animaux ont été utilisés pour l'analyse après l'épuration des données, à cause de données absentes ou d'indices gain inférieurs à 60 ou supérieurs à 140. Les écarts prévus chez les descendants (ÉPD) du mois de mai 2008 du PATBQ calculés par BIO ont également été fusionnés aux taureaux de la banque de données. Il n'y a pas eu de discrimination des taureaux ayant une faible répétabilité de leurs ÉPD. Finalement, les différentes variables sont détaillées à l'annexe 1.

Les mesures de la surface de l'œil de longe brute contenues dans cette banque de données ont été réalisées par les techniciens du Centre de développement du porc du Québec (CDPQ) accrédités pour cette tâche. L'équation de surface d'œil de longe corrigée qui a été utilisée pour ce rapport est celle des tests en station de 2007-2008 retenue par les conseillers du MAPAQ et par le conseil d'administration du comité consultatif provincial (CCP) pour les programmes d'évaluation génétique des bovins de boucherie :

Surface d'œil de longe corrigée = Surface mesurée (cm²) + ((365 j – âge à la mesure)/âge à la mesure) * 38,71

Les mesures de hauteur aux hanches ont été prises sur les taureaux lors de la pesée de fin de test. L'équation utilisée pour ramener la hauteur aux hanches à un équivalent comparable est celle de la stature dont la source est le Beef Improvement Federation, 8th Edition, 2002 :

Stature (Frame score) = -11,548 + 0,192047 (hauteur aux hanches en cm) – 0,0289 (jours d'âge) + 0,00001947 (jours d'âge)² + 0,0000131 (hauteur aux hanches en cm) (jours d'âge)

Les tableaux de ce rapport présenteront les résultats en unités du système international (cm, kg, etc.). Ce qui causera une divergence dans les ratios de densité corporelle de d'autres sources qui utilisent le système impérial. L'annexe 2 présente la table de conversion des unités du système international aux unités du système impérial.

2.2 Méthodes statistiques

L'extraction des données de base s'est effectuée avec le logiciel Microsoft Access, un système de gestion de bases de données. Ensuite, toutes les données ont été traitées à l'aide du logiciel Excel afin de rendre possibles différentes analyses statistiques des divers critères de productivité. Les analyses statistiques retenues dans ce rapport sont les quartiles et les coefficients de corrélation linéaire.

2.2.1 Le coefficient de corrélation linéaire

Le coefficient de corrélation linéaire est utilisé pour étudier la relation qui peut exister entre deux variables statistiques. Cependant, il faut bien en comprendre la signification, ainsi, voici quelques propriétés du coefficient de corrélation linéaire⁹ :

- Le coefficient de corrélation se situe toujours entre -1 et 1;
- Si le coefficient de corrélation est supérieur à 0, les variables tendent à varier dans le même sens (corrélation positive);
- Si le coefficient de corrélation est inférieur à 0, les variables tendent à varier en sens opposés (corrélation négative);
- S'il n'y a aucune relation entre les deux variables alors le coefficient de corrélation linéaire est environ de 0;
- Un coefficient de corrélation linéaire de 0 ne signifie pas l'absence de corrélation entre deux variables, car il peut y avoir une corrélation non linéaire;
- Les données utilisées pour le coefficient de corrélation doivent suivre la loi gaussienne (distribution normale).

Il est également important de préciser que la valeur du coefficient de corrélation n'indique pas toujours la manière dont les différents facteurs peuvent s'influencer entre eux. En effet, dans certaines situations, les deux variables peuvent être soumises à une influence commune (environnement par exemple) modifiant simultanément leur valeur. Aussi, les analyses étaient pour la plupart statistiquement valables pour le nombre selon la table des valeurs critiques pour le coefficient de variation linéaire¹⁰. Cependant, les résultats ayant un échantillon d'individus inférieur à 200 doivent être interprétés avec beaucoup de prudence. Ils risquent même de ne pas être représentatifs puisque la prise de données s'est effectuée sur 10 ans. De plus, toutes les analyses s'approchant de 0 ont été vérifiées graphiquement afin de s'assurer qu'il n'existe pas une corrélation non linéaire en forme de parabole « \cap ou \cup » par exemple. Finalement, le barème d'interprétation des corrélations linéaires montré dans le tableau I est généralement accepté de tous, mais n'est pas la seule et unique façon d'interpréter les corrélations linéaires.

⁹ Source : Méthodes statistiques, Claude Belisle, Université Laval

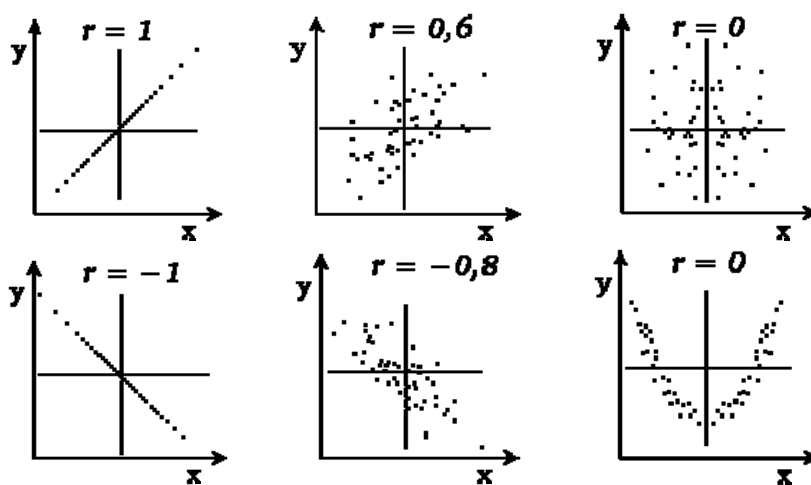
¹⁰ Source : Statistique appliquée pour les sciences de gestion, Gérald Baillargeon, édition SMG

Tableau I : Barème d'interprétation des corrélations¹¹

± 1	Relation parfaite
$\pm 0,90$ et +	Relation très forte
$\pm 0,70$ à $0,89$	Relation forte
$\pm 0,40$ à $0,69$	Relation modérée
$\pm 0,20$ à $0,39$	Relation faible
$\pm 0,19$ et -	Relation négligeable
0	Relation nulle

La figure 1 montre différents coefficients de corrélation ainsi que le graphique lié à cette corrélation.

Figure 1 : Exemple de graphiques de corrélations linéaires par rapport à leurs coefficients¹²



¹¹ Source : La corrélation et la régression linéaire, Michel Pépin, Université Laval

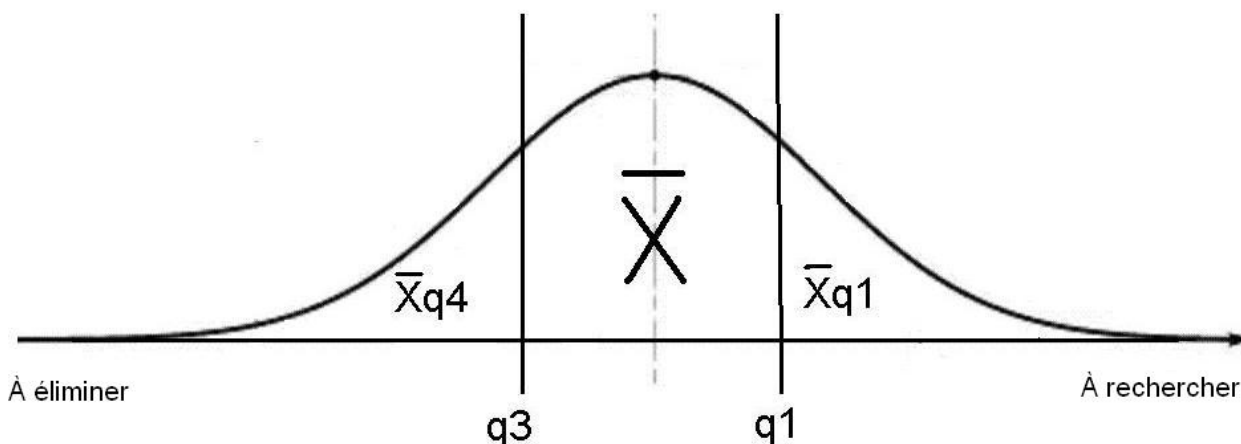
¹² Source : Méthodes statistiques, Claude Belisle, Université Laval

2.2.2 Les quartiles

Certains résultats sont présentés sous forme de moyennes (\bar{x}), de quartiles (q) et de moyennes du premier (\bar{x}_{q1}) et du quatrième (\bar{x}_{q4}) quartiles. Ces derniers sont des indicateurs qui permettent de mesurer la dispersion des valeurs d'une variable (F) par rapport à sa moyenne et nous informent également sur la fiabilité des résultats observés. La figure 2 donne l'allure générale de la variabilité d'un facteur mesuré (exemple : le gain moyen quotidien du test en station) en supposant que la variable étudiée suit une distribution normale (loi gaussienne).

La notion de quartile a été retenue pour cibler les meilleurs sujets. Ceux-ci se retrouvent dans la moyenne du premier quartile. **Les résultats ont été établis variable par variable et non pour la population, puis répartis par variable.** Aussi, les résultats ayant un échantillon d'individus inférieur à 200 doivent être interprétés avec beaucoup de prudence. Ils risquent même de ne pas être représentatifs puisque la prise de données s'est effectuée sur 10 années. Tout ceci dans le but d'avoir un reflet le plus fidèle possible de l'ensemble de la population.

Figure 2 : Répartition des valeurs d'une variable F suivant la loi de la distribution normale¹³



Légende :

- \bar{x}_{q4} (moyenne du 4^e quartile) : moyenne des animaux situés dans le 4^e quartile de l'ensemble de la population (donc inférieur au 3^e quartile).
- $q3$ (valeur du 3^e quartile) : la plus petite valeur telle qu'au moins 25 % des valeurs observées lui sont inférieures ou égales.
- \bar{x} (moyenne) : moyenne de l'ensemble de la population analysée.
- $q1$ (valeur du 1^{er} quartile) : la plus petite valeur telle qu'au moins 75 % des valeurs observées lui sont inférieures ou égales.
- \bar{x}_{q1} (moyenne du 1^{er} quartile) : moyenne des animaux situés dans le 1^{er} quartile de l'ensemble de la population.

