

Rapport final

Amélioration de la qualité organoleptique et de l'homogénéité de la viande d'agneau du Québec par le contrôle de l'incidence de viande à pH élevé liée au stress pré-abattage des agneaux.

MAPAQ #16-3-13

Mars 2018

Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du Programme de développement sectoriel, issu de l'accord du cadre Cultivons l'avenir 2 conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Programme de
développement sectoriel -
Volet 3

Centre d'expertise en
production ovine du
Québec

RAPPORT FINAL

Amélioration de la qualité organoleptique et de l'homogénéité de la viande d'agneau du Québec par le contrôle de l'incidence de viande à pH élevé liée au stress préabattage des agneaux (Projet #16-3-13)

Programme de développement sectoriel, Volet 3 « Appui à l'innovation en réponse à des enjeux prioritaires »

Demandeur

Centre d'expertise en production ovine du Québec

Organismes partenaires

Centre de développement du porc du Québec (CDPQ)

Les éleveurs d'Ovins du Québec (LEOQ)

Les Viandes Jacques Forget Ltée

Montpak International

L'abattoir de Luceville Inc.

Rédigé par

Johanne Cameron, agr. M.Sc., Chargée de projets

Avec la collaboration de Frédéric Fortin, agr. M.Sc.

Hélène Méthot, agr. M.Sc. et

Catherine Element-Boulianne, agr. M.Sc., coresponsable de la R&D
CEPOQ

Mars 2018



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

Canada

Québec

REMERCIEMENTS

Toute l'équipe du projet tient à remercier sincèrement toutes les personnes qui se sont impliquées dans ce projet.

D'abord, nous tenons à remercier les trois abattoirs qui ont généreusement accepté de participer au projet, soit Les Viandes Jacques Forget Ltée, Montpak International et L'abattoir de Luceville Inc. Leurs ressources ont investi du temps lors de chaque visite d'échantillonnage effectuée par l'équipe et ont ouvert leurs portes, malgré le dérangement à la routine que les visites d'échantillonnage apportaient. Sans eux, ce projet n'aurait évidemment pas pu avoir lieu. Des remerciements tout particuliers sont adressés à M. Fouad Andraos et Mme Annick Comtois (Montpak International), M. André Forget (Les Viandes Jacques Forget Ltée), ainsi qu'à Mme Kathy Blanchette et M. Carol Bernier (Abattoir de Luceville Inc) pour leur précieuse collaboration et avoir accepté de répondre à nos nombreuses questions durant le projet. Merci !

Ensuite, l'équipe souhaite remercier Les Éleveurs d'Ovins du Québec (LEOQ) pour leur précieuse collaboration concernant la transmission des sondages directement aux producteurs de façon électronique. Le personnel de LEOQ était également très coopératif pour transmettre à l'équipe de recherche les prévisions d'abattage pour les trois abattoirs participants, facilitant ainsi la planification des visites en abattoir. Remerciement tout particulier à M. Rock-Éric Hounhouigan sans qui le projet n'aurait pu être réalisé. En effet, ce dernier a été le maître d'œuvre nous permettant d'obtenir les informations sur les sexes, les dates de naissance et les lieux d'origines des agneaux. Il a même monté notre sondage en version électronique afin que ce dernier soit acheminé aux producteurs avant la livraison des animaux à l'abattoir. Ceci a contribué à rejoindre un plus grand nombre de producteurs dans les délais requis pour obtenir des informations de qualité. Son apport a ainsi été essentiel dans le projet

L'équipe tient également à remercier Mme Hélène Fecteau, technicienne au Centre de développement du porc du Québec (CDPQ), pour sa grande générosité lors de la formation de deux membres de l'équipe du CEPOQ pour l'échantillonnage en abattoir.

Quatre producteurs ovins ont aussi généreusement accepté de participer au projet, en fournissant des groupes d'agneaux à abattre pour la « phase tonte » du protocole, soit la Ferme Épiphanoise, la Ferme Alizée, le Bergerie des anges cornus et la Ferme Gijamika. Les manipulations à la ferme exigées par le projet étaient en supplément des tâches quotidiennes, alors ces collaborations ont été très précieuses pour la réalisation de cette partie du protocole. Également, nous tenons à remercier Patrick Labrie qui a accepté de se déplacer pour des tontes régulières de groupes peu nombreux.

Enfin, merci au ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec ainsi qu'à Agriculture et Agroalimentaire Canada pour avoir financé cette recherche.

TABLE DES MATIÈRES

1	FAITS SAILLANTS	1
2	MISE EN SITUATION	3
3	REVUE DES TRAVAUX ANTÉRIEURS	4
4	RAPPEL DES OBJECTIFS DU PROJET	7
5	MATÉRIEL ET MÉTHODE	8
5.1	Prise de mesures en abattoir	8
5.1.1	Période de réalisation.....	8
5.1.2	Abattoirs participants	8
5.1.3	Formation du personnel	8
5.1.4	Préparation des visites en abattoir	9
5.1.5	Visites initiales des abattoirs et premiers échantillonnages en abattoir	10
5.1.6	Échantillonnage en abattoir : la réalité du terrain	11
5.1.7	Prise de données	11
5.2	Sondage au producteur	12
5.3	Essai à la ferme : « Phase tonte »	13
6	RÉSULTATS BRUTS MESURÉS	15
7	RÉSULTATS DES ANALYSES STATISTIQUES ET DISCUSSIONS.....	18
7.1	Effet Abattoir*Technicien	18
7.2	Analyse des principaux effets post-mortem	20
7.2.1	Effet de l'heure d'échantillonnage post-mortem sur le pH mesuré	20
7.2.2	Effet de la température des carcasses sur le pH	25
7.2.3	Principales observations post-mortem et recommandations générales	28
7.3	Analyses des principaux effets ante-mortem	30
7.3.1	Effet de l'âge et du sexe des agneaux sur le pH	30
7.3.2	Effet du sexe des agneaux sur le pH	34
7.3.3	Effet de la durée de transport et de la distance sur le pH post mortem	36
7.3.4	Effet du passage par un poste de rassemblement et du transport collectif sur le pH	44
7.3.5	Effet du climat extérieur lors du transport sur le pH	46
7.4	Analyses des sondages réalisés auprès des producteurs	49
7.5	Effet de la tonte juste avant l'abattage sur le pH post mortem	52
8	Conclusion.....	55
9	Diffusion des résultats	59
10	Conciliation des dépenses	59
11	Références	60

Annexe I. Distribution des observations en fonction de l'heure post-mortem.....	63
Annexe II. Distribution des observations en fonction du nombre d.heure de déplacement.....	67
Annexe III. Sondage réalisé auprès des producteurs.....	71
Annexe IV. Article Ovin-Québec, Automne 2016	75

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Nombre de carcasses échantillonnées et moyennes des mesures de pH au sein de trois abattoirs majeurs au Québec.	15
Tableau 2.	Nombre d'agneaux échantillonnés dans la phase Tonte selon la ferme d'origine.	17
Tableau 3.	Moyenne des pH mesurés en abattoir selon le technicien, moyenne des classes de pH (bas, normal, élevée, problématique) et % de fréquence des mesures de pH élevé ou problématique.	18
Tableau 4.	Moyennes estimées du nombre d'heures minimum et maximum post-mortem des carcasses lors de l'échantillonnage.	21
Tableau 5.	Effet de la vitesse de refroidissement sur le pH du muscle de carcasses d'agneaux Mérino, 18h, 24h et 5 jours après l'abattage. Jacob and Thomson (2012)	26
Tableau 6.	Moyenne de température des carcasses mesurées (observations minimum et maximum mesurées dans chaque abattoir). Donnée brutes mesurées en abattoir.	26
Tableau 7.	Age moyen des agneaux échantillonnés en fonction du sexe.	30
Tableau 8.	Nombre de mâles et de femelles échantillonnés durant le projet au sein des 3 abattoirs.	35
Tableau 9.	Effet du sexe sur le pH mesuré sur les carcasses.	35
Tableau 10.	Durées et distances de transport moyennes des agneaux entre la ferme d'origine et l'abattoir.	39
Tableau 11.	Effet du nombre d'heures de transport entre la ferme et l'abattoir sur le pH post mortem mesuré.	40
Tableau 12.	Effet du sexe, du passage par un poste de rassemblement et du mélange d'animaux durant un transport collectif sur le pH post-mortem mesuré en abattoir.	45
Tableau 13.	Moyennes de pH mesuré sur les agneaux des producteurs ayant répondu à la question 4 (significative dans le modèle $p < 0,0088$)	50
Tableau 14.	Moyennes de pH mesuré sur les agneaux des producteurs ayant répondu à la question 7 (significative dans le modèle $p < 0,0231$)	50
Tableau 15.	Moyennes de pH mesuré sur les agneaux des producteurs ayant répondu à la question 19 (significative dans le modèle $p < 0,0001$)	51
Tableau 16.	Effet de la tonte la veille de l'abattage sur le pH des carcasses échantillonnées à l'Abattoir C.	52
Tableau 17.	Effet de la tonte à la ferme (2 semaines avant l'abattage) sur le gain de poids des agneaux.	53

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Différences de couleurs liées à des différences de pH ultimes - viande bovine (Interbev, 2006)	4
Figure 2.	Résumé des étapes critiques de la baisse du pH de la viande après l'abattage.....	5
Figure 3.	Visualisation du site de mesure du pH de la carcasse chez les agneaux échantillonnés à l'abattoir	12
Figure 4.	Distribution des pH mesurés sur l'ensemble des carcasses durant le projet en fonction de l'heure d'échantillonnage post-mortem.....	22
Figure 5.	Relation entre l'heure post-mortem, la baisse du pH et la qualité de la viande chez le porc. (Source: Austin Murray, Lacombe Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada). Source Internet OMAFRA.....	23
Figure 6.	Baisse du pH dans le muscle, en fonction de l'heure post-mortem. Meat Science. Meat to muscle. Agriculture and Life science. Texas A&M University. Extension.	24
Figure 7.	Effet linéaire mesuré par le modèle pour la température de la carcasse lors de l'échantillonnage.	27
Figure 8.	Graphique montrant la relation entre la baisse du pH post-mortem et la température du muscle après l'abattage. La ligne noire continue présente la situation idéale où le muscle passe dans la fenêtre optimale de pH/température.	28
Figure 9.	Effet linéaire mesuré par le modèle pour l'effet de l'âge sur le pH de la carcasse.	31
Figure 10.	Effet de l'âge des mâles sur le pH post-mortem.	33
Figure 11.	Effet de l'âge des femelles sur le pH post-mortem.	34
Figure 12.	Fréquence des agneaux échantillonnés dans l'Abattoir B en fonction de la région administrative d'origine de ces derniers.	37
Figure 13.	Fréquence des agneaux échantillonnés dans l'Abattoir A en fonction de la région administrative d'origine de ces derniers.	38
Figure 14.	Fréquence des agneaux échantillonnés dans l'Abattoir C en fonction de la région administrative d'origine de ces derniers.	38
Figure 15.	Distribution des données de pH mesuré sur tous les agneaux en fonction du nombre d'heures de transport.	41
Figure 16.	Distribution des résidus du modèle statistique décrivant l'effet de la durée de transport entre la ferme et l'abattoir sur le pH post mortem (données statistiques, valeurs ajustées).	42
Figure 17.	Effet de l'humidité relative sur les pH post-mortem observés sur les carcasses durant le projet.	47
Figure 18.	Effet de l'humidité relative sur les pH post-mortem observés chez les agneaux mesurés à l'Abattoir B.	48

1 FAITS SAILLANTS

Retrouve-t-on des viandes à pH élevé au Québec ?

- Oui, il y a présence de viande à pH élevé. La fréquence des mesures de pH trop élevé entre 18 et 24 heures suivant l'abattage varie de 4% à 57% (données brutes).
- Cette fréquence fluctue en fonction de la combinaison de l'abattoir et du technicien qui a pris la mesure. Cet effet d'interaction significatif ($p < 0,001$) a été considéré dans le modèle d'analyse statistique.

Que signifient les résultats pour l'industrie ovine ?

Post-mortem : Pour les abattoirs et la filière

- 1- **Température des carcasses.** La température des carcasses a affecté le pH. La température des carcasses lors des mesures en abattoir pouvait avoir été influencée par la vitesse de refroidissement, or ce paramètre ne pouvait être connu dans le projet (mesure ponctuelle). Ainsi, la température de la carcasse, affectée par la vitesse de refroidissement pourrait être un facteur affectant la chute du pH suivant l'abattage. Les données montrent un effet linéaire des températures sur la baisse du pH. Ainsi, chaque degré de température de carcasse de plus entraîne une chute du pH de $0,032 \pm 0,008$.
- 2- **Délai de mise en marché.** Les carcasses quittent très rapidement le lieu d'abattage, ce qui a nécessité des adaptations au protocole opérationnel par l'équipe scientifique. Prévisiblement, plus l'heure de mesure est tard suivant l'abattage, plus le pH a tendance à être faible ($-0,003 \pm 0,002$; $p = 0,09$). Toutefois, cette donnée est affectée par l'estimation de l'heure de l'abattage. À Abattoir C, l'heure entre l'abattage et l'échantillonnage était connue de façon précise. Dans cet abattoir, l'effet du délai entre le moment de l'abattage et l'échantillonnage a donc été plus important et plus évident ($-0,024$; $p < 0,0001$). Afin de contrer l'effet de cette sortie hâtive des carcasses vers les canaux de mise en marché, une période de vieillissement pré-consommation devrait être envisagée pour limiter les risques de notamment obtenir une tendreté moindre de cette viande.

Ante-mortem : Pour les éleveurs, transporteurs et la filière

- 1- **Âge.** Plus les animaux sont vieux, plus le pH mesuré est élevé ($+0,0005 \pm 0,0001$). L'effet est significatif, mais tout de même minime sur le pH. Toutefois des agneaux très âgés (plus de 300 jours) ont été échantillonnés durant le projet. La maturité des agneaux peut affecter plus sérieusement d'autres paramètres, tel que la couleur (plus foncée), la tendreté et la saveur.
- 2- **Sexe.** Les carcasses de femelles présentent un pH plus faible que celles des mâles. Il faut toutefois garder en tête que le facteur de qualité le plus susceptible de réduire la qualité du produit issu des femelles est l'épaisseur du gras de couverture qui doit être bien contrôlé.
- 3- **Durée de transport.** La durée du transport a un effet significatif sur la baisse souhaitée du pH. Les animaux voyageant pendant 2 à 4 heures semblent être les plus affectés négativement. Toutefois, les données recueillies dans la présente étude permettent difficilement d'expliquer avec précision

cet effet. Celui-ci pourrait notamment être confondu avec un effet de jeun pré-transport, mais le nombre d'heures de mise à jeun est inconnu et ne peut donc pas être validé précisément. La filière et les abattoirs ont avantage à bien accompagner les producteurs dans le choix des pratiques de mise à jeun et la planification du transport des animaux vivants vers l'abattoir.

- 4- **Poste de rassemblement.** Les mâles qui passent par un poste de rassemblement pour ensuite être regroupés dans un transport collectif ont un pH plus élevé. Bien que les carcasses de mâles aient souvent une meilleure cote de classification (conformation de la carcasse et épaisseur de gras), encore faut-il que la viande soit de qualité pour assurer la satisfaction du consommateur. De façon à optimiser les pratiques pour atténuer ces effets, des pistes pourraient être envisagées, comme la consultation de spécialistes tels que Temple Grandin ou la révision des normes de densité de transport pour les mâles (accompagnée de ventilation adéquate). Les réponses obtenues via le sondage ont par ailleurs montré un effet favorable du mélange des agneaux dans les jours précédant l'expédition, plutôt que le jour même. La durée de cette période doit toutefois faire l'objet de recherche additionnelle.
- 5- **Autres effets liés transport.** Le type de remorque utilisé a un effet significatif sur le pH de la carcasse. Les remorques qui présentent un environnement très distinctif de l'environnement auquel les animaux sont habitués, par exemple les remorques à 2 étages ou les types industriels à multi-étages, semblent être une plus grande source de stress, ce qui affecte négativement la chute du pH. Ce phénomène est observable tant pour les agneaux passant par un poste de rassemblement que ceux en provenance directe de la ferme. Il serait donc avantageux de trouver des façons d'atténuer ces conséquences (ex : couleur de plancher, modèle de rampe d'accès, réduction du bruit, etc.).
- 6- **Humidité relative.** Les animaux seraient moins aptes à faire face à des températures ambiantes moins tempérées en condition d'humidité élevée. Durant le projet, l'humidité relative a affecté le pH des agneaux, d'où une tendance à observer des pH plus élevés lorsque l'humidité relative était plus haute ($+0,002 \pm 0,001$; $p < 0,07$). Par exemple, possiblement qu'une toison sale et mouillée entraîne une perte de chaleur accrue qui rend l'animal plus vulnérable en températures froides. Sachant que les responsables d'abattoir rapportent qu'il est fréquent de voir des agneaux très sales, il est important que les éleveurs revoient les pratiques à la ferme et pendant le transport de façon à corriger cette situation. Ce qui suggère que les animaux ont des dépenses énergétiques supérieures pour contrôler leur métabolisme basal en condition humide. Et ceci pourrait être aggraver par l'humidité de leur toison.
- 7- **Alimentation.** Contrairement à une croyance populaire souvent rapportée sur le terrain, les carcasses d'animaux retraits en grains plus d'une semaine avant l'expédition à l'abattoir présentent un pH significativement plus désirable que celles dont la période de restriction est plus courte. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les agneaux sans grains consommeraient plus de fourrages en guise de compensation. Les fourrages contribueraient alors à atténuer l'effet prolongé du jeûne car leur vitesse de passage dans le système digestif est moindre que celle des grains. Cette observation confirme que la filière doit se pencher sur les durées souhaitables de mise à jeun avant l'abattage (incluant le temps de déplacement de la ferme au poste de rassemblement le cas échéant, la durée d'attente à celui-ci, puis la durée du transport vers l'abattoir et le délai d'attente à ce dernier avant l'abattage).

2 MISE EN SITUATION

La période préabattage peut être une source de stress importante pour les agneaux qui expérimentent des événements et des conditions jusqu'alors inconnus. Les manipulations, le jeûne, le chargement, la durée et les conditions de transport, l'arrivée à l'abattoir et le mélange avec d'autres individus représentent des sources potentielles de stress dont les effets cumulés peuvent avoir des répercussions néfastes sur le bien-être des animaux et la qualité de leur viande.

En effet, l'épuisement des réserves énergétiques engendré par le stress préabattage limite la chute normale du pH musculaire, pH qui reste alors plus élevé. Or, le pH a un impact majeur sur la qualité organoleptique de la viande (couleur, jutosité, flaveur et tendreté) et sa capacité de conservation. Les viandes à pH élevé sont considérées problématiques et indésirables. Ce défaut engendre des pertes économiques pour les filières animales et son incidence, jusqu'à présent inconnue chez l'agneau du Québec, pourrait être substantielle. Afin d'améliorer la qualité de l'agneau du Québec, il importe de contrôler les facteurs de stress.

3 REVUE DES TRAVAUX ANTÉRIEURS

Comme mentionné précédemment, la période qui précède l'abattage peut être une source de stress importante pour les agneaux (manipulations, jeûne, chargement, transport, abattoir, mélange avec d'autres individus/espèces). Les effets cumulés de ces stress peuvent avoir des répercussions néfastes sur le bien-être des animaux et ultimement la qualité de leur viande (Sanudo et al. 1998). Selon le type, la durée et l'intensité des stress aigus auxquels ils sont soumis, les animaux épuisent une partie plus ou moins importante de leurs réserves énergétiques emmagasinées sous forme de glycogène. Les réserves de glycogène jouent un rôle déterminant lors de la chute normale du pH musculaire suite à la mort de l'animal. En absence d'oxygène, l'utilisation du glycogène musculaire (glycolyse anaérobie) engendre l'accumulation d'acide lactique qui a pour effet d'abaisser le pH de la viande (Pearson et Young 1989). Le muscle qui a un pH prêt de la neutralité (environ 7,1) chez l'animal vivant s'acidifie normalement jusqu'à une valeur de 5,5-5,7.

Les réserves en glycogène au moment de l'abattage sont la résultante des réserves emmagasinées grâce à une alimentation adéquate et leur utilisation due au stress et à l'activité physique pendant la période préabattage. Si les réserves sont épuisées pendant la période préabattage, dû à la réponse physiologique des animaux au stress, l'acidification sera insuffisante et le pH restera élevé. Le pH est considéré élevé s'il reste au-dessus de 5,8-5,9 (Purchas 1990 ; Watanabe et al. 1996 ; Geesink et al. 2001). Une viande à pH élevé, condition aussi connue sous le nom de « viande à coupe sombre » ou « DFD » pour « Dark, Firm and Dry », présente des caractéristiques organoleptiques non désirables. Ces viandes apparaissent foncées, collantes, et fermes en plus d'avoir parfois une saveur indésirable et une moins bonne aptitude à la conservation (Honikel 2004 ; Interbev 2006). Leurs pH en font des milieux plus propices au développement des microorganismes. (Figure 1 et Figure 2).

La couleur de la viande ovine, tout comme celle de toutes les viandes rouges, est donnée surtout par la myoglobine, une protéine riche en fer. Plus la viande contient de la myoglobine, plus l'apparence de la couleur rouge sera foncée. Les changements chimiques à l'intérieur de la myoglobine sont responsables des changements de couleur de la viande, celle-ci pouvant varier du pourpre, au rouge vif, au brun, ou encore au brun, gris ou vert.

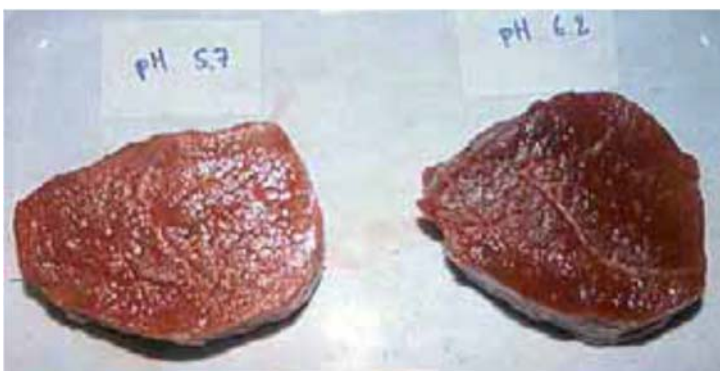


Figure 1. Différences de couleurs liées à des différences de pH ultimes - viande bovine (Interbev, 2006)

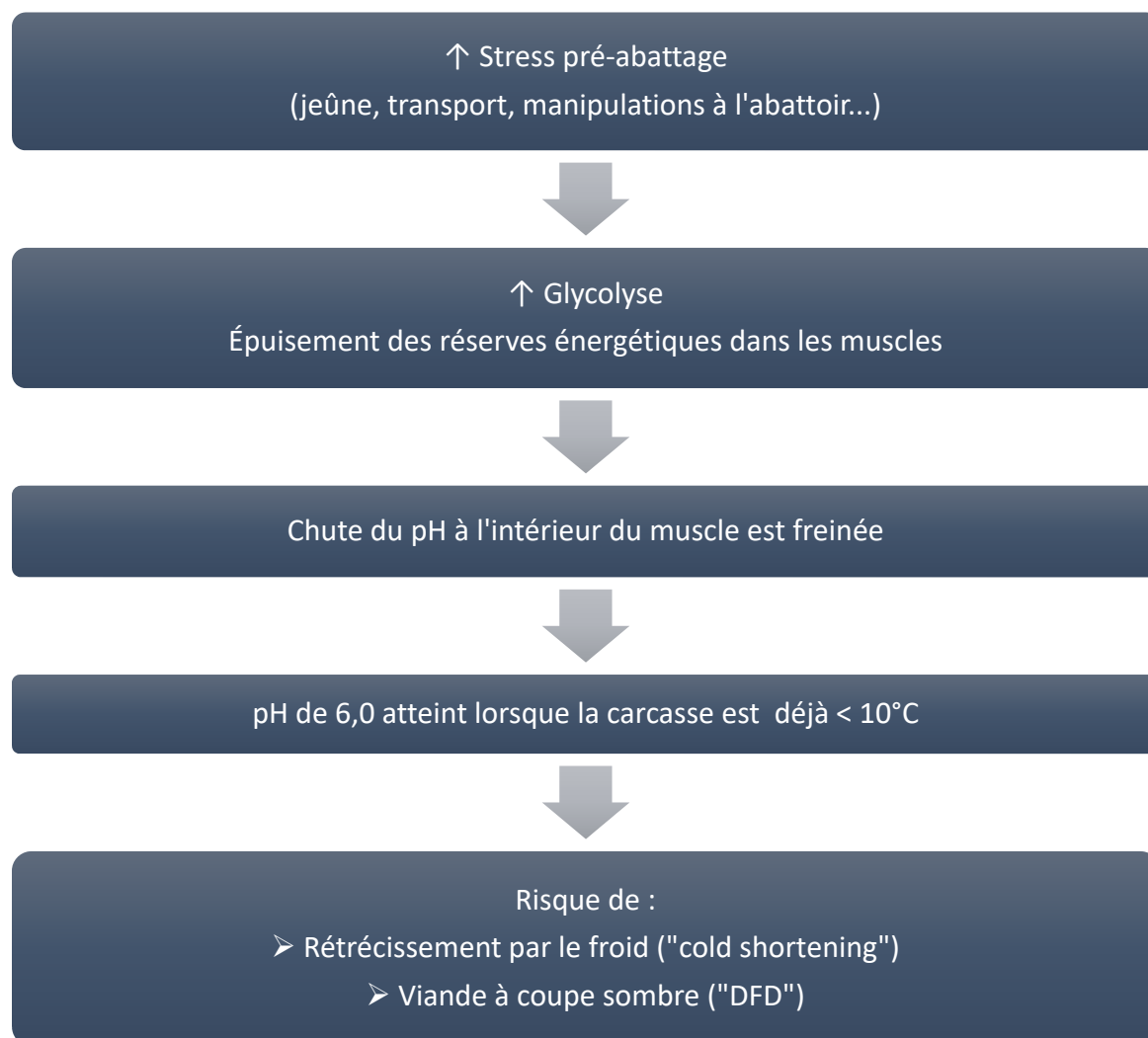


Figure 2. Résumé des étapes critiques de la baisse du pH de la viande après l'abattage

Bien que le phénomène des viandes à pH élevé soit bien connu, peu de données sont disponibles concernant l'incidence de cette condition chez l'ovin. Certains scientifiques australiens soutiennent que l'impact du stress préabattage chez les ruminants est probablement sous-estimé (Ferguson et al. 2008). Le Meat and Livestock Australia estime à plus de 15% l'incidence des viandes ovines à pH élevé ce qui cause des pertes monétaires importantes (Meat and Livestock Australia 2002). Au Québec, une incidence de plus de 16 % a été observée chez des agneaux lourds pris au hasard à l'abattoir lors d'une étude qui n'avait nullement pour but d'étudier ce phénomène (échantillonnage trop petit et ponctuel pour donner une idée claire de la situation ; Pouliot et al. 2012).

Les programmes de qualité comme le Meat Standard Australia (MSA) en Australie ont mis en place des directives sur la période préabattage afin de minimiser le stress des agneaux se classant pour leur produit de qualité garantie (Meat and Livestock Australia 2012). À titre d'exemple, il recommande une période minimale deux semaines entre la tonte et l'abattage. En Nouvelle-Zélande, des directives sont également en place pour les éleveurs, les transporteurs et les abattoirs afin de réduire le stress préabattage des animaux se qualifiant pour le Beef and Lamb Quality Mark (<http://www.beeflambnz.co.nz>). Dans les deux cas, les directives ont pu être établies grâce aux recherches menées au sein de leur industrie en tenant compte de leur contexte. Ces recherches ont permis d'identifier les points critiques en amont de l'abattage en lien avec la qualité de la viande.

Au Québec, une analyse des points critiques pour la qualité de l'agneau lourd a été réalisée en 2007, basée sur des sondages auprès des acteurs de l'industrie et l'information disponible dans la littérature (Lévesque et Tremblay 2007). Certains points ont été identifiés en lien avec la période préabattage, mais aucune recherche n'a été effectuée afin de valider leur impact réel sur la qualité de l'agneau produit. La réalité géographique du pays en termes de superficie du territoire et de conditions climatiques fait en sorte que les points critiques sont nombreux pour l'industrie ovine canadienne et il y a de bonnes raisons de croire qu'ils ne sont pas maîtrisés. La taille du territoire, la répartition de la production et le petit nombre d'abattoirs font en sorte que la durée de transport est variable et peut parfois être relativement longue dans l'est comme dans l'ouest du pays. Les saisons et les conditions environnementales parfois extrêmes (grands froids ou canicules) qui en découlent sont également des facteurs qui peuvent causer un stress à l'animal lors du transport. Les manipulations des agneaux lors du chargement et déchargement de même que certaines pratiques préabattage telles le « crutching » (tonte de la ligne médiane sur l'abdomen pour l'abattage) peuvent avoir des répercussions importantes et néfastes sur la qualité de la viande.

Il est donc important de déterminer l'incidence des viandes à pH élevé et les facteurs qui en sont responsables afin d'améliorer les pratiques préabattage, et ce, dans le but de mettre constamment en marché un produit de qualité supérieure.

4 RAPPEL DES OBJECTIFS DU PROJET

L'Objectif général du présent projet était de :

- Comprendre et réduire le stress préabattage des agneaux afin d'améliorer le bien-être animal et la qualité organoleptique de la viande produite, son homogénéité et sa conservation.

Spécifiquement :

- Déterminer l'incidence des viandes à pH élevé chez l'agneau au Québec ;
- Identifier les points critiques durant la période préabattage et les facteurs de stress responsables des pH anormaux ;
- Mettre en place des recommandations applicables par la filière ovine pour les manipulations et interventions préabattage afin de minimiser le stress des agneaux, réduire l'incidence des pH anormaux et ainsi améliorer la qualité de la viande d'agneau produite au Québec.

5 MATÉRIEL ET MÉTHODE

5.1 Prise de mesures en abattoir

5.1.1 Période de réalisation

L'échantillonnage en abattoir s'est déroulé du 8 novembre 2016 au 28 septembre 2017.

De novembre 2016 à avril 2017, l'échantillonnage s'effectuait dans 2 abattoirs, soit à Terrebonne (Viandes Jacques Forget Ltée) et à St-Germain-de-Grantham (Montpak International). À partir du mois de mai 2017, l'échantillonnage à l'Abattoir de Luceville a débuté et ainsi l'échantillonnage s'est déroulé dans 3 abattoirs dans la province de Québec, à un intervalle d'environ 2 à 3 semaines ou lorsque les volumes d'agneaux disponibles le justifiaient.

