

# Étude de pesée des produits tripiers chez l'agneau lourd du Québec

## Rapport final (Projet No. 11-C-100)



### RÉDIGÉ PAR

Mireille Thériault, M. Sc.

Adjointe de recherche, Agriculture et Agroalimentaire Canada, CRBLP, Sherbrooke

Geneviève Pouliot

Chargée de projet, Département des sciences animales, Université Laval, Québec

Éric Pouliot, M. Sc.

Étudiant au doctorat, Département des sciences animales, Université Laval, Québec

Amina Baba-Khelil, agr., M. Sc.

Chargée de projet, Fédération des producteurs d'agneaux et moutons du Québec, Longueuil

François Castonguay, Ph. D.

Chercheur, Agriculture et Agroalimentaire Canada, CRBLP, Sherbrooke

Octobre 2011

## REMERCIEMENTS

L'équipe de recherche voudrait remercier sincèrement André, Pierre et Jacques Forget de l'abattoir *Les Viandes Jacques Forget* de Terrebonne ainsi que Carol Bernier de l'*Abattoir de Luceville* pour nous avoir grandement facilité le travail dans leurs installations. Nos remerciements vont également au personnel de ces abattoirs qui nous a aidés à réaliser le travail de pesée.

Des remerciements à Geneviève Pouliot, chargée de projet, Mireille Thériault, adjointe de recherche à Agriculture et Agroalimentaire Canada et à Éric Pouliot, étudiant au doctorat au Département de sciences animales de l'Université Laval, pour la prise des mesures en abattoirs, la compilation des données, les analyses statistiques et la rédaction de ce rapport de recherche.

Cette étude n'aurait pu être réalisée sans le support financier du Ministère de l'agriculture des pêcheries et de l'alimentation du Québec (MAPAQ) dans le cadre du programme d'appui financier aux regroupements et aux associations de producteurs désignés.



FRANÇOIS CASTONGUAY, PH. D.  
Chercheur,  
Agriculture et Agroalimentaire Canada

AMINA BABA-KHELIL, AGR., M. SC.  
Chargée de projet,  
Fédération des producteurs d'agneaux et  
moutons du Québec

## RÉSUMÉ DU PROJET

Depuis 2007, l'agneau lourd au Québec est commercialisé par le biais d'une agence de vente gérée par la Fédération des producteurs d'agneaux et moutons du Québec (FPAMQ). La carcasse d'un agneau lourd est définie, par la convention entre l'agence et les acheteurs, comme étant un agneau abattu dont la peau, la tête et toutes les parties viscérales ont été retirées. Cependant, de plus en plus de ventes où la tête et certains viscères sont gardés sur la carcasse sont effectuées. Ce cas prévaut notamment pour l'abattage de type hallal. À l'heure actuelle, différentes méthodes, variant d'un acheteur à l'autre, sont employées afin d'établir le prix avec la tête et les viscères sur la base des modalités de prix de la convention. Au Québec, il n'y a jamais eu d'étude pour estimer le poids d'une tête et des organes d'un agneau lourd. Ce projet a donc été développé afin de recueillir des données valides et tenter d'établir des relations entre le poids de la tête et des organes commercialisables et le poids de la carcasse des agneaux.

L'objectif général de ce projet était de définir le poids de la tête et des organes pour une carcasse d'agneau lourd du Québec des trois catégories de poids commercialisées (1 : 16,4 à 20,0 kg, 2 : 20,1 à 24,0 kg et 3 : 24,1 kg et plus) dans le but de déterminer une méthode de calcul standardisée et uniforme du prix pour l'ensemble des acheteurs.

Pour ce faire, 195 agneaux ont été évalués, sur deux jours consécutifs, à l'*Abattoir de Luceville*. Une journée de mesure supplémentaire a été nécessaire afin de récolter et peser un nombre de testicules suffisant (n = 179). À l'abattoir *Les Viandes Jacques Forget*, 152 agneaux ont été pesés en une journée.

Les résultats démontrent que, chez l'agneau, seul le poids de l'estomac est relativement constant, peu importe le poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg. Les poids des testicules, du foie, des poumons, du cœur, des reins, de la tête et de la fressure sont reliés de façon linéaire à celui de la carcasse chaude. Par contre, le poids à lui seul explique moins de la moitié de la variation du poids des organes, ce qui implique que d'autres facteurs, tels que le sexe, l'alimentation et la race, sont impliqués. Ainsi, pour les carcasses des trois catégories de poids commercialisées au Québec, le fait de tenir compte du poids de la carcasse dans l'estimation du poids des organes n'apporte pas toujours un gain considérable de précision par rapport à l'utilisation d'une moyenne unique pour chaque organe. C'est le cas notamment pour l'estomac, les reins, le cœur et la tête. Pour chacun de ces organes, les poids

moyens uniques à utiliser seraient de 800, 130, 210 et 1 400 g respectivement. Par ailleurs, pour le cœur et la tête, l'utilisation d'un poids moyen pour chaque catégorie de poids carcasse apporterait un peu plus de précision (185, 205 et 225 g pour le cœur et 1 290, 1 390 et 1 495 g pour la tête pour les catégories 1, 2 et 3). Pour ce qui est des testicules, du foie, des poumons et de la fressure, l'erreur maximale effectuée est plus élevée en utilisant une seule valeur moyenne pour tous les agneaux. Pour améliorer l'estimation du poids de ces organes, un pourcentage unique moyen pourrait être appliqué au poids de la carcasse chaude (1,6, 3,7, 3,0 et 7,6 % pour les testicules, le foie, les poumons et la fressure). Toutefois, sachant que les poids sont relativement variables et que cette variation n'est pas majoritairement due au poids des carcasses, l'utilisation d'une moyenne unique pourrait également être valable pour les testicules (345 g), le foie (855 g), les poumons (685 g) et la fressure (1 715 g).

## TABLE DES MATIÈRES

<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>II</b>
<b>RÉSUMÉ DU PROJET</b> .....	<b>III</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	<b>VII</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	<b>IX</b>
<b>1. CONTEXTE DE L'ÉTUDE</b> .....	<b>11</b>
<b>2. OBJECTIFS</b> .....	<b>12</b>
2.1. Objectif général .....	<b>12</b>
2.2. Objectifs spécifiques .....	<b>12</b>
<b>3. MÉTHODOLOGIE</b> .....	<b>12</b>
3.1. Revue de littérature .....	<b>13</b>
3.2. Rencontre de planification .....	<b>13</b>
3.3. Choix des abattoirs .....	<b>13</b>
3.4. Prise de données, compilation et analyse .....	<b>13</b>
<b>4. REVUE DE LITTÉRATURE</b> .....	<b>14</b>
4.1. Introduction.....	<b>14</b>
4.2. Influence du poids à l'abattage .....	<b>14</b>
4.3. Influence de l'âge à l'abattage .....	<b>17</b>
4.4. Influence de l'alimentation .....	<b>20</b>
4.4.1. Quantité d'aliments et de nutriments consommée .....	<b>20</b>
4.4.2. Nature de l'alimentation (fourrages/concentrés).....	<b>22</b>
4.5. Influence de la race.....	<b>26</b>
4.6. Influence du sexe .....	<b>29</b>
4.7. Conclusion .....	<b>30</b>
4.8. Liste des ouvrages cités.....	<b>31</b>
<b>5. PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL</b> .....	<b>33</b>
5.1. Abattage et prise de données .....	<b>33</b>
5.1.1. Abattoir Les Viandes Jacques Forget .....	<b>34</b>

---

5.1.2. Abattoir de Luceville .....	34
<b>5.2. Analyses statistiques des données .....</b>	<b>35</b>
<b>6. RÉSULTATS &amp; DISCUSSION.....</b>	<b>37</b>
6.1. Statistiques descriptives .....	37
6.2. Influence du sexe .....	38
6.3. Influence du poids d'abattage.....	38
6.4. Choix d'une méthode d'estimation .....	46
<b>7. CONCLUSIONS .....</b>	<b>53</b>
<b>ANNEXE A – NOTIONS DE STATISTIQUE .....</b>	<b>55</b>
7.1. Statistiques descriptives .....	56
7.2. Analyses statistiques.....	57
7.3. Régression .....	58
<b>ANNEXE B – DONNÉES COMPLÉMENTAIRES.....</b>	<b>61</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 4.1.	Poids des organes et de leurs proportions (% du poids de la carcasse chaude) selon différentes catégories de poids de carcasses froides chez l'agneau .....	16
Tableau 4.2.	Proportion du poids de certains organes (% poids à l'abattage) selon différentes catégories de poids d'abattage chez l'agneau .....	17
Tableau 4.3.	Proportion du poids de certains organes et des différentes parties du tractus digestif (% du poids à l'abattage) selon l'âge de l'agneau .....	19
Tableau 4.4.	Poids (kg) du foie et de l'estomac chez l'agneau selon le type et la durée de la restriction alimentaire .....	21
Tableau 4.5.	Poids de certains organes (g) en fonction des différents types de fourrages servis et du pourcentage de concentrés (0, 20 ou 40 %) intégré à la ration des agneaux .....	24
Tableau 4.6.	Poids (kg) et proportion (% du poids vif) de certains organes en fonction du type d'alimentation des agneaux .....	25
Tableau 4.7.	Poids (g) de certains organes chez les agneaux consommant deux types de fourrages de trois qualités différentes .....	26
Tableau 4.8.	Poids de certains organes (kg) chez différentes races d'agneaux .....	27
Tableau 4.9.	Poids (kg) de certains organes pour différentes races d'agneau .....	29
Tableau 4.10.	Poids (kg) de certains organes selon le sexe de l'agneau .....	30
Tableau 5.1.	Nombre de carcasses et organes pesés aux abattoirs Forget et Luceville .....	33
Tableau 6.1.	Statistiques descriptives <sup>y</sup> du poids des différents organes chez les agneaux de poids carcasse chaude variant entre 16,4 et 29,5 kg .....	37
Tableau 6.2.	Statistiques descriptives <sup>z</sup> du poids des testicules chez les agneaux de poids carcasse chaude variant entre 16,4 et 29,5 kg .....	38
Tableau 6.3.	Poids des organes selon la catégorie de poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg chez les agneaux (moyennes ajustées <sup>w</sup> ) .....	39
Tableau 6.4.	Proportion du poids des organes (% du poids de la carcasse chaude) selon la catégorie de poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg chez les agneaux (moyennes ajustées <sup>w</sup> ) .....	40