¹³ Source : Analyses rétrospectives des performances bovines 1996 à 2006

2.2.3 La loi gaussienne

Dans les analyses, les variables doivent respecter la loi gaussienne (loi normale) c'est-à-dire qu'ils doivent avoir une distribution normale. Le tableau II de la page suivante montre que les densités corporelles, qui découlent de plusieurs variables utilisées, tendent à respecter la loi gaussienne. Pour une meilleure interprétation de ce tableau et d'autres tableaux du rapport, voici quelques définitions¹⁴ :

Médiane

La médiane est une mesure de tendance centrale. Elle représente la valeur directement au centre d'une série de données.

Par exemple, si on a la série suivante (ne respectant pas la loi normale) : 2, 5, 3, 9, 7, 6, 4. La médiane est alors de 5.

Moyenne

La moyenne est une mesure de tendance centrale. Elle représente le point d'équilibre d'une série de données. Dans la loi gaussienne, la moyenne est égale à la médiane puisque 50 % des valeurs sont supérieures à la moyenne et 50 % sont inférieures à celle-ci.

Par exemple, si on a la série suivante : 2, 5, 3, 9, 7, 6, 4. La moyenne est alors de 5,14.

Écart type

L'écart type est une mesure qui donne la dispersion d'une série de données.

Par exemple, si on prend la série précédente, l'écart type est de 2,41.

Coefficient de variation¹⁵

Le coefficient de variation est une mesure qui donne la dispersion d'une série de données. Il ne tient pas compte des unités de mesure.

Formule du coefficient de variation : (écart type/moyenne) *100

Par exemple, si on prend la série énumérée précédemment, on a un coefficient de variation de 46,89.

On remarque à l'intérieur du tableau II que les écarts types sont plus élevés pour le global de toutes les races que pour les races séparées en général. Cette situation est normale puisque dans la section globale, les races à grande, moyenne et petite statures constituent l'ensemble de la population, ce qui crée des écarts plus grands entre les extrêmes dans la banque de données.

¹⁴ Source : Méthodes statistiques, Claude Belisle, Université Laval

¹⁵ Source : Dispositifs expérimentaux, Jean Collin, Université Laval

Tableau II : Comparaison des médianes, moyennes et écarts types pour les quatre équations de densité corporelle

Races	Densité 1			Densité 2			Densité 3			Densité 4		
	Méd.	Moy.	É. type	Méd.	Moy.	É. type	Méd.	Moy.	É. type	Méd.	Moy.	É. type
Global	3,94	3,94	0,46	87,6	90,0	15,8	85,2	86,6	15,0	81,2	83,1	13,4
Angus	3,97	3,99	0,41	99,4	100,9	14,1	94,6	96,4	13,8	91,7	93,1	11,5
B. d'Aquitaine	3,56	3,58	0,37	84,8	85,1	10,1	78,6	77,5	11,4	79,0	80,0	8,6
Charolais	4,05	4,05	0,42	86,2	87,3	11,4	84,3	85,0	11,7	80,0	80,9	9,5
Hereford	3,92	3,93	0,46	87,2	88,3	12,1	85,6	87,0	11,2	80,4	81,4	9,2
Highland	3,17	3,18	0,27	122,8	129,4	39,4	110,2	117,1	33,8	108,3	116,1	34,6
Limousin	3,64	3,65	0,38	81,9	83,0	11,0	77,9	78,8	11,7	75,6	76,7	9,5
Parthenais	3,54	3,60	0,33	95,4	102,8	22,4	86,6	91,7	17,3	86,6	94,2	18,7
Salers	3,61	3,62	0,38	79,0	80,1	10,8	73,6	74,4	10,0	72,4	73,5	8,5
Shorthorn	4,00	4,01	0,38	87,9	89,3	11,9	84,3	86,8	11,4	81,6	82,1	9,2
Simmental	4,20	4,19	0,38	86,0	86,8	10,6	84,8	85,1	11,0	79,9	80,6	8,7

Légende :

- Densité 1 : poids final/hauteur aux hanches
- Densité 2 : poids corrigé à 365 jours/stature
- Densité 3 : poids final/stature
- Densité 4 : (PPJA * 365)/stature

3. Analyses et interprétation

3.1 Profil des densités corporelles par race

Cette section du rapport trace un profil des différences observées dans la densité corporelle par rapport au facteur de la race. Certaines races avaient un effectif inférieur à 200 pour les 10 années des tests en station en plus de ne pas être présentes à toutes les années en station (annexe 3). C'est pour ces raisons que seulement la moyenne a été publiée pour ces races.

À la lumière des résultats obtenus dans les divers tableaux qui suivent et des différentes données contenues dans la banque de données, il a été choisi de ne pas calculer d'indice de densité corporelle puisqu'il y a une trop grande variabilité pour une même densité. Par exemple, un sujet de race Highland ayant une densité corporelle calculée selon l'équation 2 de 315 avec une moyenne de son groupe contemporain de 135 se retrouverait avec un indice de densité corporelle de 233 alors que les autres indices calculés en station varient normalement de 60 à 140, sauf quelques exceptions.

Aussi, pour une meilleure lecture et interprétation, il est possible de se référer à la figure 2 du rapport qui présente une répartition normale. On y voit que chaque quartile représente le quart de la population et il faut également comprendre que les meilleurs résultats sont ceux de la moyenne du premier quartile.

3.1.1 La densité corporelle 1 (poids fin de test/hauteur aux hanches fin de test)

La densité 1 présente une densité composée de valeurs brutes à la fin du test, celle-ci est donc susceptible de montrer des variations causées, entre autres, par l'âge des individus. Le tableau III montre le profil de la densité corporelle 1 par race. Les races Simmental, Charolais et Shorthorn ont les meilleures moyennes de densité corporelle avec des ratios respectifs de 4,19, 4,05 et 4,01 kg/cm. On observe que les races ayant une forte densité ont également un gros poids final (annexe 4). On peut également observer à l'annexe 5 que la hauteur aux hanches, qui est le diviseur du ratio de densité corporelle dans ce cas, possède un coefficient de variation de 4,3 pour le global des races par rapport à un coefficient de variation de 14,1 pour le poids final. La hauteur varie donc très peu en comparaison du poids final. L'impact de la hauteur aux hanches, qui est en fait le diviseur du ratio, est donc atténué. On voit également une variabilité de la densité corporelle 1 entre la moyenne du premier quartile et la moyenne du quatrième quartile, légèrement plus élevée dans les races Hereford, Charolais et Angus.

Tableau III : Profil de la densité corporelle 1 (poids final/hauteur aux hanches) par race

Races	Unités	Effectif	Moyenne du 4 ^e quartile	Valeur du 3 ^e quartile	Moyenne	Valeur du 1 ^{er} quartile	Moyenne du 1 ^{er} quartile
Global	kg/cm	10 176	3,35	3,63	3,94	4,26	4,52
Angus	kg/cm	2 016	3,49	3,72	3,99	4,25	4,53
Blonde d'Aquitaine	kg/cm	91	n.p.	n.p.	3,58	n.p.	n.p.
Charolais	kg/cm	3 406	3,52	3,78	4,05	4,33	4,59
Hereford	kg/cm	341	3,36	3,57	3,93	4,22	4,53
Highland	kg/cm	229	2,85	2,98	3,18	3,37	3,53
Limousin	kg/cm	1 928	3,18	3,37	3,65	3,90	4,13
Parthenais	kg/cm	70	n.p.	n.p.	3,60	n.p.	n.p.
Salers	kg/cm	334	3,15	3,37	3,62	3,88	4,10
Shorthorn	kg/cm	155	n.p.	n.p.	4,01	n.p.	n.p.
Simmental	kg/cm	1 606	3,70	3,94	4,19	4,45	4,67

Légende : n.p. = non publié à cause du faible effectif

3.1.2 La densité corporelle 2 (poids corrigé à 365 jours/stature)

La densité corporelle 2 présente des valeurs standardisées pour l'âge, celle-ci risque donc de ne pas être influencée par l'âge des individus. Le tableau IV montre le profil de la densité corporelle 2 par race. Les races Highland, Parthenais et Angus présentent les meilleures moyennes de densité corporelle 2 avec des ratios respectifs de 129,4, 102,8 et 100,9 kg/s. On remarque que les races ayant une petite hauteur, lorsque transposée sous forme de stature, ont généralement tendance à obtenir les meilleurs résultats pour la densité corporelle 2, contrairement à la densité corporelle 1. On peut voir à l'annexe 4 que l'impact du diviseur semble plus élevé dans ce ratio que pour la densité corporelle 1. En effet, on peut observer un coefficient de variation de 17,2 (annexe 5) pour la stature dans le global des races, en comparaison avec un coefficient de variation de 4,3 pour la hauteur aux hanches. On observe également une variabilité de la densité corporelle 2 entre la moyenne du premier quartile et la moyenne du quatrième quartile légèrement plus élevée pour les races Highland, Angus et Hereford.

Tableau IV : Profil de la densité corporelle 2 (poids corrigé à 365 jours/stature) par race

Races	Unités	Effectif	Moyenne du 4 ^e quartile	Valeur du 3 ^e quartile	Moyenne	Valeur du 1 ^{er} quartile	Moyenne du 1 ^{er} quartile
Global	kg/s	10 176	74,0	80,0	90,0	97,2	109,8
Angus	kg/s	2 016	85,1	91,5	100,9	108,8	119,4
Blonde d'Aquitaine	kg/s	91	n.p.	n.p.	85,1	n.p.	n.p.
Charolais	kg/s	3 406	74,1	79,6	87,3	93,9	102,3
Hereford	kg/s	341	74,5	80,1	88,3	94,8	104,5
Highland	kg/s	229	97,6	107,2	129,4	139,7	176,4
Limousin	kg/s	1 928	70,5	75,5	83,0	89,2	97,4
Parthenais	kg/s	70	n.p.	n.p.	102,8	n.p.	n.p.
Salers	kg/s	334	68,3	72,9	80,1	85,3	94,0
Shorthorn	kg/s	155	n.p.	n.p.	89,3	n.p.	n.p.
Simmental	kg/s	1 606	74,1	79,3	86,8	93,3	100,6

Légende : n.p. = non publié à cause du faible effectif

3.1.3 La densité corporelle 3 (poids fin de test/stature)

La densité corporelle 3 présente des valeurs standardisées au niveau de l'âge pour la hauteur mais pas pour le poids, celle-ci est donc susceptible de montrer des variations non génétiques causées, entre autres, par l'âge des individus. Le tableau V montre le profil de la densité corporelle 3 par race. Les races Highland, Angus et Parthenais présentent les meilleures moyennes de densité corporelle 3 avec des ratios respectifs de 117,1, 96,4 et 91,7 kg/s. Comme pour la densité corporelle 2, on remarque que les races ayant une petite hauteur, lorsque transposée sous forme de stature, ont généralement tendance à obtenir les meilleurs résultats pour la densité corporelle 3. On peut voir à l'annexe 4 que l'impact du diviseur semble également plus élevé dans ce ratio que pour la densité corporelle 1. On observe également une variabilité de la densité corporelle 3, entre la moyenne du premier quartile et la moyenne du quatrième quartile, légèrement plus élevée pour les races Highland et Angus.