5.1.2 Abattoirs participants

Trois abattoirs ont été partenaires dans ce projet, soit :

- L'abattoir de Terrebonne (Viandes Jacques Forget Ltée)
 - L'abattoir de Terrebonne est un acheteur important d'agneaux lourds du Québec. Son approvisionnement provient de plusieurs régions, parfois même d'aussi loin que la Gaspésie. Les animaux de l'est qui s'y rendent peuvent passer par un point de rassemblement où des transports à plus grands volumes sont organisés. Cet abattoir vend sous forme de carcasse ou en découpe primaire, mais il ne fait aucune transformation de type prêt-à-manger.
- L'abattoir de St-Germain-de-Grantham (Montpak International)
 - L'abattoir de St-Germain-de-Grantham est un acheteur important d'agneaux lourds du Québec. Il fournit une usine de transformation qui propose différents types de découpes et certains produits transformés. Les agneaux proviennent de partout au Québec et, dans le cas de l'est, peuvent être regroupés à un poste de rassemblement où des transports à plus grands volumes sont organisés.
- L'abattoir de Luceville (Abattoir de Luceville Inc.)
 - L'abattoir de Luceville, situé dans la région de Rimouski dispose d'un volume d'abattage relativement important et les animaux qui y sont livrés sont soumis à de courtes distances routières et ainsi à de courtes périodes de temps entre le départ de la ferme et l'abattage. Les agneaux qui y sont abattus le sont à forfait, sont découpés et, dans une certaine proportion, transformés.

5.1.3 Formation du personnel

Puisque le responsable initial du projet et aussi spécialiste en qualité de viande (Dr Éric Pouliot) avait quitté son emploi au sein du CEPOQ avant le démarrage du projet, il était nécessaire de former le personnel du CEPOQ pour la collecte des mesures de pH en abattoir. Pour ce faire, le CEPOQ a travaillé

avec son partenaire de recherche, le Centre de développement du Porc du Québec (CDPQ). Le CDPQ dispose d'une équipe de techniciens chevronnés qui possèdent une solide expérience en mesure de qualité de viande en abattoir. C'est Mme Hélène Fecteau, technicienne au CDPQ, qui a été ciblée pour assurer la formation du personnel du CEPOQ. Mme Fecteau dispose de plus de quinze années d'expérience pour les mesures de qualité de viande en abattoir.

Avant le démarrage du projet, Mme Fecteau a participé aux premières visites en abattoir afin de se familiariser avec le personnel du CEPOQ et prendre connaissance des éléments ciblés dans le protocole opérationnel. La formation a été réalisée durant les premiers échantillonnages prévus dans le protocole. Ainsi, les 5 premières visites en abattoir ont été réalisées conjointement par Mme Fecteau et la ressource du CEPOQ qui était en observation et aussi en formation.

5.1.4 Préparation des visites en abattoir

Dans le but de planifier les échantillonnages, les responsables de deux grands abattoirs québécois ont été contactés, soit M. André Forget des Viandes Jacques Forget Ltée (abattoir situé à Terrebonne) et M. Fouad Andraos de Montpak International (abattoir situé à St-Germain-de-Grantham et usine de découpe située à Laval). Ces deux abattoirs constituent les plus gros volumes d'agneaux lourds abattus au Québec annuellement. Le protocole expérimental a été présenté aux responsables des abattoirs afin de cibler les éléments du protocole opérationnel qui auraient pu poser problème durant le processus d'échantillonnage. La présentation du protocole aux responsables d'abattoir a permis de déterminer que différents aspects prévus dans le protocole opérationnel devaient être modifiés ou entièrement retirés.

En effet, dans le protocole opérationnel initial, il était prévu de mesurer le pH de la viande d'agneau sur des carcasses refroidies, et ce, 48 heures après leur abattage (50 carcasses échantillonnées en abattoir/journée d'échantillonnage). Au même moment, il était prévu de couper la longe de chaque carcasse pour mesurer la couleur de la viande après une courte période d'oxygénation en abattoir (20 minutes). Une côtelette devait aussi être prélevée sur chaque carcasse échantillonnée pour être ensuite acheminée au CEPOQ. Ces côtelettes devaient être soumises à différentes mesures, dont la perte en eau, la couleur et le pH. Plusieurs de ces éléments n'ont pu être réalisés, dû aux contraintes et à la réalité quotidienne exigée par la mise en marché des produits des abattoirs concernés.

Ainsi, concernant les mesures de pH sur les carcasses en abattoir, les échantillonnages ont dû être devancés de 24 h, car, au sein de deux des trois abattoirs ciblés, les carcasses sont mises en marché dans un délai largement inférieur à 48 h post-abattage (vente des carcasses le lendemain de l'abattage). Il aurait été intéressant et possible de mesurer le pH, la perte en eau et la couleur de la viande 48 heures post abattage, tel que prescrit au protocole initial. Dans ce cas, une côtelette aurait été prélevée sur chaque carcasse 24 h après l'abattage, les côtelettes auraient été acheminées au laboratoire du CEPOQ et toutes les mesures auraient été réalisées sur ces dernières 24 h après l'échantillonnage. Malheureusement, même si une contribution financière était prévue au protocole opérationnel pour l'achat des côtelettes, les propriétaires des abattoirs concernés ne se sont pas montrés intéressés à ces échantillonnages, ni à la découpe des longes pour les mesures de couleur après oxygénation. Les abattoirs ont indiqué que leur clientèle était précieuse, exigeante et que leur clientèle s'attendait à

obtenir des carcasses entières et surtout dont les parties les plus nobles ne seraient pas altérées (longe découpée et/ou côtelette manquante).

Les mesures de couleurs et de perte en eau de la viande n'ont donc pu être obtenues et ces données ont été retirées du projet. Cette décision a été retenue suite à plusieurs discussions avec le responsable initial du projet et spécialiste en qualité de la viande au Québec, soit le chercheur Éric Pouliot, Ph.D. En effet, de mauvaises données de perte en eau et de couleur sont considérées comme des défauts qui sont causés par des pH trop élevés. Ces mauvaises couleurs de viande ou de perte en eau sont ainsi la résultante de pH de viande trop élevée et non la cause. Il s'agissait ainsi d'une information additionnelle, mais qui n'apporterait pas de données absolument pertinentes pour le traitement des résultats statistiques.

Suite à cette décision, il était ainsi nécessaire de prélever les mesures de pH dans un délai maximum de 24 h suivant l'abattage, car dépasser ce délai, les carcasses étaient déjà parties sur le marché de la consommation.

5.1.5 Visites initiales des abattoirs et premiers échantillonnages en abattoir

Les rencontres avec les abattoirs ont été réalisées vers la fin du mois d'octobre 2016. À ce moment, Mme Fecteau a initié la ressource du CEPOQ au matériel utilisé pour les mesures.

En effet, la formation a été réalisée durant les premiers jours d'échantillonnages prévus dans le protocole. Ainsi, les 5 premières visites en abattoir ont été réalisées conjointement par Mme Fecteau et la ressource du CEPOQ qui était en observation et aussi en formation. Lors des premières visites, la couleur de la viande a été mesurée sur des carcasses fraîchement découpées (à l'aide du colorimètre du personnel du CDPQ). En effet, les abattoirs ciblés dans le projet répondent à une clientèle juive qui achète des découpes d'agneaux spécifiques. La clientèle juive achète uniquement la partie avant d'agneaux « casher » (partie bleue sur la Figure 3). Les agneaux casher sont abattus de façon similaire aux autres agneaux échantillonnés dans le projet, toutefois, un rabbin juif détermine lesquelles de ces carcasses peuvent être considérées casher, en fonction de leurs exigences d'abattage et de leurs croyances. Puisque les juifs sont intéressés seulement à la partie avant de la carcasse, certaines carcasses présentes dans les réfrigérateurs étaient découpées lors de la visite de la ressource du CEPOQ en abattoir. Il était ainsi possible de mesurer la couleur de la viande, mais cette mesure devait absolument être réalisée dans un délai maximum de 20 à 30 minutes suivant la découpe des agneaux casher. L'équipe était initialement encouragée par la présence de ces carcasses déjà découpées dans les réfrigérateurs des abattoirs, car elle croyait être en mesure de faire des mesures de couleurs de viande. Malheureusement, d'une semaine à une autre, le nombre de carcasses découpées était très variable et souvent aucune carcasse n'était disponible pour ces mesures de couleur. La proportion de sous-échantillons de couleur devenait ainsi moins intéressante et non représentative pour les analyses statistiques. D'autres parts, la gestion du temps requis pour l'échantillonnage, soit entre la découpe et la mesure de couleur (période d'oxygénation maximale de la viande à respecter) et les horaires changeants des abattoirs (découpes à des heures différentes), rendaient impossible la planification de ces mesures. Cette expérience n'a pas été concluante et a convaincu l'équipe que l'achat d'un colorimètre n'était pas nécessaire pour le projet.

Dès que le personnel du CDPQ a jugé que la personne attitrée aux mesures par le CEPOQ était formée adéquatement, c'est cette ressource qui a assuré le reste de la collecte des mesures. Malheureusement, la ressource formée a quitté ses fonctions au début de l'année 2017. Vu le manque de ressources disponibles pour réaliser les mesures dans l'équipe du CEPOQ, Mme Hélène Fecteau' a repris les mesures à partir de la mi-février 2017. Au mois de mai suivant, une autre ressource du CEPOQ a été formée et a pu débiter l'échantillonnage à l'abattoir de Luceville jusqu'en septembre. Mme Fecteau a poursuivi pour sa part la prise de mesures au sein des deux abattoirs situés plus dans l'ouest de la province.

5.1.6 Échantillonnage en abattoir : la réalité du terrain

Les journées d'échantillonnages étaient ciblées en fonction des volumes d'abattage, du nombre de provenance (données transmises par Les Éleveurs Ovins du Québec,), ainsi qu'en fonction de la disponibilité des ressources pour les mesures en abattoir.

Les échantillonnages étaient réalisés tôt le matin au sein des deux abattoirs situés dans l'Ouest (entre 3h50 et 7h30) et un peu plus tard à l'abattoir de Luceville (entre 6h30 et 11h40). Ces moments ont permis de respecter un délai minimum de 18 à 24 h post-abattage, mais aussi de s'assurer que l'échantillonnage était possible. En effet, pour les abattoirs de Terrebonne et Saint-Germain, la majeure partie des carcasses quittait les abattoirs vers le marché aux environs de 6h30 à 7h00 le matin. Pour ces deux abattoirs, il était donc indispensable que la ressource soit présente hâtivement afin de pouvoir réaliser des échantillonnages sur un nombre suffisant d'agneaux. Malgré ces mesures hâtives, il arrivait souvent que plus de la moitié des carcasses aient quitté pour le marché. Il était ainsi difficile de rencontrer le nombre d'échantillonnages prévu au protocole opérationnel, et ce, à toutes les semaines de prélèvement.

À l'abattoir de Luceville, de façon générale, les carcasses qui sont à découper le sont le lendemain de l'abattage (24 h). Les carcasses (entières ou découpées) quittent alors l'abattoir au minimum 48h après l'abattage.

5.1.7 Prise de données

Les journées d'échantillonnage en abattoir débutaient toujours par la calibration du pH-mètre (pH-mètre de la marque « Orion » pour Terrebonne et St-Germain et pH-mètre « Hannah Instruments inc. » pour Luceville). Une sonde à viande avec un embout en verre était utilisée.

Pour mesurer la température des carcasses, la sonde utilisée aux abattoirs de Terrebonne et de St-Germain était une sonde directement reliée au pH-mètre. Elle est insérée dans la section du cou de la carcasse. L'endroit permet d'introduire complète la sonde dans la carcasse pour obtenir une meilleure lecture. La lecture de la température est indiquée et lue sur l'appareil Orion. Le pH-mètre utilisé à Luceville ne possédait pas de sonde de température. La température était alors mesurée à l'aide d'un thermomètre électronique à viande, insérée dans la longe de chaque carcasse d'agneaux.

Les sondes de température et les sondes à pH étaient nettoyées après chaque journée d'échantillonnage avec un produit spécifique qui permet de déloger les protéines et les matières grasses. Les sondes de pH étaient entreposées dans un liquide d'entreposage spécifique pour une sonde en verre.

Site de mesure pour le pH (dans la longe, entre la 11^e et la 12^e côte)

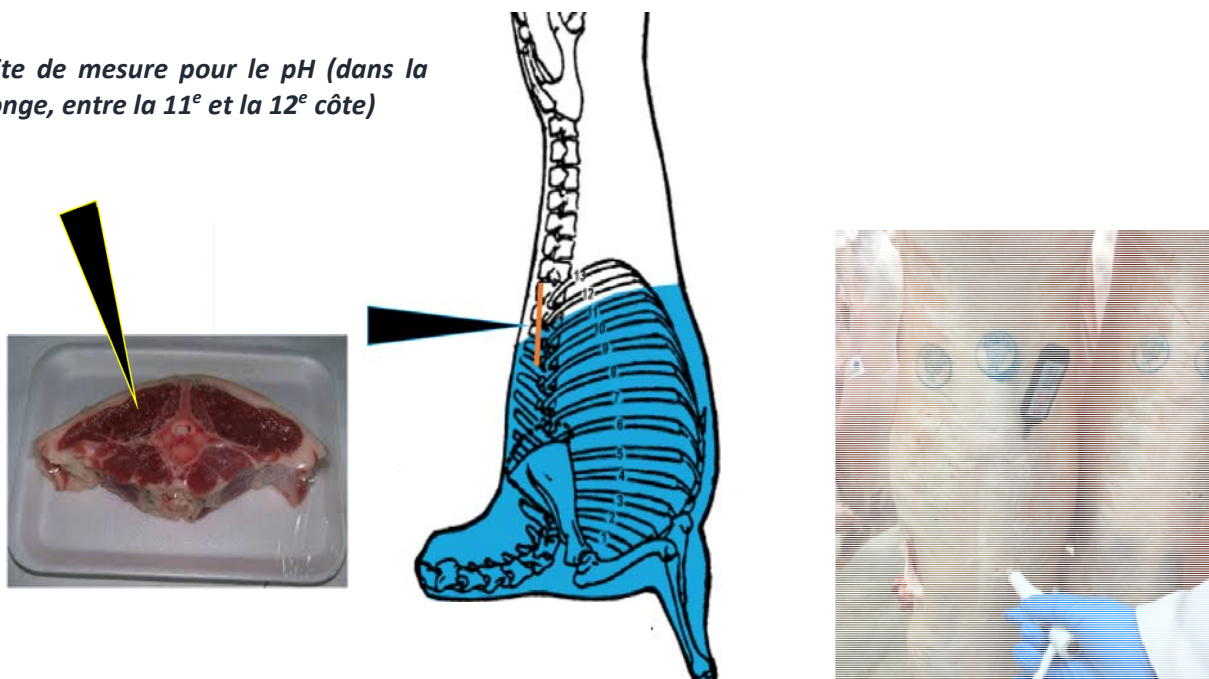


Figure 3. Visualisation du site de mesure du pH de la carcasse chez les agneaux échantillonnés à l'abattoir

En résumé, pour chaque carcasse, les éléments suivants étaient pris en note :

- ✓ La température de la carcasse (°C)
- ✓ La mesure du pH de la viande :
 - Dans la longe, entre la 11^e et la 12^e côte;
 - Mesures réalisées à 2 endroits côte-à-côte dans la longe, à environ maximum 1 pouce entre les deux mesures;
- ✓ Le numéro ATQ de l'animal
- ✓ L'heure de l'abattage (Abattoir de Luceville seulement)
- ✓ L'heure de l'échantillonnage
- ✓ Mode d'abattage : « Halal » ou traditionnel (Abattoir de Luceville seulement)
- ✓ La température de la chambre froide où se trouvaient les carcasses d'agneaux était également notée.

5.2 Sondage au producteur

Après chaque sortie en abattoir, les données recueillies en abattoir étaient acheminées au CEPOQ et compilées de façon électronique. Le fichier de données était ensuite envoyé à LEOQ dans le but d'obtenir les coordonnées des producteurs propriétaires des agneaux échantillonnés, grâce à leurs numéros ATQ

notés en abattoir. Puisque les coordonnées des producteurs sont confidentielles à LEOQ et au sein de l'UPA, seuls les producteurs acceptant de participer au projet pouvaient être contactés. Pour ces producteurs, les coordonnées étaient transmises par LEOQ au personnel du CEPOQ. L'équipe du projet était par la suite responsable de contacter les producteurs pour les questionner sur leurs interventions préabattage (alimentation, conduite d'élevage, préparation et les manipulations préabattage, etc.).

Malheureusement, en début de projet, le taux de participation au sondage était faible et le délai de transmission des données affectait souvent la qualité des réponses. En effet, il était très difficile de contacter les producteurs dans un délai raisonnable suivant la livraison à l'abattage (disponibilité des producteurs et des ressources dans l'équipe, absence de réponse, pas de retour d'appel...). Ainsi, au moment du sondage, les producteurs ne se souvenaient plus exactement de ce qu'ils avaient fait comme interventions avant la livraison de leurs agneaux. Après un délai de 10 jours entre l'abattage et le contact d'un producteur, les données de sondage étaient laissées vacantes, car les réponses étaient évasives et apportaient beaucoup d'imprécision. Malgré plusieurs tentatives pour améliorer le contact avec les producteurs des actions ont dû être envisagées, car beaucoup de données étaient manquantes.

Ainsi, après une rencontre avec LEOQ, il a été convenu de faire parvenir le sondage aux producteurs avant la livraison pour l'abattoir, et non après l'abattage. Ceci était possible puisque les dates d'échantillonnages étaient connues dans la semaine précédant les mesures. Seul LEOQ disposait de l'information sur les producteurs livrant leurs agneaux dans les abattoirs et les dates ciblées par l'équipe de recherche (coordonnées complètes). Ainsi, LEOQ a gracieusement accepté de faire parvenir ce sondage aux producteurs via leur liste confidentielle. Le personnel de LEOQ a aussi soutenu le CEPOQ dans l'élaboration d'une version de sondage électronique, disponible en ligne via un appareil téléphonique intelligent ou un ordinateur. Suite à ce changement de procédure, le taux de réponse des producteurs fût nettement amélioré.

Dans le but d'avoir un minimum d'information pertinente, LEOQ a aussi accepté de transférer toutes les données non nominatives qui étaient intéressantes pour les analyses statistiques, soit la date de naissance, le sexe, la ville d'origine des animaux et le passage par un poste de rassemblement s'il y a lieu. Ces données ont permis de calculer les distances approximatives ferme-abattoir ou ferme-poste de rassemblement-abattoir et les durées de transport.

Les transporteurs ont également été contactés afin de recueillir de l'information sur la distance, la durée et les conditions de transport des agneaux, mais la réponse fut minime. Le site Internet météorologique d'environnement a également été consulté afin de recueillir les conditions climatiques lors des transports, et ce, selon les régions impliquées.

5.3 Essai à la ferme : « Phase tonte »

Une phase d'essais en milieu contrôlé a été réalisée afin d'évaluer l'effet du stress de la tonte juste avant l'abattage (tonte de la ligne médiane) sur le pH de la viande. La tonte de la ligne médiane (parfois appelé « crutching » est une pratique qui consiste à tondre le cou et le ventre d'un agneau quelques heures avant l'abattage. L'Abattoir de Luceville a permis de réaliser cette partie du projet concernant le stress relié à la tonte en période préabattage, puisqu'il s'agit du seul abattoir qui réalise ce type de procédure

et il n'était pas envisageable de réaliser cette partie du protocole au sein des deux autres abattoirs. Généralement, la tonte de la ligne médiane est réalisée la veille de l'abattage à l'abattoir de Luceville. Cette pratique doit être réalisée à Luceville car les agneaux sont éviscérés sur le dos et aucune contamination ne doit provenir de la laine souillée.

Afin de réaliser cette phase, des groupes d'agneaux ont été préparés à 5 reprises chez quatre producteurs partenaires, soit la Bergerie des anges cornus, la Ferme Épiphanoise, la Ferme Alizée et la Ferme Gijamika. Lors de chaque essai, un nombre variable d'agneaux (de 3 à 31) étaient tondus au niveau du ventre et de la gorge (*ligne médiane*), environ 7 à 10 jours avant l'abattage tandis qu'un autre groupe du même nombre servait de groupe témoin et étaient plutôt tondus le matin de l'abattage à l'abattoir Luceville, selon la procédure habituelle.

6 RÉSULTATS BRUTS MESURÉS

Au cours du projet, 3 320 carcasses d'agneaux lourds ont été échantillonnées pour le pH post-abattage. Ces mesures ont été réalisées à trois abattoirs sur une période de 45 semaines, soit de novembre 2016 à septembre 2017. Le tableau 1 illustre le nombre de carcasses échantillonnées au sein des trois abattoirs participant au projet et les valeurs moyennes de pH mesuré.

Tableau 1. Nombre de carcasses échantillonnées et moyennes des mesures de pH au sein de trois abattoirs majeurs au Québec.

Abattoir	Nombre de visites	Nombre de carcasses échantillonnées	Mesure moyenne de pH (mesure 1)	Mesure moyenne de pH (mesure 2)	pH Minimum mesuré	pH maximum mesuré
A	13	917	5,95 ± 0,19	5,94 ± 0,19	5,09	7,08
B	16	1254	5,90 ± 0,23	5,90 ± 0,21	5,47	7,07
C	13	1149	5,72 ± 0,18	5,69 ± 0,15	5,35	6,71
TOTAL	42	3320	5,85 ± 0,23	5,83 ± 0,22	5,09	7,08

Par analyse de fréquence des données brutes, il est déjà rapidement possible de constater que trois carcasses ont maintenu un pH similaire à celui du muscle vivant, soit autour de 7,1. Des 3 320 carcasses mesurées, 1832 (55 %) ont présenté un pH moyen supérieur à la cible de 5,8 (de 5,80 à 7,11), dont 658 carcasse (20 %) avec un pH de 6,0 ou plus. Par analyse des fréquences en données brutes, on constate que 641 carcasses avaient un pH moyen supérieur à 6,00 alors que leur température avait déjà chuté sous les 10 °C. C'est cette combinaison qui a le potentiel d'entraîner des problématiques de tendreté. Les analyses statistiques vérifieront ceci plus en profondeur et tous les facteurs à l'étude seront évalués.

La réalisation du protocole opérationnel a été complexe et plusieurs adaptations ont dû être apportées en cours d'expérimentation. En effet, les contraintes liées à la réalité des abattoirs et leur évolution dans le temps, comme la fluctuation du nombre d'agneaux abattus, les courts délais de préavis et les heures de transport des carcasses, ont nécessité beaucoup d'adaptations. De ce fait, la réalisation des analyses statistiques est également complexe alors que le dispositif expérimental a dû être lui-même adapté. Les conséquences sur les analyses statistiques réalisées et leurs résultats sont résumés au fil des lignes suivantes.

Les facteurs composant le dispositif expérimental final entraînent de nombreuses validations statistiques de façon à bien cerner leur effet sur les résultats finaux à venir. Les prochaines sections détaillent ces différents facteurs, la complexité de leurs interrelations potentielles et des résultats actuellement disponibles.

- a. **Abattoirs et techniciens** : Puisque trois techniciens ont participé à la prise de mesures à trois abattoirs et que l'affectation de ces techniciens n'étaient pas bien répartie entre les abattoirs, le modèle d'analyse statistique considère un effet d'interaction « Abattoir X Technicien » pour corriger le pH pour ces deux effets. Toutefois, l'objectif du projet et l'intérêt de l'industrie ne ciblent pas ces effets. Les efforts porteront plutôt sur la compréhension de l'effet des autres facteurs sur les variations de pH entre les différentes

sorties d'abattoir. Les variations de pH selon l'abattoir portent effectivement beaucoup plus d'intérêt pour l'industrie puisque ces abattoirs utilisent des méthodes différentes de refroidissement et les délais de sorties des carcasses vers le marché suivant l'abattage sont variables.

- b. **Température des carcasses** : Ce paramètre présente uniquement la température de la carcasse lors de la mesure en abattoir et ne renseigne pas sur la vitesse de refroidissement réelle qu'aurait subi cette dernière. Toutefois, puisque les mesures étaient réalisées à période relativement fixe après l'abattage, il est possible que la vitesse de refroidissement ait pu affecter la température de la carcasse lors des mesures. Ainsi cette donnée pourrait refléter indirectement, la vitesse de refroidissement qu'auraient subies les carcasses durant le premier 24h post-abattage. Sachant que la vitesse de refroidissement des carcasses a un effet sur la tendreté de la viande, l'analyse de la température de la carcasse au moment de la mesure du pH permettra de vérifier son lien avec ce dernier dans le cadre du projet. Il s'agit là d'un enjeu important pour l'industrie puisque les carcasses d'agneaux ne bénéficient pas de réfrigérateurs spécifiques qui sont généralement conçus pour les carcasses de bœuf.
- c. **Heure de mesure post-abattage** : Le contexte commercial de réalisation du projet ne permettait pas de prendre des mesures de pH à heure fixe suivant l'abattage. Pour contrer cette variabilité, le facteur du délai maximum, en heures, entre l'abattage et la prise de mesure a été considéré. Les analyses statistiques réalisées montrent un effet significatif de ce facteur sur la valeur du pH, ce qui est conforme aux attentes puisque la chute de pH doit normalement progresser dans le temps suivant l'abattage.
- d. **Caractéristiques des animaux** : Les effets du sexe et de l'âge à l'abattage sont considérés dans le modèle d'analyses. Des différences significatives ressortent pour ce qui est de l'âge et du sexe. La date d'abattage utilisée pour calculer l'âge de l'animal à l'abattage est également utilisée pour vérifier l'effet de la saison. Toutefois, l'utilisation des températures extérieures semble plus porteuse pour l'obtention de résultats pertinents pour les besoins de l'industrie.
- e. **Température extérieure** : La date d'abattage est également utilisée pour vérifier l'effet de la saison, mais aucun effet significatif n'a été décelé. Toutefois, l'utilisation des températures extérieures semble plus porteuse pour l'obtention de résultats pertinents pour les besoins de l'industrie. Les températures du jour de transport ainsi que la température et l'humidité relative de l'abattoir (ouest, centre et est) ont été introduites dans le modèle. Les analyses montrent que seule l'humidité relative est significative, mais près du seuil de signification (autour du 0,05).
- f. **Poste de rassemblement** : L'analyse de l'effet du poste de rassemblement s'est faite en combinaison avec le transport collectif et le sexe de l'animal. Tous les agneaux qui passent par un poste de rassemblement sont nécessairement transportés en collectif ce qui justifie de combiner ces deux facteurs. De plus, les analyses ont montré des résultats différents pour les sexes selon les combinaisons de transport collectif et poste de rassemblement ce qui a justifié d'y combiner également le sexe de l'agneau. Les résultats ont montré que les mâles

qui passent par un poste de rassemblement pour ensuite être regroupés dans un transport collectif ont un pH plus élevé.

- g. **Déplacements** : Les variables de l'utilisation d'un poste de rassemblement, d'un transport collectif et de la durée du transport sont liées. Il n'est donc pas possible de mettre dans le même modèle l'effet de la distance et de sa durée par exemple. L'approche choisie, suite à l'essai de plusieurs modèles, a été de conserver dans le modèle un effet de classe de la durée totale en heures et l'interaction « Poste * Transport collectif * Sexe ».
- h. **Tonte avant l'abattage** : Il s'agit d'un sous-échantillon dans le projet puisqu'un seul abattoir procède de la sorte. N'ayant pas de contrôle sur le contexte commercial de mise en marché, les groupes d'agneaux sont inégaux entre les fermes et les visites. L'approche retenue pour les analyses statistiques a été de conserver toutes les variables dans le modèle pour expliquer le pH et d'ajouter un effet de tonte pour vérifier son impact.

Le Tableau 2 présente la répartition des groupes et des agneaux entre les fermes partenaires pour la phase Tonte. Au total, 343 animaux, soit 172 tondus et 171 non tondus, ont été échantillonnés.

Tableau 2. Nombre d'agneaux échantillonnés dans la phase Tonte selon la ferme d'origine.

Ferme	Nombre d'agneaux tondus	Nombre d'agneaux non tondus	TOTAL	Nombre de groupes
A	38	42	80	4
B	25	24	49	4
C	104	100	204	5
D	5	5	10	1
TOTAL	172	171	343	14

- i. **Informations obtenues via le sondage aux éleveurs** : Les analyses montrent que certaines réponses au questionnaire sont indicatrices des effets sur le pH post-abattage mesuré.
- j. **Sous-échantillon de couleur de viande** : Pour des raisons déjà expliquées, il a été décidé de ne pas prendre de mesure systématique de la couleur de la viande. Toutefois, en début de projet, la couleur de 100 échantillons en essai préliminaire a été comptabilisée. Ce nombre de données est suffisant pour permettre l'identification d'effets significatifs par analyses statistiques. Le modèle construit considère en plus de la couleur un effet du délai de sortie de la carcasse.

7 RÉSULTATS DES ANALYSES STATISTIQUES ET DISCUSSIONS

Les lignes qui suivent présentent les résultats issus des analyses statistiques. Ces analyses permettent de mieux comprendre les données brutes présentées au préalable en tenant compte de facteurs multiples, tel que l'effet du technicien prenant les mesures. Les facteurs ayant un effet significatif dans le modèle ont ainsi permis de corriger les données afin de pouvoir les comparer entre-elles et obtenir des résultats plus fiables que la présentation unique des données brutes.

7.1 Effet Abattoir*Technicien

Le modèle statistique développé dans ce projet n'a pas permis d'isoler l'effet Technicien des mesures. En effet, pour avoir l'effet simple, il aurait fallu une certaine répartition des techniciens dans les 3 abattoirs et durant toute la période des mesures, ce qui était logistiquement non réaliste vu la distance entre les abattoirs. L'effet d'interaction Abattoir*Technicien a donc été analysé dans le modèle et est sorti significatif ($p < 0,0001$).

Le Tableau 3 présente la moyenne des moindres carrés pour l'effet Abattoir*Technicien, soit la colonne « Moyennes LSMEANS ». La colonne moyenne des classes de pH représente la moyenne de la classe attribuée au pH mesuré. Afin d'analyser la présence de pH problématiques (trop élevés), une classe a été attribuée à chacun des pH mesurés. Ainsi, les mesures de pH $< 5,5$ (pH bas) se sont vu attribuer la classe 1, les mesures entre 5,5 et 5,8 la classe 2 (pH normal), les mesures entre 5,8 et 6,0 la classe 3 (pH élevé- limite) et les pH supérieurs à 6,0 la classe 4 (pH problème). Les deux colonnes « % des mesures » (à droite du tableau) présentent les fréquences observées dans les classes de pH considérés « limites » ou « problématiques ». Notons que les fréquences ont été calculées sur les données brutes mesurées en abattoir. Ce sont ainsi des données non ajustées par le modèle statistique, mais qui permettent de comprendre la provenance des différences significatives observées entre les traitements.

Tableau 3. Moyenne des pH mesurés en abattoir selon le technicien, moyenne des classes de pH (bas, normal, élevée, problématique) et % de fréquence des mesures de pH élevé ou problématique.