Tableau 6.5.	Poids (g) et proportion du poids des testicules (% du poids de la carcasse chaude) selon la catégorie de poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg chez les agneaux (moyennes ajustées <sup>x</sup> ).....	40
Tableau 6.6.	Équations de prédiction du poids des différents organes à partir du poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg.....	45
Tableau 6.7.	Poids de différents organes obtenus avec quatre méthodes d'estimation pour un agneau de 17, 22 et 27 kg carcasse .....	47
Tableau B.1.	Statistiques descriptives <sup>z</sup> du poids (kg) des organes selon la catégorie de poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg chez les agneaux – Abattoir Forget .....	62
Tableau B.2.	Statistiques descriptives <sup>z</sup> du poids des organes selon la catégorie de poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg chez les agneaux – Abattoir de Luceville .....	63
Tableau B.3.	Poids des organes selon le sexe et la catégorie de poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg chez les agneaux (moyennes ajustées <sup>w</sup> ).....	64
Tableau B.4.	Proportion du poids des organes (% du poids de la carcasse chaude) selon le sexe et la catégorie de poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg chez les agneaux (moyennes ajustées <sup>w</sup> ).....	65

## LISTE DES FIGURES

Figure 4.1 .	Proportion du poids (% du poids à la naissance) des différents compartiments de l'estomac et de l'intestin pendant les 16 premières semaines de vie de l'agneau.....	18
Figure 6.1.	Relation entre le poids des organes et le poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg .....	41
Figure 6.2.	Réponses obtenues avec quatre différentes méthodes d'estimation du poids de l'estomac pour des carcasses d'agneau de poids variant de 16,4 à 29,5 kg. ....	48
Figure 6.3.	Réponses obtenues avec quatre différentes méthodes d'estimation du poids des reins pour des carcasses d'agneau de poids variant de 16,4 à 29,5 kg. ....	49
Figure 6.4.	Réponses obtenues avec quatre différentes méthodes d'estimation du poids du cœur pour des carcasses d'agneau de poids variant de 16,4 à 29,5 kg. ....	50
Figure 6.5.	Réponses obtenues avec quatre différentes méthodes d'estimation du poids de la tête pour des carcasses d'agneau de poids variant de 16,4 à 29,5 kg. ....	50
Figure 6.6.	Réponses obtenues avec quatre différentes méthodes d'estimation du poids des testicules pour des carcasses d'agneau de poids variant de 16,4 à 29,5 kg. ....	51
Figure 6.7.	Réponses obtenues avec quatre différentes méthodes d'estimation du poids du foie pour des carcasses d'agneau de poids variant de 16,4 à 29,5 kg. ....	52
Figure 6.8.	Réponses obtenues avec quatre différentes méthodes d'estimation du poids des poumons pour des carcasses d'agneau de poids variant de 16,4 à 29,5 kg. ....	52
Figure 6.9.	Réponses obtenues avec quatre différentes méthodes d'estimation du poids de la fressure pour des carcasses d'agneau de poids variant de 16,4 à 29,5 kg. ....	53

Figure B.1. Relation entre le poids des organes et le poids de la carcasse chaude entre  
16,4 et 29,5 kg en fonction du sexe.....66

Figure B.2. Relation entre le poids des organes et le poids de la carcasse chaude  
variant entre 16,4 et 29,5 kg en fonction du sexe.....67

## 1. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

---

Au Québec, la consommation de viande ovine a connu une croissance de 30 % au cours des 20 dernières années. En effet, la consommation apparente par habitant est passée de 0,9 kg/an en 1991 à 1,2 kg/an en 2009 (Statistique Canada, 2009). Selon la *Monographie de l'industrie ovine au Québec* publiée par le MAPAQ en 2008, les consommateurs dont la consommation de viande ovine est fortement ancrée dans les habitudes alimentaires sont essentiellement issus des communautés ethniques (Musulmans, Juifs, Européens...). De plus, une étude de marché récente prédit que la consommation de viande d'agneau au Canada devrait augmenter de plus de 40 % d'ici 2020, résultat de l'augmentation de l'immigration, mais aussi due au fait que le consommateur recherche davantage à diversifier son alimentation (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2005).

La part de marché de l'agneau produit et vendu au Québec a suivi la tendance à la hausse de la consommation en passant de 27 % en 2001 à 42 % en 2006 (Dumoulin, 2009). Depuis 2007, l'agneau lourd au Québec est commercialisé par le biais d'une agence de vente. Celle-ci est gérée par la Fédération des producteurs d'agneaux et moutons du Québec (FPAMQ). Une convention de mise en marché des agneaux lourds spécifie les modalités de ventes entre les producteurs et les acheteurs. Selon cette convention, le prix de l'agneau lourd correspond au poids de sa carcasse chaude multiplié par l'indice de classification et par le prix au kilogramme. La carcasse d'un agneau lourd est définie par la convention comme étant un agneau abattu dont la peau, la tête et toutes les parties viscérales ont été retirées<sup>1</sup>. La convention prévoit néanmoins, le cas spécifique où l'acheteur désire garder certaines parties sur la carcasse. Ce cas prévaut notamment pour l'abattage de type hallal. D'ailleurs, de plus en plus, l'abattage d'agneaux se fait selon des rites spécifiques à plusieurs communautés (hallal et kasher par exemple). Pour répondre à ces spécificités, les abattoirs québécois ont dû s'adapter.

---

<sup>1</sup> **Article 4.05 de la convention:** la carcasse d'un agneau lourd est celle dont on a enlevé la peau, la partie de la tête et du cou antérieur à la première vertèbre cervicale, la partie des membres postérieurs et antérieurs située en dessous de l'articulation tibiotarsienne tel qu'indiqué à l'annexe 6, le système respiratoire, digestif, reproductif et urinaire ainsi que les organes thoraciques et abdominaux, la partie membraneuse du diaphragme, les masses graisseuses du cœur et du scrotum ou du pis, la partie de la queue postérieure à la troisième vertèbre coccygienne et toute partie dont l'enlèvement est exigé pour des raisons d'ordre pathologique conformément au Règlement de 1990 sur l'inspection des viandes.

À l'heure actuelle, différentes méthodes, variant d'un acheteur à l'autre, sont employées afin d'établir le prix avec la tête et les viscères sur la base des modalités de prix de la convention.

Agriculture et Agroalimentaire Canada. 2005. Tendances alimentaires au Canada d'ici 2020 - Perspectives de la consommation à long terme, étude réalisée par Serecom Management Consulting Inc., Edmonton, Alberta, pour Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Statistique Canada. 2009. Statistique sur les aliments. Publication no 21-020-X. 43 pages

Dumoulin, P. 2009. L'agneau produit au Québec répond-il au besoin de nos marchés. Symposium Ovin 2009, 18 et 19 septembre, Granby, p.13-25.

MAPAQ. 2008. Monographie de l'industrie ovine au Québec. Gouvernement du Québec, 93 pages.

## 2. OBJECTIFS

---

### 2.1. Objectif général

Définir le poids de la tête et des organes pour une carcasse d'agneau lourd du Québec des trois strates de poids commercialisées (16 à 20, 20 à 24 et 24 kg et plus) et déterminer une méthode de calcul standardisée et uniforme du prix pour l'ensemble des acheteurs.

### 2.2. Objectifs spécifiques

- ❑ Réaliser des pesées pour chacune des parties suivantes : cœur, foie, poumons, reins, testicules, estomac (rumen ou panse, le réseau ou bonnet, le feuillet et la caillette) et tête;
- ❑ Déterminer la proportion du poids de la tête et des produits tripiers par rapport au poids total de la carcasse chaude;
- ❑ Déterminer les relations mathématiques qui existent entre le poids de la tête et des organes commercialisables (cœur, foie, poumons, reins, estomac et testicules) et le poids de la carcasse chaude.

## 3. MÉTHODOLOGIE

---

La démarche suivie pour répondre à l'ensemble de ces objectifs est présentée ci-bas.

### **3.1. Revue de littérature**

Une revue de littérature a été effectuée afin de rapporter les résultats des études à travers le monde qui ont évalué le développement du poids de la tête et des organes internes chez l'agneau. Elle a également permis d'identifier les facteurs qui peuvent influencer le développement et la masse des organes et de la tête chez l'agneau lourd. Ces facteurs concernent principalement le poids et l'âge à l'abattage, l'alimentation, la race et le sexe des agneaux. De plus, elle a rendu possible la comparaison des informations répertoriées dans la littérature avec les résultats qui ont été recueillis dans les abattoirs québécois dans le cadre du présent projet.

### **3.2. Rencontre de planification**

Une rencontre de planification a été organisée avec l'équipe de recherche et les intervenants du milieu concernés par le sujet, soit M. André Forget de l'abattoir *Les Viandes Jacques Forget* et M. Dany Côté de l'*Abattoir de Luceville*, afin de bien cibler les besoins de l'industrie en ce qui concerne les produits tripiers et discuter de la méthodologie à utiliser pour atteindre les objectifs du projet.