Tableau V : Profil de la densité corporelle 3 (poids final/stature) par race

Races	Unités	Effectif	Moyenne du 4 ^e quartile	Valeur du 3 ^e quartile	Moyenne	Valeur du 1 ^{er} quartile	Moyenne du 1 ^{er} quartile
Global	kg/s	10 176	70,2	76,9	86,6	94,3	105,6
Angus	kg/s	2 016	80,9	87,3	96,4	104,4	114,8
Blonde d'Aquitaine	kg/s	91	n.p.	n.p.	77,5	n.p.	n.p.
Charolais	kg/s	3 406	71,2	77,1	85,0	91,9	100,3
Hereford	kg/s	341	74,0	79,1	87,0	93,6	102,2
Highland	kg/s	229	89,7	98,1	117,1	127,8	158,0
Limousin	kg/s	1 928	65,3	70,4	78,8	85,9	94,0
Parthenais	kg/s	70	n.p.	n.p.	91,7	n.p.	n.p.
Salers	kg/s	334	63,0	67,8	74,4	79,7	87,4
Shorthorn	kg/s	155	n.p.	n.p.	86,8	n.p.	n.p.
Simmental	kg/s	1 606	71,5	77,3	85,1	92,0	99,4

Légende : n.p. = non publié à cause du faible effectif

3.1.4 La densité corporelle 4 ((poids par jour d'âge*365)/stature)

La densité corporelle 4 présente des valeurs standardisées pour l'âge, celle-ci risque donc de ne pas être influencée par l'âge des individus. Le tableau VI montre le profil de la densité corporelle 4 par race. Les races Highland, Parthenais et Angus présentent les meilleures moyennes de densité corporelle 4 avec des ratios respectifs de 116,1, 94,2 et 93,1 kg/s. Comme pour les densités corporelles 2 et 3, on remarque que les races ayant une petite hauteur, lorsque transposée sous forme de stature, ont généralement tendance à obtenir les meilleurs résultats pour la densité corporelle 4. On peut voir à l'annexe 4 que l'impact du diviseur semble également plus élevé dans ce ratio que pour la densité corporelle 1. On observe également une variabilité de la densité corporelle 4, entre la moyenne du premier quartile et la moyenne du quatrième quartile, légèrement plus élevée pour les races Highland et Angus.

Tableau VI : Profil de la densité corporelle 4 ((PPJA * 365)/stature) par race

Races	Unités	Effectif	Moyenne du 4 ^e quartile	Valeur du 3 ^e quartile	Moyenne	Valeur du 1 ^{er} quartile	Moyenne du 1 ^{er} quartile
Global	kg/s	10 176	69,5	74,6	83,1	89,4	100,0
Angus	kg/s	2 016	80,0	85,3	93,1	99,6	108,1
Blonde d'Aquitaine	kg/s	91	n.p.	n.p.	80,0	n.p.	n.p.
Charolais	kg/s	3 406	70,0	74,4	80,9	86,1	93,3
Hereford	kg/s	341	70,6	75,5	81,4	86,5	93,8
Highland	kg/s	229	89,9	96,5	116,1	125,3	157,7
Limousin	kg/s	1 928	65,9	70,0	76,7	82,1	89,2
Parthenais	kg/s	70	n.p.	n.p.	94,2	n.p.	n.p.
Salers	kg/s	334	63,7	68,0	73,5	78,1	84,6
Shorthorn	kg/s	155	n.p.	n.p.	82,1	n.p.	n.p.
Simmental	kg/s	1 606	70,1	74,7	80,6	86,1	92,1

Légende : n.p. = non publié à cause du faible effectif

3.2 Corrélations des différentes formules de densité corporelle

Cette section du rapport présente les corrélations observées entre les différents ratios de densité et certaines variables sélectionnées, et ce, pour chacune des races. Certaines races avaient un effectif inférieur à 200 pour les 10 années des tests en station. Pour ces races, les résultats ont été publiés **strictement à titre indicatif**, il faut donc être prudent dans leur interprétation. C'est d'ailleurs pourquoi nous avons décidé de ne pas en tenir compte pour tirer des conclusions au sujet des densités corporelles dans ce rapport. De la même manière, certaines races à effectif suffisant pour une interprétation adéquate contenaient des variables dont le nombre de données obtenues était en dessous de 200, ces résultats ont également été diffusés, mais les mêmes mises en garde s'appliquent.

Il est également important d'expliquer que les corrélations linéaires pour le global des races ne sont pas les moyennes des corrélations obtenues pour chaque race séparément, mais plutôt une corrélation pour l'ensemble de la population incluant toutes les races. Certains extrêmes qui influencent donc les corrélations dans leurs races respectives sont alors susceptibles de se retrouver dans les valeurs normales lorsqu'on considère l'ensemble des races comme une seule population.

Aussi, pour une meilleure lecture et interprétation, il est possible de se référer à la figure 1 qui présente des graphiques de corrélations linéaires et le tableau I qui montre le barème d'interprétation des corrélations linéaires. On voit que les corrélations linéaires se trouvent entre -1 et 1 et que des corrélations de 1 ou -1 signifient qu'on a une relation parfaite entre deux caractères. Il est également important de préciser qu'aucune corrélation linéaire en forme de parabole « \cap ou U » graphiquement n'a été observée dans les différentes analyses de cette section.

Dans un autre ordre d'idée, certaines corrélations linéaires n'ont pas été présentées puisqu'elles avaient des coefficients de corrélation négligeables avec toutes les densités corporelles. Ainsi, les pieds et membres antérieurs et postérieurs, l'ÉPD du poids à la naissance, l'ÉPD de l'aptitude laitière et l'ÉPD du gain de la naissance à l'âge de 1 an ne sont pas publiés. Pour ces variables, toutes les corrélations étaient négligeables, sauf celle de l'ÉPD du gain de la naissance à l'âge de 1 an. La raison pour laquelle l'ÉPD du gain de la naissance à l'âge de 1 an n'a pas été conservé est que celui-ci combine les valeurs de l'ÉPD du gain de la naissance au sevrage avec celles de l'ÉPD du gain du sevrage à l'âge de 1 an.

Dans ces analyses de corrélations linéaires, différents ÉPD et indices ont été présentés pour les mêmes critères de performance. Deux raisons ont justifié l'utilisation des ÉPD et des indices. Premièrement, l'utilisation d'ÉPD avait pour but de vérifier si l'utilisation de la densité corporelle aurait des chances de se transposer jusqu'à la descendance. Deuxièmement, les ÉPD et les indices convergent dans le même sens en principe puisque ceux-ci reposent sur les mêmes concepts de base, c'est-à-dire qu'ils visent à atténuer les effets de l'environnement en indiquant les écarts de performance entre individus contemporains. Donc, l'élaboration de corrélations linéaires pour ces deux types de données avait également pour but de vérifier si ceux-ci agissent similairement par rapport à la densité.

Il est à noter qu'il n'y a pas eu de corrélation des densités corporelles avec la valeur globale. La raison est que le calcul de la valeur globale a changé au cours des dix dernières années. Elle ne constitue donc pas un moyen de comparaison fiable lorsqu'on compare plusieurs années de tests.

3.2.1 Interprétation des différentes corrélations pour les formules de densité corporelle

Les tableaux VII à XVII montrent les corrélations observées entre les différents ratios de densité et certaines variables sélectionnées pour chacune des races. Les corrélations sont négatives entre la stature et les résultats des calculs de densité 2, 3 et 4. Leurs valeurs varient entre -0,673 et -0,743, ce qui indique qu'il semble y avoir une relation de modérée à forte (voir tableau I) entre la stature et les résultats de ces calculs de densité. La stature étant le dénominateur de ces trois équations.

Les corrélations avec le poids corrigé pour l'équation 2, le poids final pour l'équation 3, l'indice poids par jour d'âge pour l'équation 4 et les résultats de calcul de densité varient entre 0,036 et 0,183. Selon le tableau I, les relations entre les mesures de poids et les résultats des équations 2, 3 et 4 sont négligeables. Ce résultat est surprenant puisque les facteurs poids sont les numérateurs dans les équations 2, 3 et 4.

De plus, le poids final, qui est le numérateur de l'équation 1, semble avoir une bonne influence sur le résultat de cette équation puisqu'il a une corrélation presque parfaite avec celle-ci.

La corrélation positive, entre la densité corporelle 1 et la hauteur, semble aberrante puisque logiquement, lorsque la hauteur augmente, la densité corporelle devrait réduire. Cependant, le poids final semble être un déterminant important de la densité corporelle 1. Comme mentionné dans la section précédente, le coefficient de variation de la hauteur aux hanches est plus petit que celui du poids final (4,3 vs 14,1 pour le global, voir annexe 5). Ceci laisse croire que tous les facteurs qui font varier le poids à la hausse (**hauteur**, musculature, gras dorsal, etc.) ou qui sont influencés positivement par le poids final (ÉPD gain, indice gain, indice PPJA, etc.) risquent d'avoir une corrélation positive avec l'équation 1.