ABATTOIR	No du tech.	Nb de sorties	Moyenne LSMEANS	ERREUR TYPE	Moyenne des classes de pH	ERREUR TYPE classes pH	% des mesures $> 5.8 < 6.0$	% des mesures $pH > 6.1$
A	#1	2	5,7851	$\pm 0,0749^a$	2,3909	$\pm 0,2814^a$	45,8 %	9,2 %
	#1 et 2	2	6,0792	$\pm 0,0560^b$	3,5998	$\pm 0,2091^b$	36,6 %	57,9 %
	#2	9	5,9947	$\pm 0,0363^b$	3,2778	$\pm 0,1336^b$	50,4 %	38,9 %
B	#1	2	5,8695	$\pm 0,0551^a$	2,5926	$\pm 0,2059^a$	25,8 %	26,2 %
	#1 et 2	3	5,8597	$\pm 0,0518^a$	2,6145	$\pm 0,1921^a$	33,3 %	26,3 %
	#2	11	5,8500	$\pm 0,0323^a$	2,6740	$\pm 0,1187^a$	47,1 %	19,6 %
C	#3	8	5,5895	$\pm 0,0340^c$	1,6691	$\pm 0,1258^c$	10,0 %	3,9 %
	#2 et 3	2	5,7973	$\pm 0,0565^a$	2,4422	$\pm 0,2111^a$	43,6 %	12,4 %

Les lettres différentes qui sont près des moyennes dans une même colonne sont significativement différentes ($P < 0,0001$).

Les résultats présentés dans le tableau 3 démontrent qu'on ne peut pas comparer les moyennes de pH entre abattoir sans considérer l'effet du technicien (forte interaction Abattoir*Technicien ; $P < 0,01$). Les effets significatifs ont par ailleurs été similaires entre les analyses de moyennes de pH mesuré et les classes de pH attribuées.

Globalement, toutes les mesures réalisées à l'Abattoir B par les techniciens 1 et 2, à l'Abattoir B par le technicien 1 et à l'Abattoir C par les techniciens 2 et 3 ne sont pas différentes significativement. Toutes ces mesures sont dans une plage de pH normaux à 24h (entre 5,79 à 5,86). Les moyennes de classes suggèrent aussi une plus faible fréquence de pH élevés et anormaux, ce qui est observable dans les colonnes de droite (« % des mesures... »).

Les mesures réalisées par les techniciens 1 et 2 et par le technicien 2 à l'Abattoir A sont différentes de toutes les autres mesures. On observe des pH plus élevés en moyenne et la moyenne des classes de pH calculé est aussi plus grande. Ceci se confirme par les fréquences de pH problématiques, qui étaient les plus grandes dans cet abattoir (57,9% et 38,9%, respectivement pour les techniciens 1 et 2 et le technicien 2). Ces mesures ont été réalisées durant un grand nombre de semaines par le technicien 2 (toute l'année, différentes saisons) et dans la période au début de l'hiver par les deux techniciens. Les causes potentielles de ces mesures élevées seront analysées plus loin.

Les mesures réalisées par le technicien 3 à l'Abattoir C sont significativement plus basses que toutes les autres mesures réalisées dans les autres sorties en abattoir par les autres techniciens. Les explications possibles sont diverses, soit un effet de la personne elle-même, de l'appareil de mesure qui n'était pas le même, un site de mesure peut-être légèrement différent ne serait-ce que de quelques centimètres. Toutefois, l'expérience acquise sur un grand nombre de semaines d'échantillonnage suggère aussi un effet autre, soit la proximité de l'origine géographique des agneaux abattus dans cet abattoir. En effet, les agneaux abattus à l'Abattoir C proviennent de la région et avaient une durée de transport et une distance à parcourir moins grandes que celles pour les autres abattoirs. Les effets potentiels de ces paramètres seront donc évalués plus loin.

Globalement, on peut constater que des mesures de pH élevé problématique ont été prises dans tous les abattoirs, mais dans des proportions différentes (selon le technicien et l'abattoir). Ainsi, la proportion de carcasses mesurées avec des fréquences problématiques ont varié de près de 4% à 58% selon l'abattoir et le technicien. Puisque le pH mesuré post mortem est influencé par un ensemble de facteurs pré-abattage (stress relié au transport, à la température, à l'humidité relative, au chargement, au mélange avec d'autres animaux, au sexe, etc.) et à un ensemble de facteurs post-mortem (vitesse de refroidissement des carcasses, température de la carcasse, heure de l'échantillonnage de pH après la mort), chacun de ces paramètres sera évalué dans les sections subséquentes du présent rapport. Ceci vise à identifier les principales causes ayant pu affecter les mesures réalisées durant le projet.

Il est important de souligner que vu la présence d'un effet significatif très fort Abattoir*Technicien ($p < 0,001$), cet effet a été considéré dans le modèle statistique pour corriger les données. Les résultats qui suivent tiennent ainsi compte de ce facteur. Les autres effets, tels que le sexe, la température des carcasses, le temps de transport, le moment de l'échantillonnage, etc., ont ainsi été estimés en tenant compte de l'effet d'interaction Abattoir*Technicien. Il est conséquemment possible d'estimer les effets, malgré les différences observables au niveau des données brutes mesurées en abattoir.

7.2 Analyse des principaux effets post-mortem

Les lignes qui suivent présentent les analyses statistiques des deux facteurs post-mortem pouvant affecter le pH des carcasses de façon significative, soit le nombre d'heures post-mortem lorsque l'échantillonnage a été réalisé, ainsi que la température de la carcasse lors de l'échantillonnage en abattoir. Malheureusement, dans ce projet, seules des mesures ponctuelles pour chaque carcasse échantillonnée étaient prises. Il n'est donc pas possible de connaître, pour chaque carcasse, la courbe de la chute de température en fonction du temps. Il faut ainsi toujours se rappeler que ce projet présente un portrait des niveaux de pH des carcasses mesurées dans les premiers 24 heures suivant l'abattage.

7.2.1 Effet de l'heure d'échantillonnage post-mortem sur le pH mesuré

Lors du projet, il a été possible d'observer des modes de fonctionnement différents entre les abattoirs. En ce sens, dans les abattoirs de l'ouest, la proximité des marchés et la forte demande pour ce produit par la métropole accélèrent possiblement la vitesse de sortie des carcasses des abattoirs. Ce paramètre est d'ailleurs un aspect qui a représenté un défi important pour l'équipe de recherche. En ce sens, il était toujours difficile de prévoir quel nombre d'agneaux pourraient être échantillonnés lors d'une sortie par rapport à la quantité totale de carcasse qui étaient disponibles (abattues). En effet, durant le projet, à de nombreuses reprises, une partie des agneaux abattus la veille avaient déjà quitté vers le marché lors de l'arrivée des techniciens en abattoir (avant 6h le matin). Cet aspect a nécessité des ajustements et la technicienne responsable des mesures à ces abattoirs a dû devancer ses visites d'échantillonnage (parfois vers 4h le matin). Il s'agissait de la seule façon d'obtenir un nombre suffisant de carcasses échantillonnées lors des sorties. Le sondage pour les abattoirs rempli par le contremaître de chacun de ces deux abattoirs a permis d'établir le nombre d'heures minimum et maximum post-mortem que pouvaient avoir les carcasses échantillonnées. Dans les deux abattoirs de l'ouest, il n'était ainsi pas possible d'obtenir l'heure exacte post-mortem de chaque carcasse échantillonnée. Le nombre d'heures maximum post-mortem d'une carcasse a ainsi été estimé en fonction de l'heure de début de l'abattage et de l'heure de fin de l'échantillonnage (heure fin échantillonnage – heure début abattage = nombre d'heures maximum estimé post-mortem). Le nombre d'heures minimum était estimé en fonction de l'heure de fin d'abattage et l'heure de début d'échantillonnage (heure de début d'échantillonnage – heure de fin d'abattage = nombre d'heures minimum estimé post-mortem).

Notons que dans les abattoirs de l'ouest, il était toujours possible d'avoir l'heure de début d'abattage, mais l'heure de fin d'abattage était souvent manquante ou non spécifiée. La donnée utilisée dans les analyses statistiques a donc été l'heure maximal, puisque cette donnée était complète et qu'il n'y avait que très peu de données manquantes. On peut donc considérer que plusieurs carcasses échantillonnées pouvaient avoir 2 à 5 heures de moins que les heures maximales estimées. Les paramètres « heure max estimée » et « heure min estimée » étaient aussi fortement liés statistiquement. On peut donc suggérer que les résultats statistiques seraient similaires et qu'une seule de ces variables peut être considérée dans le modèle.

À l'Abattoir C, les carcasses demeurent sur place suite à l'abattage, la découpe ayant lieu vers la fin de la semaine avant l'expédition. Il était donc possible d'échantillonner les carcasses avec moins de presse.

Mais il était essentiel de rester dans un délai post-mortem d'environ 24h. Par ailleurs, dans cet abattoir, il a été possible de calculer avec exactitude l'heure post-mortem puisque l'heure d'abattage était indiquée sur chaque carcasse lors de l'échantillonnage. Ainsi, à l'Abattoir C, la prise de mesures sur les carcasses a été faite dans un délai variant de 21,93 à 23,66 heures.

Le tableau 4 présente les moyennes du nombre d'heures minimum et maximum estimés pour les abattoirs de l'ouest. On peut voir qu'à l'Abattoir A, les carcasses devaient être échantillonnées dans un court laps de temps suite à l'abattage. Dans cet abattoir, l'heure maximale estimée lors d'une sortie a été de 23,8 heures. Toutefois, en général, l'heure maximale étaient sous 21h. Il s'agit ainsi de l'abattoir où les mesures étaient réalisées le plus près de l'abattage.

Tableau 4. Moyennes estimées du nombre d'heures minimum et maximum post-mortem des carcasses lors de l'échantillonnage.

ABATTOIR	Moyenne des heures post-mortem minimum estimées	Moyenne des heures post-mortem maximales estimées	Observation de l'heure minimale estimée durant le projet
A	15,17	19,89	13
B	21,46	24,95	19
C *	21,93	23,66	17

* Pour l'Abattoir C, les heures présentées représentent l'heure minimale et l'heure maximale des carcasses mesurées et non une moyenne des heures minimales et maximales estimées.

Le modèle statistique a démontré une tendance ($p = 0,09$) à ce que l'heure maximale d'échantillonnage ait un impact sur le pH des carcasses. Le modèle statistique a donc démontré un effet linéaire pour le facteur « heure de mesure post-mortem » sur la variation de pH ($-0,003 \pm 0,002$). Ceci démontre que pour chaque heure supplémentaire où les carcasses pouvaient reposer dans les réfrigérateurs des abattoirs avant la mesure, le pH avait le potentiel de baisser de $0,003 \pm 0,002$. Bien que ce soit une différence significative, cette différence n'est toutefois pas majeure, mais suggère également que le pH ultime final n'est pas atteint chez les carcasses qui ont quitté très rapidement l'abattoir vers le marché.

La figure 4 présente la distribution des données brutes mesurées pour chacun des abattoirs. On peut voir la droite linéaire qui illustre bien l'effet du temps post-abattage sur le déclin progressif du pH des carcasses.

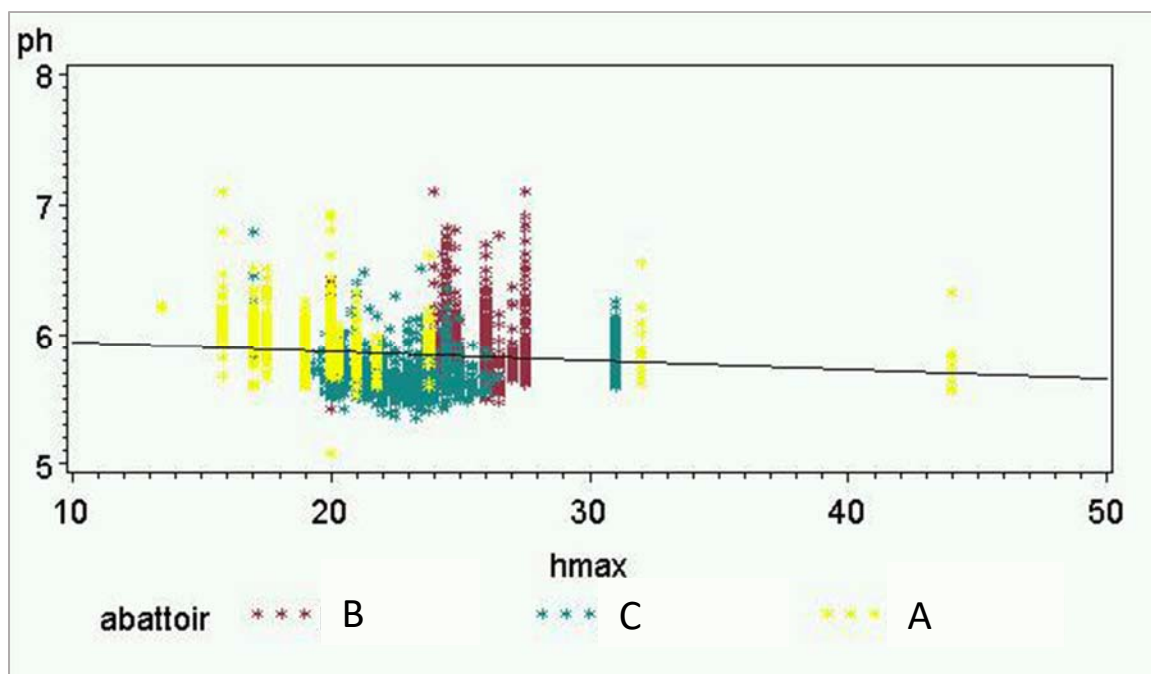


Figure 4. Distribution des pH mesurés sur l'ensemble des carcasses durant le projet en fonction de l'heure d'échantillonnage post-mortem.

Sur la figure précédente, les données mesurées démontrent clairement les différences de pH entre les abattoirs, cet aspect étant interrelié avec le moment de l'échantillonnage. Dans ce graphique, pour l'Abattoir A, on peut observer que certaines carcasses ont été échantillonnées dans une période supérieure à 24h post-abattage. En effet, lors d'une visite réalisée en début de projet, certaines carcasses n'avaient pas été mises en marché la veille du jour de l'échantillonnage. Ces dernières avaient alors été volontairement échantillonnées afin d'observer la variation de pH. Le nombre de carcasses échantillonnées dans une période supérieure à 24h post-abattage n'était toutefois pas très important. Les figures illustrant la distribution des pH pour chacun des abattoirs, pour les données brutes et ajustées, sont présentées à l'annexe I.

Bien que l'effet de l'heure de mesure post abattage sur le pH ne présente qu'une tendance et ne soit ainsi pas statistiquement significatif dans le modèle, le moment de l'heure d'échantillonnage post-mortem a fort probablement contribué à l'observation d'une plus grande proportion de mesures de pH plus élevées, particulièrement chez les carcasses mesurées aux abattoirs A et B, où les mesures étaient réalisées plus près de l'abattage. Il est ainsi possible de croire que les données de pH mesuré dans ces abattoirs auraient été plus élevées si les carcasses avaient été échantillonnées vers 22-24h post-mortem. Mais dans la majeure partie des sorties de ces abattoirs, il était impossible de réaliser les échantillonnages à ce moment car les carcasses étaient rapidement acheminées sur le marché ou à la découpe. Notons que des heures d'échantillonnage minimales post-mortem estimées aussi courtes que 13 et 17 heures ont été mesurées respectivement dans les abattoirs A et C. En ce qui concerne l'Abattoir A, cette situation est survenue à une seule reprise. À ce moment, l'abattage avait débuté de façon plus tardive la veille (en après-midi) et les agneaux avaient été acheminés rapidement sur le marché, car il s'agissait d'une période de fête (Pâques), où la demande était très forte. Dans la plupart des autres visites à

l'Abattoir A, les mesures étaient réalisées à un minimum estimé de plus de 17,5 heures post-mortem. Pour l'Abattoir C, ce court intervalle de mesure post-mortem a été fait sur quelques agneaux lors de la première visite. Par la suite, étant donné la possibilité de connaître l'heure d'abattage, les techniciens responsables des mesures ont échantillonné en tenant compte de cet aspect.

Notons que puisque l'échantillonnage était ponctuel, soit à un seul moment donné, il n'était pas possible d'estimer l'évolution de la baisse du pH des carcasses dans les heures suivant les visites en abattoir. Il est ainsi impossible de déterminer, avec certitude, si le pH poursuivait sa descente linéaire ou si ce dernier se stabilisait (en conséquence de la température froide des réfrigérateurs par exemple). Le cas échéant, ceci serait particulièrement problématique pour les carcasses dont le pH était encore très élevé dans un délai de 24h post-abattage ($\text{pH} > 6,0$). La qualité de ces carcasses rapidement placées sur le marché pourrait donc être affectée, tant pour le distributeur (conservation) que pour le consommateur (conservation, goût altéré, tendreté négativement affectée).

Dans la littérature, l'effet du nombre d'heures post-mortem sur la baisse du pH du muscle est bien connu. La figure 5 en est un exemple parmi plusieurs disponibles. Cette figure, issue d'études réalisées dans le porc, illustre la baisse progressive du pH en fonction du temps après l'abattage. Généralement, dans l'agneau, le pH ultime (environ 5,6) est atteint après 24 à 48 h (Honikel, 2014a).

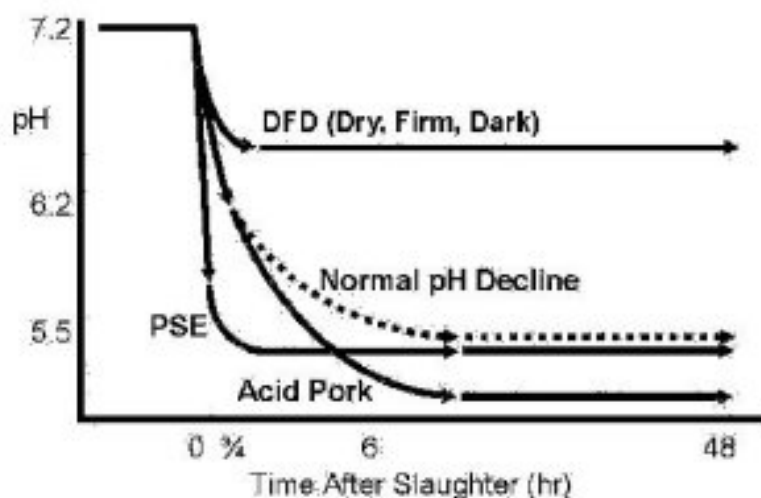


Figure 5. Relation entre l'heure post-mortem, la baisse du pH et la qualité de la viande chez le porc. (Source: Austin Murray, Lacombe Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada). Source Internet OMAFRA.

Dans le présent projet, la présence d'une tendance ($p = 0,09$) et non d'un effet significatif, pour la relation entre l'heure d'échantillonnage post-abattage et le pH mesuré, est fort probablement le résultat du dispositif expérimental qui n'a pas été spécifiquement défini pour évaluer cet effet. En effet, mis à part l'Abattoir C, il n'était pas possible de connaître l'heure d'abattage exacte pour chaque carcasse échantillonnée, donc l'heure exacte post-mortem à laquelle la mesure de pH était réellement réalisée. Ce manque de précision, résultant de la réalité terrain rencontrée en abattoir, a fort probablement réduit la puissance des analyses statistiques. Pour les besoins de ce projet, ce facteur a été considéré

dans les analyses statistiques et il est intéressant d'y trouver une tendance dans le sens attendu, soit une réduction du pH avec l'augmentation du nombre d'heure post-mortem. Pour bien évaluer l'effet du nombre d'heure post-mortem sur le pH, il suffirait de réaliser un projet avec des mesures répétées de pH sur des carcasses, ce qui n'était pas l'objectif dans ce projet.

Puisque les données d'heure d'échantillonnage post mortem étaient disponibles pour chacune des carcasses mesurées à l'Abattoir C, une analyse statistique complémentaire exclusivement pour les carcasses échantillonnées dans cet abattoir a été réalisée. Les analyses statistiques ont confirmé ce qui est généralement vu dans la littérature, alors qu'un effet significatif très fort a été observé en ce qui concerne l'effet du temps post-mortem sur le déclin du pH ($p < 0,0001$). La droite de régression linéaire représentant le déclin du pH du muscle en fonction du temps était aussi nettement plus évidente avec des données d'heure post-mortem précises, telle que celles disponibles à l'Abattoir C (-0,024 ; comparativement à -0,003 pour les trois abattoirs combinés dans le modèle statistique global). Les données recueillies à l'Abattoir C montrent clairement l'effet positif du temps de repos des carcasses (avant la mise en marché) sur la baisse du pH.

Par ailleurs, dans la littérature, certains auteurs mentionnent que le pH ultime souhaité (5,6) devrait être atteint, en condition normale de refroidissement, sur une période d'environ 24 heures après l'abattage (Matarneh *et al.* 2017). Or, dans le projet, une fréquence élevée de carcasses n'avaient pas atteint un pH inférieur à 6,0 lors des visites d'échantillonnage. La figure 6 montre la baisse de pH de différents types de qualité de viande (normale, *Dry-Firm-Dark/DFD* ou *Pale-Soft-Exudative/PSE*) après l'abattage. Bien que cette baisse puisse varier entre les espèces et les individus, les carcasses mesurées entre 18 et 24h post-abattage devraient avoir atteint un pH inférieur à 6,0.

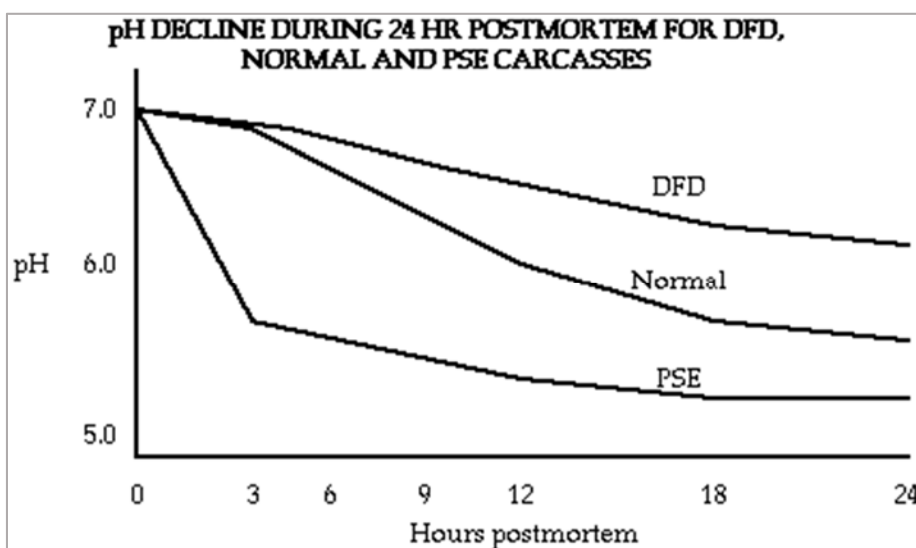


Figure 6. Baisse du pH dans le muscle, en fonction de l'heure post-mortem. Meat Science. Meat to muscle. Agriculture and Life science. Texas A&M University. Extension.

Devant la tendance observée et les résultats statistiques obtenus à l'Abattoir C, l'effet de l'heure post-mortem sur le pH ultime de la viande et indirectement sur la qualité du produit devra faire l'objet de

discussions par la filière ovine. En effet, des carcasses dont le pH n'a pas atteint le pH cible et qui seraient mises en marché trop rapidement pourraient affecter la qualité et la conservation du produit fini, particulièrement si les carcasses sont découpées et les pièces congelées après cette découpe (arrêt du processus enzymatique contribuant à la baisse du pH). Par ailleurs, la fréquence élevée de carcasses au pH supérieur à 6,0 dans une période de 15 à 24 heures post-abattage, suggère aussi une révision des pratiques de refroidissement des carcasses, puisque la baisse de la température joue également un rôle important sur la baisse du pH et le pH ultime atteint.

Il avait été possible en début de projet de mesurer la couleur de 101 carcasses (sur différentes sorties en abattoir) pour évaluer l'effet du pH sur la couleur de la viande. Ce faible nombre s'explique par le fait que la plupart des carcasses échantillonnées dans le projet étaient destinées au marché et qu'il n'était pas possible de prendre des mesures qui en altère la qualité de façon importante. Les carcasses de ce sous-échantillon étaient découpées pour être vendues sur le marché et la découpe était réalisée dans les délais requis pour la mesure de la couleur du muscle. Les analyses statistiques ont montré un effet significatif du pH élevé sur la couleur ($p < 0,0001$), les pH plus élevés contribuant à des couleurs de viande plus sombres.

7.2.2 Effet de la température des carcasses sur le pH

Chaque abattoir a son fonctionnement propre. Ainsi, par exemple, à l'Abattoir C, les carcasses sont refroidies dans de grands réfrigérateurs ayant une capacité de refroidissement à grande vitesse. Puisque des carcasses de bovins s'y retrouvent, le refroidissement doit donc être suffisant pour refroidir ces masses lourdes. Pour leur part, les carcasses ovines pourraient donc être refroidies plus rapidement que voulu. À l'Abattoir A, le fonctionnement est différent. En post-abattage, les carcasses sont refroidies à l'eau froide puis placées en réfrigérateur avant d'être acheminées à une usine de découpe de l'usine. Ces procédures en abattoir peuvent affecter le pH final de la viande puisque la température et la vitesse de refroidissement ont un effet important sur la baisse du pH du muscle.

Il est désormais bien connu qu'un refroidissement trop rapide des carcasses peut entraîner la problématique de *cold-shortening*. Dans un tel cas, le pH du muscle ne baissera plus, même lorsque la viande sera exposée à des températures plus élevées. Pouliot et al., (2012b) avait par ailleurs démontré que des carcasses refroidies plus lentement présentaient une fréquence moins élevée de viandes à coupe sombre (dark cut). Les chercheurs Jacob et Thomson (2012) ont également évalué l'effet d'un refroidissement rapide sur la réduction du pH de carcasses d'agneaux Mérino après l'abattage. Dans cette étude, ils avaient observé que des carcasses refroidies plus lentement présentaient des niveaux de pH significativement plus faibles à 18h, 24h et après 5 jours sous une température de 2°C ($pH_u - pH_{\text{ultime}}$). Notons que dans cette étude, les carcasses à pH élevé avaient une tendreté significativement réduite (forces de cisaillement plus grandes, $p < 0,05$) et une couleur de muscle moins désirable. Le tableau 5 présente les résultats de cette étude. Il est intéressant de noter les moyennes de pH mesurées.

Tableau 5. Effet de la vitesse de refroidissement sur le pH du muscle de carcasses d'agneaux Mérino, 18h, 24h et 5 jours après l'abattage. Jacob and Thomson (2012)

Mesure point	Treatment		LSD (P<0.05)
	Con	Fast	
pH @18	5.93 ^a	6.35 ^b	0.16
pH ₂₄	5.63 ^a	5.75 ^b	0.036
pH _u	5.54 ^a	5.63 ^b	0.031

Des lettres différentes sur une même ligne représentent des différences significatives (P < 0,05).

Toutes les carcasses ont été stimulées électriquement. Con = Groupe contrôle. Carcasses placées durant 24h à 6,8 ± 0,83 °C, puis 5 jours à 2°C. Fast = Refroidissement rapide. Carcasses placées durant 3h à -10,2 ± 0,28 °C, puis placées à 1,9 ± 0,11 °C durant 21h et finalement 5 jours à 2°C.

Dans le projet, il n'était pas possible de connaître la vitesse de refroidissement des carcasses en fonction du temps. Seule la mesure de température de la carcasse était disponible lors de l'échantillonnage de pH. Le tableau 6 présente les températures moyennes, minimales et maximales mesurées dans chacun des abattoirs durant le projet.

Tableau 6. Moyenne de température des carcasses mesurées (observations minimum et maximum mesurées dans chaque abattoir). Donnée brutes mesurées en abattoir.

Abattoir	Température moyenne	Température minimale mesurée	Température maximale mesurée
A	2,32 ± 0,54	0,9	5,9
B	2,76 ± 0,96	0,1	6,7
C	0,28 ± 0,28	-0,5	1,2

Bien que le tableau précédent présente des moyennes très variables de température de carcasses lors de l'échantillonnage de pH, il n'est pas possible de savoir à quel moment post-mortem les carcasses avaient atteint ces températures. Soulignons que les plus hautes températures ont été mesurées sur des carcasses échantillonnées dans les chambres d'expédition ou de découpe, donc à des températures ambiantes plus chaudes.

Une analyse globale de l'effet de la température de la carcasse sur le pH a ainsi été réalisée. Cette analyse a considéré la température des carcasses en fonction de chaque combinaison d'abattoir et de technicien (Abattoir*Technicien), ce qui constitue un ajustement pour ce facteur dans le modèle. Cette analyse statistique a démontré un effet linéaire significatif (p < 0,0001) pour le facteur Température de la carcasse sur la variation de pH (-0,032 ± 0,008). Cet aspect démontre que pour chaque degré additionnel de température, le pH des carcasses avait le potentiel de baisser de -0,032 ± 0,008. La figure 7 présente l'effet linéaire mesuré dans le modèle.

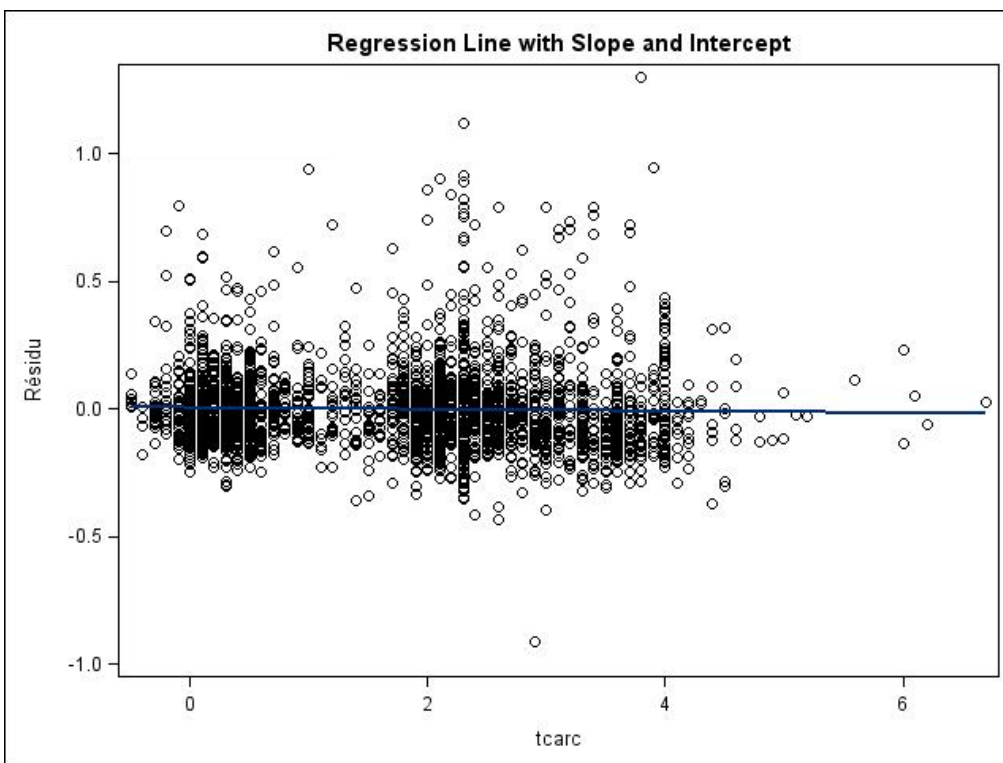


Figure 7. Effet linéaire mesuré par le modèle pour la température de la carcasse lors de l'échantillonnage.