### **3.3. Choix des abattoirs**

Afin de collecter des données sur un échantillon d'agneaux représentatif à l'échelle provinciale, deux des principaux abattoirs dans le secteur ont été impliqués dans le projet. Il s'agit de l'abattoir *Les Viandes Jacques Forget*, situé à Terrebonne, et l'*Abattoir de Luceville* situé à Sainte-Luce. Une visite préliminaire a été effectuée dans les deux abattoirs quelques semaines avant la prise de données officielle afin de définir une méthode de travail fonctionnelle qui ne ralentirait pas la chaîne d'abattage.

### **3.4. Prise de données, compilation et analyse**

Après abattage, les poids des viscères d'un échantillon d'agneaux lourds ont été recueillis aux deux abattoirs. Le détail des opérations ainsi que le processus sont décrits à la section 5 dans le présent rapport.

## 4. REVUE DE LITTÉRATURE

---

Les termes statistiques utilisés dans la présente section sont définis à l'annexe A afin de faciliter la compréhension des résultats.

### 4.1. Introduction

Au Québec, la demande pour la viande d'agneau issue de rites d'abattages spécifiques (kasher et hallal) est de plus en plus importante en raison de la croissance de la population ethnique pour qui la consommation d'agneau est bien ancrée dans les habitudes alimentaires. À titre d'exemple, la demande pour des produits très spécifiques à l'occasion de certaines fêtes ethniques, comme la « Fête du bélier », est de plus en plus en vogue. À plusieurs occasions, les consommateurs préfèrent que la tête et certains organes soient vendus avec la carcasse. Pour les marchés traditionnels de l'agneau lourd du Québec, la tête et les organes ne sont pas valorisés. Les carcasses sont vidées et commercialisées sans la tête, alors que le marché du « cinquième quartier » se développe avec une demande pour les produits comme l'estomac (rumen ou panse, le réseau ou bonnet, le feuillet et la caillette), le cœur et les testicules. Dans ces cas, la carcasse est pesée avec les organes à l'intérieur. Il est alors impossible de connaître le poids de la carcasse seule, sans les organes et/ou la tête, pour en établir le prix exact. Au Québec, il n'y a jamais eu d'étude pour estimer le poids de la tête et des organes d'un agneau lourd.

### 4.2. Influence du poids à l'abattage

Un des principaux facteurs qui influence la masse des organes chez l'agneau est le poids à l'abattage. Plusieurs recherches ont confirmé que la proportion des organes par rapport au poids de la carcasse varie en fonction du poids d'abattage (Wood *et al.*, 1983; Jenkins et Leymaster, 1993; Joy *et al.*, 2008; Yakan et Ünal, 2010), confirmant que la croissance viscérale n'est pas proportionnelle à la croissance corporelle chez l'agneau. Cette affirmation est appuyée par l'équipe de Wood *et al.* (1983) qui a mis en évidence que plus un agneau est lourd, plus la contribution des organes par rapport au poids de la carcasse diminue. Dans cette étude, des agneaux de différentes races (Clun Forest, Hampshire, Suffolk et Colbred) ont été divisés en quatre catégories selon le poids de leur carcasse froide (15, 17, 19 et 21 kg) afin de vérifier l'évolution de la masse viscérale en fonction des strates de poids fixes. Le poids individuel des organes a été enregistré, ce qui a permis de calculer la proportion que chacun des organes représente sur la base du poids de la carcasse froide. Il est ainsi possible de classer les organes en ordre

décroissant par rapport au poids qu'ils représentent dans une carcasse d'agneau : intestin, tête, estomac, foie, poumons, cœur et organes reproducteurs (Tableau 4.1). La majorité des organes voient leur proportion diminuer avec une augmentation du poids vif et, par le fait même, du poids de la carcasse, sauf en ce qui concerne les organes reproducteurs qui ne suivent pas de tendance particulière. D'ailleurs, il s'avère que le poids des organes reproducteurs est très variable et élevé par rapport au poids de l'agneau, toujours selon cette étude.

Des résultats similaires ont été obtenus par l'équipe de Yakan et Ünal (2010) qui a aussi évalué les proportions des organes selon des groupes précis de poids vif situés entre 30 et 45 kg (Tableau 4.2). Il a été établi dans cette étude que les proportions du poids des poumons, du foie et des reins diminuent avec une augmentation du poids de la carcasse froide, tandis que la proportion des testicules augmente alors que les autres organes ne montrent pas de tendance spécifique. La contradiction des résultats sur la masse des testicules était prévisible, étant donné la grande variabilité du poids de cet organe. D'autres études sur le sujet montrent que la tendance générale serait que le pourcentage des organes chez les agneaux les plus légers serait plus élevé que chez les plus lourds (Wood *et al.*, 1983; Jenkins et Leymaster, 1993; Pérez *et al.*, 2007; Joy *et al.*, 2008).

Il faut cependant être prudent lors de l'interprétation des résultats, car une comparaison basée sur le poids d'une carcasse chaude ou froide donnera des proportions différentes. En effet, il y a une différence significative entre le poids d'une carcasse chaude et celui d'une froide (Yakan et Ünal, 2010). Cette différence peut être aussi importante que 1 kg, ce qui amène une variation importante lors de l'évaluation de la proportion des organes (Wood *et al.*, 1983). Toutefois, les mêmes tendances persistent, que la proportion des organes soit calculée sur la base du poids d'une carcasse chaude ou froide. De plus, il est préférable de comparer par rapport à un poids carcasse plutôt qu'à un poids vif à l'abattage puisque c'est une valeur plus stable avec moins de fluctuations. Il y a en effet moins de composantes qui influencent le poids vif, notamment la masse du contenu digestif.

**Tableau 4.1. Poids des organes et de leurs proportions (% du poids de la carcasse chaude) selon différentes catégories de poids de carcasses froides chez l'agneau**

Variables	Catégorie de poids (kg) <sup>x</sup>				ET <sup>y</sup>
	15	17	19	21	
<b>Poids à l'abattage (kg)</b>	33,25	37,12	41,04	44,25	0,46
<b>Poids carcasse chaude (kg)</b>	15,70	18,21	20,46	22,48	0,15
<b>Organes</b>					
Estomac et œsophage (kg)	1,21 (7,7) <sup>z</sup>	1,26 (6,9)	1,35 (6,6)	1,44 (6,4)	0,04
Intestins (kg)	1,70 (10,8)	1,76 (9,7)	1,87 (9,1)	2,08 (9,3)	0,04
Tête (kg)	1,29 (8,2)	1,30 (7,1)	1,41 (6,9)	1,44 (6,4)	0,03
Foie (g)	559 (3,6)	613 (3,4)	648 (3,1)	702 (3,1)	23,5
Poumons et péricarde (g)	436 (2,8)	454 (2,5)	493 (2,4)	514 (2,3)	12,6
Cœur (g)	161 (1,03)	178 (0,98)	189 (0,92)	197 (0,88)	3,2
Organes reproducteurs (g)	106 (0,68)	106 (0,58)	148 (0,72)	136 (0,60)	29,3

<sup>x</sup> Le poids des organes diffère significativement entre les catégories de poids de carcasse ( $P < 0,001$ ) excepté pour les organes reproducteurs

<sup>y</sup> Erreur type

<sup>z</sup> % du poids de la carcasse chaude entre parenthèses

*Adapté de Wood et al. (1983)*

**Tableau 4.2. Proportion du poids de certains organes (% poids à l'abattage) selon différentes catégories de poids d'abattage chez l'agneau**

Variables	Catégorie de poids				Valeur de P
	1	2	3	4	
<b>Poids à l'abattage (kg)</b>	30,71	35,70	39,85	45,86	
<b>Poids de la carcasse chaude (kg)</b>	13,57	16,21	18,78	21,50	
<b>Poids de la carcasse froide (kg)</b>	13,15	15,75	17,96	20,57	
<b>Organes (%)</b>					
Tête	5,09	4,89	5,11	4,76	
Cœur	0,61	0,70	0,61	0,58	
Poumons	1,72 <sup>a</sup>	1,62 <sup>ab</sup>	1,55 <sup>ab</sup>	1,48 <sup>b</sup>	*
Foie	2,57 <sup>a</sup>	2,49 <sup>a</sup>	2,27 <sup>b</sup>	2,26 <sup>b</sup>	*
Testicules	0,27 <sup>a</sup>	0,54 <sup>a</sup>	1,15 <sup>b</sup>	0,94 <sup>b</sup>	***
Tractus digestif vide	7,58	8,05	6,97	7,64	
Reins <sup>y</sup>	0,37 <sup>a</sup>	0,36 <sup>a</sup>	0,34 <sup>ab</sup>	0,31 <sup>b</sup>	*

<sup>y</sup> Basé sur le poids de la carcasse froide

\*p < 0,05; \*\*p < 0,01; \*\*\*p < 0,001

a,b : Les valeurs d'une même ligne suivies de lettres distinctes sont significativement différentes

*Adapté de Yakan et Ünal (2010)*

### 4.3. Influence de l'âge à l'abattage

Un second facteur qui influence le poids des viscères chez l'agneau concerne l'âge à l'abattage. Il apparaît que chaque organe montre une augmentation de sa masse suivant à la fois le poids de l'agneau et son âge (Wardrop et Coombe, 1960). Les différents organes, en plus d'être de taille différente à la naissance, ont une croissance qui leur est spécifique jusqu'à 112 j de vie (Wardrop et Coombe, 1960). Prenons comme exemple la croissance de l'estomac. La croissance de chaque compartiment ne se fait pas de façon proportionnelle; elle dépendra de l'âge de l'agneau ainsi que de son alimentation. C'est ce qu'illustre la figure 4.1 en mettant en évidence la différence de croissance entre les différentes sections du système digestif de l'agneau, plus spécifiquement les quatre compartiments de l'estomac. Cette figure montre que le rumen est le compartiment qui a la croissance la plus élevée chez l'agneau entre la naissance et l'âge de 16 semaines, suivie du réticulum, de l'omasum et de l'abomasum. Lorsque l'agneau reçoit une alimentation uniquement à base de lait, le rumen croît uniquement avec l'âge, car ce type d'alimentation ne lui permet pas de se développer normalement (Wardrop, 1960). Il apparaît que le

rumen des agneaux peut atteindre son taux de croissance maximum entre la naissance et la neuvième semaine de vie, mais un développement normal serait possible uniquement s'il y a introduction d'aliments solides (Wardrop, 1960; Wardrop et Coombe, 1960).