Tableau VII : Corrélations entre diverses variables des différentes formules de densité corporelle pour toutes les races analysées

Variables	Effectif	Densité 1	Densité 2	Densité 3	Densité 4
Poids final	10 176	0,964	-0,100	0,183	-0,040
Poids corrigé à 365 jours	10 176	0,741	0,044	-0,001	-0,038
Hauteur aux hanches	10 176	0,462	-0,697	-0,516	-0,703
Stature	10 176	0,318	-0,743	-0,673	-0,734
Musculature	10 176	0,507	0,184	0,300	0,236
Gras dorsal	10 176	0,401	0,231	0,335	0,286
Âge à la fin du test	10 176	0,518	0,023	0,394	-0,022
Œil de longe corrigé	1 722	0,540	-0,050	0,062	-0,008
Indice œil de longe	1 722	0,427	0,065	0,158	0,129
Indice gain	10 176	0,422	0,148	0,113	0,072
Indice poids par jour d'âge	10 176	0,593	-0,050	0,022	0,036
ÉPD naissance-sevrage	10 096	0,373	0,104	0,113	0,085
ÉPD post-sevrage	10 096	0,472	0,127	0,136	0,076
ÉPD œil de longe	2 934	0,458	0,053	0,183	0,120
ÉPD gras dorsal	10 000	0,269	0,010	0,057	0,062

Légende :

- Densité 1 : poids final/hauteur aux hanches
- Densité 2 : poids corrigé à 365 jours/stature
- Densité 3 : poids final/stature
- Densité 4 : (PPJA * 365)/stature

Tableau VIII : Corrélations entre diverses variables des différentes formules de densité corporelle pour la race Angus

Variabiles	Effectif	Densité 1	Densité 2	Densité 3	Densité 4
Poids final	2 016	0,971	-0,032	0,258	0,055
Poids corrigé à 365 jours	2 016	0,711	0,157	0,015	0,051
Hauteur aux hanches	2 016	0,490	-0,657	-0,446	-0,671
Stature	2 016	0,334	-0,714	-0,661	-0,699
Musculature	2 016	0,666	0,170	0,320	0,274
Gras dorsal	2 016	0,484	0,061	0,209	0,161
Âge à la fin du test	2 016	0,429	0,088	0,497	0,015
Œil de longe corrigé	466	0,622	0,281	0,318	0,332
Indice œil de longe	466	0,508	0,080	0,165	0,143
Indice gain	2 016	0,494	0,118	0,060	0,025
Indice poids par jour d'âge	2 016	0,691	-0,131	-0,060	-0,038
ÉPD naissance-sevrage	2 016	0,388	0,036	0,026	0,005
ÉPD post-sevrage	2 016	0,523	0,023	0,064	0,004
ÉPD œil de longe	791	0,496	0,031	0,186	0,058
ÉPD gras dorsal	1 944	0,426	0,022	0,120	0,139

Légende :

- Densité 1 : poids final/hauteur aux hanches
- Densité 2 : poids corrigé à 365 jours/stature
- Densité 3 : poids final/stature
- Densité 4 : (PPJA * 365)/stature

Tableau IX : Corrélations entre diverses variables des différentes formules de densité corporelle pour la race Blonde d'Aquitaine

Variables	Effectif	Densité 1	Densité 2	Densité 3	Densité 4
Poids final	91*	0,967	0,082	0,421	0,098
Poids corrigé à 365 jours	91*	0,594	0,086	-0,067	-0,028
Hauteur aux hanches	91*	0,452	-0,610	-0,343	-0,659
Stature	91*	0,155	-0,706	-0,669	-0,728
Musculature	91*	0,367	0,456	0,407	0,445
Gras dorsal	91*	0,262	0,170	0,223	0,144
Âge à la fin du test	91*	0,628	0,219	0,706	0,161
Indice gain	91*	0,546	0,245	0,148	0,111
Indice poids par jour d'âge	91*	0,665	-0,044	-0,049	0,011
ÉPD naissance-sevrage	91*	0,370	0,144	0,041	0,123
ÉPD post-sevrage	91*	0,558	0,145	0,151	0,008
ÉPD œil de longe	14*	-0,073	0,370	0,127	0,286
ÉPD gras dorsal	91*	-0,027	-0,080	-0,159	-0,116

Légende :

- * = À titre indicatif seulement
- Densité 1 : poids final/hauteur aux hanches
- Densité 2 : poids corrigé à 365 jours/stature
- Densité 3 : poids final/stature
- Densité 4 : (PPJA * 365)/stature

Note : N'ayant pas eu de taureaux lors des campagnes des dernières années (annexe 3), la race Blonde d'Aquitaine n'avait pas de mesure d'œil de longe, donc l'indice œil de longe et l'œil de longe corrigée ne font pas partie des résultats de ce tableau.

Tableau X : Corrélations entre diverses variables des différentes formules de densité corporelle pour la race Charolais

Variables	Effectif	Densité 1	Densité 2	Densité 3	Densité 4
Poids final	3 406	0,966	0,062	0,425	0,146
Poids corrigé à 365 jours	3 406	0,679	0,290	0,154	0,159
Hauteur aux hanches	3 406	0,436	-0,620	-0,347	-0,633
Stature	3 406	0,244	-0,682	-0,583	-0,675
Musculature	3 406	0,624	0,368	0,525	0,462
Gras dorsal	3 406	0,424	0,191	0,317	0,234
Âge à la fin du test	3 406	0,553	0,044	0,523	-0,009
Œil de longe corrigé	429	0,631	0,241	0,388	0,334
Indice œil de longe	429	0,422	0,093	0,182	0,156
Indice gain	3 406	0,489	0,236	0,189	0,147
Indice poids par jour d'âge	3 406	0,675	0,007	0,113	0,133
ÉPD naissance-sevrage	3 398	0,416	0,142	0,157	0,118
ÉPD post-sevrage	3 398	0,522	0,230	0,233	0,166
ÉPD œil de longe	857	0,491	0,091	0,276	0,242
ÉPD gras dorsal	3 394	0,224	0,134	0,141	0,166

Légende :

- Densité 1 : poids final/hauteur aux hanches
- Densité 2 : poids corrigé à 365 jours/stature
- Densité 3 : poids final/stature
- Densité 4 : (PPJA * 365)/stature

Tableau XI : Corrélations entre diverses variables des différentes formules de densité corporelle pour la race Hereford

Variabes	Effectif	Densité 1	Densité 2	Densité 3	Densité 4
Poids final	341	0,978	0,113	0,388	0,209
Poids corrigé à 365 jours	341	0,826	0,361	0,303	0,274
Hauteur aux hanches	341	0,557	-0,528	-0,313	-0,518
Stature	341	0,446	-0,588	-0,477	-0,564
Musculature	341	0,773	0,358	0,540	0,475
Gras dorsal	341	0,605	0,257	0,388	0,337
Âge à la fin du test	341	0,475	0,096	0,473	0,052
Œil de longe corrigé	73*	0,708	0,248	0,459	0,441
Indice œil de longe	73*	0,660	0,189	0,397	0,261
Indice gain	341	0,614	0,326	0,322	0,246
Indice poids par jour d'âge	341	0,832	0,065	0,217	0,165
ÉPD naissance-sevrage	341	0,314	0,208	0,131	0,071
ÉPD post-sevrage	335	0,190	0,188	0,198	0,160
ÉPD œil de longe	127*	0,614	0,018	0,183	0,123
ÉPD gras dorsal	340	0,560	0,224	0,274	0,263

Légende :

- * = À titre indicatif seulement
- Densité 1 : poids final/hauteur aux hanches
- Densité 2 : poids corrigé à 365 jours/stature
- Densité 3 : poids final/stature
- Densité 4 : (PPJA * 365)/stature

Tableau XII : Corrélations entre diverses variables des différentes formules de densité corporelle pour la race Highland

Variabiles	Effectif	Densité 1	Densité 2	Densité 3	Densité 4
Poids final	229	0,955	-0,404	-0,295	-0,403
Poids corrigé à 365 jours	229	0,739	-0,308	-0,351	-0,356
Hauteur aux hanches	229	0,553	-0,792	-0,722	-0,803
Stature	229	0,422	-0,830	-0,820	-0,820
Musculature	229	0,608	-0,319	-0,265	-0,321
Gras dorsal	229	0,358	-0,076	-0,017	-0,068
Âge à la fin du test	229	0,472	-0,085	0,088	-0,139
Œil de longe corrigé	39*	0,459	-0,203	-0,166	-0,217
Indice œil de longe	39*	0,260	-0,287	-0,305	-0,279
Indice gain	229	0,552	-0,171	-0,201	-0,224
Indice poids par jour d'âge	229	0,713	-0,401	-0,403	-0,370
ÉPD naissance-sevrage	229	0,506	-0,261	-0,264	-0,261
ÉPD post-sevrage	229	0,606	-0,301	-0,304	-0,342
ÉPD gras dorsal	229	0,262	0,029	0,059	0,057

Légende :

- * = À titre indicatif seulement
- Densité 1 : poids final/hauteur aux hanches
- Densité 2 : poids corrigé à 365 jours/stature
- Densité 3 : poids final/stature
- Densité 4 : (PPJA * 365)/stature

Note : Lors de la publication des ÉPD du PATBQ en mai 2008, la race Highland ne possédait pas d'ÉPD pour l'œil de longe.