Ce résultat statistique est donc fidèle à ce qui est observé dans la littérature, soit qu'à une température plus élevée, le pH du muscle tend à être plus faible. Il faut toutefois demeurer prudent avec cette interprétation puisque, comme mentionné préalablement, aucun détail concernant la chute de température des carcasses en fonction du temps (par abattoir) n'est disponible. Chose certaine, la température joue un rôle significatif sur la baisse du pH des carcasses et ce paramètre devra être considéré par les abattoirs et la filière pour assurer une bonne qualité du produit.

Locker et Haguyard (1963), ont démontré un effet interrelié entre la température de la carcasse, la baisse du pH et le taux de réaction biochimique après l'abattage. Ces auteurs ont par ailleurs proposé un concept où il y aurait une fenêtre idéale « pH/température » permettant d'atteindre un pH optimal contribuant à la qualité de la viande. Ce concept a par ailleurs été repris par Thompson (2002), où il a déterminé qu'une chute trop rapide du pH causait une dénaturation des cellules, alors qu'une réduction trop lente pouvait contribuer au phénomène de *cold-shortening*. Ainsi, ce chercheur a indiqué que sous une température de refroidissement et à un pH idéal, la dénaturation des protéines, ainsi que le phénomène de rétrécissement par le froid pouvaient être évités. Ceci contribuerait ainsi à l'amélioration de la qualité du produit. La figure 8 présente ce concept de fenêtre de pH/température idéale.

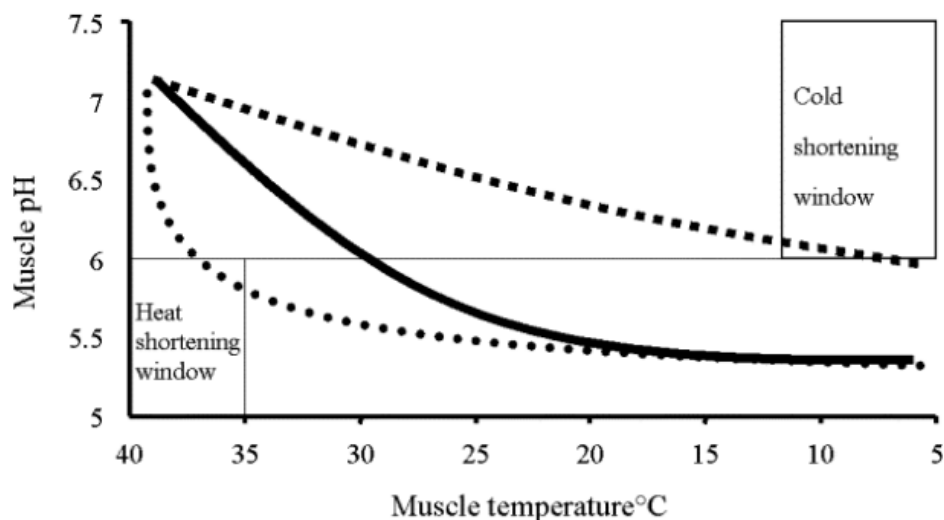


Figure 8. Graphique montrant la relation entre la baisse du pH post-mortem et la température du muscle après l'abattage. La ligne noire continue présente la situation idéale où le muscle passe dans la fenêtre optimale de pH/température.

Évidemment, il serait intéressant de monitorer le déclin du pH post mortem des carcasses d'agneaux en abattoir en fonction de la température, particulièrement parce que la littérature démontre que cette viande serait très susceptible au phénomène de rétrécissement au froid (*cold shortening*). Toutefois, d'un point de vue pratique et économique pour les abattoirs, cette pratique est difficilement envisageable puisque chaque carcasse devrait être échantillonnée individuellement, ce qui risquerait de ralentir la chaîne d'abattage, encombrer les frigidaires (refroidissement plus lent) et hausser les charges en main-d'œuvre (mesures, calibration, saisie et analyse des données).

7.2.3 Principales observations post-mortem et recommandations générales

La filière devra se pencher sur les défis qui entourent la période post-mortem. Les données précédentes indiquent qu'il semble y avoir un problème et qu'un nombre relativement important de carcasses présentent un pH supérieur à 6,0 dans la période de 15 à 24 heures suivant l'abattage. La section suivante présentera les différents effets ante-mortem pouvant avoir également affecté ces observations. Toutefois, il apparaît clair que des façons de faire devraient être modifiées pour contribuer à une baisse de pH suffisante sur les carcasses. En effet, la fréquence de pH élevé est relativement importante et ceci pourrait affecter la qualité de l'agneau du Québec, particulièrement si les carcasses sont refroidies rapidement et mises en marché rapidement (en deçà de 24h). Dans le présent projet, l'un des aspects les plus frappant a certainement été ce court laps de temps entre l'abattage et l'acheminement des carcasses sur le marché. Évidemment, il manque une partie importante de l'équation pour bien comprendre l'effet jusqu'au consommateur, puisque le délai dans lequel le consommateur apprêtera les découpes de ces carcasses est inconnu. Mais il y a fort à parier que si un consommateur acquiert un morceau d'agneau dont la maturation est de moins de 30 heures et que le pH était encore élevé à 24h post-mortem (pH > 6,0), son expérience gastronomique ne sera

probablement pas des plus intéressantes ! Pour les abattoirs, il s'agira évidemment d'un défi très important, car un équilibre doit être présent entre l'efficacité d'abattage, le contrôle des charges (entreposage prolongé des carcasses trop coûteux) et la mise en marché auprès des distributeurs (demande importante pour le produit). La filière entière devra s'y pencher, puisque cette problématique de distribution provient possiblement d'un manque d'approvisionnement en volume régulier à la base.

Différentes options devront être analysées par la filière et il apparaît évident que ces dernières ne pourront toutes être mises en application à court ou moyen termes. En effet, certaines impliquent des dépenses pouvant être onéreuses ou encore, une restructuration des installations existantes. Parmi les options, la filière pourrait, entre autres, réévaluer la possibilité de stimuler électriquement les carcasses en utilisant des méthodes non contraignantes à la vitesse de la chaîne d'abattage et surtout non dangereuses pour le personnel. La faisabilité d'implanter une nouvelle technologie comme les traitements à hautes pressions hydrostatiques pourrait aussi être explorée. La filière devra également évaluer les volumes d'agneaux abattus par semaine/abattoir et par jour/abattoir, qui pourraient justifier, économiquement parlant, l'aménagement de chambres de refroidissement indépendantes pour les carcasses d'agneaux (contribuant à un refroidissement plus lent).

Tel que mentionné un peu plus haut, durant le projet, un délai très court entre l'abattage et la mise en marché des carcasses a été constaté. Cet aspect pourrait possiblement être le paramètre le plus facile à corriger à court terme. Mais le tout nécessitera une bonne compréhension des réalités de chacun des acteurs de la filière. En ce sens, il apparaît évident que les abattoirs situés près des grands centres ne peuvent se permettre de retenir les carcasses sur une période de plus de 24h, faute d'espace de réfrigérateurs et possiblement à cause de la forte demande de leur clientèle. La filière devra donc se pencher sur la capacité d'allonger le temps de maturation des carcasses ou des découpes avant leur distribution au consommateur, soit en abattoir ou chez les distributeurs, ou en éduquant les consommateurs. Dans tous les cas, ceci pourrait être facilité par la traçabilité accessible via les identifiants électroniques présents sur les animaux. L'accès aux nouvelles technologies de suivi des identifiants électroniques en abattoir pourrait ainsi être amalgamé aux heures d'abattage et de mise en marché. Si ces heures étaient connues et listées sur les carcasses et sur les découpes, ceci contribuerait à diriger l'écoulement des carcasses ou des découpes ayant un plus grand nombre d'heures post-mortem sur le marché. Ce type de processus est déjà utilisé dans les épiceries et chez les distributeurs, mais il devrait être optimisé dans la filière. On connaît tous la notion de « Meilleur avant », mais y aurait-il la possibilité d'ajouter une inscription « *Qualité Québec garantie après le ...* » ? La filière aurait avantage à explorer plusieurs avenues pour optimiser la qualité de son produit.

Finalement, une veille technologique devra être maintenue afin d'assurer un suivi des nouvelles technologies en développement. Il sera ainsi essentiel de suivre les méthodes d'abattage utilisées par les compétiteurs australiens et néozélandais et de les adapter à la réalité locale le cas échéant. Puisque le volume d'abattage ne sera jamais aussi important au Québec, dans l'éventualité de l'importation de ces technologies, elles devront inévitablement être adaptées aux autres espèces afin de rentabiliser les investissements, particulièrement dans les abattoirs multi-espèces.

Les principaux éléments post-mortem ayant été analysés, les sections suivantes présentent les principaux éléments ante-mortem pouvant affecter le pH et la qualité de la viande d'agneau.

7.3 Analyses des principaux effets ante-mortem

7.3.1 Effet de l'âge et du sexe des agneaux sur le pH

Grâce au partenariat avec Les Éleveurs d'ovins du Québec (LEOQ) par le biais de M. Éric Hounouignan, il a été possible d'obtenir la date de naissance et le sexe des agneaux échantillonnés via la base de données ATQ. Le tableau 7 présente la moyenne d'âge des mâles et femelles identifiés dans le projet, ainsi que le minimum et le maximum de jours d'âge rencontrés dans les données compilées.

Tableau 7. Age moyen des agneaux échantillonnés en fonction du sexe.

Sexe	n	Moyenne d'âge (j)	Min (j)	Max (j)
Femelles	1052	170,8 ± 41,6	28	380
Mâles	1685	163,8 ± 50,9	58	1534
Inconnus	242	179,2 ± 50,1	78	634

Notons que pour environ 10% des carcasses échantillonnées, il ne fut pas possible de retracer la date de naissance et le sexe des animaux via la base de données ATQ (341 agneaux). Dans ce cas, soit les déclarations de naissance n'avaient pas été effectuées ou les identifiants n'étaient pas listés dans le programme. Les données extrêmes, comptabilisées pour les âges minimum et maximum rencontrés pour chacun des sexes, pourraient possiblement résulter simplement d'erreurs de saisie des dates de naissance par les producteurs et /ou le système ATQ. Notons que sur le total des agneaux dont l'âge a pu être retracé (déclaration de la date de naissance), 17,2% étaient âgés de plus de 200 jours, 43,0% âgés de 151 à 199 jours et 39,7% âgés de moins de 150 jours. Bien que ce projet ne représente qu'un échantillon des agneaux abattus au Québec, les producteurs ovins ont encore du travail à faire afin que leurs agneaux, mâles comme femelles, atteignent le poids d'abattage à un âge plus hâtif.

Ces données ont permis de montrer un effet significatif important de l'âge des animaux sur le déclin du pH après l'abattage ($+0,0005 \pm 0,0001$; $p < 0,0001$). Les analyses suggèrent ainsi que les agneaux plus âgés auraient un pH plus élevé que des agneaux plus jeunes. En somme, cette analyse suggère que pour chaque jour d'âge supplémentaire, le pH des carcasses serait plus élevé de $+0,0005 \pm 0,0001$. La figure 9 présente l'effet linéaire mesuré dans le modèle.

Bien que l'âge ait un effet significatif sur le pH des carcasses à 24h, cette valeur est tout de même très faible. Par exemple, un agneau de 200 jours pourrait voir son pH affecté à la hausse d'environ $+0,02$ comparativement à un agneau de 150 jours. Cette différence ne serait certainement pas perceptible et n'aurait, au final, aucune répercussion sur la qualité finale du produit. Toutefois, il est essentiel de mentionner que dans ce projet, certains agneaux étaient très âgés (plus de 300 jours). Il est évident que la maturité n'affecte pas seulement le pH, mais également la couleur de la viande (plus foncée), sa tendreté, sa proportion de tissus adipeux (plus de gras) et évidemment, sa saveur (plus forte, moins désirable). La commercialisation d'agneaux lourds très âgés peut ainsi avoir des répercussions négatives bien plus importantes que la seule valeur de pH post-abattage ! La réduction de l'âge à l'abattage passe inévitablement par la sélection génétique de sujets plus performants et convertissant avec efficacité les aliments fourragés et en moindre proportion, les concentrés, en muscle.

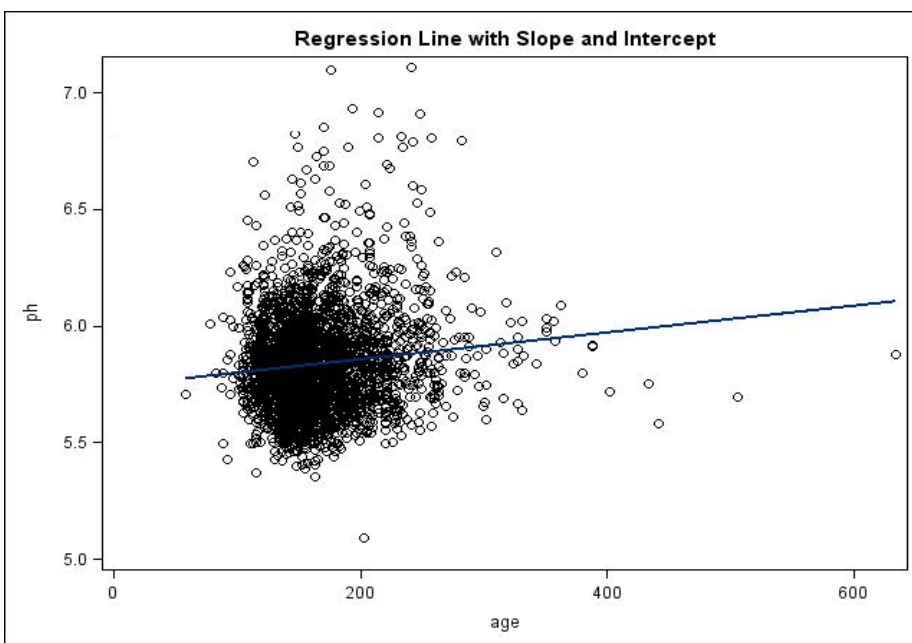


Figure 9. Effet linéaire mesuré par le modèle pour l'effet de l'âge sur le pH de la carcasse.

L'effet d'un âge plus avancé sur une baisse moins prononcée du pH dans la période post-mortem a aussi été rapporté par d'autres études. Chez les bovins, Weglarz, A. (2010), a observé qu'à 24h post-mortem, le pH du muscle de génisses atteignait déjà des valeurs convenables, comparativement à celui du muscle de vaches adultes abattues au même moment (sans égard à la saison). Chez ces dernières, le pH 24 h post-mortem affichait des valeurs supérieures à 5,8. Un phénomène semblable a été rapporté dans une étude réalisée chez les agneaux en Espagne (Genaros C., 2015). Dans cette étude, les chercheurs observèrent un pH ultime 24h post-mortem plus élevé chez les agneaux plus âgés (agneaux de type *Ternasco*, période d'engraissement plus longue), comparativement aux agneaux de type *Chamarito* (abattus en âge hâtif, sous allaitement). L'effet de l'âge sur le déclin moins prononcé du pH ultime 24h post-mortem pourrait résulter du changement dans la composition du type de fibres musculaires, ce qui affecterait ainsi les caractéristiques métaboliques et le potentiel glycolytique du muscle (Garner et al., 2006). Abdullah et Qudsieh (2009), ont par ailleurs démontré qu'une hausse du poids d'abattage chez les mâles de race Awassi (20, 30 ou 40 kg de poids vif), contribuait à une réduction significative de la couleur pâle dans tous les muscles (réduction de la clarté - *semitendinosus*, *semimembranosus*, *biceps femoris* et *longissimus*), donc à l'obtention d'une couleur plus foncée de la viande et à une hausse des forces de cisaillement. Ceci suggère ainsi un développement accru des fibres oxydatives avec l'âge, au détriment du développement des fibres glycolytiques. En vieillissant, la musculature des agneaux pourrait ainsi agir comme la musculature des athlètes effectuant des sports d'endurance. Certaines fibres glycolytiques pourraient alors se modifier graduellement en fibres oxydatives. Whipple and Koohmaraie (1992) ont d'ailleurs appuyé cette observation dans l'agneau, où, avec l'âge, ils ont noté une différenciation de la taille et de l'activité métabolique des fibres musculaires.

Rappelons que les muscles squelettiques contiennent trois principaux types de fibres qui se distinguent par leur teneur en myoglobine et ainsi par leur activité métabolique. On retrouve les fibres rouges ou fibres oxydatives qui contiennent une haute teneur en myoglobine (contraction lente, plus résistantes à

la fatigue), les fibres intermédiaires et finalement, les fibres blanches ou glycolytiques (fibres plus pâles ; contiennent très peu de myoglobine, mais de hautes teneurs en glycogène, contraction rapide et faible résistance à la fatigue). La myoglobine est une protéine permettant d'emmagasiner l'oxygène à l'intérieur du muscle. Ainsi, en cas de stress, la présence d'une plus grande quantité d'oxygène dans les fibres glycolytiques contribue à utiliser le glycogène présent afin de favoriser la production d'énergie (ATP) et donc permettre des contractions musculaires rapides. Après la mort, l'activité glycolytique de ces fibres se poursuit, mais lorsque l'oxygène est épuisé dans les cellules, l'ATP est transformée en acide lactique. Ce dernier contribue à la baisse du pH du muscle, à l'altération des membranes musculaires et ainsi, à la transformation du muscle en viande. La qualité sera dépendante de ce niveau d'acidité. Ainsi, chez les sujets plus âgés, la présence d'une plus forte proportion de fibres oxydatives pourrait permettre aux animaux de résister plus facilement à de longues périodes de stress et de fatigue, alors que la plus faible proportion de fibres glycolytiques contribuerait à une réduction de la quantité d'acide lactique produit après la mort. Ceci pourrait expliquer les différences de pH entre les animaux plus jeunes et plus âgés. Cette observation a également été faite par Martin et al., (2011). Ces auteurs ont même rapporté que les sujets sélectionnés génétiquement pour une musculature plus forte présentaient également une plus grande proportion de fibres oxydatives et une plus faible proportion de fibres glycolytiques. Toutefois, chez ces jeunes agneaux musclés, ceci représentait un avantage, puisqu'ils épuisaient moins leurs réserves de glycogène en condition de stress, utilisant préférentiellement leurs réserves adipeuses comme source d'énergie. Ceci contribuait, selon les auteurs, à réduire le niveau de gras durant leur développement (sujets plus maigres). Ces auteurs ont ainsi suggéré qu'une sélection génétique axée sur une croissance rapide (abattage en jeune âge), mais surtout sur une musculature importante, contribuait à maximiser les réserves de glycogène dans les muscles de ces animaux avant l'abattage. Sélectionner génétiquement pour une musculature développée résulterait dans la production d'animaux ayant une moins forte propension à mobiliser le glycogène lors d'événements stressants et, par conséquent, contribuerait à une réduction des viandes à coupe sombre.

Évidemment, l'âge des animaux à l'abattage peut être affecté par leur sexe, les femelles ayant généralement un taux de croissance moindre que celui des mâles. Ainsi, des analyses complémentaires ont été réalisées afin d'évaluer la présence d'une interaction entre l'âge des agneaux et le sexe, sur le pH mesuré sur les carcasses. Ces analyses ont démontré un effet significatif fort pour l'interaction Sexe*Âge sur le pH ($p < 0,0001$). Les figures 10 et 11 illustrent l'effet de cette interaction entre l'âge des agneaux et le sexe sur le pH de la carcasse. La figure 11 montre qu'à un âge similaire, les femelles présentent un pH post-mortem plus faible que celui des mâles. L'effet du sexe (comme seule variable), est analysé au point 6.3.2 du présent rapport.

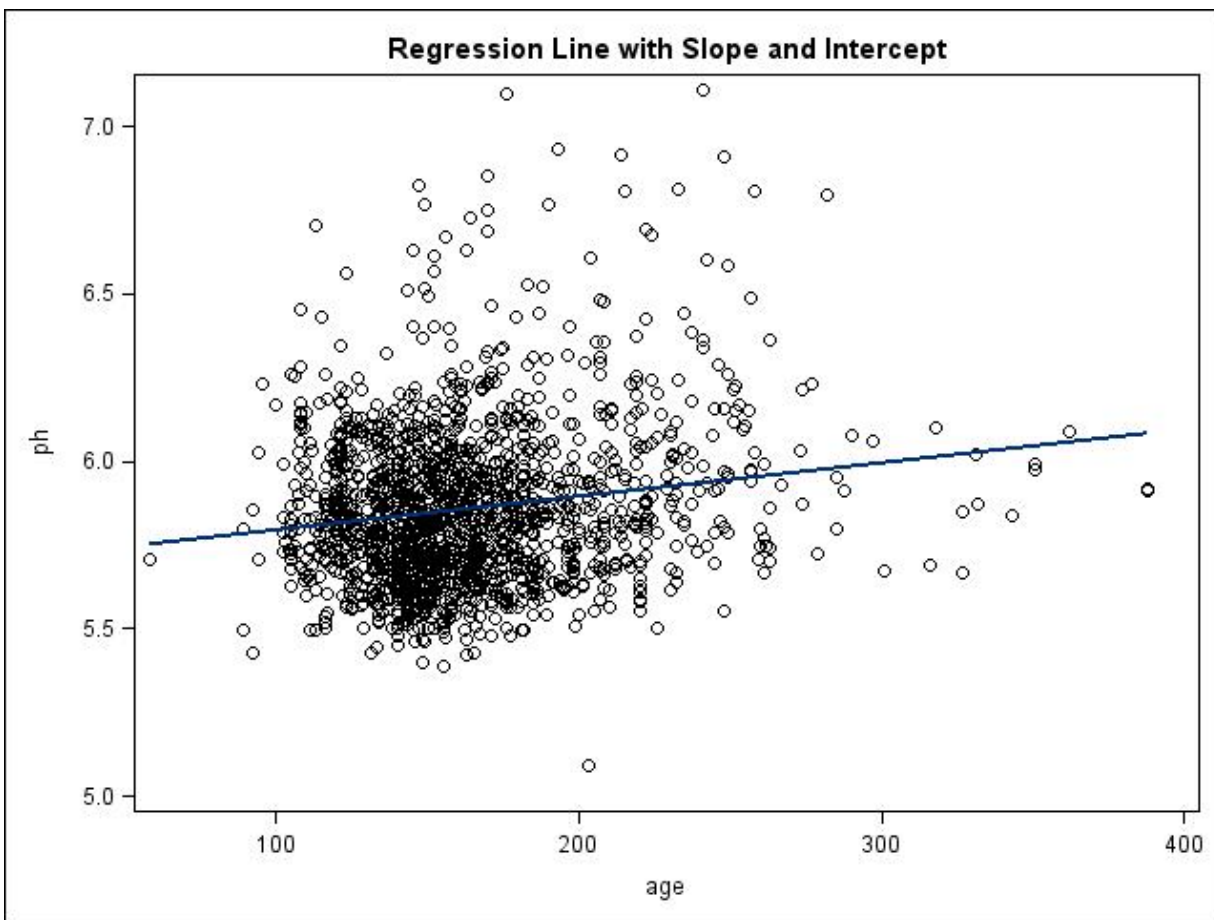


Figure 10. Effet de l'âge des mâles sur le pH post-mortem.

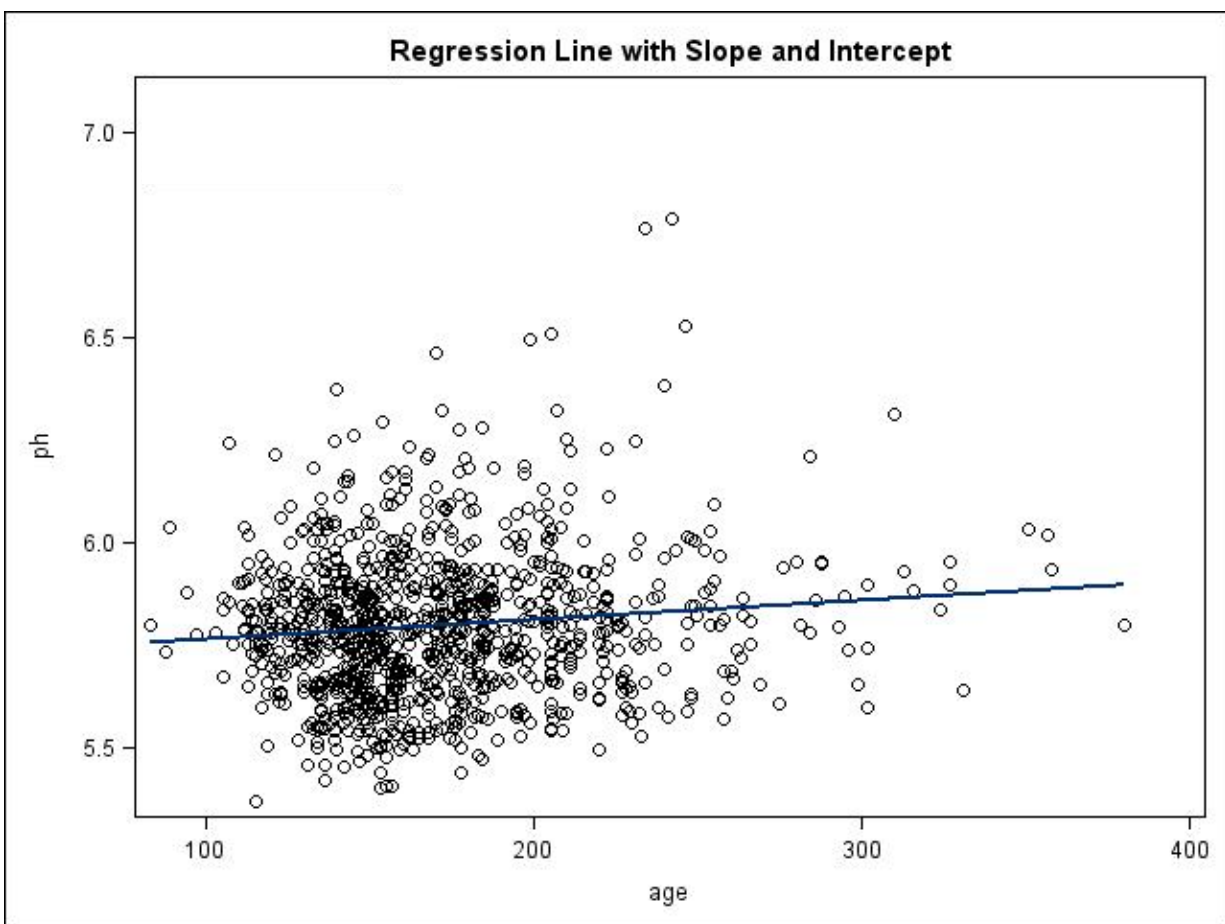


Figure 11. Effet de l'âge des femelles sur le pH post-mortem.

7.3.2 Effet du sexe des agneaux sur le pH

Tel que vu dans les figures précédentes, une interaction significative était présente pour le sexe et l'âge des agneaux. Habituellement, en présence d'interactions significatives, chaque caractère ne peut être analysé de façon indépendante. Toutefois, afin d'avoir une idée des valeurs numériques des moyennes de pH mesurées chez les mâles et chez les femelles, les analyses statistiques par sexe sont présentées ici-bas.

Comme pour l'âge, la collaboration de LEOQ a permis d'obtenir le sexe des animaux via la base de données ATQ. Pour 17,1% des agneaux, le sexe n'a pu être identifié (déclarations non faites par les producteurs dans la base de données ATQ, déclarations tardives, ou identifiants non présents dans la base de données d'ATQ). Le tableau 8 présente le nombre de mâles et de femelles échantillonnés dans chaque abattoir. Globalement, parmi les agneaux échantillonnés pour lesquels les sexes ont pu être retracés, on retrouve 38,5% de femelles, comparativement à 61,5% de mâles.

Tableau 8. Nombre de mâles et de femelles échantillonnés durant le projet au sein des 3 abattoirs.

Sexe des agneaux	Abattoir A	Abattoir B	Abattoir C	Totaux
Femelles	248	390	421	1059
Mâles	392	655	643	1690
Données non disponibles	277	209	85	571
Totaux	917	1254	1149	3320

Le modèle statistique a montré un effet grandement significatif du sexe sur le pH ($p < 0,0001$), les femelles ayant un pH moyen post-abattage plus faible que celui des mâles. Par ailleurs, dans le tableau 9, on observe une fréquence plus élevée de pH supérieurs à 6.0 chez les carcasses des mâles, comparativement aux femelles (22,4% vs 12,1%). La croyance populaire suggère pourtant que les femelles sont plus nerveuses lors du transport, ce qui aurait pu contribuer à des mesures de pH plus élevés chez ces dernières. Mais ce fut le contraire. Notons tout de même que malgré la présence de différences significatives entre les sexes, les données de pH mesurés chez les mâles et les femelles sont tout de même dans la limite normale élevée pour un pH mesuré en deçà de 24h post-mortem. Le tableau suivant présente les moyennes de pH mesuré par sexe durant le projet.

Tableau 9. Effet du sexe sur le pH mesuré sur les carcasses.

Sexe	Moyenne pH LS MEANS	Écart type	LS MEANS classes	Écart-type classes	% des mesures > 5,8 < 6,0	% des mesures pH > 6,1
Femelle	5,8345 ^a	± 0,02780	2,6239 ^a	± 0,1018	34,8%	12,1%
Mâle	5,8849 ^b	± 0,02748	2,7856 ^b	± 0,1007	33,0 %	22,4%
ND	5,8401 ^a	± 0,03064	2,5633 ^a	± 0,1119	36,6%	26,6%

Les résultats concordent avec ce qui est observé dans la littérature. En effet, McGeehin et al. (2001) ont réalisé une étude dans laquelle l'évolution du pH post-mortem était mesurée durant les 24 heures suivant l'abattage (muscle *longissimus*). Comme plusieurs autres études, les variations de pH furent corrélées à un ensemble de facteurs, mais ces auteurs démontrèrent que le sexe et le poids de la carcasse avaient des effets significatifs sur la chute du pH. En effet, leurs mesures démontrèrent que des carcasses plus lourdes présentaient une chute de pH plus rapide. De plus, l'adiposité plus importante des femelles protégerait le muscle comme un « isolant » thermique contre le refroidissement auquel les carcasses sont exposées. La carcasse étant ainsi protégée du froid, l'activité enzymatique serait prolongée, contribuant à une chute plus importante du pH chez les carcasses plus lourdes et ayant plus de réserves adipeuses, comme celles des femelles.