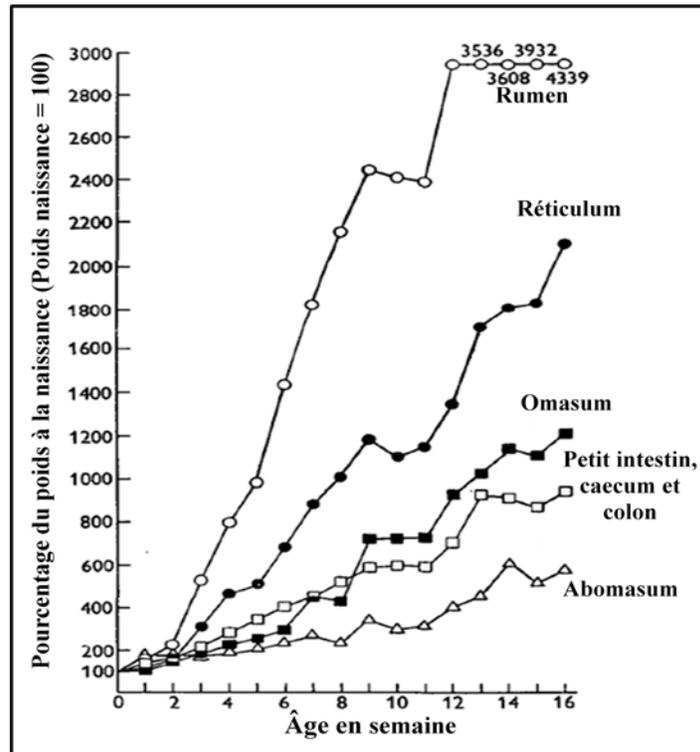


Figure 4.1 . Proportion du poids (% du poids à la naissance) des différents compartiments de l'estomac et de l'intestin pendant les 16 premières semaines de vie de l'agneau

*Adaptée de Wardrop et Coombe (1960)*

Le tableau 4.3 montre l'évolution du poids de certains organes, exprimé en pourcentage du poids vif, en fonction de l'âge de l'agneau. Il est intéressant de constater que ce pourcentage augmente avec le temps en ce qui concerne l'estomac, et diminue pour le cœur, le foie et les poumons. Contrairement aux autres organes, le système digestif est relativement peu développé à la naissance, mais se développe rapidement par la suite pour atteindre vers 56 j, la même proportion de poids, relatif au poids de la carcasse, que celle atteinte à l'âge adulte (Wardrop et Coombe, 1960). Il est aussi intéressant de

constater dans ce tableau que les divers compartiments de l'estomac ne grossissent pas dans les mêmes proportions, ce qui concorde avec les résultats de la figure 4.1.

**Tableau 4.3. Proportion du poids de certains organes et des différentes parties du tractus digestif (% du poids à l'abattage) selon l'âge de l'agneau**

Organes	Âge (j)			
	Naissance	21	56	112
<b>Poids à l'abattage (kg)</b>	5,7	12,1	21,5	38,9
<b>Organes (%)</b>				
Foie	2,7	2,0	1,9	1,8
Reins	0,6	0,5	0,4	0,4
Cœur	1,0	0,7	0,7	0,6
Poumons et trachée	1,9	1,9	1,8	1,4
Estomac	1,0	1,3	2,1	2,5
<i>Rumen</i>	0,2	0,6	1,4	1,5
<i>Réticulum</i>	0,1	0,1	0,2	0,3
<i>Omasum</i>	0,1	0,1	0,1	0,2
<i>Abomasum</i>	0,6	0,5	0,4	0,5

*Adapté de Wardrop et Coombe (1960)*

Dans une étude récente, Alvarez-Rodriguez et al. (2009) ont établi que les organes et la tête sont plus développés à la naissance par rapport au reste du corps, c'est-à-dire que leur proportion est beaucoup plus importante par rapport au poids vif dans les premières semaines de vie. Il apparaît que les organes ne suivent pas tous la même croissance; le poids du foie serait relié à la croissance générale de l'animal tandis que celui des reins serait plutôt relié au dépôt de gras de la carcasse. De plus, des chercheurs ont constaté qu'il y a un ordre de développement des organes : les reins en premier, suivi du cœur, de la tête, des poumons et du foie (Jenkins et Leymaster, 1993). D'ailleurs, il a été montré que les organes atteignent leur maturité avant le reste de la carcasse. Bref, les organes internes suivent un rythme de croissance spécifique à chacun d'eux dans le temps, ce qui a un impact sur leur poids au moment de l'abattage, surtout s'ils n'ont pas atteint leur maturité. C'est pourquoi l'âge d'abattage a un effet sur la masse viscérale.

#### 4.4. Influence de l'alimentation

L'un des facteurs qui a un effet sans contredit sur la croissance et le développement des organes est l'alimentation, que ce soit par la quantité d'aliments consommée ou simplement la nature de la ration.

##### 4.4.1. Quantité d'aliments et de nutriments consommée

L'influence de la quantité d'aliments consommée sur le poids des viscères a été mise en évidence par des expériences de restriction alimentaire. Ainsi, la restriction alimentaire peut avoir un impact important sur le développement des organes chez les agneaux. Ceci a d'ailleurs été montré dans l'étude de Drouillard *et al.* (1991) dans laquelle des agneaux croisés recevaient des rations dont les teneurs en protéines ou en énergie avaient été diminuées. Afin d'être en mesure de créer une telle situation, les chercheurs ont élaboré deux types de rations servies à volonté: la première, restreinte en protéines, était à base d'ensilage de maïs, d'amidon de maïs ainsi que de mélasse; la seconde était restreinte en énergie et était constituée d'ensilage de maïs, de gluten et de protéines de sang. Les deux rations étaient formulées pour maintenir constant le poids des animaux. Les résultats ont montré que les agneaux restreints au niveau de l'énergie ou des protéines avaient un foie et un estomac moins massif, aussi bien en termes de masse que de proportion par rapport au poids de la carcasse, que les agneaux nourris *ad libitum* avec une ration équilibrée (Tableau 4.4). Il apparaît d'ailleurs que lorsque les agneaux sont nourris *ad libitum* avec une ration de qualité, leur poids carcasse ainsi que la masse de leur foie augmentent suite à un traitement de 42 à 45 j (Drouillard *et al.*, 1991; Swanson *et al.*, 2000). Les résultats de cette expérience de restriction peuvent être expliqués par une relation positive entre la masse du tractus digestif et du foie et l'énergie ingérée (Kouakou *et al.*, 1997a; Pittroff *et al.*, 2006). Dans une ration, en général, l'énergie est généralement amenée par l'apport de concentrés. C'est d'ailleurs l'introduction de concentrés dans l'alimentation qui expliquerait l'augmentation de la masse de certains organes chez les agneaux. Ces concentrés auraient une influence sur le tractus digestif et le foie, de même que sur le poids vif, grâce à l'énergie qu'ils apportent (Kouakou *et al.*, 1997a). Ils peuvent aussi mener à l'augmentation du poids du cœur, des poumons et des reins (McLeod et Baldwin, 2000).

**Tableau 4.4. Poids (kg) du foie et de l'estomac chez l'agneau selon le type et la durée de la restriction alimentaire**

Variables	Traitement <sup>y</sup>			ET <sup>z</sup>
	Sans restriction	Protéines -	Énergie -	
<b>Initial</b>				
Foie	0,544			0,17
Estomac	0,723			0,29
<b>14 j</b>				
Foie	0,575	0,356	0,369	
Estomac	0,815	0,572	0,544	
<b>42 j</b>				
Foie	0,627	0,342	0,332	0,029 <sup>z</sup>
Estomac	0,840	0,628	0,635	0,034 <sup>z</sup>

<sup>y</sup> Protéines - : Restriction protéique (Protéines brutes : 8,7 %, Protéines métabolisables : 44 g/kg, Énergie nette : 0,83 Mcal/kg); Énergie - : Restriction énergétique (Protéines brutes : 14,4 %, Protéines métabolisables : 89 g/kg, Énergie nette : 0,59 Mcal/kg)

<sup>z</sup> Erreur type associée à la durée du traitement (14 et 42 j)