Tableau XIII : Corrélations entre diverses variables des différentes formules de densité corporelle pour la race Limousin

Variabiles	Effectif	Densité 1	Densité 2	Densité 3	Densité 4
Poids final	1 928	0,964	0,104	0,401	0,169
Poids corrigé à 365 jours	1 928	0,664	0,237	0,077	0,085
Hauteur aux hanches	1 928	0,383	-0,623	-0,416	-0,654
Stature	1 928	0,188	-0,691	-0,640	-0,708
Musculature	1 928	0,520	0,278	0,351	0,321
Gras dorsal	1 928	0,477	0,227	0,336	0,286
Âge à la fin du test	1 923	0,542	0,117	0,541	0,076
Œil de longe corrigé	281	0,538	0,113	0,262	0,218
Indice œil de longe	281	0,493	0,141	0,217	0,238
Indice gain	1 928	0,492	0,219	0,170	0,122
Indice poids par jour d'âge	1 928	0,691	0,002	0,099	0,111
ÉPD naissance-sevrage	1 927	0,394	0,127	0,134	0,117
ÉPD post-sevrage	1 927	0,493	0,200	0,165	0,108
ÉPD œil de longe	393	0,400	0,081	0,185	0,203
ÉPD gras dorsal	1 923	0,255	0,094	0,144	0,179

Légende :

- * = À titre indicatif seulement
- Densité 1 : poids final/hauteur aux hanches
- Densité 2 : poids corrigé à 365 jours/stature
- Densité 3 : poids final/stature
- Densité 4 : (PPJA * 365)/stature

Tableau XIV : Corrélations entre diverses variables des différentes formules de densité corporelle pour la race Parthenais

Variables	Effectif	Densité 1	Densité 2	Densité 3	Densité 4
Poids final	70*	0,907	0,051	0,175	0,084
Poids corrigé à 365 jours	70*	0,851	0,413	0,367	0,397
Hauteur aux hanches	70*	0,020	-0,845	-0,770	-0,839
Stature	70*	-0,019	-0,840	-0,818	-0,819
Musculature	70*	0,541	0,382	0,412	0,426
Gras dorsal	70*	-0,317	-0,624	-0,525	-0,605
Âge à la fin du test	70*	0,162	-0,221	-0,003	-0,273
Œil de longe corrigé	49*	0,372	-0,364	-0,270	-0,282
Indice œil de longe	49*	0,505	-0,123	0,033	-0,020
Indice gain	70*	0,518	0,098	0,093	0,056
Indice poids par jour d'âge	70*	0,686	-0,074	-0,050	-0,018

Légende :

- * = À titre indicatif seulement
- Densité 1 : poids final/hauteur aux hanches
- Densité 2 : poids corrigé à 365 jours/stature
- Densité 3 : poids final/stature
- Densité 4 : (PPJA * 365)/stature

Note : Lors de la publication des ÉPD du PATBQ en mai 2008, la race Parthenais ne possédait pas d'ÉPD. Nous ne pouvons donc pas présenter de corrélation avec les ÉPD pour cette race.

Tableau XV : Corrélations entre diverses variables des différentes formules de densité corporelle pour la race Salers

Variables	Effectif	Densité 1	Densité 2	Densité 3	Densité 4
Poids final	334	0,969	0,049	0,481	0,249
Poids corrigé à 365 jours	334	0,570	0,433	0,132	0,271
Hauteur aux hanches	334	0,413	-0,600	-0,297	-0,579
Stature	334	0,245	-0,616	-0,552	-0,558
Musculature	334	0,488	0,292	0,440	0,484
Gras dorsal	334	0,405	0,150	0,234	0,262
Âge à la fin du test	334	0,400	-0,043	0,492	-0,120
Œil de longe corrigé	57*	0,504	0,019	0,280	0,302
Indice œil de longe	57*	0,464	0,043	0,237	0,228
Indice gain	334	0,483	0,313	0,246	0,232
Indice poids par jour d'âge	334	0,597	-0,003	0,050	0,157
ÉPD naissance-sevrage	333	0,317	0,136	0,174	0,101
ÉPD post-sevrage	333	0,505	0,308	0,266	0,252
ÉPD œil de longe	110*	0,258	0,050	0,131	0,185
ÉPD gras dorsal	333	0,144	0,089	-0,019	0,063

Légende :

- * = À titre indicatif seulement
- Densité 1 : poids final/hauteur aux hanches
- Densité 2 : poids corrigé à 365 jours/stature
- Densité 3 : poids final/stature
- Densité 4 : (PPJA * 365)/stature

Tableau XVI : Corrélations entre diverses variables des différentes formules de densité corporelle pour la race Shorthorn

Variables	Effectif	Densité 1	Densité 2	Densité 3	Densité 4
Poids final	155*	0,962	-0,131	0,127	-0,079
Poids corrigé à 365 jours	155*	0,787	0,020	-0,010	-0,073
Hauteur aux hanches	155*	0,528	-0,693	-0,523	-0,715
Stature	155*	0,404	-0,766	-0,679	-0,751
Musculature	155*	0,540	0,335	0,413	0,372
Gras dorsal	155*	0,349	0,027	0,191	0,181
Âge à la fin du test	155*	0,470	0,201	0,497	0,064
Œil de longe corrigé	13*	0,244	-0,489	-0,415	-0,540
Indice œil de longe	13*	0,244	-0,489	-0,415	-0,540
Indice gain	155*	0,423	0,102	-0,022	-0,004
Indice poids par jour d'âge	155*	0,697	-0,192	-0,110	-0,089
ÉPD naissance-sevrage	155*	0,429	0,058	0,002	-0,016
ÉPD post-sevrage	155*	0,535	0,071	0,009	-0,057
ÉPD œil de longe	40*	0,678	0,109	0,316	0,097
ÉPD gras dorsal	155*	0,362	-0,092	0,089	0,046

Légende :

- * = À titre indicatif seulement
- Densité 1 : poids final/hauteur aux hanches
- Densité 2 : poids corrigé à 365 jours/stature
- Densité 3 : poids final/stature
- Densité 4 : (PPJA * 365)/stature

Tableau XVII : Corrélations entre diverses variables des différentes formules de densité corporelle pour la race Simmental

Variables	Effectif	Densité 1	Densité 2	Densité 3	Densité 4
Poids final	1 606	0,958	0,077	0,441	0,196
Poids corrigé à 365 jours	1 606	0,595	0,330	0,120	0,159
Hauteur aux hanches	1 606	0,314	-0,655	-0,423	-0,673
Stature	1 606	0,122	-0,716	-0,649	-0,701
Musculature	1 606	0,578	0,432	0,547	0,503
Gras dorsal	1 606	0,384	0,217	0,335	0,310
Âge à la fin du test	1 606	0,513	0,099	0,535	0,010
Œil de longe corrigé	315	0,562	0,232	0,271	0,258
Indice œil de longe	315	0,496	0,128	0,253	0,227
Indice gain	1 606	0,396	0,271	0,167	0,149
Indice poids par jour d'âge	1 606	0,632	-0,025	0,052	0,133
ÉPD naissance-sevrage	1 606	0,355	0,152	0,117	0,136
ÉPD post-sevrage	1 606	0,304	0,186	0,072	0,065
ÉPD œil de longe	602	0,400	0,134	0,188	0,167
ÉPD gras dorsal	1 591	0,190	0,037	0,066	0,130

Légende :

- Densité 1 : poids final/hauteur aux hanches
- Densité 2 : poids corrigé à 365 jours/stature
- Densité 3 : poids final/stature
- Densité 4 : (PPJA * 365)/stature

3.3 Analyse des corrélations des formules de densité corporelle et de leurs composantes

Cette section du rapport présente les différentes corrélations observées par densité, et ce, race par race. Certaines races avaient un effectif inférieur à 200 pour les 10 années des tests en station. Pour ces races, les résultats ont été publiés, mais ils n'ont pas été pris en compte pour tirer des conclusions au sujet des différentes densités corporelles.

Il est également important d'expliquer que les corrélations linéaires pour le global des races ne sont pas les moyennes des corrélations obtenues pour chaque race séparément, mais plutôt une corrélation pour l'ensemble de la population incluant toutes les races. Certains extrêmes qui influencent donc les corrélations dans leurs races respectives sont alors susceptibles de se retrouver dans les valeurs normales lorsqu'on analyse l'ensemble des races dans la même population.

Aussi, pour une meilleure lecture et interprétation, il est possible de se référer à la figure 1 qui présente des graphiques de corrélations linéaires et le tableau I qui montre le barème d'interprétation des corrélations linéaires. On voit que les corrélations linéaires se trouvent entre -1 et 1 et que des corrélations de 1 ou -1 signifient qu'on a une relation parfaite entre deux caractères. Il est également important de préciser qu'aucune corrélation linéaire en forme de parabole « \cap ou \cup » graphiquement n'a été observée dans les différentes analyses de cette section.

3.3.1 Interprétation des corrélations des formules de densité corporelle et de leurs composantes

Le tableau XVIII montre des relations fortes à très fortes entre les densités 2, 3 et 4 entre elles. Il semble y avoir une influence de la stature, qui est utilisée dans ces 3 équations, en tant que dénominateur de ses équations. On observe d'ailleurs que les 3 équations vont sensiblement dans le même sens.

La densité corporelle 1, lorsque comparée aux autres densités corporelles, montre des relations faibles en général puisqu'en fait c'est le numérateur de l'équation 1 qui domine dans le résultat. En effet, la faiblesse du dénominateur de l'équation 1, causée par la faible variation de la hauteur par rapport à sa moyenne (quelques centimètres par rapport à une moyenne de 131 cm, annexe 4), fait en sorte que l'équation 1 ne va pas dans le même sens que les autres équations de densité corporelle.

La race Highland présente une particularité par rapport aux autres races. Sa stature est beaucoup plus petite que celle des autres races. En effet, la stature moyenne de la race Highland est de 3,36 (annexe 4), ce qui est seulement un peu plus de la moitié de la moyenne constituée par toutes les races (6,10). Ce gros écart peut expliquer certaines corrélations légèrement divergentes pour la race Highland dans le tableau XVIII.

Tableau XVIII : Corrélation des formules de densité corporelle et de leurs composantes

Corrélations	Effectif	Poids final vs poids corrigé à 365 j	Hauteur hanches vs stature	D1 vs D2	D1 vs D3	D1 vs D4	D2 vs D3	D2 vs D4	D3 vs D4
Global	10 176	0,775	0,951	0,122	0,401	0,198	0,866	0,934	0,907
Angus	2 016	0,734	0,921	0,174	0,453	0,283	0,815	0,892	0,873
B. d'Aquitaine	91*	0,665	0,890	0,306	0,616	0,340	0,787	0,916	0,811
Charolais	3 406	0,705	0,926	0,283	0,625	0,390	0,776	0,883	0,845
Hereford	341	0,827	0,957	0,293	0,558	0,405	0,829	0,892	0,903
Highland	229	0,768	0,935	-0,165	-0,054	-0,160	0,970	0,986	0,972
Limousin	1 928	0,713	0,928	0,332	0,611	0,419	0,806	0,891	0,878
Parthenais	70*	0,782	0,969	0,453	0,554	0,488	0,958	0,982	0,962
Salers	334	0,575	0,894	0,247	0,657	0,475	0,673	0,802	0,803
Shorthorn	155*	0,824	0,959	0,115	0,372	0,190	0,872	0,898	0,897
Simmental	1 606	0,630	0,925	0,316	0,659	0,461	0,767	0,848	0,849

Légende :

- * = À titre indicatif seulement
- D1 = Densité corporelle 1 : poids final/hauteur aux hanches
- D2 = Densité corporelle 2 : poids corrigé à 365 jours/stature
- D3 = Densité corporelle 3 : poids final/stature
- D4 = Densité corporelle 4 : (PPJA * 365)/stature

4. Conclusion et recommandations

La première étape de ce rapport a été de vérifier les informations existantes sur la densité corporelle. Comme mentionné dans l'introduction, aucune littérature scientifique n'a été trouvée. Bien que ces ratios soient déjà utilisés dans certaines fermes, il ne semble pas y avoir d'étude démontrant que les ratios de densité sont de bons critères pour prédire le rendement en viande, le persillage et le poids carcasse. De plus, il n'y a aucune information scientifique concrète sur le sujet qui nous permet de croire que la densité corporelle peut se transmettre aux générations suivantes. Il est aussi très difficile de prédire une héritabilité des différentes densités corporelles puisque ce ne sont pas des caractères directs mais des ratios.