Une étude récente (Stempa et al., 2016), a toutefois démontré que les femelles réagissaient plus fortement au stress que les mâles. Dans cette étude, les femelles présentaient des niveaux plasmatiques plus élevés de lactate, de cortisol, ainsi qu'un pH de la viande plus élevé que celui des mâles après l'abattage. Ce qui suggérait que les agnelles pourraient percevoir l'abattage de façon plus stressante.

que les males. Dans cette étude, les auteurs ont aussi noté que les Dorper réagissaient significativement plus fortement au stress que les moutons de race Mérino. Chez les Dorper, la couleur de la viande était significativement plus foncée et le pH du muscle significativement plus élevé après l'abattage. Ceci suggère un effet racial de la réponse au stress. Les interactions Race*Sexe étaient clairement significatives. Dans le projet, l'équipe a tenté d'obtenir les informations sur la race des animaux. Certains producteurs ont fait parvenir le croisement ou la race de leurs agneaux. Toutefois, le nombre d'observations était trop faible pour réaliser des analyses statistiques. Ce paramètre devrait toutefois être étudié dans l'avenir.

7.3.3 Effet de la durée de transport et de la distance sur le pH post mortem

Un des éléments les plus pertinents du présent projet était de vérifier l'effet de la durée et de la distance de transport sur le déclin du pH post-abattage. Au Québec, le territoire est vaste et le nombre d'abattoirs sous inspection fédérale et provinciale est faible. Par ailleurs, la ville de Montréal représente l'une des villes canadiennes où la demande d'agneaux est la plus forte au pays. On retrouve ainsi plusieurs abattoirs en périphérie de celle-ci. Or, la production ovine représente un secteur qui s'est développé particulièrement en région, soit plus loin des grands centres. Ainsi, au Québec, une grande partie des agneaux voyagent d'est en ouest (du Bas-St-Laurent vers les abattoirs de l'ouest), du nord au Sud (de l'Abitibi-Témiscamingue et du Saguenay-Lac-St-Jean vers la région de Montréal), alors que d'autres sont abattus en proximité de leurs abattoirs régionaux respectifs. Les agneaux échantillonnés dans ce projet ont ainsi permis d'avoir une image de la distance que peuvent parcourir les animaux vivants et d'évaluer l'effet de ce stress de transport sur le déclin du pH post-abattage.

Dans le cadre du projet, des agneaux de 83 villes distinctes, soit de presque toutes les régions du Québec, ont été échantillonnés. Il a été possible de retracer l'origine géographique de 95,1% des agneaux échantillonnés dans le projet, pour ne laisser que 164 animaux à provenance inconnue. Les figures 12, 13 et 14 présentent la fréquence des agneaux échantillonnés par abattoir en fonction de leur région administrative d'origine. Il est facile de constater que les abattoirs de l'ouest reçoivent des agneaux de multiples régions administratives comparativement à l'Abattoir Luceville qui offre un service d'une plus grande proximité aux éleveurs des régions de l'Est (respectivement 73,9 et 23,8% pour le BSL et la Gaspésie). L'Abattoir Forget est celui recevant des agneaux du plus grand nombre de régions administratives et la majorité de ces agneaux proviennent du BSL (69,4%). L'Abattoir Montpak présente un portrait différent de l'autre abattoir de l'ouest et dans l'échantillon, la plus grande proportion d'agneaux échantillonnés dans cet abattoir provenait de la région de l'Estrie (48,9%).

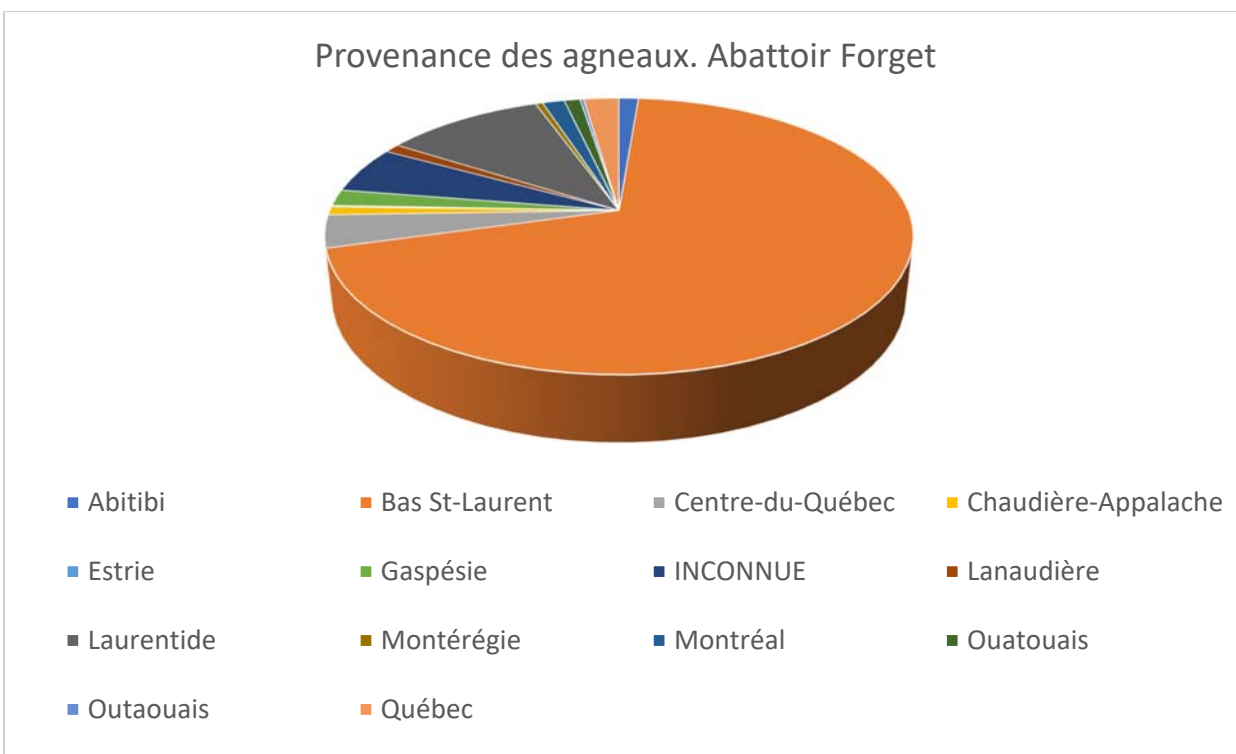


Figure 12. Fréquence des agneaux échantillonnés dans l'Abattoir Forget en fonction de la région administrative d'origine de ces derniers.

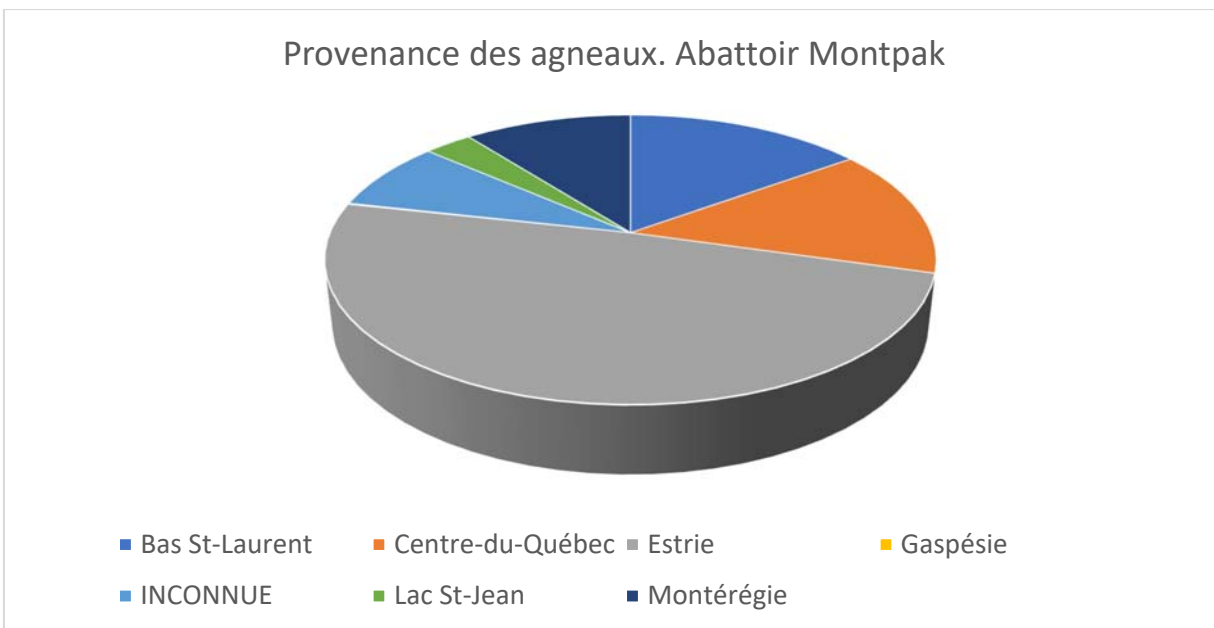


Figure 13. Fréquence des agneaux échantillonnés dans l'Abattoir Montpak en fonction de la région administrative d'origine de ces derniers.

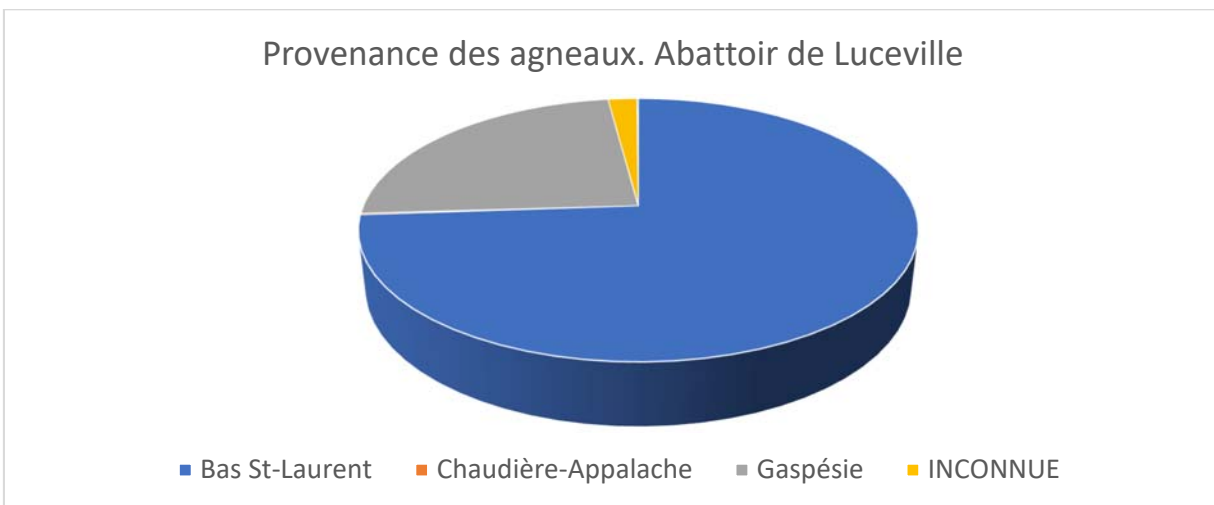


Figure 14. Fréquence des agneaux échantillonnés dans l'Abattoir Luceville en fonction de la région administrative d'origine de ces derniers.

Afin de connaître la distance parcourue entre la ferme et l'abattoir, LEOQ a transmis les adresses exactes des fermes, ou la ville d'origine (pour les producteurs ayant refusé de participer au projet) de tous les agneaux échantillonnés dans le projet. Il était également possible de savoir si ces agneaux avaient transité ou non par un poste de rassemblement. Afin de confirmer le passage par un poste de rassemblement, différents transporteurs et répartiteurs de transport ont été contactés (validation des dates de transport en fonction des fermes d'origine). Ces informations ont ensuite servi à estimer le kilométrage, ainsi que la durée de ce transport de la ferme à l'abattoir.

Le site Internet Mapquest a été utilisé pour estimer les distances et les durées de transport entre la ferme et l'abattoir, ceci de façon similaire pour tous les agneaux échantillonnés. Ainsi, toutes les distances et durées de transport étaient estimées et non pas précisément connues, puisque des arrêts additionnels ou un séjour pouvant être de quelques minutes à quelques heures au sein des postes de rassemblement, ne sont pas considérés. Ces paramètres n'étant pas connus, ils ne pouvaient être considérés. Les durées et les distances de transport estimées représentent ainsi un minimum fiable de ce que pouvaient vivre les agneaux entre la ferme et l'abattoir. La distance et la durée de transport d'un agneau quittant la ferme vers un abattoir étaient ainsi estimées comme suit : durée (h) et distance (km) de transport direct entre la ferme et le poste de rassemblement (s'il y a lieu) + durée (h) et distance (km) de transport direct entre le poste et l'abattoir.

Le tableau 10 présente les durées et les distances de transport moyennes, ainsi que les observations minimales et maximales pour chacun des abattoirs pour les agneaux échantillonnés dans le projet. Ces données montrent que les agneaux voyagent beaucoup avant d'être abattus et que de grandes variations sont présentes au sein même de chaque abattoir. Ainsi, au Québec, les agneaux voyagent en moyenne $2\text{h}50 \pm 2\text{h}21$ et parcourent, en moyenne, 253 ± 216 km.

Tableau 10. Durées et distances de transport moyennes des agneaux entre la ferme d'origine et l'abattoir.

Abattoirs	Durées de transport			Distances de transport		
	Moyenne (h)	Minimum observé (h)	Maximum observé (h)	Moyenne (km)	Minimum observé (km)	Maximum observé (km)
A	$1:35 \pm 1:43$	0:21	5:45	$140,0 \pm 166,2$	25,0	535
B	$4:54 \pm 1:49$	0:20	23:20	$460,7 \pm 155,0$	23,5	690
C	$1:34 \pm 1:35$	0:25	18:16	$117,3 \pm 82,7$	27,9	309
Moyennes	$2:50 \pm 2:21$			$253,3 \pm 212,6$		

L'objectif des analyses était ainsi d'évaluer l'effet de la distance et de la durée de transport comme source de stress pouvant affecter le pH post-mortem. Ces deux facteurs étant très reliés, les résultats qui suivent présentent seulement les effets de la durée de transport sur le pH des carcasses post-mortem. Pour ce faire, 8 classes de durée de transport ont été créées dans le modèle afin d'évaluer l'effet de chaque heure de transport additionnelle sur le pH mesuré sur les carcasses en abattoir. Le tableau 11 présente les moyennes statistiques de pH mesurés chez les agneaux en fonction de la durée de leur transport.

Tableau 11. Effet du nombre d'heures de transport entre la ferme et l'abattoir sur le pH post mortem mesuré.

Nb d'heures de transport	n	LS MEANS	Moyenne des classes	% des mesures < 5,8	% des mesures > 5,8 < 6,0	% des mesures pH > 6,1
< de 1h	301	5,8194 ± 0,0292	2,5606 ± 0,1069 ^a	42,8	34,9	22,3
1 à 2h	223	5,8391 ± 0,0267	2,6606 ± 0,09794 ^a	76,3	14,6	9,1
2 à 3h	363	5,9016 ± 0,0305	2,8705 ± 0,1116 ^c	44,6	43,8	11,6
3 à 4 h	531	5,8924 ± 0,0348	2,7863 ± 0,1267 ^{bc}	54,6	30,5	14,9
4 à 5h	471	5,8503 ± 0,0334	2,6735 ± 0,1217 ^{ab}	30,4	42,7	26,9
5 à 6h	437	5,8640 ± 0,0328	2,6327 ± 0,1195 ^{ab}	26,2	40,9	32,9
6 à 7h	481	5,8300 ± 0,0333	2,5062 ± 0,1215 ^a	43,9	36,8	19,3
7h à 8h	523	5,8282 ± 0,0341	2,5705 ± 0,1242 ^a	34,2	15,8	50,0

Les lettres différentes représentent des données significativement différentes ($p < 0,05$).

Bien que son effet soit significatif sur le pH mesuré en abattoir ($p < 0,0001$), la durée de transport semble l'influencer de façon très variable. Globalement, les observations montrent qu'avec moins de 2 heures de transport, le pH de la viande est moindre, atteint des valeurs plus importantes pour les animaux voyageant de 2 à 4 heures, pour ensuite progressivement redescendre à des valeurs similaires à celles des agneaux parcourant de courtes distances et de plus courtes durées de transport. En effet, en considérant simplement les moyennes de pH en fonction du nombre d'heures de transport, on peut observer que les agneaux voyageant de 2 à 4 heures avant l'abattage présentent les moyennes de pH les plus élevées. Toutefois, la fréquence de pH problématique ($pH > 6,1$) n'est pas des plus importantes chez ces derniers (respectivement 11,6% et 14,9% pour les agneaux voyageant de 2 à 3h et de 3 à 4h avant l'abattage).

Conformément aux attentes, les agneaux voyageant sur les périodes les plus longues sont ceux qui ont présenté les fréquences de pH problématique les plus élevées, avec plus de 50,0% des agneaux ayant un pH supérieur à 6,0 lors de la mesure. L'effet de la durée de transport semble ainsi affecter le pH post-mortem, mais d'une façon difficile à interpréter. Cette observation pourrait résulter du manque de précision dans l'estimation des heures de transport, particulièrement si les agneaux ont séjourné pendant une grande période dans les postes de rassemblement. Il était aussi impossible de savoir combien de temps les agneaux avaient séjournés en abattoir avant l'abattage. Les variations de pH observées en fonction du temps de transport pourraient aussi résulter de variations quant au moment de la mise à jeun par les producteurs. Le moment de la mise à jeun semble un paramètre flou et peu maîtriser par les producteurs. En effet, en questionnant ces derniers, on réalise que chacun semble avoir sa propre façon de faire et les méthodes ne sont pas homogènes, même pour des agneaux partant d'une même région pour se diriger dans un même abattoir.

En guise d'évaluation visuelle, les figures 15 et 16 illustrent la distribution des valeurs de pH échantillonnées en fonction du nombre d'heures de transport avant l'abattage. La première figure représente la distribution des données mesurées pour l'ensemble des agneaux échantillonnés dans le projet et la seconde illustre les résidus du modèle statistique (données ajustées dans le modèle). Dans la première figure, les données brutes permettent de constater, de façon exploratoire, que de plus

longues durées de transport contribuent à la hausse du pH post-mortem des carcasses. La seconde figure montre que cet effet s'estompe lorsque les données sont corrigées pour tous les autres facteurs dont les effets « abattoir » et « poste de rassemblement ».

Les figures présentant l'effet de la durée de transport entre la ferme et l'abattoir sur le pH post-mortem mesuré sur les carcasses d'agneaux au sein de chacun des abattoirs sont présentées à l'Annexe II.

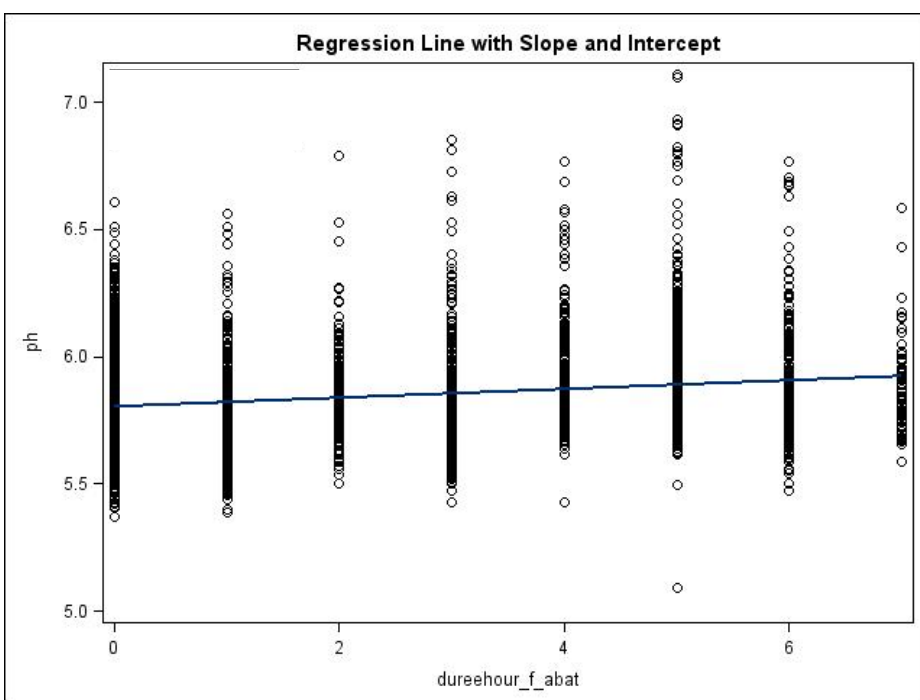


Figure 15. Distribution des données de pH mesuré sur tous les agneaux en fonction du nombre d'heures de transport.

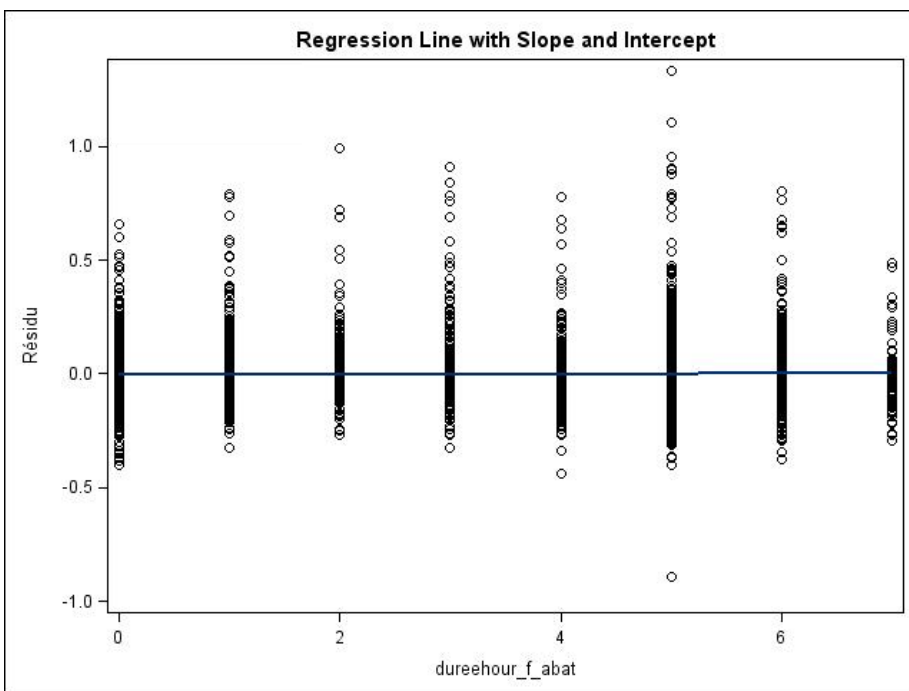


Figure 16. Distribution des résidus du modèle statistique décrivant l’effet de la durée de transport entre la ferme et l’abattoir sur le pH post mortem (données statistiques, valeurs ajustées).

Mentionnons que lors du projet, nous avons pu constater que certains agneaux étaient exposés à des distances de transport prolongées. En effet, ils pouvaient partir de la région de L’Islet, être dirigés vers un poste de rassemblement situé à l’est (Trois-Pistoles), puis ensuite refaire le trajet déjà parcouru et revenir vers l’ouest pour être abattus à Terrebonne ou Drummondville. Cette situation qui allongeait la durée de transport des agneaux de plusieurs heures n’était pas fréquente, mais a tout-de-même été observée dans l’échantillonnage. Bien qu’il s’agisse de cas particuliers, la filière devrait voir à ce que, dans la mesure du possible, ils soient évités. Différentes solutions devraient être examinées, comme l’ajout d’un poste de rassemblement dans la région de Québec ou de Chaudière-Appalaches.

La durée de transport est sans contredit un défi auquel devra faire face l’industrie au Québec. Il n’y a pas vraiment de solutions pour réduire la durée de transport que subissent les agneaux provenant des régions périphériques du Québec et qui sont abattus près des grands centres. Restreindre l’abattage des agneaux dans les abattoirs de leur zone d’origine est inconcevable, d’une part parce que ceci affecterait le roulement et les besoins des abattoirs de l’ouest (la majeure partie des agneaux provenant du BSL) et d’autre part, parce que la capacité d’abattage du seul abattoir sous inspection situé dans l’Est pourrait difficilement supporter les grands volumes offerts. Ajoutons à cette situation que des charges supplémentaires devraient aussi être ajoutées pour effectuer le transport des carcasses vers les grands centres en respectant la chaîne de froid. Il ne s’agit ainsi pas d’une option réaliste et équitable envers les différents acteurs de la filière.

Toutefois, il est impératif de mieux connaître les pratiques de mise à jeun réalisées par les producteurs. En effet, la durée de transport représente une source de stress pour les animaux et celle-ci a un effet direct sur la durée de jeûne des animaux. Dans le projet, mis à part les producteurs ayant accepté de

répondre au sondage, il n'était pas possible de connaître les pratiques de mise à jeun réalisées par les producteurs. Or, bien que des recherches aient démontré que les ovins sont plus résilients et tolérants au manque d'eau et de nourriture que les autres espèces à viande rouge (Gregory, 2007 ; Jacob et al., Warner et al., 2002), d'autres études ont démontré les effets adverses de jeûnes prolongés sur la qualité de la viande. Par exemple, Karaca et al. (2016) ont observé que des périodes de jeûne plus longues (0, 12, 24 et 48 heures avant abattage), augmentaient significativement l'incidence de coupes sombres, contenant également moins d'humidité et dont la capacité de rétention en eau était aussi significativement réduite ($p < 0,001$). Ceci résulte d'une baisse insuffisante du pH post-mortem suite à l'épuisement des réserves énergétiques avant l'abattage.

Il apparaît essentiel d'investiguer sur les durées de mise à jeun idéales permettant de contribuer à une meilleure qualité du produit, une salubrité adéquate lors de l'éviscération et une privation de nourriture non excessive qui n'affecterait pas le bien-être des animaux ni leurs réserves énergétiques. De meilleures connaissances des pratiques de mise à jeun et de l'effet du type d'aliments servis dans les derniers repas précédant l'abattage sur les réserves énergétiques des animaux, permettraient de mieux accompagner les producteurs sur la période idéale de jeûne avant l'abattage. Ces connaissances permettraient ensuite à l'ensemble de la filière de coordonner les heures de mise à jeun que doivent respecter les producteurs avant une livraison à l'abattoir. Cette recommandation devrait tenir compte, au minimum, de la durée de transport complète prévue entre la ferme et l'abattoir (incluant le séjour dans un poste de rassemblement, s'il y a lieu) et du ou des type(s) d'aliments servis dans les derniers repas. D'autres facteurs pourraient aussi entrer en ligne de compte, tels que l'âge, le sexe des agneaux, ainsi que le climat et la saison (Schaefer et al. 2001). Toutefois, ceci pourrait être réalisé dans une phase ultérieure.

La mise à jeun est bien structurée dans d'autres filières de production animale. Citons, entre autres, la production porcine et la production avicole où les abattoirs indiquent l'heure exacte de retrait d'aliments pour les animaux avant un chargement (la durée de chargement et de transport entre la ferme et l'abattoir étant considérée). Toutefois, la production ovine est moins uniformisée que ces productions, non seulement en ce qui concerne le nombre de races, de croisements, le gabarit des animaux (volume ruminal), mais aussi en ce qui concerne la variabilité d'ingrédients servis à la ferme. La présence de fourrages de qualité variable est probablement l'élément le plus difficile à contrôler, puisque le pourcentage de fibres affecte l'encombrement du rumen et la vitesse de passage dans le système digestif. Malgré cet aspect, un meilleur contrôle des pratiques de mise à jeun par les producteurs devrait être considéré à court terme par la filière ovine. Les producteurs de toutes régions doivent être mieux informés de l'effet du jeûne sur la qualité de la viande afin de se responsabiliser sur cette pratique pré-abattage. Peu de vulgarisation a été faite sur le sujet et ce paramètre est méconnu de la plupart des producteurs qui adaptent eux-mêmes leurs façons de faire, en fonction de leur région et non de la qualité du produit. Serait-il nécessaire de formuler un ingrédient commercial pré-transport assurant le maintien des réserves énergétiques et dont l'effet serait plus facile à prévoir sur la vitesse de passage et d'encombrement du système digestif que des qualités de fourrages inconnues et très variables ? Tout devra être envisagé et de la recherche est encore nécessaire. Mais il est évident que ce paramètre est laissé pour compte dans le secteur ovin et la filière doit donner des recommandations claires aux producteurs, ceci pouvant non seulement affecter la qualité de la viande (période de jeûne trop longue, associée à un stress = pH élevé), mais aussi à la salubrité du produit (période de jeûne trop courte = contamination durant l'éviscération).

7.3.4 Effet du passage par un poste de rassemblement et du transport collectif sur le pH

Dans projet, il a été pratiquement impossible de savoir si les producteurs mélangeaient leurs agneaux avant un chargement, dans les jours précédant un transport ou depuis une longue période. Ainsi, mis à part les producteurs ayant répondu au sondage, cette information n'était pas disponible. Au sein d'une même entreprise, le mélange d'animaux de différents parquets peut occasionner une perturbation de la hiérarchie et hausser le nombre de poursuites et d'agressions. Ce phénomène est généralement accentué lorsqu'on mélange des mâles et des femelles, qui étaient au préalable séparés (poursuites). Ainsi, si ce mélange est réalisé à l'approche d'un transport, la perturbation de l'équilibre hiérarchique, l'effort physique accentué (batailles, poursuites, déplacements plus intenses), l'exposition à des environnements nouveaux, étranges et inconnus, sont tous des éléments qui peuvent hausser les niveaux de peur et d'anxiété chez les animaux (Grandin, 2013).