*Adapté de Drouillard et al. (1991)*

La restriction alimentaire, tant protéique qu'énergétique, a bel et bien un effet sur la masse de certains organes, mais la quantité d'aliments ingérée influence aussi la masse des viscères. D'ailleurs, certains travaux réalisés par Rompala et Hoagland (1987) ont montré qu'une augmentation de la prise alimentaire de 50 à 100 % de la quantité *ad libitum* d'une ration à base de luzerne avait un impact direct sur l'augmentation de la masse de certains organes. Ce sont plus précisément l'estomac et le foie qui sont concernés, et ce, même si les traitements n'avaient pas d'effet significatif sur le poids de la carcasse. Ces résultats sont expliqués par le fait que les organes réagissent plus rapidement à un changement d'alimentation que le poids vif de l'agneau (Rompala et Hoagland, 1987). Une seconde étude réalisée par les mêmes chercheurs a montré des résultats similaires, selon lesquels une augmentation de la consommation de matière sèche de 10 %, en maintenant le même niveau d'énergie dans les rations, augmentait la masse de l'estomac, du cœur, du foie et des reins (Rompala *et al.*, 1988). Cette étude montre que c'est bien la quantité d'aliments ingérée qui a eu un impact sur le poids des organes et non un changement d'énergie qui pourrait impliquer un gain de poids plus important, venant fausser les résultats obtenus. Une autre étude qui appuie ces résultats a montré une différence considérable entre le poids des foies d'agneaux nourris à 65 % *ad libitum* versus 95 %. En effet, les

agneaux sous-alimentés avaient un foie 25 % moins lourd que ceux nourris à 95 % de leur capacité d'ingestion (Swanson *et al.*, 2000). D'autres chercheurs obtiennent des résultats similaires en analysant différents niveaux d'alimentation. En effet, des agneaux nourris *ad libitum* avaient un foie et des reins 39 et 25 % plus lourds que des agneaux restreints en quantité (Rompala *et al.*, 1991). L'évaluation du poids de ces deux organes sur la base du même poids à l'abattage montre des résultats semblables, ce qui appuie l'effet direct de la restriction au niveau de la quantité d'aliments ingérée (Jones *et al.*, 1983). Malgré ces résultats significatifs, il demeure que de faibles variations de la prise alimentaire n'auront aucun effet significatif sur la masse viscérale. Seul l'estomac prendra ou perdra de la masse rapidement suite à une modification de la quantité d'aliments ingérée (Swanson *et al.*, 2000).

La réduction de la masse de certains organes en situation de restriction alimentaire serait due à un manque de nutriments pour maintenir la taille des tissus, en plus d'une adaptation de l'animal afin de survivre à un stress alimentaire (Aziz *et al.*, 1993; Reed *et al.*, 2007). Seuls la tête et le cœur continuent leur croissance même en situation de carence alimentaire puisque leur développement suit celui de l'animal (Aziz *et al.*, 1993). La diminution de la masse viscérale en cas de restriction alimentaire est plus rapide que la diminution de la masse corporelle. Dans le cas inverse où les agneaux passent à une alimentation sans restriction, l'augmentation de la masse viscérale est jusqu'à 200 % plus élevée que l'augmentation de la masse corporelle (Murray et Slezacek, 1980; Aziz *et al.*, 1993). Ceci explique bien pourquoi dans l'étude de Rompala et Hoagland (1987) un changement de masse viscérale est observable entre le traitement de restriction en quantité et celui témoin *ad libitum*, malgré le fait qu'aucune différence significative ne soit observable en ce qui concerne le poids de l'agneau.

En résumé, le foie et l'estomac semblent être les deux organes les plus touchés par une restriction alimentaire, qui causerait une diminution globale de leur masse. Toutefois, cet effet sur les organes pourrait être expliqué par une variation du gain moyen quotidien qui influence directement le poids vif plutôt que la restriction elle-même, sauf dans les cas où les traitements n'ont pas eu d'effet sur le poids vif des animaux.

#### 4.4.2. Nature de l'alimentation (fourrages/concentrés)

Ce n'est pas seulement la quantité ou la qualité de la ration qui a un impact sur le développement des organes, la nature de la ration s'avère aussi être un facteur important. D'abord, il ne faut pas négliger l'importance de l'alimentation à base de lait, car une alimentation lactée a des effets directs sur le développement de l'estomac et des reins (Wardrop, 1960). La masse plus importante des reins chez les

agneaux nourris au lait par rapport aux agneaux alimentés aux fourrages est expliquée par la grande quantité de liquide ingérée (Wardrop, 1960). De plus, les agneaux nourris à base de lait présentent un rumen et un réticulum sous-développés avec un abomasum anormalement lourd (Wardrop, 1960). Il apparaît d'ailleurs que chaque compartiment de l'estomac ne croît pas de façon proportionnelle, puisque leur développement individuel dépend en grande partie de la nature de l'alimentation (Wardrop, 1960; Potchoiba *et al.*, 1990). Par exemple, suite à l'introduction des fourrages dans l'alimentation d'un agneau, c'est le rumen qui se développe rapidement. Le passage d'une alimentation liquide à une alimentation solide entraîne cependant, une croissance réduite des organes internes chez les petits ruminants (Potchoiba *et al.*, 1990). De ce fait, un agneau de lait n'aura pas un estomac avec les mêmes proportions qu'un agneau lourd, principalement à cause de l'alimentation et de son stade de croissance.

Concernant l'effet de la nature des fourrages, une expérience de Kouakou *et al.* (1997) utilisant différentes rations, une à base de fourrage de luzerne, une autre de chiendent et une troisième à base de Ray-grass et de blé, jumelés à trois niveaux différents de concentrés (0, 20 ou 40 %), montre des différences entre les traitements pour le poids de certains organes (Tableau 4.5). En effet, la masse du contenu digestif a varié selon les traitements étant donné les différents niveaux d'énergie des rations ainsi que les différences dans la structure physique des fourrages comparés, ce qui a eu un effet direct sur la masse du tractus digestif (Kouakou *et al.*, 1997a; Kouakou *et al.*, 1997b). Cependant, en termes de pourcentage du poids de la carcasse, les divers traitements n'ont pas eu d'effet sur la masse relative du poids de l'estomac. Dans cette situation, c'est plutôt le taux d'incorporation des grains dans la ration qui aurait un effet puisqu'au niveau du foie et de l'estomac, des différences ont été observées entre les différents traitements de concentrés (Kouakou *et al.*, 1997a). En ce qui concerne la masse des autres organes, le poids du foie, du cœur, des poumons et des reins différaient selon les traitements, le type de fourrage étant important pour le développement normal de certains organes, plus particulièrement le foie (Kouakou *et al.*, 1997a). Il apparaît alors que le type d'alimentation influence la masse des viscères, en grande partie à cause de la variation du contenu digestif, qui a un impact direct sur la durée de la digestion et sur la masse des organes (Kouakou *et al.*, 1997a). En effet, l'introduction de concentrés a comme conséquence une digestion ruminale beaucoup plus rapide étant donné la finesse des particules, en plus de diminuer la masse du contenu digestif. Le poids du foie varie beaucoup en fonction de la consommation volontaire de matière sèche (CVMS), et la masse de l'estomac est aussi corrélée à celle du

foie (Kouakou *et al.*, 1997a). Une augmentation de la CVMS entraînerait, par conséquent, une augmentation directe du poids du foie et indirecte du poids de l'estomac.

**Tableau 4.5. Poids de certains organes (g) en fonction des différents types de fourrages servis et du pourcentage de concentrés (0, 20 ou 40 %) intégré à la ration des agneaux**

Organes	Luzerne (L)			Chiendent (C)			Ray-grass/Blé (RB)			Effet <sup>z</sup>
	0	20	40	0	20	40	0	20	40	
<b>Estomac</b>										
Réticulorumen	647	683	640	608	599	598	664	650	655	NS
Omasum	79	73	71	70	67	84	69	72	67	NS
Abomasum	139	150	145	120	133	133	127	145	132	C<L
<b>Foie</b>										
49 j	484	510	566	338	395	401	406	491	442	C<RB<L
98 j	528	562	491	378	413	419	431	505	67	C<RB<L
<b>Cœur</b>	181	193	197	157	165	172	179	193	177	C<L, C<RB
<b>Poumons</b>	424	424	462	373	389	409	435	430	441	C<L, C<RB
<b>Reins</b>	93	99	96	84	84	84	92	90	94	C<L

<sup>z</sup> < indique une différence significative ( $P < 0,05$ ) entre les types de fourrages

*Adapté de Kouakou et al. (1997a)*

L'apport de concentrés dans la ration a des répercussions directes sur le poids de certains organes ainsi que sur le poids de la carcasse des agneaux à un âge donné. Les agneaux élevés et nourris exclusivement aux pâturages peuvent avoir un poids de carcasse jusqu'à 30 % inférieur à ceux supplémentés, à un âge donné, mais cette valeur est variable puisqu'elle dépend de la qualité nutritive de la ration et de la quantité de concentrés utilisée (Moron-Fuenmayor et Clavero, 1999). Une étude a aussi montré que les agneaux alimentés avec des fourrages et supplémentés avec des concentrés avaient des carcasses dont les reins, les testicules et le foie étaient plus lourds que les agneaux nourris aux pâturages (5 %, 60 % et 30 % respectivement) lorsqu'ils étaient abattus à un poids similaire (Tableau 4.6). Ces résultats sont appuyés en partie par Jones *et al.* (1984) et Fluharty *et al.* (1999) qui ont aussi observé une augmentation de la masse du foie pour les agneaux nourris aux concentrés. Ce phénomène peut être expliqué par un taux de croissance plus faible chez les agneaux non supplémentés, plutôt que par une

croissance accrue des agneaux supplémentés (Moron-Fuenmayor et Clavero, 1999). Concernant le cœur, les résultats sont variables; certaines recherches affirment que l'apport de concentrés augmente sa masse (Moron-Fuenmayor et Clavero, 1999) tandis que d'autres affirment le contraire (Joy *et al.*, 2008). Cependant, si les résultats sont exprimés en pourcentage du poids de la carcasse, les différences entre les rations pour la tête, les poumons et le cœur disparaissent (Tableau 4.6). La tendance générale demeure qu'une ration à base de concentrés entraînera une masse viscérale totale plus importante, et ce, malgré le fait que ce type d'alimentation peut entraîner une diminution de la masse du système digestif complet (Karim *et al.*, 2007).