Ce rapport d'analyse sur la densité corporelle dans les stations d'évaluation des taureaux de boucherie du Québec a permis d'analyser, sur une période de dix ans, les taureaux entrés en station entre 1998 et 2007 et particulièrement le comportement des différents ratios de densité corporelle.

Un profil des différentes densités corporelles en fonction des races a d'abord été tracé. Des corrélations ont ensuite été effectuées entre les différentes densités corporelles avec les critères de performance utilisés actuellement dans le secteur des bovins de boucherie. Finalement, des corrélations ont été effectuées pour comparer les formules de densité entre elles.

À l'issu de ce rapport, nous concluons que les informations concernant les ratios de densité corporelle sont insuffisantes. Aussi, à la lumière de nos analyses, nous croyons que des études plus poussées devraient être effectuées avant d'utiliser ces ratios comme indicateur du rendement en viande et du poids carcasse par rapport à la hauteur des taureaux. En effet, les ratios analysés semblent incomplets puisqu'il n'y a pas de facteurs d'ajustement pour les compléter.

À la lumière des relations obtenues à la suite des corrélations, il semble que la densité corporelle 1 accorde une grande importance au poids final, ce qui avantage les taureaux lourds. Toujours à la suite de l'observation des relations obtenues, les densités corporelles 2, 3 et 4 semblent accorder une grande importance à la hauteur transposée en stature, en laissant un peu de côté le facteur poids. Les taureaux de petite taille seraient alors avantagés avec ces trois ratios.

La finalité de l'utilisation de la densité corporelle ne semble donc pas atteinte avec ces différents ratios. Il faut cependant demeurer prudent lors de l'interprétation des résultats obtenus à la suite des corrélations. En effet, une forte relation entre deux caractères n'indique pas nécessairement un lien entre ceux-ci. Des analyses supplémentaires sont nécessaires afin de déterminer si les relations obtenues sont dues au hasard ou s'il y a réellement un lien entre les caractères. Ses analyses n'ayant pas été effectuées dans le cadre de ce stage, nous croyons que des analyses et études plus poussées devraient être effectuées avant d'utiliser la densité corporelle comme critère de sélection.

Aussi, il n'y a pas de facteurs utilisés pour déterminer le niveau de gras ou de muscle dans les ratios de densité corporelle analysés. Il est donc impossible de prédire le rendement en viande, le persillage et le poids carcasse avec ce ratio puisqu'il ne contient pas de mesure de gras et de muscle. Les meilleures estimations pour les caractères de carcasse demeurent encore les mesures à l'ultrason. En plus, l'information que nous donnent les quatre ratios de densité corporelle n'est pas complète, il n'y a pas d'information sur la largeur des taureaux ni sur leur longueur. Ces renseignements sont importants si on veut avoir une idée de la capacité d'un taureau à déposer de la viande.











De plus, il n'est pas évident pour les éleveurs de bovins de boucherie de sélectionner un taureau reproducteur, parce qu'il existe peu d'information sur le phénotype cible d'animaux pour les objectifs de production de viande le plus économiquement possible. Les éleveurs risquent donc de faire des erreurs de sélection, causées par le manque d'information sur le type d'animaux recherchés afin d'accroître la rentabilité de cette production.

Finalement, l'étude de la densité corporelle est encore au stade embryonnaire. Nous croyons qu'il est important de continuer à investiguer sur ce sujet. Certaines recommandations pour de futures recherches sont d'ailleurs ressorties à partir de ce rapport :

- Mesurer la longueur, la largeur et la profondeur des taureaux lors de prochaines recherches afin d'avoir une vision réelle de la capacité du taureau à produire de la viande;
- Vérifier sur des sujets des équations de la densité corporelle que l'on pourrait confirmer à partir de leurs données de carcasse réelles;
- Utiliser tous les facteurs influençant le rendement en viande et le poids carcasse par rapport à la hauteur, c'est-à-dire utiliser la hauteur, le poids, la largeur, la longueur, le niveau de gras (gras dorsal ou autre) et de muscle (œil de longe ou autre) du taureau;
- Faire davantage de liens entre les performances de gain des taureaux et leur conversion alimentaire, puisque celle-ci est à la base de la rentabilité dans les parcs d'engraissement;
- Établir une ligne directrice quant aux types d'animaux recherchés en production bovine afin d'orienter davantage la sélection des éleveurs vers un phénotype recherché plus uniforme.

Nous espérons que ces informations sur la densité corporelle auront permis de clarifier ce qu'est la densité corporelle et comment nous devons l'évaluer. Nous espérons également que ces résultats deviendront la base d'une réflexion quant aux moyens nécessaires à mettre en œuvre pour définir une démarche de recherche sur la densité corporelle.

5. Bibliographie

-  **MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIE ET DE L'ALIMENTATION (MAPAQ),** Normes techniques et sanitaires et modalités de fonctionnement pour l'évaluation génétique des taureaux de boucherie en station pour le Québec, du Comité consultatif provincial sur les programmes d'évaluation génétique des bovins de boucherie, Juin 2008, 33 pages.
-  **GARDEMBAS P., BERGERON R., RIOUX M.-C., LEPAGE É., BELZILE, P.,** Analyses rétrospectives des performances bovines (1996-2006), du Programme d'analyse des troupeaux de boucherie du Québec, du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ), Août 2007, 96 pages.
-  **BELHADI A.,** Étude des facteurs d'ajustement de la surface de l'œil de longe mesurée à l'ultrason chez les bovins de boucherie du Québec du Programme d'analyse des troupeaux de boucherie du Québec, du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ), Septembre 2007, 18 pages.
-  **COUVAL K., BERGERON R., PELLETIER R.,** Rapport de production (1996-2001), du Programme d'analyse des troupeaux de boucherie du Québec du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ), Février 2004, 63 pages.
-  **CENTRE DE RÉFÉRENCE EN AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE DU QUÉBEC, COMITÉ BOVINS DE BOUCHERIE.** La production vache-veau, édition 2007.
-  **CENTRE DE RÉFÉRENCE EN AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE DU QUÉBEC, COMITÉ BOVINS DE BOUCHERIE.** Viande bovine, croissance et finition, 3^e édition.
-  **BELISLE C.,** Méthodes statistiques (notes de cours), du Département de mathématiques et de statistiques de l'Université Laval, Automne 2007.
-  **BAILLARGEON G.,** Statistique appliquée pour les sciences de gestion, de Les éditions SMG, 3e édition.
-  **COLLIN J.,** Dispositifs expérimentaux (notes de cours), de l'Université Laval, Automne 2003.
-  **FÉDÉRATION DES PRODUCTEURS DE BOVINS DU QUÉBEC.** Les races de bovins de boucherie au Québec et au Canada, Octobre 2006, 32 pages.

- @ **BAR 5 STOCK FARMS**, page d'accueil. <http://bar5.com/>- consulté le 22/05/2008.
- @ **MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION (MAPAQ) ET LE CRAAQ (CENTRE DE RÉFÉRENCE EN AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE DU QUÉBEC)**, page d'accueil. <http://www.agrireseau.qc.ca/bovinsboucherie/> - consulté le 22/05/2008.
- @ **FÉDÉRATION DES PRODUCTEURS DE BOVINS DU QUÉBEC**, page d'accueil. <http://www.bovin.qc.ca/>- consulté le 10/07/2008.
- @ **BEEF IMPROVEMENT OF ONTARIO**, page d'accueil. <http://www.biobeef.com/> - consulté le 22/05/2008.
- @ **BEEF IMPROVEMENT FEDERATION**, page d'accueil. <http://www.beefimprovement.org/> - consulté le 22/05/2008.
- @ **MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION (MAPAQ), PATBQ PROGRAMME D'ANALYSES DES TROUPEAUX DE BOUCHERIE DU QUÉBEC**, page d'accueil. <https://web.mapaq.gouv.qc.ca/met/index.cfm> - consulté le 22/05/2008.