Bien qu'il ne fût pas possible de savoir exactement ce qui se passait à la ferme avant le chargement des animaux, il a été possible, pour une grande proportion des carcasses échantillonnées durant le projet, de savoir si les animaux avaient transigé par un poste de rassemblement. Dans les postes de rassemblement, tous les animaux sont mélangés et sont de différentes provenances. Ainsi, même si des agneaux et agnelles d'une même ferme sont déjà accoutumés à être ensemble, le passage par un poste de rassemblement apporte un facteur de mélange avec de nouveaux sujets. Conséquemment, y surviennent un bris de la hiérarchie sociale, des poursuites, des déplacements intenses, donc des éléments qui sont sources de stress important. Ainsi, les mâles qui poursuivent des femelles ou se battent avec d'autres mâles pourraient puiser dans leur réserve énergétique de façon importante avant l'abattage, ce qui pourrait à *posteriori*, affecter leur pH post-mortem (pH plus élevé). Les femelles exposées à ces sources de stress pourraient aussi dépenser plus d'énergie (lors des poursuites), que des femelles non mélangées avec les agneaux d'autres entreprises. Puisque les postes de rassemblement peuvent représenter des sources de stress important et que le chargement des animaux du poste d'abattage vers l'abattoir est généralement réalisé à l'intérieur de remorques industrielles (camions de transport et remorques à animaux à plusieurs étages), cet élément est inclus dans les analyses. Les remorques industrielles comportent plus d'un étage et ils représentent un environnement inconnu pour les animaux (monter ou descendre plus abruptement qu'à la normale, bruit, etc.).

Lors du suivi des données, il a également été possible de communiquer avec des transporteurs et des répartiteurs pour savoir si des animaux de différentes fermes avaient été transportés dans une même remorque, sans toutefois passer par un transport collectif. On peut ainsi traiter ces animaux comme ayant été mélangés avec les agneaux d'une autre ferme, mais sans avoir le stress du débarquement et du chargement au poste de rassemblement. Le terme « transport collectif » signifie ainsi le mélange dans la remorque avec des animaux d'une autre ferme. Puisque certains transporteurs disposent de plusieurs séparations dans les remorques, certains ne mélangeaient pas leurs animaux lors d'un transport. Ainsi, même si ces agneaux provenaient de différentes fermes, il était possible de les traiter comme n'ayant pas subi un « transport collectif », et ce, même s'ils étaient dans une même remorque.

Les analyses ont permis de constater un effet significatif de l'interaction Sexe*Poste*Transport collectif ($p < 0,0001$). Le tableau 12 présente les moyennes de pH observé dans le projet en fonction du sexe, du passage par un poste de rassemblement et du mélange d'animaux durant le transport.

Tableau 12. Effet du sexe, du passage par un poste de rassemblement et du mélange d'animaux durant un transport collectif sur le pH post-mortem mesuré en abattoir.

Sexe	Poste	Transport collectif	Moyennes statistiques	Différences significatives observées entre les facteurs
F	Oui	Oui	5,8752 ± 0,0289	M-Oui-Oui (p< 0,0001)
M		Oui	5,9630 ± 0,0283	Différent de tous sauf : F-oui-Nd ; Nd-Oui-Oui ; Nd-Non-Oui
F	Oui	Nd	5,8127 ± 0,1014	<i>Peu de données*</i> NS
M		Nd	5,7970 ± 0,0818	M-Oui-Oui (p<0,03)
F	Non	Oui	5,8599 ± 0,0264	M-Oui-Oui (p< 0,0001) ; M-Non-Oui (p<0,0063)
M		Oui	5,8929 ± 0,0254	M-Oui-Oui (p<0,001) ; Nd-Non-Non (p<0,05)
F	Non	Non	5,8611 ± 0,0308	M-Oui-Oui (p< 0,0001) ; M-Non-Nd (p<0,02)
M		Non	5,8865 ± 0,0301	M-Oui-Oui (p<0,002) ; Nd-Non-Non (p<0,02)
F	Non	Nd	5,8474 ± 0,0373	M-Oui-Oui (p< 0,0002) ; M-Non-Nd (p<0,01)
M		Nd	5,9037 ± 0,0338	M-Oui-Oui (p< 0,003) ; Nd-Non-nd (p<0,04) ; Nd-Non-Non (p<0,02)
ND	Oui	Oui	5,9114 ± 0,0395	
ND		Oui	5,9095 ± 0,0490	
ND	Non	Non	5,8369 ± 0,0346	M-Oui-Oui (p< 0,0001)
ND		Nd	5,7900 ± 0,0635	M-Oui-Oui (p< 0,004)

Dans le tableau précédent, on peut observer que le passage des mâles par un poste de rassemblement et un transport collectif affecte significativement le pH de leur carcasse, comparativement aux femelles et mâles qui ne passent pas par un poste et/ou vivent un transport collectif. Chez ces mâles, les valeurs moyennes de pH sont à la limite supérieure acceptable et dépassent les agneaux de toutes les autres situations rencontrées. Les mâles qui ne passent pas par un poste ne semblent pas être aussi affectés que les mâles qui passent pas un poste, qu'ils vivent un transport collectif ou non. Le mélange de mâles de plusieurs provenances pourrait donc contribuer à de plus grandes dépenses énergétiques durant le transport (poursuites, batailles), surtout si ces derniers disposent de suffisamment de place dans les remorques pour se déplacer aisément.

Chez les femelles, le passage par un poste de rassemblement ne semble pas avoir un aussi grand impact que pour les mâles. Ainsi, il n'y a pas de différences significatives entre les femelles passant par un poste de rassemblement versus celles qui n'y transigent pas. La même observation est vraie pour les femelles passant ou non par un transport collectif.

Évidemment, il apparaît difficile d'éviter de faire des transports collectifs pour les régions éloignées. Le transport en commun des agneaux permet de réduire les frais pour les producteurs. Toutefois, il faudrait identifier les éléments qui contribuent davantage à l'épuisement des réserves énergétiques des mâles

dans les remorques. La séparation des mâles et des femelles dans ces dernières est difficilement envisageable, mais pourrait possiblement être une solution pour réduire les pertes énergétiques des animaux. Cet aspect devrait toutefois être validé expérimentalement avant de donner cette recommandation. Par ailleurs, il faudrait aussi vérifier l'effet de la taille des groupes dans les grandes remorques de transport (après le mélange des animaux), ainsi que le nombre de fermes d'origine. Il pourrait exister des solutions pour limiter le mélange de mâles et de femelles de différentes provenances, mais l'application de ces solutions doit demeurer logique avec la réalité du terrain.

Par exemple, la densité de chargement idéale des mâles pourrait être réévaluée. Fuente et al., (2006) ont démontré qu'une densité de chargement plus faible affectait le pH post-mortem ultime des carcasses d'agneaux en comparant deux densités (haute = 0,12 m²/tête ; faible = 0,20m²/tête). Ils ont observé que la densité faible de chargement élevait significativement le pH post-mortem des carcasses, par rapport aux agneaux ayant moins d'espace durant le transport ($p < 0,05$). Ces auteurs ont suggéré qu'une densité moins importante contribuerait à plus de mouvements et de déplacements des animaux dans la remorque lors du transport, ce qui contribuerait à hausser leur niveau de stress. Une plus haute densité serait donc plus favorable à une chute du pH post-mortem ultime, car les animaux épuiserait moins leurs réserves énergétiques en se déplaçant moins durant le transit vers l'abattoir.

Toutefois, bien que cette étude soit intéressante, la plus haute densité étudiée dans ce projet ne cadre pas avec les normes canadiennes (*Recommended code of practice for the care and handling of farm animals, Canadian Agri-Food Research Council, 2013*). Ces densités de chargement sont dépendantes du poids, de la longueur de la laine et du climat lors du transport. Ainsi, par exemple, pour des agneaux d'un poids vif moyen de 48 kg, chaque animal devrait disposer d'un minimum d'espace au plancher de 0,26 à 0,30 m²/tête (variant selon la longueur de la laine) et cet espace devrait être haussé de 25% en cas de temps chaud et humide (réduction à 85% de la capacité totale du chargement). Les observations du présent projet quant aux mâles de différentes fermes regroupés en transport collectifs, pourraient ainsi correspondre aux résultats observés par ces auteurs, puisque les mâles ont probablement été transportés à des densités similaires à la faible densité étudiée dans l'étude de Fuente et al. (2006).

7.3.5 Effet du climat extérieur lors du transport sur le pH

Tel que mentionné au préalable, des normes de chargement sont appliquées pour le transport du bétail au Canada. Dans le mouton, ces densités sont dépendantes du poids vif des animaux, de la longueur de la laine et du climat. La littérature a démontré que la température extérieure pouvait avoir une incidence sur le pH post mortem. Chez les ovins, cet aspect pourrait être affecté par la densité dans les remorques lors du transport (Schwartzkopf-Genswein et al., 2012). Au Québec, le climat varie largement selon les saisons et des extrêmes de températures sont de plus en plus rencontrés conséquemment aux changements climatiques. On pourrait donc s'attendre à des variations dans la qualité de la viande et du pH en fonction des saisons.

Or, le modèle statistique a démontré que la température extérieure lors du transport n'affectait pas le pH post-mortem mesuré. C'est plutôt l'humidité relative lors du transport qui semble jouer un rôle, une tendance ayant été observée ($+0,002 \pm 0,001$; $p < 0,07$). Ainsi, le modèle statistique suggère que pour chaque % d'humidité relative de plus, le pH de la carcasse tend à être plus élevé de $0,002 \pm 0,001$. Cette observation est significative et pourrait avoir un impact sur la qualité de la viande, particulièrement si

les animaux sont déjà dans les limites maximales acceptables. Par exemple, un taux d'humidité de 99% pourrait provoquer une hausse moyenne de près de 0,20 de la valeur de pH comparativement à un temps sec. Bien que la température extérieure n'ait pas démontré d'effet significatif dans le projet sur les valeurs du pH, nous savons qu'une combinaison température élevée*humidité élevée ou température très froide*humidité élevée, pourraient représenter des conditions affectant plus sérieusement le statut métabolique des animaux. Mais ce paramètre était difficile à estimer dans le projet, vu les variations d'humidité*température entre les régions lors d'un transport. Les figures 17 et 18 illustrent le phénomène pour l'ensemble des carcasses mesurées dans le projet (première figure) et pour les agneaux mesurés à l'Abattoir B, où ce facteur était très évident.

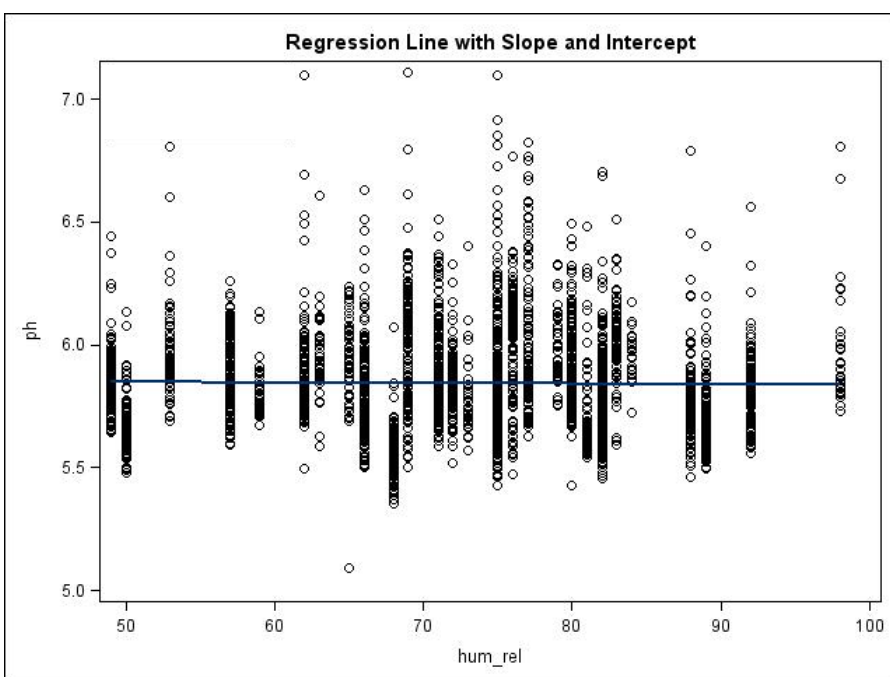


Figure 17. Effet de l'humidité relative sur les pH post-mortem observés sur les carcasses durant le projet.

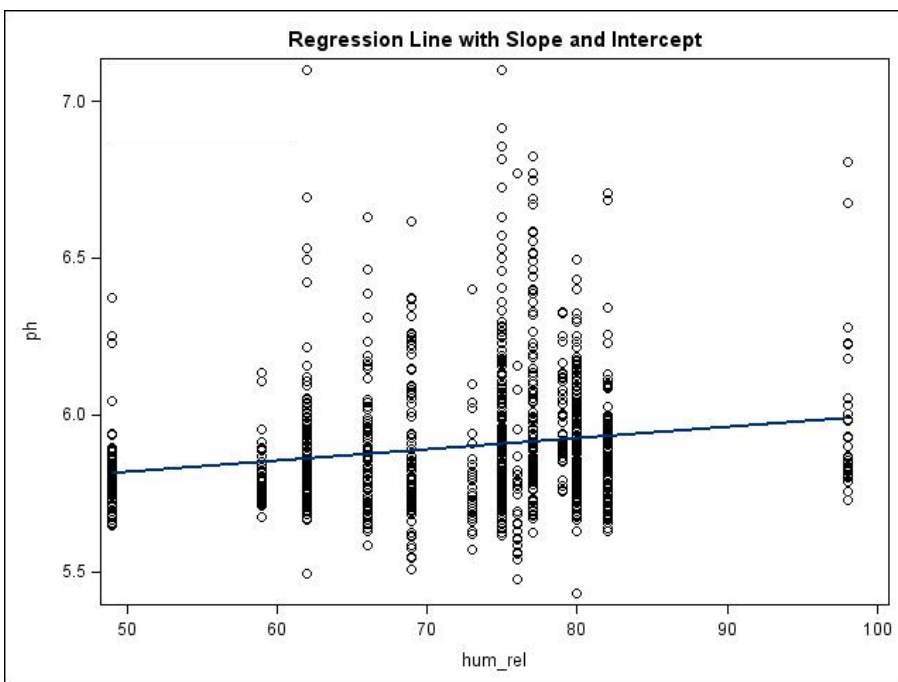


Figure 18. Effet de l'humidité relative sur les pH post-mortem observés chez les agneaux mesurés à l'Abattoir B.

Ces résultats suggèrent que les ovins sont capables de faire face aux températures extrêmes, leur laine agissant comme un facteur isolant, tant en température chaude que froide. Il est toutefois connu que l'humidité de la toison affecte son facteur isolant. Ainsi, l'humidité relative pourrait affecter leur capacité à se thermoréguler pour conséquemment hausser leur niveau de dépenses énergétiques. Notons que l'information sur la qualité de la toison lors du transport (toison sèche ou humide) n'était pas accessible. Il est possible de croire que la thermorégulation des agneaux dont la toison est humide ou souillée, transportés en température très chaude ou très froide et à des humidités relatives élevées, soit sévèrement affectée. Il est à souligner que lors de la compilation des commentaires notés par les contremaîtres d'abattoir, il était régulièrement inscrit que plusieurs agneaux étaient très sales. Certains producteurs étaient même précisément listés. Les éleveurs devraient ainsi s'assurer que la toison de leurs agneaux soit aussi sèche que possible avant un transport. La ventilation des bergeries où s'effectue l'engraissement et la gestion de la litière doivent notamment être adéquates.

Il faut que la filière se penche sur la faisabilité de monitorer et ajuster la température et/ou l'humidité dans les remorques lors des transports. Il est évident que cet aspect représente un coût important. Soulignons que d'autres productions animales doivent respecter scrupuleusement les écarts de températures recommandés par leur industrie lors des transports. Est-ce qu'une ventilation supplémentaire et/ou des modifications dans les remorques de transport permettraient de hausser la densité de chargement sans affecter le bien-être des animaux ? Est-ce qu'une plus forte densité, sous température et humidité contrôlées, serait acceptée sous les normes nationales de transport du bétail ? Le tout reste à voir, mais il est évident que ces modifications représenteraient des charges très importantes pour la filière.

7.4 Analyses des sondages réalisés auprès des producteurs

Durant le projet, il a été très difficile de rejoindre les producteurs pour la réalisation des sondages. Ces derniers devaient être rejoints dans une période inférieure à 10 jours suivant l'acheminement des agneaux à l'abattoir, sans quoi, la précision des réponses était affectée et les informations fournies spéculées. LEOQ a été d'une aide précieuse pour le suivi et la réalisation des sondages, particulièrement M. Rock Éric Hounouigan qui était en mesure de retracer rapidement l'origine des fermes des agneaux échantillonnés. Toutefois, le caractère de confidentialité des adresses des producteurs a rendu la situation plus complexe, puisqu'il était uniquement possible de communiquer avec les producteurs ayant explicitement accepté de participer au sondage. Ainsi, les producteurs n'ayant pas répondu favorablement ou n'ayant pas donné de réponse ne pouvaient être rejoints même s'ils étaient intéressés ou ne comprenaient pas exactement la nature de cette participation. Il est évident que dans l'avenir, la filière devra trouver des façons de faire pour partager les coordonnées plus facilement, tout en respectant les exigences de confidentialité des partenaires détenteurs des coordonnées. Rock-Éric Hounouigan a donc créé une version électronique du sondage grâce à un programme de compilation disponible à l'Union des Producteurs Agricoles (UPA). Ce sondage a permis de contacter les producteurs le jour même de l'envoi des agneaux à l'abattoir et d'ainsi compiler des réponses d'une grande qualité (réponses compilées par les producteurs le jour de l'envoi). Les réponses étaient par la suite fournies à l'équipe de recherche par LEOQ.

Au total, un peu plus de 40 sondages ont été compilés, mais seulement une trentaine ont été retenus pour les analyses car puisqu'ils étaient en lien avec les agneaux échantillonnés lors de la sortie des techniciens en abattoir. Au total, ce sont ainsi seulement 23 répondants (fermes distinctes) qui ont accepté de participer au projet et ont rempli les sondages, certains ayant répondu jusqu'à 4 reprises. Bien que ces informations étaient clairement indiquées, il semble que plusieurs producteurs ont cru qu'ils ne devaient répondre qu'une seule fois, même si leurs agneaux étaient régulièrement échantillonnés, car un seul sondage a été rempli de leur part. Il était par ailleurs impossible pour l'équipe de recherche de communiquer avec ces producteurs avant l'envoi des animaux, leur identité étant inconnue.

Les données qui suivent présentent les résultats des analyses statistiques pour les questions du sondage dont les réponses sont liées à des différences significatives dans les résultats. Le sondage complet est présenté à l'annexe III.

La question portant sur le type de remorque utilisée lors du départ de la ferme est sortie fortement significative lors des analyses ($p < 0,008$; Question 4 - Quel type de remorque a été utilisée dans le transport lors du départ de la ferme ?). Le tableau 13 présente les différences de pH mesurés sur les carcasses en fonction des réponses données par les producteurs. Dans ce tableau, les données observées suggèrent que les agneaux qui voyageraient à l'intérieur de traileur à deux étages au départ de la ferme, vivraient un stress plus intense contribuant à réduire leurs réserves énergétiques. Il est possible que cet environnement largement différent de ce qu'ils vivent en bergerie (au même niveau depuis leur naissance) hausse plus fortement leur niveau de stress (montée et descente abrupte, bruit au niveau supérieur et inférieur).

Tableau 13. Moyennes de pH mesuré sur les agneaux des producteurs ayant répondu à la question 4 (significative dans le modèle $p < 0,008$)

Question numéro 4.	Réponses possibles	Moyenne de pH mesuré
Quel type de remorque a été utilisée dans le transport lors du départ de la ferme ?	a. Boîte de transport sur le camion	$5,8692 \pm 0,08991^a$
	b. Traileur 1 étage avec division	$5,8883 \pm 0,06021^a$
	c. Traileur 1 étage sans division	$5,8690 \pm 0,04917^a$
	d. Traileur 2 étages	$6,0305 \pm 0,05259^b$
	e. Vanne (semi-remorque)	nd
	f. Autres.	nd

Les données avec des lettres distinctes sont différentes significativement ($p < 0,05$).

La question numéro 7 est aussi sortie significative dans le modèle ($p < 0,02$; Si vos agneaux ont passé par un poste de rassemblement, à votre connaissance, quel type de transport a été utilisé à partir du poste de rassemblement ?). Le tableau 14 présente les différences de pH mesuré sur les carcasses en fonction des réponses données par les producteurs. Ce tableau démontre avec clarté l'effet du transport collectif et du rassemblement sur le pH post-mortem mesuré sur les agneaux. En effet, les vanes de transport (semi-remorques) étaient présentes exclusivement dans les postes de rassemblement durant le projet. On peut voir que sur cet échantillon (agneaux des producteurs ayant répondu au sondage), ce type de transport a probablement causé un stress important ayant affecté les réserves énergétiques des animaux avant l'abattage. Les manipulations qui entourent le chargement et le déchargement de ces semi-remorques, de même que leur structure, devront faire l'objet de discussions à la filière. Il serait pertinent de travailler avec des spécialistes du comportement animal pour identifier les plus grandes sources de stress lors de ces transports, et les atténuer (ex : Temple Grandin). Notons que dans ce tableau, il n'y a pas d'effet sur le pH pour les agneaux ayant voyagé dans une remorque (traileur) à 2 étages. Toutefois, il n'était pas possible de savoir si les agneaux avaient été placés sur les 2 étages entre la ferme et le poste de rassemblement, ce qui aurait pu influencer leur niveau de stress.

Tableau 14. Moyennes de pH mesuré sur les agneaux des producteurs ayant répondu à la question 7 (significative dans le modèle $p < 0,02$)

Question numéro 7.	Réponses possibles	Moyenne de pH mesuré
Si vos agneaux ont passé par un poste de rassemblement, à votre connaissance, quel type de transport a été utilisé à partir du poste de rassemblement ?	a. Traileur 1 étage	$5,9924 \pm 0,0719^a$
	b. Traileur 2 étages	$5,8789 \pm 0,0540^a$
	c. Vanne (semi-remorque)	$6,2524 \pm 0,1289^b$
	d. Ne sait pas	$5,9568 \pm 0,0450^a$

Les données avec des lettres distinctes sont différentes significativement ($p < 0,0231$).

Selon les résultats à la question numéro 13 du sondage, qui sont aussi ressortis significatifs dans le modèle, le mélange d'agneaux de différents enclos avant le départ pour l'abattoir contribuait à obtenir des pH post mortem plus désirables ($p < 0,02$; *Est-ce que des agneaux de différents enclos (mâles et/ou femelles) ont été mélangés avant le départ pour l'abattoir ? Oui / Non*). Ainsi, le pH post-mortem de ces agneaux étaient plus faibles que ceux des animaux mélangés au moment même du départ ($-0,091 \pm 0,039$). Ceci suggère que, lorsque les animaux ne peuvent être séparés par sexe dans les transports (ce qui est fréquent), il serait préférable de les mélanger quelques jours avant le chargement. La durée de cette période devrait toutefois faire l'objet de recherche.

Finalement, la question 19 portant sur la restriction alimentaire est la dernière des résultats fortement significatifs dans le modèle ($p < 0,0001$; *Y-a-t-il eu restriction alimentaire sur les agneaux avant leur expédition à l'abattoir ?*). Le tableau 15 présente les différences de pH mesurés sur les carcasses en fonction des réponses données par les producteurs. Les réponses suggèrent que les agneaux déjà accoutumés à consommer uniquement des fourrages réagissent mieux au stress relié au transport. Ceci pourrait être expliqué par 2 facteurs, soit que ces agneaux sont habitués de consommer une plus grande proportion de fourrage que des agneaux qui reçoivent des concentrés. Les fourrages ayant une vitesse de passage beaucoup plus lente que les grains dans le système digestif, il est possible de croire que ce type d'ingrédient contribue au maintien des réserves énergétiques durant le transport. Il est aussi possible que le niveau de glucose sanguin soit plus stable chez des agneaux nourris exclusivement au foin, que chez des agneaux consommant des concentrés. Les concentrés sont généralement rapidement dégradés dans le rumen, ce qui peut provoquer un pic de glucose métabolique, mais cette hausse est généralement observable plus près de la période du repas et de courte durée. Le tout demeure hypothétique, puisque nous n'avons pas d'idée exacte des durées de mise à jeun (entre la ferme et l'heure d'abattage réel). La seconde explication pourrait être que ces agneaux sont principalement des femelles (pH mesurés plus élevés que les mâles). En effet, les femelles sont souvent placées en restriction sévères en finition. Il est donc possible qu'elles représentent une partie de ces données, même si le modèle a ajusté le facteur sexe dans les analyses. Tout de même, cette observation confirme qu'il est essentiel de déterminer avec plus d'exactitude à quel moment les producteurs devraient procéder à la mise à jeun et quel type d'aliment devrait être servi avant une période de déplacement prolongée.

Tableau 15. Moyennes de pH mesuré sur les agneaux des producteurs ayant répondu à la question 19 (significative dans le modèle $p < 0,0001$)

Question numéro 7.	Réponses possibles	Moyenne de pH mesuré
Y-a-t-il eu restriction alimentaire sur les agneaux avant leur expédition à l'abattoir?	Restriction sévère dans la dernière semaine avant l'expédition = aucun grain servi	$6,0165 \pm 0,0758^a$
	Restriction sur la quantité de grains servis dans la dernière semaine = un peu de grain servi	$5,9947 \pm 0,0504^a$
	Restriction sévère depuis plus de 1 semaine = aucun grain servi.	$5,8650 \pm 0,0453^b$
	Restriction sur la quantité de grains servis dans les dernières semaines = un peu de grain servi	$6,0135 \pm 0,0582^a$
	Agneaux toujours à volonté (grains et moulée à volonté)	Nd
	Autre :	Nd

Les données avec des lettres distinctes sont différentes significativement ($p < 0,0001$).

Dans le sondage, vu le faible nombre de répondants, certains éléments demeurent malheureusement inconnus. Ainsi, parmi les répondants, très peu ont assisté au déchargement de leurs animaux à l'abattoir. Or, il est connu que ceci peut aussi représenter une source de stress très importante pour les animaux. Des facteurs comme la présence d'eau sur le quai de débarquement ou dans l'aire d'accueil des animaux, des planchers de couleur ou de contraste différent, sont tous des aspects pouvant nuire à un débarquement optimal et ainsi occasionner des sources de stress, tant pour les animaux, que pour les transporteurs.

7.5 Effet de la tonte juste avant l'abattage sur le pH post mortem

Dans l'abattoir de Luceville, le type d'équipement utilisé pour l'éviscération des agneaux (couchés sur le dos), nécessite que les agneaux soient propres et exempts de laine à la ligne médiane de l'abdomen. Afin de s'assurer que les agneaux rencontrent les normes des inspecteurs de l'ACIA, ces derniers sont tondus la veille de l'abattage, ce qui peut représenter une source de stress très importante. Ainsi, afin d'évaluer l'effet de cette tonte sur le pH post mortem, des agneaux de différentes fermes ont été acheminés à cet abattoir. Dans chacune des fermes, la moitié des animaux du groupe n'étaient pas tondus avant l'expédition et l'étaient donc par le tondeur de l'abattoir la veille du matin d'abattage. L'autre moitié des agneaux d'une même ferme étaient tondus au moins 7 à 10 jours avant la livraison.

Le modèle statistique a montré un effet significatif de la tonte sur le pH des agneaux ($p < 0,05$). Le tableau 16 démontre que les agneaux tondus la veille de l'abattage présentent un pH significativement plus élevé que les agneaux tondus dans la semaine précédant l'abattage. La tonte, réalisée à une période aussi rapprochée de l'abattage, pourrait donc représenter une source de stress pré-abattage suffisante pour affecter la qualité de la viande. Toutefois, bien que des différences numériques soient observées, ces mesures restent dans la limite acceptable de pH pour le moment où ont été réalisées les mesures post mortem. Par ailleurs, les données brutes suggèrent que moins de 6,43% des carcasses échantillonnées avaient un pH supérieur à 6,1. Il faut tout de même rester prudent avec cette donnée brute, puisque l'ensemble des mesures de pH réalisées par le technicien numéro 3 à Luceville étaient plus élevées. Si on considère que les carcasses ayant un pH supérieur à 5,8 pourraient être considérées comme « problématiques », la tonte pré-abattage pourrait avoir contribué à une fréquence plus élevée de carcasses à risque de coupe sombre, soit 14% comparativement à seulement 5,8% pour les agneaux non tondus.

Tableau 16. Effet de la tonte la veille de l'abattage sur le pH des carcasses échantillonnées à l'abattoir de Luceville.

Type	n	LS means	Classe de pH	% des mesures > 5,8 < 6,0	% des mesures pH > 6,1
Tondu la veille de l'abattage (non tondus à la ferme)	171	5,8776±0,03449 ^a	2,7453±0,1257 ^a	7,60	6,43
Non tondus avant l'abattage (tondus 2 semaines avant)	172	5,8351±0,03443 ^b	2,5632±0,1255 ^b	4,65	1,16

Les données avec des lettres distinctes sont différentes significativement ($p < 0,05$).

La tonte représente une source de stress qui pourrait aussi affecter la croissance des agneaux dans les jours précédant l'abattage. Une étude réalisée par Agriculture Canada dans les années 1980, avait d'ailleurs démontré l'effet bénéfique de la tonte en période estivale sur la croissance des agneaux. Toutefois, le stress occasionné par la tonte affectait aussi la croissance de ces derniers dans les jours suivant cette manipulation stressante. Néanmoins, ce retard de croissance disparaissait à l'abattage, car un gain compensatoire était suffisant pour rattraper et même dépasser le poids des agneaux non tondus. Pourtant, malgré cet effet favorable, la conclusion de l'époque émise par Agriculture Canada suggérait que la perte de gain (sur une courte période) et le coût associé à la tonte et aux manipulations supplémentaires des agneaux atténuaient l'effet positif de la tonte, ne justifiant pas son utilisation sur une base courante. Par ailleurs, cette recherche avait aussi clairement indiqué l'effet néfaste de la tonte en hiver, où les agneaux avaient présenté une conversion et des gains de poids réduits, probablement le résultat de la perte de leur isolant naturel pour faire face aux températures froides. La recommandation de tondre était donc recommandée uniquement dans des cas spécifiques, soit en période estivale et lorsque la ventilation était déficiente dans les bâtiments d'élevage.

Dans le projet actuel, il n'était initialement pas prévu au protocole d'obtenir les données de croissance après la tonte. Certaines ont tout-de-même été demandés, soit le poids de tous les agneaux avant le jour de la tonte (animaux tondus et animaux non tondus), ainsi que leur poids le jour de l'expédition vers l'abattoir. Malheureusement, plusieurs données étaient incomplètes. L'objectif de ces mesures était ainsi simplement d'observer si la tonte à la ferme affectait la croissance et le gain de poids des agneaux avant leur expédition à l'abattoir. Le tableau 17 présente les données brutes de poids et de gain des agneaux selon qu'ils aient été tondus ou non à la ferme deux semaines avant l'expédition à l'abattoir versus la tonte à l'abattoir la veille de l'abattage.

Tableau 17. Effet de la tonte à la ferme (2 semaines avant l'abattage) sur le gain de poids des agneaux.