**Tableau 4.6. Poids (kg) et proportion (% du poids vif) de certains organes en fonction du type d'alimentation des agneaux**

Variables	Concentrés		Pâturage	
	kg	%	kg	%
<b>Poids vif</b>	23,10 <sup>a</sup>		16,26 <sup>b</sup>	
<b>Poids carcasse chaude</b>	10,03 <sup>a</sup>		6,40 <sup>b</sup>	
<b>Poids carcasse froide</b>	9,39 <sup>a</sup>		5,67 <sup>b</sup>	
<b>Organes</b>				
Reins	0,110 <sup>a</sup>	0,46 <sup>A</sup>	0,070 <sup>b</sup>	0,41 <sup>B</sup>
Tête	1,571 <sup>a</sup>	6,82	1,160 <sup>b</sup>	7,20
Testicules	0,286 <sup>a</sup>	1,35 <sup>A</sup>	0,119 <sup>b</sup>	0,75 <sup>B</sup>
Poumons	0,320 <sup>a</sup>	1,55	0,199 <sup>b</sup>	1,35
Cœur	0,098 <sup>a</sup>	0,47	0,073 <sup>b</sup>	0,50

a, b : Les valeurs en kg d'une même ligne suivies de lettres distinctes sont significativement différentes (P < 0,05).

A, B : Les valeurs en % d'une même ligne suivies de lettres distinctes sont significativement différentes (P < 0,05).

*Adapté de Moron-Fuenmayor et Clavero (1999)*

La qualité du fourrage a aussi un effet non négligeable sur le poids des viscères. Une étude comparant deux espèces fourragères (chiendent et dactyle) de trois maturités différentes [jeune (H), intermédiaire (M) et mature (L)] a montré des effets sur le poids du tractus digestif ainsi que sur celui du foie (Tableau 4.7). Les agneaux étaient alimentés *ad libitum* pendant une période de 42 j. Mis à part son effet indirect sur la prise alimentaire et donc sur l'énergie ingérée, la qualité du fourrage influence le développement du système digestif par la structure physique différente des fourrages selon leur stade

de coupe. D'ailleurs, il a été montré que des fourrages de mauvaise qualité ont un temps de passage dans le rumen beaucoup plus long comparativement à un fourrage coupé jeune (Kouakou *et al.*, 1997b). Étant donné, qu'en général, la prise alimentaire diminue avec la baisse de la qualité des fourrages, le poids des agneaux, à un même âge, a tendance à être moindre pour ceux nourris avec de mauvais fourrages, ce qui entraîne une diminution de la masse de plusieurs organes, notamment le foie, l'estomac, le cœur, les poumons et les reins (Kouakou *et al.*, 1997b). La prise alimentaire a aussi une influence directe sur le GMQ, et par le fait même sur le poids de l'agneau. Ainsi, la qualité des fourrages influence indirectement la masse viscérale via son influence sur le développement de l'agneau.

**Tableau 4.7. Poids (g) de certains organes chez les agneaux consommant deux types de fourrages de trois qualités différentes**

Organes	Chiendent <sup>z</sup>			Dactyle		
	H	M	L	H	M	L
<b>Estomac</b>						
Réticulorumen	722 <sup>d</sup>	675 <sup>cd</sup>	617 <sup>bc</sup>	606 <sup>b</sup>	577 <sup>b</sup>	512 <sup>a</sup>
Abomasum	131 <sup>c</sup>	126 <sup>bc</sup>	119 <sup>ab</sup>	125 <sup>bc</sup>	115 <sup>ab</sup>	110 <sup>a</sup>
Omasum	84 <sup>b</sup>	96 <sup>c</sup>	73 <sup>ab</sup>	79 <sup>ab</sup>	64 <sup>a</sup>	66 <sup>a</sup>
<b>Foie</b>	389 <sup>c</sup>	406 <sup>c</sup>	318 <sup>b</sup>	390 <sup>c</sup>	321 <sup>b</sup>	286 <sup>a</sup>
<b>Cœur</b>	162	155	153	158	150	143
<b>Poumons</b>	344 <sup>ab</sup>	351 <sup>ab</sup>	317 <sup>a</sup>	386 <sup>bc</sup>	427 <sup>c</sup>	296 <sup>a</sup>
<b>Reins</b>	95 <sup>c</sup>	95 <sup>c</sup>	83 <sup>b</sup>	83 <sup>b</sup>	80 <sup>ab</sup>	72 <sup>a</sup>

<sup>z</sup> H, M et L représentent une bonne (High), moyenne (Medium) et mauvaise (Low) qualité de fourrages  
a, b, c, d : Les valeurs d'une même ligne suivies de lettres distinctes sont significativement différentes (P < 0,05).

*Adapté de Kouakou et al. (1997b)*

Bref, la nature de l'alimentation a un effet direct sur la masse viscérale, mais elle est très variable à travers les études qui traitent de ce sujet, car les rations utilisées sont différentes et les ingrédients utilisés n'ont pas tous la même digestibilité et les mêmes nutriments (Reed *et al.*, 2007).

#### 4.5. Influence de la race

De nombreuses races et croisements sont utilisés en production ovine afin de produire des agneaux avec des caractéristiques spécifiques pour le marché. Il apparaît que certaines races auraient des organes plus

massifs que d'autres, à cause de leur bagage génétique. Au tableau 4.8, il est possible de constater certaines différences entre les races Mérinos, Suffolk et deux types de croisement. La tête, les reins, le cœur et le système digestif sont les organes dont le poids a varié en fonction des génotypes. Il faut cependant noter que, dans cette étude, le poids d'abattage était beaucoup plus faible que ceux des agneaux lourds.

**Tableau 4.8. Poids de certains organes (kg) chez différentes races d'agneaux**

Variables	Race <sup>z</sup>			
	MPA	SU	SU × MPA	SU × CO
<b>Poids vif</b>	12,1	12,2	13,1	12,4
<b>Poids carcasse chaude</b>	6,4	6,6	7,1	6,6
<b>Organes</b>				
Tête	0,60 <sup>ab</sup>	0,58 <sup>b</sup>	0,64 <sup>a</sup>	0,62 <sup>ab</sup>
Cœur	0,08 <sup>a</sup>	0,08 <sup>a</sup>	0,07 <sup>ab</sup>	0,06 <sup>b</sup>
Reins	0,07 <sup>a</sup>	0,06 <sup>ab</sup>	0,05 <sup>c</sup>	0,06 <sup>b</sup>
Foie	0,23	0,22	0,20	0,20
Système digestif	0,86 <sup>c</sup>	0,94	1,14 <sup>a</sup>	1,05 <sup>ab</sup>

<sup>z</sup> MPA: Mérinos, SU: Suffolk down, CO: Corriedale

a,b : Les valeurs d'une même ligne suivies de lettres distinctes sont significativement différentes (P < 0,05).

*Adapté de Pérez et al. (2007)*

Une étude menée au Québec montre la différence entre deux races, la Suffolk et la Finnish Landrace, dont les agneaux ont été abattus à un âge fixe de 120 j (Lirette *et al.*, 1984). Évidemment, les Suffolk étaient plus lourds que les Finnish Landrace à l'abattage (35,0 kg vs 24,9 kg, respectivement). Cette étude a mis en évidence que les agneaux Suffolk avaient un estomac plus développé, en partie grâce à un abomasum significativement plus pesant que ceux de la race Finnish Landrace (Lirette *et al.*, 1984). Les résultats publiés par Kirton *et al.* (1995) montraient que, pour des agneaux abattus au même âge, les races Hampshire et Dorset possédaient les têtes les plus lourdes comparativement à d'autres races, telles que Mérinos, Border Leicester et Suffolk. Pour ce qui est des reins et de l'estomac, les agneaux Suffolk et Dorset possédaient les organes les plus massifs, comparativement aux Mérinos, Border Leicester et Hampshire (Kirton *et al.*, 1995).

Pour des agneaux abattus au même âge, il va de soi que la vitesse de croissance de la race a une influence sur le poids à l'abattage qui lui, influence grandement le poids des viscères. Lorsque les résultats sont ajustés à un poids d'abattage identique, les différences entre les races sont souvent moins prononcées, voire inexistantes. Cependant, le poids de la tête montre une variation entre les races qui serait expliquée par leurs caractéristiques phénotypiques précises (Jones *et al.*, 1983; Riley *et al.*, 1989; Kleemann *et al.*, 1990; Kirton *et al.*, 1995). Par exemple, dans l'étude de Kirton *et al.* (1995), si le poids d'abattage des diverses races est ajusté à une valeur identique, ce sont les races Suffolk, Hampshire, Romney et Lincoln qui ont les têtes les plus massives comparativement aux South Suffolk, Southdown, Border Leicester, English Leicester et Poll Dorset. Les différences entre les autres organes (reins et estomac) sont réduites lorsque les résultats sont comparés à un même poids (Kirton *et al.*, 1995). L'équipe de recherche de Riley *et al.* (1989) arrive à la même conclusion, soit que l'effet des races sur la masse viscérale est limité. En effet, la comparaison de plusieurs races ayant un poids vif variable a montré que seule la masse de la tête différait, la masse des poumons, du foie et du cœur étant similaires entre les agneaux Karakul, Blackbelly et Rambouillet (Riley *et al.*, 1989). Il apparaît que les races dont le gain moyen quotidien est élevé ont une augmentation des proportions des organes, tels que le foie, les reins et l'estomac, plus importante que les agneaux à faible croissance (Ferrell, 1988).