Annexe 1 : Définition des variables utilisées pour le rapport

IDENTIFICATION DE LA VARIABLE	DÉFINITION DE LA VARIABLE
Densité corporelle 1 (kg/cm)	➤ Poids final/hauteur aux hanches à la fin du test
Densité corporelle 2 (kg/s)	➤ Poids corrigé à 365 jours/stature
Densité corporelle 3 (kg/s)	➤ Poids final/stature
Densité corporelle 4 (kg/s)	➤ (PPJA*365)/stature
Poids final (j)	➤ Moyenne des 2 pesées à la fin du test en station
Poids corrigé à 200 jours	➤ Pour reporter le poids d'un sujet selon un âge fixe de 200 jours comme étant né en simple et allaité en simple par une vache adulte
Poids corrigé à 365 jours (j)	➤ Pour reporter le poids d'un sujet selon un âge fixe d'un an comme étant né en simple et allaité en simple par une vache adulte
Hauteur aux hanches réelle (cm)	➤ Mesurée en station lors de la pesée finale
Stature	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pour corriger la hauteur selon un âge fixe d'un an ➤ = $11,548 + 0,192047 (\text{hauteur aux hanches en cm}) - 0,0289 (\text{jours d'âge à la mesure}) + 0,00001947 (\text{jours d'âge à la mesure})^2 + 0,0000131 (\text{hauteur aux hanches en cm}) (\text{jours d'âge à la mesure})$
Musculature	➤ Les cotes de musculature s'étalent de 0,5 à 9,5 avec des intervalles de 0,5 depuis la campagne 2000-2001
Gras dorsal	➤ Mesuré lors de la pesée finale par un sondeur du CDPQ
Âge à la fin du test (j)	➤ Âge calculé par rapport à la deuxième date de la pesée finale
Œil de longe corrigé (cm ²)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pour corriger l'œil de longe brute (mesuré lors de la pesée finale par un sondeur du CDPQ) selon un âge fixe d'un an ➤ Surface mesurée (cm²) + ((365 j – âge à la mesure)/âge à la mesure) * 38,71

IDENTIFICATION DE LA VARIABLE	DÉFINITION DE LA VARIABLE
Indice	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Performance d'un individu divisé par la moyenne de son groupe contemporain *100 ➤ Un résultat de 100 signifie que la performance de l'individu est égale à la moyenne de son groupe contemporain
Indice œil de longe	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Calculé à partir de l'œil de longe corrigé
GMQ sur test	<ul style="list-style-type: none"> ➤ GMQ calculé sur la durée du test (112 jours)
Indice gain	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Calculé à partir du gain du taureau pendant les 112 jours de test en station
Poids par jour d'âge	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Poids du taureau à la fin du test/âge à la fin du test
Indice PPJA	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Calculé à partir du poids par jour d'âge du taureau
ÉPD naissance-sevrage	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Écart prévu chez les descendants pour la période de la naissance jusqu'au sevrage
ÉPD post-sevrage	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Écart prévu chez les descendants pour la période du sevrage jusqu'à un an
ÉPD œil de longe	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Écart prévu chez les descendants pour la mesure de l'œil de longe
ÉPD gras dorsal	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Écart prévu chez les descendants pour la mesure du gras dorsal

Annexe 2 : Conversion des unités de mesure

Table de conversion des unités de mesure	
1 centimètre (cm)	0,3937 pouce (po)
1 kilogramme (kg)	2,2046 livres (lb)
1 pouce (po)	2,540 centimètres (cm)
1 livre (lb)	0,45359 kilogramme (kg)

Annexe 3 : Évolution du nombre de taureaux évalués en station par race et par année

Race	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
Global	1 385	1 059	891	1 026	1 092	1 063	977	936	873	874	10 176
Angus	97	135	141	227	247	206	224	249	239	251	2 016
Blonde d'Aquitaine	17	10	0	14	12	12	13	13	0	0	91
Charolais	555	423	333	349	384	366	302	265	230	199	3 406
Hereford	50	24	35	44	23	28	29	35	36	37	341
Highland	24	16	21	17	18	31	33	30	25	14	229
Limousin	313	252	191	197	192	202	153	147	134	147	1 928
Parthenais	0	0	0	0	0	0	0	21	30	19	70
Salers	16	20	30	37	56	46	44	28	28	29	334
Shorthorn	39	14	11	0	13	26	27	12	13	0	155
Simmental	274	165	129	141	147	144	153	138	137	178	1 606

Annexe 4 : Profil des différentes races pour les sujets entrés en station entre le 1^{er} janvier 1998 et le 31 décembre 2007¹⁶

Race	Variables	Unités	Effectif	Moyenne du 4 ^e quartile	3 ^e quartile	Moyenne	1 ^{er} quartile	Moyenne du 1 ^{er} quartile	Écart type
Global	Âge fin test	j	10 176	343,7	361,0	380,3	402,0	413,7	27,4
	GMQ ¹ sur test	kg/j	10 176	1,177	1,330	1,511	1,688	1,845	0,265
	PPJA ²	kg/j	10 176	1,151	1,256	1,360	1,470	1,563	0,163
	Poids à 200 j ³	kg	10 176	236,5	259,0	286,7	313,0	337,6	40,2
	Poids à 365 j ⁴	kg	10 176	454,7	493,6	536,0	578,3	617,0	63,9
	Poids final	kg	10 176	425,8	468,0	517,2	567,0	609,2	72,7
	Hauteur aux hanches	cm	10 176	123,9	127,5	131,0	135,0	138,2	5,6
	Stature	---	10 176	4,74	5,45	6,10	6,81	7,36	1,05
Angus	Âge fin test	j	2 016	344,6	359,8	378,3	398,0	411,1	26,1
	GMQ sur test	kg/j	2 016	1,241	1,388	1,561	1,723	1,890	0,256
	PPJA	kg/j	2 016	1,157	1,240	1,343	1,444	1,538	0,149
	Poids à 200 j	kg	2 016	230,7	246,0	272,9	297,0	319,6	35,1
	Poids à 365 j	kg	2 016	458,6	490,5	530,6	568,6	607,3	58,6
	Poids final	kg	2 016	432,6	464,0	507,5	546,0	589,4	62,3
	Hauteur aux hanches	cm	2 016	121,7	124,0	127,0	130,0	132,2	4,3
	Stature	---	2 016	4,30	4,82	5,34	5,88	6,36	0,81
Blonde d'Aquitaine	Âge fin test	j	91	n.p. ⁵	n.p.	353,3	n.p.	n.p.	31,2
	GMQ sur test	kg/j	91	n.p.	n.p.	1,426	n.p.	n.p.	0,213
	PPJA	kg/j	91	n.p.	n.p.	1,311	n.p.	n.p.	0,131
	Poids à 200 j	kg	91	n.p.	n.p.	273,5	n.p.	n.p.	37,0
	Poids à 365 j	kg	91	n.p.	n.p.	508,8	n.p.	n.p.	52,5
	Poids final	kg	91	n.p.	n.p.	462,4	n.p.	n.p.	57,2
	Hauteur aux hanches	cm	91	n.p.	n.p.	129,0	n.p.	n.p.	4,5
	Stature	---	91	n.p.	n.p.	6,05	n.p.	n.p.	0,90
Charolais	Âge fin test	j	3 406	345,7	365,0	383,9	406,0	416,6	28,0
	GMQ sur test	kg/j	3 406	1,195	1,366	1,549	1,732	1,888	0,274
	PPJA	kg/j	3 406	1,225	1,311	1,405	1,499	1,587	0,143
	Poids à 200 j	kg	3 406	256,0	274,0	297,0	319,0	340,8	33,9
	Poids à 365 j	kg	3 406	480,8	513,5	552,6	590,2	626,7	57,7
	Poids final	kg	3 406	455,8	495,0	539,2	583,0	623,6	66,5
	Hauteur aux hanches	cm	3 406	127,3	130,0	132,8	136,0	138,4	4,7
	Stature	---	3 406	5,32	5,84	6,41	6,97	7,50	0,86

Légende :

- 1 : GMQ = gain moyen quotidien
- 2 : PPJA = poids par jour d'âge
- 3 : Poids à 200 j = poids corrigé à 200 jours
- 4 : Poids à 365 j = poids corrigé à 365 jours
- 5 : n.p. = non publié à cause du faible effectif

¹⁶ Les variables sont indépendantes les unes des autres

Race	Variables	Unités	Effectif	Moyenne du 4 ^e quartile	3e quartile	Moyenne	1er quartile	Moyenne du 1 ^{er} quartile	Écart type
Hereford	Âge fin test	j	341	361,7	377,0	390,1	404,0	413,4	21,3
	GMQ ¹ sur test	kg/j	341	1,074	1,250	1,424	1,625	1,777	0,275
	PPJA ²	kg/j	341	1,119	1,194	1,322	1,429	1,532	0,162
	Poids à 200 j ³	kg	341	239,2	259,0	287,4	314,0	339,0	39,4
	Poids à 365 j ⁴	kg	341	441,0	474,8	522,3	565,1	607,7	65,7
	Poids final	kg	341	427,4	463,0	516,0	560,0	611,1	72,2
	Hauteur aux hanches	cm	341	125,8	128,0	131,0	134,0	136,3	4,6
	Stature	---	341	4,91	5,39	5,98	6,56	7,05	0,85
Highland	Âge fin test	j	229	336,2	352,0	369,1	387,0	397,8	24,4
	GMQ sur test	kg/j	229	1,021	1,111	1,221	1,339	1,425	0,159
	PPJA	kg/j	229	0,883	0,937	1,005	1,082	1,131	0,097
	Poids à 200 j	kg	229	179,3	188,0	206,5	222,0	239,3	24,5
	Poids à 365 j	kg	229	359,6	382,8	408,0	435,6	456,7	38,0
	Poids final	kg	229	321,0	340,0	370,8	402,0	425,9	41,0
	Hauteur aux hanches	cm	229	110,6	113,5	116,4	120,0	122,1	4,6
	Stature	---	229	2,29	2,79	3,36	4,03	4,41	0,83
Limousin	Âge fin test	j	1 928	339,8	356,0	374,9	393,0	407,3	26,6
	GMQ sur test	kg/j	1 928	1,122	1,259	1,417	1,571	1,715	0,237
	PPJA	kg/j	1 928	1,110	1,184	1,275	1,364	1,443	0,130
	Poids à 200 j	kg	1 928	230,5	247,0	269,8	293,0	312,4	32,7
	Poids à 365 j	kg	1 928	435,9	465,5	503,7	540,1	574,0	54,0
	Poids final	kg	1 928	405,3	437,0	477,9	517,0	554,4	58,5
	Hauteur aux hanches	cm	1 928	125,6	128,0	130,9	134,0	136,5	4,6
	Stature	---	1 928	5,04	5,55	6,15	6,75	7,26	0,88
Parthenais	Âge fin test	j	70	n.p. ⁵	n.p.	356,5	n.p.	n.p.	19,0
	GMQ sur test	kg/j	70	n.p.	n.p.	1,409	n.p.	n.p.	0,207
	PPJA	kg/j	70	n.p.	n.p.	1,253	n.p.	n.p.	0,122
	Poids à 200 j	kg	70	n.p.	n.p.	264,8	n.p.	n.p.	30,0
	Poids à 365 j	kg	70	n.p.	n.p.	497,3	n.p.	n.p.	48,4
	Poids final	kg	70	n.p.	n.p.	446,0	n.p.	n.p.	44,5
	Hauteur aux hanches	cm	70	n.p.	n.p.	123,9	n.p.	n.p.	5,1
	Stature	---	70	n.p.	n.p.	5,01	n.p.	n.p.	0,93

Légende :