TRAITEMENT	n	Poids moyen avant tonte (kg)	Poids moyen après tonte (kg)	Différence de poids sur la période (kg)	Différence de gain entre la tonte et l'abattage
Non tondus à la ferme (tondus à l'abattoir)	55	52,8	53,2	+1,58	183 g/j
Tondus à la ferme (non tondus à l'abattoir)	73	51,1	54,2	+1,95	269 g/j

Les données présentées dans le tableau 17 n'ont pas été analysées statistiquement. Toutefois, les données brutes démontrent un effet positif assez évident de la tonte sur le gain de poids des agneaux tondus, comparativement aux agneaux non tondus. Ainsi, suite au passage du tondeur, les agneaux tondus ont pris plus de poids que les agneaux ayant une toison complète. Rappelons que cette phase du projet a été réalisée durant la saison estivale seulement (juin à septembre inclusivement). Le retrait de la toison a probablement contribué à réduire la sensation de chaleur chez les animaux, ce qui aurait pu contribuer à leur croissance.

La pratique de la tonte à la ferme en saison hivernale (pas réalisée dans le projet) pourrait certainement causer un problème d'éthique et de bien-être animal, alors que des agneaux fraîchement tondus pourraient devoir être transportés lors de températures très froides. L'effet sur le pH pourrait même être au contraire indésirable, car les agneaux devraient puiser dans leurs réserves énergétiques afin de se réchauffer. Cette affirmation demeure toutefois hypothétique car elle n'a pas été validée, car pour ce projet, le transport d'animaux fraîchement tondus aurait représenté un problème d'éthique en cas de période froide et/ou humide.

Finalement, devrait-on recommander la tonte dans les 10 jours précédant l'expédition des animaux à l'abattoir de Luceville ? Les résultats démontrent un effet positif de la tonte sur la croissance et un effet significativement positif sur l'obtention d'un pH plus recherché (fréquence moins élevée de carcasses avec un pH > 5,8). Les producteurs qui font abattre leurs agneaux à l'abattoir de Luceville paient déjà les frais de tonte à la ligne médiane pour leurs agneaux tondus dans ces locaux. Les producteurs doivent ainsi se demander s'ils sont prêts à réaliser une manipulation de plus à la ferme. En été, les observations semblent démontrer un avantage favorable pour la croissance. Toutefois, ces données ont été mesurées dans une seule entreprise et plus de données seraient nécessaires pour bien chiffrer l'effet de cette tonte sur la croissance à la ferme. Dans tous les cas, la tonte devrait être réalisée dans un maximum de 10 jours avant l'expédition et les agneaux doivent par la suite obligatoirement être placés à l'intérieur des parquets bien paillés avant l'expédition. En effet, les inspecteurs vétérinaires pourraient exiger une tonte additionnelle si ces derniers sont trop souillés ou si leur laine est trop longue. La tonte des animaux à la ferme représente aussi des manipulations additionnelles. Ces dernières devraient ainsi être réalisées au même moment que la tonte régulière d'autres animaux présents dans le troupeau, ce qui permettrait de réduire les frais de déplacement du tondeur et/ou d'optimiser le chantier de travail.

8 CONCLUSION

En conclusion, les viandes à pH élevé sont bien présentes au Québec. Leur incidence varie en fonction de différents paramètres, mais les abattoirs et la saison (climat) pourraient avoir un effet plus marqué que ce qui a été observé dans ce projet (effet du modèle de collecte de données).

L'incidence de carcasses d'agneaux présentant un pH élevé peut inévitablement affecter la qualité du produit mis en marché au Québec. En effet, en plus d'avoir des répercussions sur l'incidence de coupes sombres (*dark cut*), ces niveaux de pH non désirables peuvent également affecter la conservation de la viande, sa saveur et la qualité finale du produit après la cuisson. Il s'agit de facteurs qui affectent l'ensemble de la filière, puisque ces carcasses peuvent non seulement causer des pertes lors de la commercialisation (couleur moins attirante, temps de conservation réduit), mais également affecter la confiance du consommateur envers le produit.

Ce projet a permis d'identifier les paramètres qui doivent être améliorés afin de réduire l'incidence de pH élevés dans la filière ovine. Il est important de souligner que ces derniers touchent l'ensemble des acteurs de la filière et non un maillon en particulier. Des efforts concertés devront ainsi être faits par l'ensemble des acteurs œuvrant dans la filière, et ce, afin que des résultats concrets et positifs puissent être obtenus.

Chez les producteurs, l'utilisation d'une génétique plus performante et surtout, sélectionnée pour une musculature plus développée, permettrait de contribuer à la réduction de l'incidence de carcasses à pH élevé. Les résultats, de même que ceux d'autres chercheurs, démontrent que les animaux plus jeunes et plus musclés utiliseraient plus adéquatement leurs réserves énergétiques en période de stress pré-abattage. Ceci contribuerait à conserver un meilleur taux de glycogène dans les muscles après l'abattage pour ainsi favoriser la baisse de pH souhaitable. L'utilisation de génétique plus performante en gain et en musculature permettrait non seulement de réduire l'incidence de carcasses à pH élevé, mais également à améliorer la qualité globale du produit. Des agneaux plus jeunes et plus musclés contribuent à améliorer la qualité des découpes (plus de viande), le rendement en viande (moins de gras), mais aussi la couleur, la tendreté et la saveur (âge).

Les éleveurs de race pure du Québec ont la chance de pouvoir utiliser les services de mesures aux ultrasons offerts par le CEPOQ, et ce, à peu de frais (sélection pour hausser l'épaisseur du muscle et réduire le gras de couverture). Ils ont aussi la chance d'utiliser le programme génétique GenOvis et d'avoir l'appui du secteur génétique du CEPOQ dans leur sélection. Il apparaît que ces services doivent être maintenus et développés à leur plein potentiel afin de poursuivre l'amélioration génétique réalisée dans la dernière décennie. Les éleveurs commerciaux doivent également comprendre les avantages de l'utilisation d'une génétique sélectionnée sur son gain et sa musculature et utiliser ces sujets pour améliorer la qualité des carcasses mises en marché.

Certains producteurs doivent également améliorer leurs pratiques d'élevage puisque durant le projet, les abattoirs ont rapporté, à plusieurs reprises, la livraison d'agneaux dont la toison était très humide et fortement souillée. Une densité de population trop forte, un manque de paillage et une ventilation déficiente font partie des causes pouvant expliquer cette observation. En plus de hausser les risques de contamination dans les abattoirs, les agneaux souillés pourraient être plus sujets aux températures extrêmes lors du transport, l'humidité de la toison ayant réduit sa capacité isolante. Étant donné la

fréquence élevée de commentaires faisant état de cette problématique dans les sondages remplis par les contremaitres en abattoir, il apparaît que cette situation devrait être regardée de près par les acteurs de la filière concernés qui pourraient par exemple envisager de légiférer et instaurer une amende pour non-conformité.

En ce qui concerne les abattoirs, il n'était pas possible de connaître la vitesse de refroidissement à laquelle étaient exposées les carcasses. Toutefois, il est connu que ce paramètre affecte la baisse du pH. Par ailleurs, les données ont clairement démontré que les carcasses dont la température était plus faible lors de l'échantillonnage présentaient un pH plus élevé. Puisque les mesures étaient réalisées à l'intérieur de 24h post-mortem, il n'est pas impossible de croire que les carcasses présentant une température plus faible aient été refroidies plus rapidement. Cette donnée devra être révisée par les abattoirs partenaires. Évidemment, la modification des chambres de refroidissement implique des frais importants pour les abattoirs, ce qui peut rendre cette solution plus difficile à appliquer. D'autres méthodes, telles que la stimulation électrique et l'accès à des technologies nouvelles devront ainsi faire l'objet de veille scientifique, et ce, afin d'appuyer les abattoirs dans la recherche de techniques applicables sur la chaîne d'abattage et accessibles financièrement.

Dans les abattoirs, l'élément le plus inquiétant pour la filière est certainement la mise en marché très rapide des carcasses après l'abattage. En effet, durant le projet, mis à part l'Abattoir C, la plupart des carcasses étaient dirigées vers le marché moins de 24h après l'abattage. Le processus de maturation de ces carcasses n'était pas complété et il est difficile de savoir si les conditions d'entreposage des découpes, après le départ de l'abattoir, permettaient de poursuivre la chute du pH et l'attendrissement de la viande. Évidemment, les propriétaires d'abattoirs ont une réalité qui implique un fort roulement des produits, lié à une demande très importante du produit par leur clientèle. La filière devrait toutefois examiner ce qui se passe chez les distributeurs, les informer de la conséquence de la mise en marché trop hâtive de ce produit (conservation) et évaluer le besoin, par exemple, d'indiquer « meilleur après ... », pour que le consommateur profite d'un produit mieux vieilli, tendre et savoureux.

Concernant le transport, les données indiquent que le mélange des femelles et des mâles durant les transports collectifs affecte la qualité du pH de ces derniers. Ceci pourrait résulter de poursuites et de batailles suite au mélange de sujets de diverses entreprises. La séparation des sexes pourrait contribuer à réduire ces dépenses énergétiques, mais ceci ne pouvait être évalué durant le projet et cette pratique pourrait être relativement complexe en pratique. Le taux de chargement demande à être révisé, puisque l'accès à plus d'espace pourrait hausser le niveau de stress de ces animaux grégaire. Toutefois, une densité plus élevée devrait se pratiquer dans le respect des normes nationales et avec un contrôle de l'humidité et de la température lors du transport. Un plus grand nombre de divisions dans les remorques pourrait être une option pour limiter le groupement d'animaux de provenances multiples, mais également la possibilité de se déplacer dans les remorques. Finalement, les remorques à deux étages semblent occasionner plus de stress que les autres types de transport. Toutefois, ces remorques permettent de réduire les frais de transport, puisqu'un plus grand nombre d'agneaux sont présents dans ces chargements. Il serait tout-de-même pertinent que la filière évalue la possibilité d'inviter des spécialistes du chargement et déchargement, tel que Temple Grandin, et ce, afin d'avoir des recommandations qui pourraient limiter le stress chez les animaux. Ces améliorations pourraient ensuite

être transmises à l'ensembles des transporteurs afin de les renseigner sur les meilleures pratiques reliées aux ovins.

Finalement, un critère est commun à tous les acteurs de la filière, soit la mise à jeun avant l'abattage. Ce critère pourrait jouer un rôle considérable sur l'utilisation des réserves énergétiques dans le transport, surtout lorsque ce dernier est d'une durée prolongée. Dans le projet, le temps de transport estimé entre la ferme et l'abattoir permettait, indirectement, d'évaluer la durée minimale de la période de mise à jeun. Toutefois, ces périodes de mise à jeun sont probablement nettement plus longues, surtout si on considère le temps passé lors du transit au poste de rassemblement et le temps d'attente dans les parcs de réception au sein des abattoirs. En questionnant les producteurs, il était inquiétant de constater qu'aucune méthode de mise à jeun similaire n'est appliquée, et ce, sans égard à la distance entre la ferme et l'abattoir. Or, les filières des autres espèces, notamment les productions porcines et avicoles, ont des normes strictes à respecter entre le début de la mise à jeun et l'abattage. L'heure de mise à jeun est généralement soumise par l'abattoir et considère le temps de chargement, de transport et de déchargement avant l'abattage. Ceci permet d'éviter les contaminations en abattoir, mais aussi vise à contrôler la qualité du produit, surtout dans le porc qui peut être sujet aux viandes PSE (surutilisation du glycogène après la mort, pH trop faible, viande pâle, molle, exsudative et perte en eau élevée).

Dans l'ovin, la variété d'aliments servis représente une différence majeure comparativement aux secteurs porcin et avicole. Ainsi, le taux de passage des aliments dans le tractus digestif peut être largement affecté par le taux de fibres des fourrages et le type de rations servies (longueur de coupe, proportion de concentrés). Les données suggèrent que les agneaux nourris exclusivement de fourrages dans les jours précédant l'expédition à l'abattoir pourraient bénéficier de réserves énergétiques plus stables, contribuant à une moins forte utilisation de leurs réserves de glycogène avant l'abattage pour ainsi assurer une baisse de pH plus désirable après la mort. Des recherches additionnelles doivent être réalisées afin de déterminer la quantité et le type d'aliments qui devraient être servis dans les jours précédant le départ pour l'abattoir. Ces données devront aussi tenir compte de l'heure du début de la mise en jeun et de la durée exacte de chacune des étapes entre le départ de la ferme et l'heure de la mort.

Les produits ovins sont présentement soumis à une demande très importante de la part des consommateurs. La qualité doit toutefois demeurer au rendez-vous afin de ne pas perdre ces marchés au profit des compétiteurs d'autres pays ou d'autres filières. Si on devait cibler une action à réaliser pour chacun des acteurs de la filière, et ce, afin d'améliorer la situation ou encore trouver des façons de corriger les problématiques identifiées dans ce projet, grâce à la réalisation de nouveaux projets en R&D, les éléments suivants pourraient être simplement listés pour les producteurs, les transporteurs, les abattoirs et la filière :

Action à réaliser pour chacun des acteurs de la filière :

- **Producteurs** : Utiliser une génétique supérieure sélectionnée pour sa vitesse de croissance et une musculature supérieure (contribue au pH souhaité).
- **Transporteurs** : Contacter des spécialistes du comportement et des manipulations en condition de transport afin de limiter le stress des agneaux soumis au transport collectif.
- **Abattoirs** : Identifier les possibilités de réduire la vitesse de refroidissement des carcasses d'agneaux dans leurs locaux.
- **Filière** : Déterminer le type d'aliments, la quantité à servir dans les jours précédant l'expédition et l'heure de mise à jeun optimale en fonction de la durée totale entre la ferme et l'abattage.

Il s'agit de défis réalisables et un travail concerté permettra certainement de relever ces défis.

9 DIFFUSION DES RESULTATS

La diffusion des résultats s'effectue principalement par :

- Le rapport final qui comprend l'ensemble des résultats sera diffusé sur le site Internet du CEPOQ, ainsi que sur le site d'Agri-Réseau;
- Un aperçu des résultats du projet sera présenté par Mme Johanne Cameron lors d'une conférence lors de la Réunion générale annuelle du CEPOQ qui se tiendra le 13 avril prochain à la Cache à maxime, à Scott en Beauce;
- Un court article de vulgarisation a été publié dans la revue Ovin-Québec pour faire l'annonce du projet, lors de l'édition de l'Automne 2016 (Annexe IV);
- Un article de vulgarisation sera publié dans la revue Ovin-Québec pour la présentation des résultats du projet (article à venir, dans une édition « Spécial R&D » à l'été 2018);
 - Cet article pourra être traduit, à la charge du CEPOQ, afin d'être publié dans la revue *Sheep Canada*.
- Une Journée de recherche en production ovine (JRPO) est à venir en juin 2018 et une conférence sur l'ensemble des résultats et conclusions du projet sera présentée ;

10 CONCILIATION DES DEPENSES

Le fichier Excel de conciliation des dépenses du projet, ainsi que toutes les pièces justificatives qui y sont attachées, ont été transmis au Ministère le 20 décembre 2017.

11 REFERENCES

- Abdullah, A. Y. and Qudsieh, R. I. 2009. Effect of slaughter weight and aging time on the quality of meat from Awassi ram lambs. *Meat Science* 82(3):309-316.
- Ferguson, D. M., Daly, B. L., Gardner, G. E. and Tume, R. K. 2008. Effect of glycogen concentration and form on the response to electrical stimulation and rate of post-mortem glycolysis in ovine muscle. *Meat Sci.* 78: 202-210.
- Fjellkner-Modig, S. and Rudérus, H. 1983. The influence of exhaustion and electrical stimulation on the meat quality of young bulls: Part 2-Physical and sensory properties. *Meat Sci.* 8: 203-220.
- Geesink, G. H., Mareko, M. H. D., Morton, J. D. and Bickerstaffe, R. 2001. Effects of stress and high voltage electrical stimulation on tenderness of lamb m. longissimus. *Meat Sci.* 57: 265-271.
- Fuente, J. d. I., Perez, C., Viera, C., Sanchez, M., Chavarri, E. G. d., Garcia, M. D., Alvarez, I. and Diaz, M. T. 2006. The effect of transport on pH evolution of different muscles in suckling lambs 52nd International Congress of Meat Science and Technology.
- Gardner, G. E., Pethick, D. W., Greenwood, P. L. and Hegarty, R. S. 2006. The effect of genotype and plane of nutrition on the rate of pH decline in lamb carcasses and the expression of metabolic enzymatic markers. *Australian Journal of Agricultural Research* 57(6):661-670.
- Genaro, C., et al. 2015. Effect of slaughter age on meat quality of Chamarito lambs. ResearchGate.net.
- Grandin, T. 2013. Making Slaughterhouses More Humane for Cattle, Pigs, and Sheep. *Annual Review of Animal Biosciences* 1(1):491-512.
- Gregory, N. G. 2007. *Animal Welfare and Meat Production*. 2nd Edition ed. CAB International, Oxfordshire, OX.
- Honikel, K. O. 2004. Conversion of muscle to meat: Glycolysis. Pages 314-318 in W. Jensen, C. Devine, M. Dikeman, eds. *Encyclopedia of Meat Sciences*. Elsevier Academic Press, Oxford, UK.
- Interbev. 2006. Le point sur...la couleur de la viande bovine. Disponible en ligne : <http://www.interbev.asso.fr> (consulté en Janvier 2008).
- Honikel, K. O. 2014a. CHEMICAL AND PHYSICAL CHARACTERISTICS OF MEAT | pH Measurement. Pages 262-266 *Encyclopedia of Meat Sciences (Second Edition)*. Academic Press, Oxford.
- Honikel, K. O. 2014b. CONVERSION OF MUSCLE TO MEAT | Glycolysis. Pages 353-357 *Encyclopedia of Meat Sciences (Second Edition)*. Academic Press, Oxford.
- Honikel, K. O. 2014c. CONVERSION OF MUSCLE TO MEAT | Rigor Mortis, Cold, and Rigor Shortening. Pages 358-365 *Encyclopedia of Meat Sciences (Second Edition)*. Academic Press, Oxford.
- Interbev. 2006. Le point sur...la couleur de la viande bovine. [Online] Available: [http://www.interbev.asso.fr/Interbev/homepage.nsf/35EFECE0D8EEC50AC12571DC0031B719/\\$file/c_ouleur_viande_bovine.pdf](http://www.interbev.asso.fr/Interbev/homepage.nsf/35EFECE0D8EEC50AC12571DC0031B719/$file/c_ouleur_viande_bovine.pdf) [Janvier 2008].

Jacob, R. H., Pearce, K. L., Hopkins, D. L. and Pethick, D. W. 2006. Dehydration does not change the eating quality of lamb meat 52nd International Congress of Meat Science and Technology:129-130.

Jacob, R. H. and Thomson, K. L. 2012. The importance of chill rate when characterising colour change of lamb meat during retail display. *Meat Science* 90(2):478-484.

Karaca, S., Erdoğan, S., Kor, D. and Kor, A. 2016. Effects of pre-slaughter diet/management system and fasting period on physiological indic.

Lévesque, J. and Tremblay, M. E. 2007. Analyse des points critiques relatifs à la qualité de l'agneau lourd du Québec. CEPOQ. 102 pp. Meat and Livestock Australia 2002. Preventing dark-cutting in livestock. On-farm guide. Disponible en ligne : <http://off-farm.mla.com.au/Project-outcomes/Eating-quality/Preventing-dark-cutting-in-livestock> (consulté en janvier 2013).

Martin, K. M., McGilchrist, P., Thompson, J. M. et Gardner, G. E. 2011. Progeny of high muscling sires have reduced muscle response to adrenaline in sheep. *Animal* (2011), 5:7, pp 1060–1070

McGeehin, B., Sheridan, J. J. and Butler, F. 2001. Factors affecting the pH decline in lamb after slaughter. *Meat Science* 58(1):79-84.

Meat and Livestock Australia 2012. MSA requirements for handling sheep. Disponible en ligne : <http://off-farm.mla.com.au> (consulté en janvier 2013).

Meat and Livestock Australia 2012. MSA requirements for handling sheep. Disponible en ligne : <http://off-farm.mla.com.au> (consulté en janvier 2013).

Matarneh, S. K., England, E. M., Scheffler, T. L. and Gerrard, D. E. 2017. Chapter 5 - The Conversion of Muscle to Meat A2 - Toldra', Fidel. Pages 159-185 *Lawrie's Meat Science* (Eight Edition). Woodhead Publishing.

Pearce, K. L., Hopkins, D. L., Williams, A., Jacob, R. H., Pethick, D. W. and Phillips, J. K. 2009. Alternating frequency to increase the response to stimulation from medium voltage electrical stimulation and the effect on objective meat quality. *Meat Sci.* 81: 188-195.

Pouliot, E., Gariépy, C., Thériault, M. and Castonguay, F. W. 2012. Use of post-slaughter technologies to enhance heavy lamb meat quality: pH response and variation. *Proc. 58th Int. Congr. Meat Sci. Technol.*, Montréal, QC. Purchas, R. W. 1990. An assesment of the role of pH differences in determining the relative tenderness of meat from bulls and steers. *Meat Sci.* 27: 129-140.

Sañudo, C., Sanchez, A. and Alfonso, M. 1998. Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. *Meat Sci.* 49: s29-s64.

Schaefer, A. L., Dubeski, P. L., Aalhus, J. L. and Tong, A. K. W. 2001. Role of nutrition in reducing antemortem stress and meat quality aberrations1. *Journal of Animal Science* 79(E-Suppl):E91-E101.

Schwartzkopf-Genswein, K. S., Faucitano, L., Dadgar, S., Shand, P., González, L. A. and Crowe, T. G. 2012. Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: A review. *Meat Science* 92(3):227-243.

Stempa, T., Muchenje, V., Abrahams, A.M. et Bradley, G. 2016. Sex and breed affect plasma glucose, lactate, cortisol, meat quality but not muscle glycolytic potential of Dorper and Merino lambs. *Animal Production Science* 58(5) 958-964

Thompson, J. 2002. Managing meat tenderness. *Meat Science* 62(3):295-308.

Thompson, J. M., Hopkins, D. L., D'Souza, D. N., Walker, P. J., Baud, S. R. and Pethick, D. W. 2005. The impact of processing on sensory and objective measurements of sheep meat eating quality. *Aust. J. Exp. Agric.* 45: 561-573.

Warner, R. D., Cottrell, J. J., D'Souza, D. N., Kerr, M. and Bond, J. 2002. The effect of time off water pre-slaughter on lamb meat quality 48th International Congress of Meat Science and Technology:368-369.

Watanabe, A., Daly, C. C. and Devine, C. E. 1996. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. *Meat Sci.* 42: 67-78.

Węglarz, A. 2010. Effect of slaughter age on meat quality of Chamarito lambs. *Czech J. Anim. Sci.*, 55, 2010 (12): 548–556.

Whipple G and Koohmaraie M 1992. Effects of lamb age, muscle type, and 24-hour activity of endogenous proteinases on postmortem proteolysis. *Journal of Animal Science* 70, 798–804.

ANNEXE I. DISTRIBUTION DES OBSERVATIONS EN FONCTION DE L'HEURE POST-MORTEM

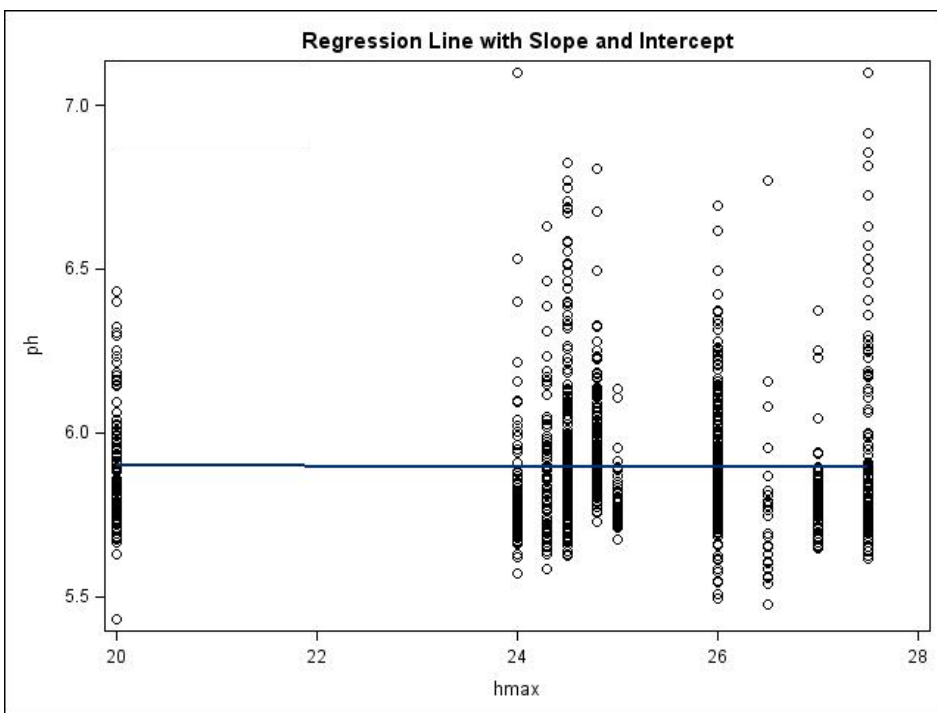


Figure A. Distribution des pH mesurés sur les carcasses d’agneaux dans l’Abattoir B, en fonction de l’heure d’échantillonnage post-mortem (données brutes)

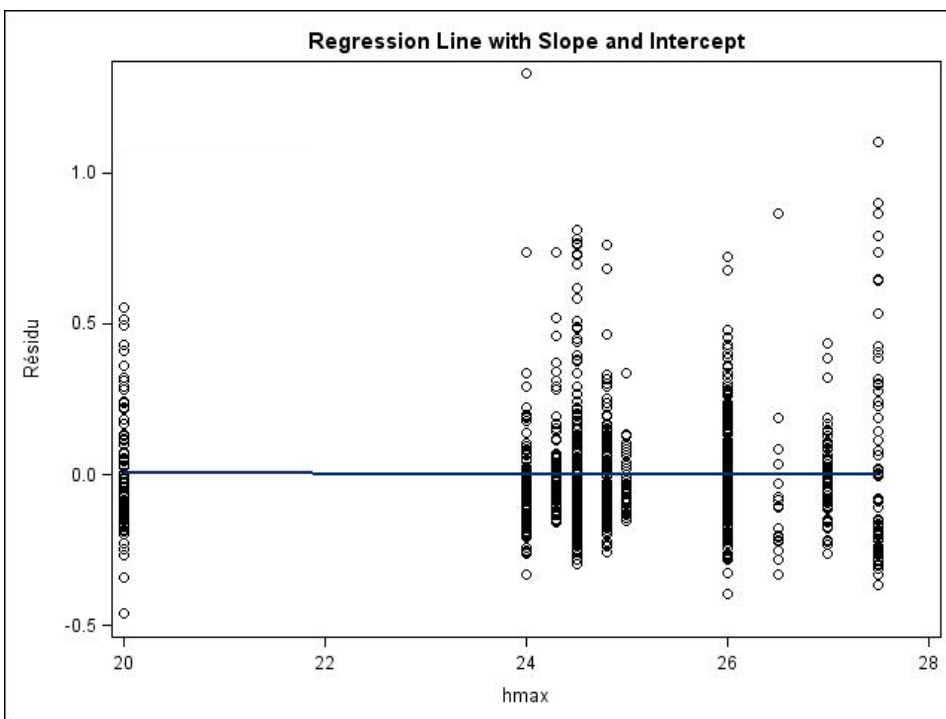


Figure B. Distribution des pH mesurés sur les carcasses d’agneaux dans l’Abattoir B, en fonction des données ajustées (résidus du modèle statistique).

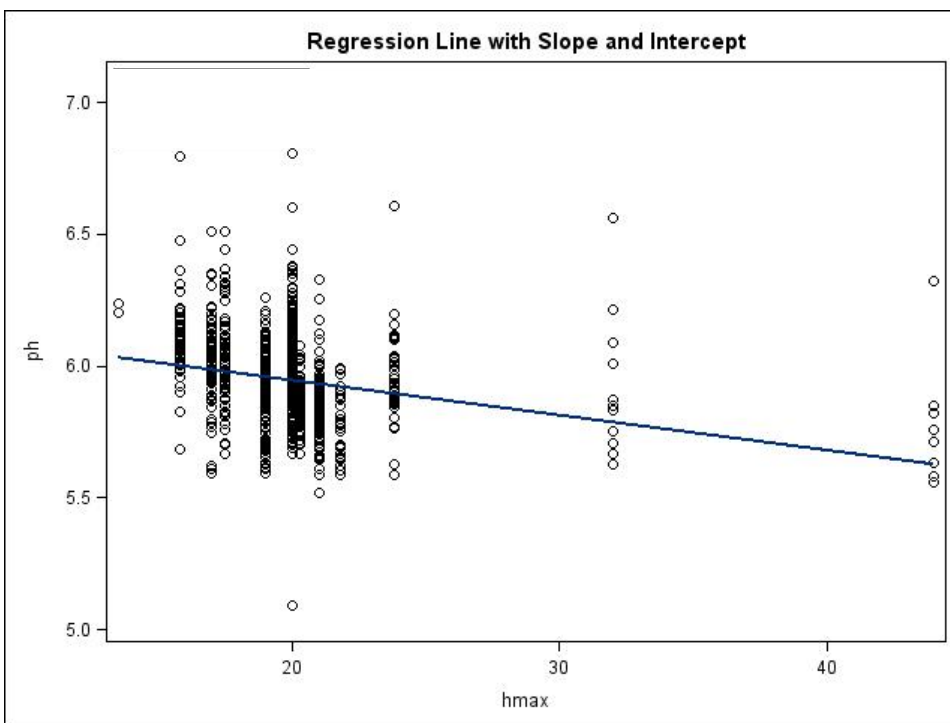


Figure C. Distribution des pH mesurés sur les carcasses d’agneaux dans l’Abattoir A en fonction de l’heure d’échantillonnage post-mortem (données brutes).