Par contre, l'équipe de Wood *et al.* (1983) a montré que, pour des agneaux de poids de carcasse similaire, les races Clun Forest, Colbred, Suffolk et Hampshire (Tableau 4.9), montrent des poids significativement différents en ce qui concerne la tête, les poumons et le cœur.

**Tableau 4.9. Poids (kg) de certains organes pour différentes races d'agneau**

Variables	Race				Valeur de P
	Clun Forest	Colbred	Suffolk	Hampshire	
<b>Poids vif</b>	36,67 <sup>a</sup>	38,87 <sup>b</sup>	39,48 <sup>b</sup>	39,18 <sup>b</sup>	***
<b>Poids carcasse chaude</b>	19,03	19,12	19,07	19,06	NS
<b>Organes</b>					
Tête	1,29 <sup>a</sup>	1,32 <sup>a</sup>	1,40 <sup>b</sup>	1,40 <sup>b</sup>	**
Foie	0,59	0,64	0,62	0,64	NS
Poumons	0,44 <sup>a</sup>	0,46 <sup>a</sup>	0,49 <sup>b</sup>	0,49 <sup>b</sup>	***
Cœur	0,18 <sup>a</sup>	0,19 <sup>b</sup>	0,18 <sup>a</sup>	0,18 <sup>ab</sup>	**

a, b : Les valeurs d'une même ligne suivies de lettres distinctes sont significativement différentes ( $P < 0,05$ )  
 \* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$ ; \*\*\* $P < 0,001$ ; NS : non significatif

*Adapté de Wood et al. (1983)*

Il n'en demeure pas moins que les variations entre les races sont relativement faibles. Lorsque les races sont comparées sur la base du même poids d'abattage, il n'y a généralement pas de différence significative en ce qui concerne la masse viscérale (Kleemann et al., 1990). Les différences entre les races proviendraient surtout des différences dans les poids d'abattage à un âge donné qui auraient une influence directe sur la masse viscérale (Kirton et al., 1995). Il est certain que ce ne sont pas toujours les mêmes races qui sont comparées dans les différentes études, ce qui explique en partie la variation des résultats, en plus des différences de poids d'abattage spécifiques à chaque race. En définitive, la plupart des auteurs conviennent que la race a une influence mineure sur la masse viscérale des agneaux et que les différences observées sont principalement dues aux différences de poids de la carcasse à un âge d'abattage donné.

#### 4.6. Influence du sexe

Le dernier facteur qui pourrait avoir une influence sur le poids des viscères est le sexe des agneaux. En effet, de nombreuses études se sont penchées sur le sujet, comme celle de Pérez *et al.* (2007) qui a montré que la masse de la tête, du foie, des reins et des poumons étaient significativement plus élevées chez les mâles que les femelles, même si les différences étaient somme toute minimales. Cependant, dans cette étude, les poids d'abattage divergeaient entre les sexes, ce qui a certainement contribué aux différences observées. Ainsi, d'autres études n'ont pas pu mettre en évidence de relation entre le poids

des viscères et le sexe (Tableau 4.10) lorsque les deux groupes sont évalués à un poids similaire. En général, la différence entre les sexes réside dans le fait que les femelles accumulent plus de graisses que les mâles, sont abattues à un poids inférieur et ont une masse de la tête plus faible (Jones *et al.*, 1983; Wood *et al.*, 1983). De plus, il est bien connu que les femelles ont un taux de croissance plus lent que les mâles, ce qui influence d'autant plus le poids à l'abattage à un âge similaire (Jones *et al.*, 1983) et, en conséquence, le taux de maturation de leurs organes internes. En effet, les mâles seraient 9 % plus lourds que les femelles, s'ils sont évalués à une couche de gras sous-cutané identique (Jones *et al.*, 1984). En somme, il existe une différence entre les mâles et les femelles et plus précisément sur la masse totale des viscères et de la tête. Néanmoins, si les organes sont pesés à un poids carcasse fixe, la majorité des différences disparaîtront, excepté pour la tête.

**Tableau 4.10. Poids (kg) de certains organes selon le sexe de l'agneau**

	Mâle	ET <sup>z</sup>	Femelle	ET <sup>z</sup>
<b>Poids vif</b>	44,4	3,31	40,4	3,35
<b>Poids carcasse chaude</b>	19,68	1,63	19,64	1,06
<b>Organes</b>				
Tête	2,12	0,12	1,92	0,06
Cœur	0,17	0,01	0,16	0,01
Reins	0,09	0,01	0,09	0,02
Foie	0,73	0,04	0,72	0,04
Rumen et réticulum	1,04	0,09	0,92	0,05
Poumons et trachée	0,80	0,04	0,72	0,04

<sup>z</sup> Erreur type

*Adapté de Jones et al., (1983)*

#### 4.7. Conclusion

Plusieurs études ont porté sur la masse viscérale des agneaux et ont pu mettre en évidence les nombreux facteurs qui l'influencent. Il a bien été établi que le poids à l'abattage a un effet direct sur la masse viscérale totale chez l'agneau. L'âge à l'abattage a un effet sur la masse des organes à travers la maturation des viscères. Ainsi, plus l'animal est jeune, plus la proportion du poids des organes par rapport au poids de la carcasse est importante. L'alimentation peut faire varier la masse des organes.

Cependant, les différences apparaissent quand l'alimentation contient une forte proportion de fourrages. Le sexe et la race de l'agneau ont une influence sur le poids de certains organes, mais il apparaît que c'est surtout l'influence du poids à l'abattage qui explique ces effets, plutôt que les influences directes de la race ou du sexe sur la masse des organes.

#### 4.8. Liste des ouvrages cités

- Alvarez-Rodriguez, J., A. Sanz, M. Joy, S. Carrasco, G. Ripoll et A. Teixeira. 2009. Development of organs and tissues in lambs raised on Spanish mountain grassland. *Can. J. Anim. Sci.* 89: 37-45.
- Aziz, N.N., D.M. Murray et R.O. Ball. 1993. The effect of live weight gain and live weight loss on body composition of merino wethers: noncarcass organs. *J. Anim. Sci.* 71: 400-407.
- Drouillard, J.S., T.J. Klopfenstein, R.A. Britton, M.L. Bauer, S.M. Gramlich, T.J. Wester et C.L. Ferrell. 1991. Growth, body composition, and visceral organ mass and metabolism in lambs during and after metabolizable protein or net energy restrictions. *J. Anim. Sci.* 69: 3357-3375.
- Ferrell, C.L. 1988. Contribution of visceral organs to animal energy expenditures. *J. Anim. Sci.* 66: 23-34.
- Jenkins, T.G. et K.A. Leymaster. 1993. Estimates of maturing rates and masses at maturity for body components of sheep. *J. Anim. Sci.* 71: 2952-2957.
- Jones, S.D.M., T.D. Burgess et K. Dupchak. 1983. Effects of dietary energy intake and sex on carcass tissue and offal growth in sheep. *Can. J. Anim. Sci.* 63: 303-314.
- Jones, S.D.M., T.D. Burgess, K. Dupchak et E. Pollock. 1984. The growth performance and carcass composition of ram and ewe lambs fed on pasture or in confinement and slaughtered at similar fatness. *Can. J. Anim. Sci.* 64: 631-640.
- Joy, M., G. Ripoll et R. Delfa. 2008. Effects of feeding system on carcass and non-carcass composition of Churra Tensina light lambs. *Small Ruminant Res.* 78: 123-133.
- Karim, S.A., K. Porwal, S. Kumar et V.K. Singh. 2007. Carcass traits of Kheri lambs maintained on different system of feeding management. *Meat Sci.* 76: 395-401.
- Kirton, A.H., A.H. Carter, J.N. Clarke, D.P. Sinclair, G.J.K. Mercer et D.M. Duganzich. 1995. A comparison between 15 ram breeds for export lamb production 1. Liveweights, body components, carcass measurements, and composition. *N. Z. J. Agric. Res.* 38: 347-360.
- Kleemann, D.O., C.H.S. Dolling et R.W. Ponzoni. 1990. Carcass and non-carcass characteristics of Suffolk-sired lambs from South Australian Merino, Poll Dorset X Merino and Border Leicester X Merino ewes. *Small Ruminant Res.* 3: 283-290.
- Kouakou, B., A.L. Goetsch, A.R. Patil, D.L. Galloway et K. Park. 1997a. Visceral organ mass in wethers consuming diets with different forages and grain levels. *Livest. Prod. Sci.* 47: 125-137.
- Kouakou, B., A.L. Goetsch, A.R. Patil, D.L. Galloway, K. Park et C.P. West. 1997b. Visceral organ mass in wethers consuming low- to moderate-quality grasses. *Small Ruminant Res.* 26: 69-80.