- 1 : GMQ = gain moyen quotidien
- 2 : PPJA = poids par jour d'âge
- 3 : Poids à 200 j = poids corrigé à 200 jours
- 4 : Poids à 365 j = poids corrigé à 365 jours
- 5 : n.p. = non publié à cause du faible effectif

Race	Variables	Unités	Effectif	Moyenne du 4 ^e quartile	3 ^e quartile	Moyenne	1 ^e quartile	Moyenne du 1 ^{er} quartile	Écart type
Salers	Âge fin test	j	334	332,6	348,0	370,3	394,0	408,3	29,9
	GMQ ¹ sur test	kg/j	334	1,170	1,319	1,467	1,634	1,762	0,236
	PPJA ²	kg/j	334	1,116	1,206	1,301	1,389	1,482	0,145
	Poids à 200 j ³	kg	334	228,7	246,0	274,3	297,0	326,4	39,5
	Poids à 365 j ⁴	kg	334	445,4	475,5	516,4	556,9	588,3	56,2
	Poids final	kg	334	408,4	442,3	480,7	517,8	554,6	57,9
	Hauteur aux hanches	cm	334	127,5	130,0	132,4	135,0	137,3	4,3
	Stature	---	334	5,48	5,91	6,52	7,09	7,50	0,80
Shorthorn	Âge fin test	j	155	n.p. ⁵	n.p.	385,6	n.p.	n.p.	22,6
	GMQ sur test	kg/j	155	n.p.	n.p.	1,560	n.p.	n.p.	0,233
	PPJA	kg/j	155	n.p.	n.p.	1,372	n.p.	n.p.	0,144
	Poids à 200 j	kg	155	n.p.	n.p.	286,1	n.p.	n.p.	35,2
	Poids à 365 j	kg	155	n.p.	n.p.	543,5	n.p.	n.p.	54,5
	Poids final	kg	155	n.p.	n.p.	528,9	n.p.	n.p.	62,5
	Hauteur aux hanches	cm	155	n.p.	n.p.	131,7	n.p.	n.p.	5,0
	Stature	---	155	n.p.	n.p.	6,18	n.p.	n.p.	0,96
Simmental	Âge fin test	j	1 606	349,3	367,0	385,3	405,0	416,2	26,1
	GMQ sur test	kg/j	1 606	1,244	1,393	1,553	1,714	1,868	0,246
	PPJA	kg/j	1 606	1,296	1,374	1,464	1,552	1,631	0,133
	Poids à 200 j	kg	1 606	275,8	294,0	318,2	341,0	362,9	34,8
	Poids à 365 j	kg	1 606	509,6	537,9	574,3	609,1	644,0	53,1
	Poids final	kg	1 606	488,4	526,0	563,6	602,0	638,1	59,5
	Hauteur aux hanches	cm	1 606	128,8	131,6	134,3	137,0	139,3	4,3
	Stature	---	1 606	5,66	6,15	6,69	7,26	7,73	0,82

Légende :

- 1 : GMQ = gain moyen quotidien
- 2 : PPJA = poids par jour d'âge
- 3 : Poids à 200 j = poids corrigé à 200 jours
- 4 : Poids à 365 j = poids corrigé à 365 jours
- 5 : n.p. = non publié à cause du faible effectif

Annexe 5 : Coefficient de variation par race et par variable pour les sujets entrés en station entre le 1^{er} janvier 1998 et le 31 décembre 2007¹⁷

Race	Paramètres	Unités	Effectif	Moyenne	Écart type	Coefficient de variation (%)
Global	Âge fin test	j	10 176	380,3	27,4	7,2
	GMQ ¹ sur test	kg/j	10 176	1,511	0,265	17,5
	PPJA ²	kg/j	10 176	1,360	0,163	12,0
	Poids à 200 j ³	kg	10 176	286,7	40,2	14,0
	Poids à 365 j ⁴	kg	10 176	536,0	63,9	11,9
	Poids final	kg	10 176	517,2	72,7	14,1
	Hauteur aux hanches	cm	10 176	131,0	5,6	4,3
	Stature	---	10 176	6,10	1,05	17,2
Angus	Âge fin test	j	2 015	378,3	26,1	6,9
	GMQ sur test	kg/j	2 015	1,561	0,256	16,4
	PPJA	kg/j	2 015	1,343	0,149	11,1
	Poids à 200 j	kg	2 015	272,9	35,1	12,9
	Poids à 365 j	kg	2 015	530,6	58,6	11,0
	Poids final	kg	2 015	507,5	62,3	12,3
	Hauteur aux hanches	cm	2 015	127,0	4,3	3,4
	Stature	---	2 015	5,34	0,81	15,2
Blonde d'Aquitaine	Âge fin test	j	91	353,3	31,2	8,8
	GMQ sur test	kg/j	91	1,426	0,213	15,0
	PPJA	kg/j	91	1,311	0,131	10,0
	Poids à 200 j	kg	91	273,5	37,0	13,5
	Poids à 365 j	kg	91	508,8	52,5	10,3
	Poids final	kg	91	462,4	57,2	12,4
	Hauteur aux hanches	cm	91	129,0	4,5	3,5
	Stature	---	91	6,05	0,90	14,9
Charolais	Âge fin test	j	3 406	383,9	28,0	7,3
	GMQ sur test	kg/j	3 406	1,549	0,274	17,7
	PPJA	kg/j	3 406	1,405	0,143	10,2
	Poids à 200 j	kg	3 406	297,0	33,9	11,4
	Poids à 365 j	kg	3 406	552,6	57,7	10,4
	Poids final	kg	3 406	539,2	66,5	12,3
	Hauteur aux hanches	cm	3 406	132,8	4,7	3,5
	Stature	---	3 406	6,41	0,86	13,5

Légende :

- 1 : GMQ = gain moyen quotidien
- 2 : PPJA = poids par jour d'âge
- 3 : Poids à 200 j = poids corrigé à 200 jours
- 4 : Poids à 365 j = poids corrigé à 365 jours

¹⁷ Les variables sont indépendantes les unes des autres.

Race	Paramètres	Unités	Effectif	Moyenne	Écart type	Coefficient de variation (%)
Hereford	Âge fin test	j	341	390,1	21,3	5,5
	GMQ ¹ sur test	kg/j	341	1,424	0,275	19,3
	PPJA ²	kg/j	341	1,322	0,162	12,3
	Poids à 200 j ³	kg	341	287,4	39,4	13,7
	Poids à 365 j ⁴	kg	341	522,3	65,7	12,6
	Poids final	kg	341	516,0	72,2	14,0
	Hauteur aux hanches	cm	341	131,0	4,6	3,5
	Stature	---	341	5,98	0,85	14,2
Highland	Âge fin test	j	229	369,1	24,4	6,6
	GMQ sur test	kg/j	229	1,221	0,159	13,0
	PPJA	kg/j	229	1,005	0,097	9,7
	Poids à 200 j	kg	229	206,5	24,5	11,9
	Poids à 365 j	kg	229	408,0	38,0	9,3
	Poids final	kg	229	370,8	41,0	11,1
	Hauteur aux hanches	cm	229	116,4	4,6	4,0
	Stature	---	229	3,36	0,83	24,8
Limousin	Âge fin test	j	1 928	374,9	26,6	7,1
	GMQ sur test	kg/j	1 928	1,417	0,237	16,7
	PPJA	kg/j	1 928	1,275	0,130	10,2
	Poids à 200 j	kg	1 928	269,8	32,7	12,1
	Poids à 365 j	kg	1 928	503,7	54,0	10,7
	Poids final	kg	1 928	477,9	58,5	12,2
	Hauteur aux hanches	cm	1 928	130,9	4,6	3,5
	Stature	---	1 928	6,15	0,88	14,2
Parthenais	Âge fin test	j	70	356,5	19,0	5,3
	GMQ sur test	kg/j	70	1,409	0,207	14,7
	PPJA	kg/j	70	1,253	0,122	9,7
	Poids à 200 j	kg	70	264,8	30,0	11,3
	Poids à 365 j	kg	70	497,3	48,4	9,7
	Poids final	kg	70	446,0	44,5	10,0
	Hauteur aux hanches	cm	70	123,9	5,1	4,1
	Stature	---	70	5,01	0,93	18,6

Légende :

- 1 : GMQ = gain moyen quotidien
- 2 : PPJA = poids par jour d'âge
- 3 : Poids à 200 j = poids corrigé à 200 jours
- 4 : Poids à 365 j = poids corrigé à 365 jours

Race	Paramètres	Unités	Effectif	Moyenne	Écart type	Coefficient de variation (%)
Salers	Âge fin test	j	334	370,3	29,9	8,1
	GMQ ¹ sur test	kg/j	334	1,467	0,236	16,1
	PPJA ²	kg/j	334	1,301	0,145	11,1
	Poids à 200 j ³	kg	334	274,3	39,5	14,4
	Poids à 365 j ⁴	kg	334	516,4	56,2	10,9
	Poids final	kg	334	480,7	57,9	12,0
	Hauteur aux hanches	cm	334	132,4	4,3	3,2
	Stature	---	334	6,52	0,80	12,3
Shorthorn	Âge fin test	j	155	385,6	22,6	5,9
	GMQ sur test	kg/j	155	1,560	0,233	14,9
	PPJA	kg/j	155	1,372	0,144	10,5
	Poids à 200 j	kg	155	286,1	35,2	12,3
	Poids à 365 j	kg	155	543,5	54,5	10,0
	Poids final	kg	155	528,9	62,5	11,8
	Hauteur aux hanches	cm	155	131,7	5,0	3,8
	Stature	---	155	6,18	0,96	15,5
Simmental	Âge fin test	j	1 606	385,3	26,1	6,8
	GMQ sur test	kg/j	1 606	1,553	0,246	15,8
	PPJA	kg/j	1 606	1,464	0,133	9,1
	Poids à 200 j	kg	1 606	318,2	34,8	11,0
	Poids à 365 j	kg	1 606	574,3	53,1	9,2
	Poids final	kg	1 606	563,6	59,5	10,6
	Hauteur aux hanches	cm	1 606	134,3	4,3	3,2
	Stature	---	1 606	6,69	0,82	12,2

Légende :

- 1 : GMQ = gain moyen quotidien
- 2 : PPJA = poids par jour d'âge
- 3 : Poids à 200 j = poids corrigé à 200 jours
- 4 : Poids à 365 j = poids corrigé à 365 jours