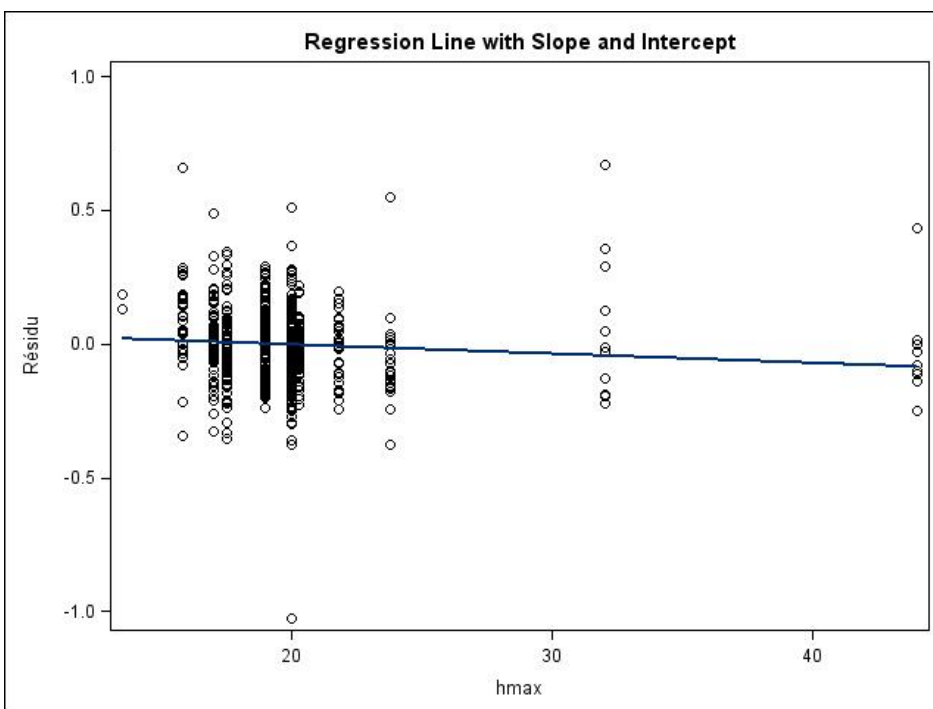


Figure D. Distribution des pH mesurés sur les carcasses d’agneaux dans l’Abattoir A, en fonction des données ajustées (résidus du modèle statistique).

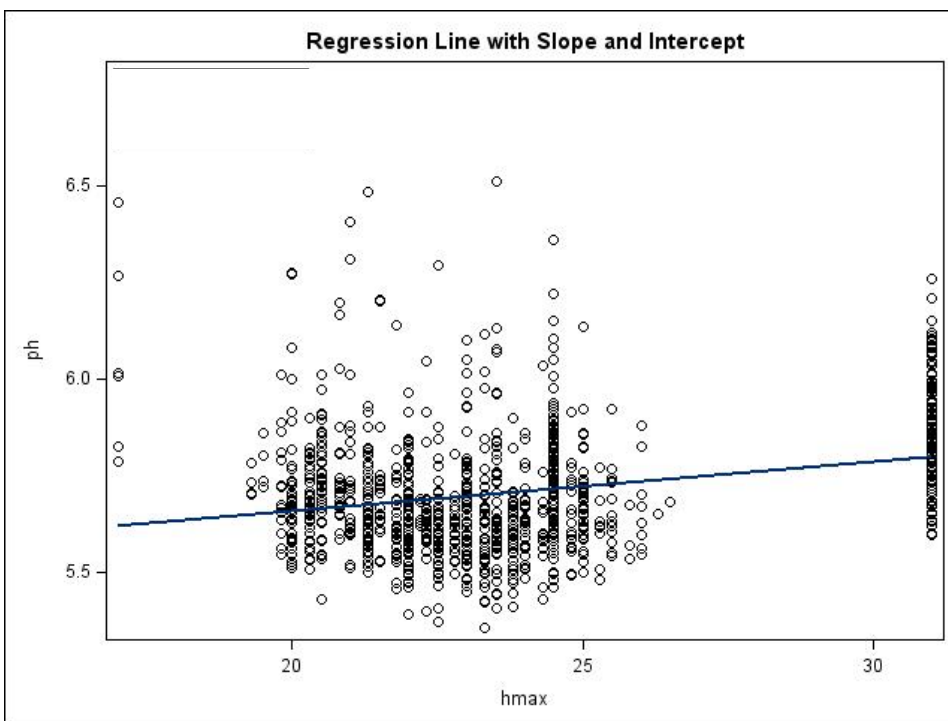


Figure E. Distribution des pH mesurés sur les carcasses d’agneaux dans l’Abattoir C, en fonction de l’heure d’échantillonnage post-mortem (données brutes).

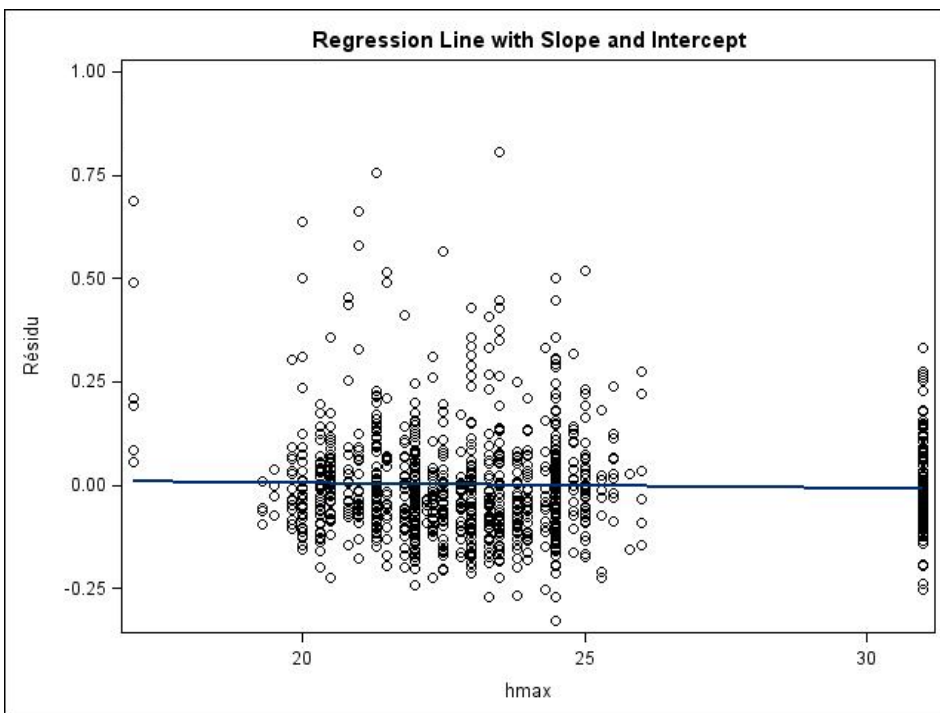


Figure F. Distribution des pH mesurés sur les carcasses d’agneaux dans l’Abattoir C, en fonction des données ajustées (résidus du modèle statistique).

ANNEXE II. DISTRIBUTION DES OBSERVATIONS EN FONCTION DU NOMBRE D'HEURE DE DEPLACEMENT

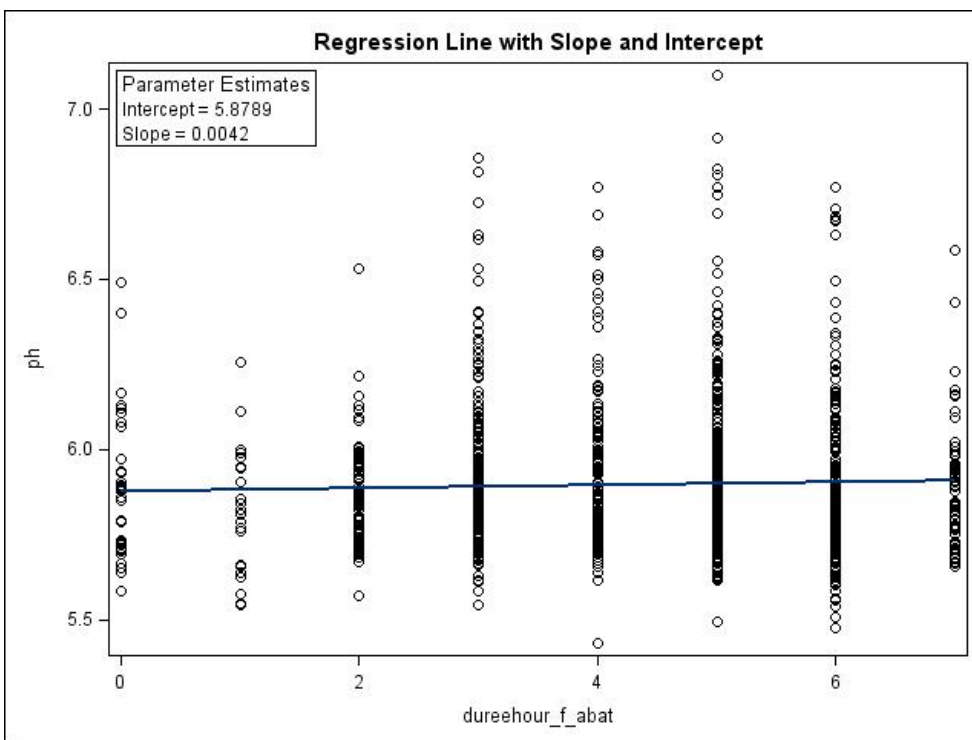


Figure G. Distribution des pH mesurés sur les carcasses d’agneaux dans l’Abattoir B, en fonction de la durée de transport (données brutes)

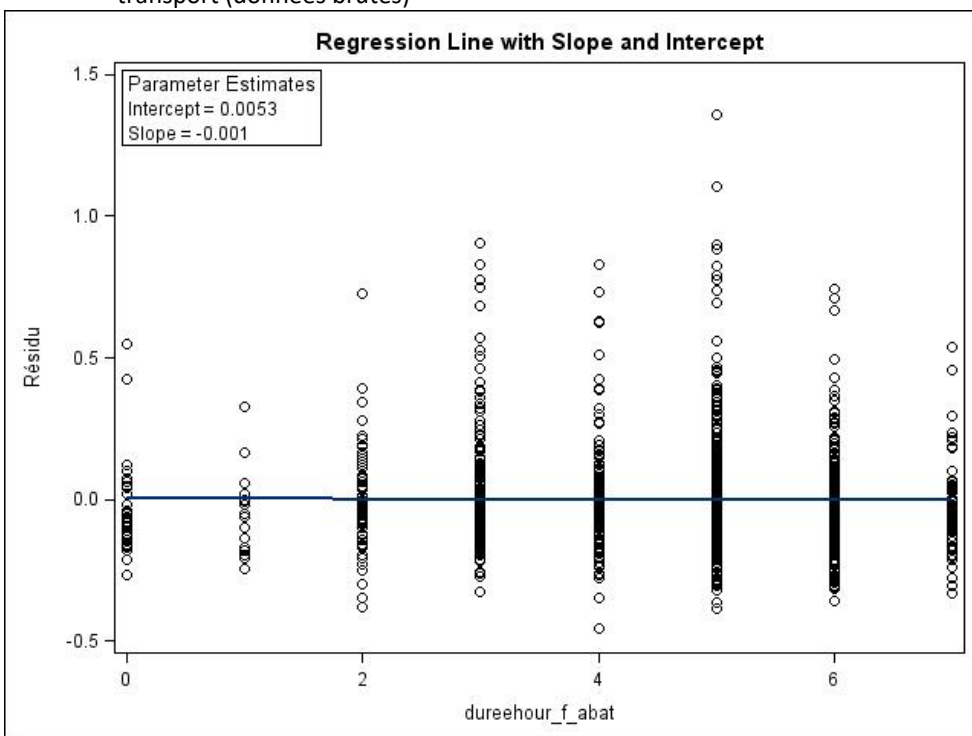


Figure H. Distribution des pH mesurés sur les carcasses d’agneaux dans l’Abattoir B, en fonction de la durée de transport (résidus du modèle statistique).

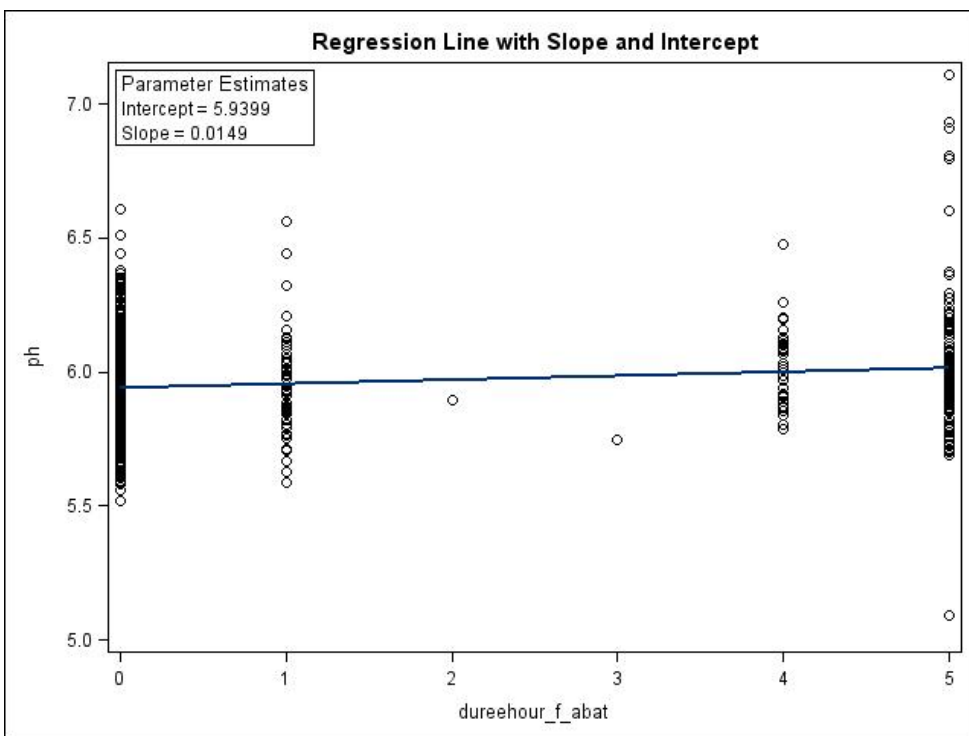


Figure I. Distribution des pH mesurés sur les carcasses d’agneaux dans l’Abattoir A, en fonction de la durée de transport (données brutes)

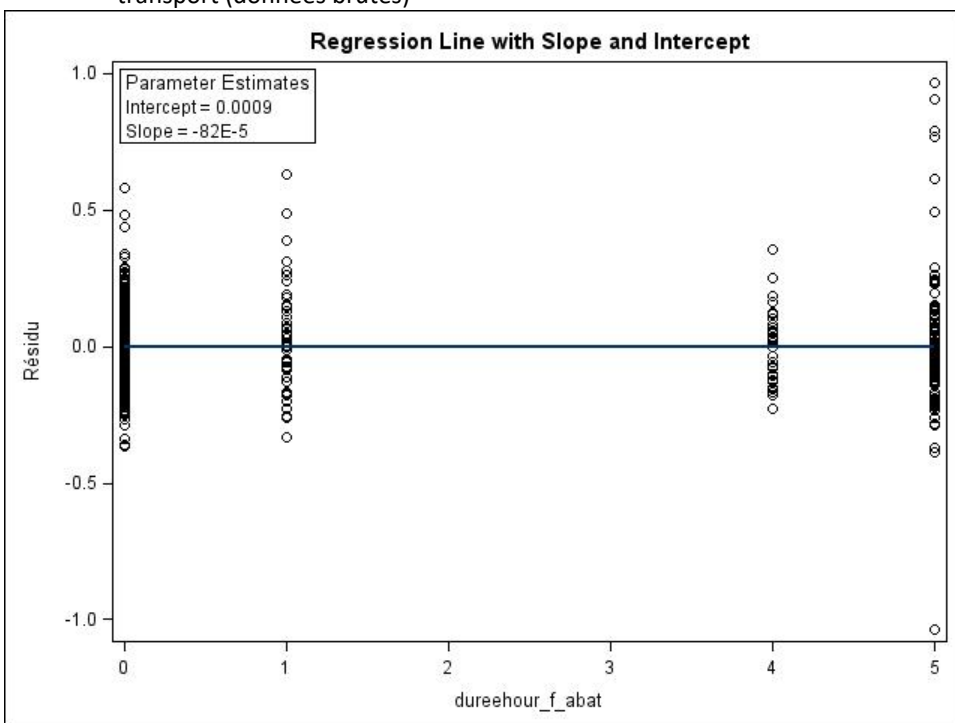


Figure J. Distribution des pH mesurés sur les carcasses d’agneaux dans l’Abattoir A, en fonction de la durée de transport (résidus du modèle statistique).

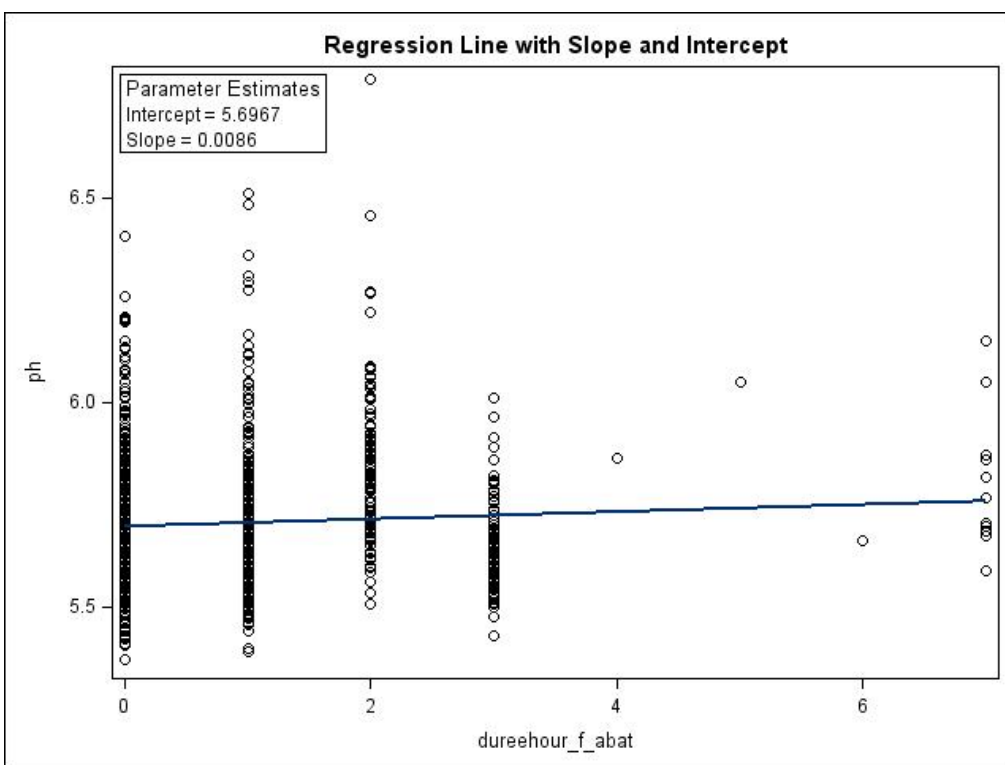


Figure K. Distribution des pH mesurés sur les carcasses d’agneaux dans l’Abattoir C, en fonction de la durée de transport (données brutes)

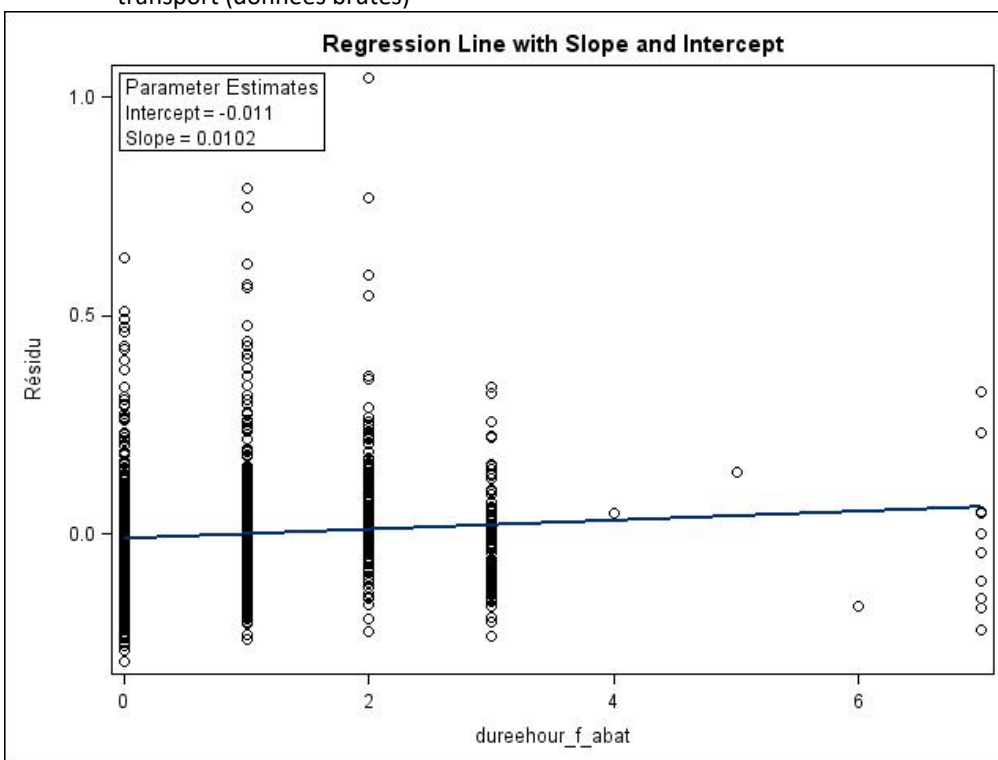


Figure L. Distribution des pH mesurés sur les carcasses d’agneaux dans l’Abattoir C, en fonction de la durée de transport (résidus du modèle statistique).

ANNEXE III. SONDAGE REALISE AUPRES DES PRODUCTEURS

SONDAGE

PROJET STRESS

La période pré-abattage peut être une source de stress importante pour les agneaux. Les manipulations, le jeûne, le chargement, la durée et les conditions de transport, l'arrivée à l'abattoir et le mélange avec d'autres individus représentent des sources potentielles de stress dont les effets cumulés peuvent affecter la qualité de la viande. Nous avons besoin de votre participation pour comprendre les sources de stress pouvant affecter la qualité de la viande d'agneau au Québec.

Nom du producteur : _____

Nom de l'entreprise : _____

Date d'abattage : _____ Abattoir : _____

Nombre livré : _____

TRANSPORT ET CHARGEMENT

1. Quel jour et vers quelle heure les agneaux ont quitté la ferme? _____

2. Qui a assuré le transport des animaux au départ de votre ferme?

- a) Moi-même (propriétaire)
- b) Un autre producteur
- c) Un transporteur d'animaux

3. Comment s'est passé le chargement des animaux à la ferme?

- a) Calme
- b) Difficile
- c) Pénible

4. Quel type de remorque a été utilisée dans le transport lors du départ de la ferme ?

- a. Boîte de transport sur le camion
- b. Traileur 1 étage avec division
- c. Traileur 1 étage sans division
- d. Traileur 2 étages
- e. Vanne (semi-remorque)
- f. Autre : _____

5. Est-ce que les animaux ont voyagé par un poste de rassemblement?

- a. Non
- b. Oui, lequel ? _____ Vers quelle heure? _____

6. Comment s'est déroulé le déchargement à l'abattoir (ou au poste de rassemblement) ?

- a. Calme
- b. Difficile
- c. Pénible
- d. Ne sait pas

*En cas de déchargement « difficile »
ou « pénible », selon-vous, quelles
pourraient être les causes?*

7. Si vos agneaux ont passé par un poste de rassemblement, à votre connaissance, quel type de transport a été utilisé à partir du poste de rassemblement?
- Traileur 1 étage
 - Traileur 2 étages
 - Vanne (semi-remorque)
 - Ne sait pas
8. Est-ce que vos agneaux ont été mélangés avec d'autres agneaux suite au départ de votre ferme ?
- Oui
 - Non

PRÉPARATION AU DÉPART DE LA FERME

9. Est-ce que vos agneaux ont été mis à jeûn avant le départ de votre ferme ?

- Oui
- Non

Si OUI, combien de temps avant le départ de la ferme ?

Si OUI, les agneaux avaient-ils accès à de l'eau ?

Si NON, Quand a été servi le dernier repas ?

- La veille du départ
- Le matin même du départ
- Aliments toujours à volonté
- Autre :

10. Pesez-vous les agneaux pour sélectionner ceux qui partent à l'abattoir?

- Oui
- Non

Si OUI, quand avez-vous fait la dernière pesée ?

- Le jour de l'envoi < 12h avant
- La veille de l'envoi (12 à 24h avant)
- Plus de 24h avant l'envoi
- Autre :

11. Quel type d'équipement de contention avez-vous utilisé pour préparer votre groupe pour le départ vers l'abattoir ou pour la pesée de départ?

- Corral, camembert ou allée de triage (moins de 36 pouces)
- Dans les allées de la bergerie (allée de circulation, allée d'alimentation)
- Pas de matériel de contention disponible à la ferme (dans les parcs)
- Autre : _____

12. Est-ce que les mâles et les femelles qui sont partis à l'abattoir ont été mélangés avant le départ ?

- Oui
- Non

Si OUI, combien de temps avant le départ de la ferme ?

13. Est-ce que des agneaux de différents enclos (mâles et/ou femelles) ont été mélangés avant le départ pour l'abattoir?

- Oui
- Non

Si OUI, combien de temps avant le départ de la ferme ?

RÉGIE D'ÉLEVAGE ET GESTION DES GROUPES

14. Combien d'agneaux gardez-vous en moyenne par enclos?

Cette question vise à estimer si les agneaux élevés en grande cohorte « gèrent » mieux le stress lorsqu'ils se retrouvent dans un groupe nombreux d'animaux (transport, arrivée à l'abattoir, ...)

15. Est-ce que les mâles et les femelles de cet envoi à l'abattoir avaient été élevés séparément ?

- a. Oui
- b. Non

Si **OUI**, Depuis quand ils étaient séparés?

16. Est-ce que les agneaux de cet envoi à l'abattoir étaient habitués d'être pesés? Manipulés?

- a. Oui
- b. Non

Si **OUI**, à quelle fréquence ?

- a. Sur une base hebdomadaire
- b. Aux deux à trois semaines
- c. Une fois par mois
- d. Autre :

17. Lorsque vous faites des pesées de contrôle, avez-vous l'habitude de réorganiser les parcs d'élevage pour trier les agneaux en fonction de leur poids ? (Signifie mélanger après la pesée, selon poids, GMQ, ...)

- a. Oui
- b. Non

Si **OUI**, gardez-vous les mâles et les femelles séparés?

18. Quel était ou quels étaient le(s) génotype(s) des agneaux que vous avez envoyé à l'abattoir? Au mieux de vos connaissances : race(s) et/ou croisement(s).

19. Y-a-t-il eu restriction alimentaire sur les agneaux ?

- a. Oui, restriction sévère dans les derniers jours (moins de 1 semaine) = **aucun grain servi**
- b. Oui, dans les derniers jours (moins de 1 semaine) = un peu de grain servi
- c. Oui, restriction sévère depuis plus de 1 semaine = **aucun grain servi**
- d. Oui, depuis plus de 1 semaine = un peu de grain servi
- e. Non, ils étaient toujours à volonté (grains et moulée à volonté)
- f. Autre :

Par « restriction », on entend : une quantité de grain très limitée ou encore, aucun grain servi

20. Finalement, quel était le programme alimentaire dans les semaines précédant l'envoi ?

Merci de nous retourner ce sondage par fax au CEPOQ au 418-856-6247 ou par courriel à joanne.cameron@cepoq.com

Merci d'avoir rempli ce sondage!
Vos réponses bénéficieront à l'industrie ovine !

ANNEXE IV. ARTICLE OVIN-QUEBEC, AUTOMNE 2016



CEPOQ

15 nouveaux Webinaires pour parfaire vos connaissances de l'ovin dans le confort de votre foyer !

Le CEPOQ s'affaira, dès cet automne, à la mise en place de 15 webinaires portant sur des sujets d'intérêt pour la production ovine. Les thèmes abordés porteront sur : **LA SANTÉ, LA GÉNÉTIQUE ET L'ALIMENTATION**. Ces webinaires seront offerts pour tous, et ce, au cours des années 2016, 2017 et 2018. Ainsi, les producteurs et intervenants pourront profiter d'un large éventail de sujets à l'intérieur de ces différents thèmes choisis.

LA SANTÉ	LA GÉNÉTIQUE	L'ALIMENTATION
➤ Les avortements ➤ Les maladies de fin de gestation et la régie de fin de gestation ➤ Les diarrhées des agneaux ➤ Cas cliniques divers ➤ Gestion judicieuse des médicaments	➤ Les nouveaux indices et les améliorations apportées au programme d'évaluation génétique GenOvis ➤ La gestion des groupes contemporains dans GenOvis ➤ Génétique 101 ➤ Sélection génétique avec le module d'accouplements (avancé) ➤ Optimiser le progrès génétique ➤ Utilisation du programme GenOvis en ligne pour la saisie et l'importation de données	➤ L'ensilage de maïs en production ovine ➤ La qualité des fourrages, ça passe par les champs ➤ Notions approfondies en alimentation des petits ruminants ➤ L'alimentation des brebis, des agneaux et des sujets de remplacement ➤ Notions approfondies sur la gestion en pâturage et l'alimentation complémentaire

Surveillez votre bulletin électronique « *Votre CEPOQ express* » afin de connaître les webinaires à venir et vous y inscrire! Ce projet est financé par le Programme Innov'Action du MAPAQ - Volet 2 : Innovation en production agricole.

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

Canada

Québec

Amélioration de la qualité de la viande d'agneau du Québec Un projet qui requiert votre attention et votre participation

La période préabattage peut être une source de stress pour les agneaux. Les manipulations, le jeûne, le chargement, la durée et les conditions de transport, l'arrivée à l'abattoir et le mélange avec d'autres individus représentent des sources potentielles de stress dont les effets cumulés peuvent avoir des répercussions néfastes sur le bien-être des animaux, mais surtout sur la qualité de leur viande. Ainsi, ces agneaux épuisés par différentes sources de stress, sont à haut risque de présenter des carcasses de moins bonne qualité (pH élevé/couleur de la viande). Lorsque cette viande se retrouve dans l'assiette du consommateur, cela affecte négativement l'image de qualité de l'agneau du Québec. Toutefois, nous ne savons pas quelle proportion des carcasses pourrait être affectée par ce défaut dans la province.

Le CEPOQ, en partenariat avec la FPAMQ, a mis sur pied un projet afin de déterminer l'incidence des viandes à pH élevé chez les agneaux abattus au Québec et ainsi identifier les points critiques et les facteurs de stress qui pourraient être responsables durant la période préabattage.

D'octobre 2016 à septembre 2017, des données sur la qualité de viande d'agneau seront prélevées au sein de deux abattoirs majeurs du Québec. Pour déterminer l'historique de vie des agneaux échantillonnés et identifier les différentes sources de stress auxquelles ils auraient été exposés avant l'abattage, les propriétaires de ces animaux seront contactés. Ces informations seront essentielles à l'analyse des données recueillies en abattoir et permettront d'identifier plus spécifiquement les sources de stress affectant négativement les agneaux.

Pour accepter que la FPAMQ transmette vos coordonnées au personnel en charge du projet, une lettre d'entente vous sera transmise pendant la période d'échantillonnage.

Ce projet est financé par le Programme de développement sectoriel. Volet 3 – Appui à l'innovation en réponse à des enjeux sectoriels prioritaires.

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

Agriculture, Pêcheries
et Alimentation

Québec

Canada



automne 2016

Ovin Québec

9