- Lirette, A., J.R. Seoane, F. Minvielle et D. Froehlich. 1984. Effects of breed and castration on conformation, classification, tissue distribution, composition and quality of lamb carcasses. *J. Anim. Sci.* 58: 1343-1357.
- McLeod, K.R. et R.L. Baldwin, 6th. 2000. Effects of diet forage:concentrate ratio and metabolizable energy intake on visceral organ growth and in vitro oxidative capacity of gut tissues in sheep. *J. Anim. Sci.* 78: 760-770.
- Moron-Fuenmayor, O.E. et T. Clavero. 1999. The effect of feeding system on carcass characteristics, non-carcass components and retail cut percentages of lambs. *Small Ruminant Res.* 34: 57-64.
- Murray, D.M. et O. Slezacek. 1980. Growth rate effects on some offal components of sheep. *J. Agric. Sci.* 95: 241-250.
- Pérez, P., M. Maino, M.S. Morales, C. Kobrich, C. Bardon et J. Pokniak. 2007. Gender and slaughter weight effects on carcass quality traits of suckling lambs from four different genotypes. *Small Ruminant Res.* 70: 124-130.
- Pittroff, W., D.H. Keisler et H.D. Blackburn. 2006. Effects of a high-protein, low-energy diet in finishing lambs: 2. Weight change, organ mass, body composition, carcass traits, fatty acid composition of lean and adipose tissue, and taste panel evaluation. *Livest. Sci.* 101: 278-293.
- Potchoiba, M.J., C.D. Lu, F. Pinkerton et T. Sahlu. 1990. Effects of all-milk diet on weight gain, organ development, carcass characteristics and tissue composition, including fatty acids and cholesterol contents, of growing male goats. *Small Ruminant Res.* 3: 583-592.
- Reed, J.J., M.A. Ward, K.A. Vonnahme, T.L. Neville, S.L. Julius, P.P. Borowicz, J.B. Taylor, D.A. Redmer, A.T. Grazul-Bilska, L.P. Reynolds et J.S. Caton. 2007. Effects of selenium supply and dietary restriction on maternal and fetal body weight, visceral organ mass and cellularity estimates, and jejunal vascularity in pregnant ewe lambs. *J. Anim. Sci.* 85: 2721-2733.
- Riley, R.R., J.W. Savell, M. Shelton et G.C. Smith. 1989. Carcass and offal yields of sheep and goats as influenced by market class and breed. *Small Ruminant Res.* 2: 265-272.
- Rompala, R.E. et T.A. Hoagland. 1987. Effect of level of alimentation on visceral organ mass and the morphology and Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> adenosinetriphosphatase activity of intestinal mucosa in lambs. *J. Anim. Sci.* 65: 1058-1063.
- Rompala, R.E., T.A. Hoagland et J.A. Meisrer. 1988. Effect of dietary bulk on organ mass, fasting heat production and metabolism of the small and large intestines in sheep. *J. Nutr.* 118: 1553-1557.
- Rompala, R.E., D.E. Johnson, W.V. Rumpler, H.W. Phetteplace, S.M. Specht et C.F. Parker. 1991. Energy utilization and organ mass of Targhee sheep selected for rate and efficiency of gain and receiving high and low planes of nutrition. *J. Anim. Sci.* 69: 1760-1765.
- Swanson, K.C., L.P. Reynolds et J.S. Caton. 2000. Influence of dietary intake and lasalocid on serum hormones and metabolites and visceral organ growth and morphology in wether lambs. *Small Ruminant Res.* 35: 235-247.
- Wardrop, I.D. 1960. The post-natal growth of the visceral organs of the lamb. II. The effect of diet on growth rate, with particular reference to the parts of the alimentary tract. *J. Agric. Sci., Camb.* 55: 127-132.
- Wardrop, I.D. et J.B. Coombe. 1960. The post-natal growth of the visceral organs of the lamb. I. The growth of the visceral organs of the grazing lamb from birth to sixteen weeks of age. *J. Agric. Sci., Camb.* 54: 140-143.

Wood, J.D., H.J.H. MacFie et A.J. Brown. 1983. Effects of body weight, breed and sex on killing-out percentage and non-carcass component weights in lambs. *Meat Sci.* 9: 89-99.

Yakan, A. et N. Ünal. 2010. Meat production traits of a new sheep breed called Bafra in Turkey 1. Fattening, slaughter, and carcass characteristics of lambs. *Trop. Anim. Health Prod.* 42: 751-759.

## 5. PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

### 5.1. Abattage et prise de données

Les poids des viscères d'un échantillon d'agneaux lourds compris dans les trois catégories de poids de carcasse commercialisés (1 : 16,4 à 20 kg; 2 : 20 à 24 kg et 3 : 24 kg et plus) ont été recueillis aux deux abattoirs choisis (*Les Viandes Jacques Forget* et *Abattoir de Luceville*). À l'*Abattoir de Luceville*, 195 carcasses d'agneaux ont été évalués sur deux jours consécutifs. Une journée supplémentaire de mesures a été nécessaire afin de récolter et peser un nombre suffisant de testicules (n = 179). À l'abattoir *Les Viandes Jacques Forget*, 152 carcasses ont été évaluées la même journée. Au total, 526 agneaux lourds mâles et femelles ont finalement été utilisés pour les analyses (Tableau 5.1).

**Tableau 5.1. Nombre de carcasses et organes pesés aux abattoirs Forget et Luceville**

	Abattoir		Total
	Forget	Luceville	
<b>Carcasse</b>			
Nombre	152	374	526
<b>Organes</b>			
Cœur	66	142	208
Foie	67	144	211
Poumons	67	143	210
Fressure	142	90	232
Estomac	127	-	127
Reins	146	91	237
Testicules	-	179	179
Tête	140	31	171

La fressure (ensemble constitué du cœur, du foie et des poumons), appelée la « *pluck* » dans le commerce, est couramment vendue tel quel. Dans le cadre de notre étude, la fressure a donc été pesée entière. Toutefois, dans les cas où un organe était condamné, le cœur, le foie et les poumons étaient pesés individuellement.

Les têtes étaient parées, c'est-à-dire que les oreilles, la peau et un bout du museau étaient enlevés, mais la langue était conservée.

#### **5.1.1. Abattoir Les Viandes Jacques Forget**

Les agneaux ont été abattus selon la méthodologie en place à l'abattoir. Lors de l'abattage, les agneaux étaient d'abord insensibilisés, puis saignés par sectionnement de la veine jugulaire. Par la suite, les agneaux étaient dépouillés de leur peau et éviscérés. L'estomac (comprenant le rumen ou panse, le réseau ou bonnet, le feuillet et la caillette) a été prélevé, vidé et pesé (pour un sous-échantillon de 127 agneaux). La fressure (« *pluck* ») ainsi que la tête, qui était coupée au niveau de la première vertèbre cervicale, ont été retirées et placées sur une seconde chaîne qui suivait la carcasse. Dans une étape subséquente, la carcasse et les organes ont été inspectés par le vétérinaire de l'abattoir. Les reins ont été retirés suite à l'inspection et placés sur la même chaîne que le cœur, le foie, les poumons et la tête parée. Le poste de pesée était placé à la fin de la chaîne. Des étiquettes ont été utilisées afin de retracer la carcasse et ses organes. Suite à la pesée de chaque organe, la carcasse a été pesée à chaud, rincée et placée au réfrigérateur à 4 °C.

#### **5.1.2. Abattoir de Luceville**

Les agneaux ont été abattus selon la méthode conventionnelle en place à l'abattoir. Ils ont d'abord été insensibilisés, puis saignés par sectionnement de la veine jugulaire. L'animal a par la suite été dépouillé et les testicules retirés et placés dans un contenant qui suivait la carcasse. La carcasse a été éviscérée et inspectée par le vétérinaire. Le poste de pesée était installé à proximité de celui de l'inspecteur afin d'avoir un accès facile aux organes (cœur, foie, poumons, testicules et « *pluck* »). Avant la pesée de la carcasse, la tête a été coupée au niveau de la première vertèbre cervicale, parée et pesée. Chacune des carcasses a été pesée à chaud et les reins retirés pour être pesés. La carcasse a par la suite, été rincée et placée à 4 °C.

Lors de la journée supplémentaire de mesures, seuls les poids des testicules et des carcasses ont été notés. Au moment de l'enlèvement de la peau, les testicules étaient récupérés, pesés et déposés dans un contenant suivant la carcasse jusqu'à l'inspection.

## 5.2. Analyses statistiques des données

Lors de la prise de données, un nombre important de condamnations d'organes a été constaté. En effet, des condamnations d'organes ont été observées sur 117 carcasses sur un total de 290 agneaux abattus en trois jours dans les deux abattoirs. Ceci équivaut à 40,3 % de cas de condamnations, un taux relativement élevé, sachant que ce nombre concerne presque exclusivement les poumons. Les cas de pneumonie ont été la raison la plus fréquente expliquant la condamnation de cet organe.

Deux carcasses d'agneaux pesés à Luceville ont enregistré des poids inférieurs à 16,4 kg; elles ont donc été retirées des analyses puisque celles-ci ne considèrent que les agneaux lourds de 16,4 kg et plus. À l'*Abattoir de Luceville*, la procédure veut que les carcasses chaudes soient pesées avec les reins alors que chez *Les Viandes Jacques Forget*, ces derniers sont retirés de la carcasse. Afin de rendre comparable l'analyse entre les deux abattoirs, le poids des reins pesés à l'abattoir Forget a donc été ajouté au poids de la carcasse. Cependant, quatre paires de reins n'ont pas été pesées chez Forget. Dans ces cas, la moyenne du poids des reins de carcasses similaires a été ajoutée au poids de leur carcasse sans rein afin d'obtenir un poids de carcasse valide.

Tel que mentionné précédemment, la fressure était parfois pesée intacte, parfois séparée. Quand les organes étaient pesés individuellement, le poids de la « pluck » était estimé en additionnant le poids du cœur, du foie et des poumons. Lorsqu'elle était pesée intacte, la fressure comprenait, en plus du cœur, du foie et des poumons, le thymus, qui pèse aux alentours de 20 à 25 g (quelques thymus ont été pesés lors de la prise de données). La sommation du poids des trois organes sous-estime donc légèrement le poids réel de la « pluck » entière.

En général, les parties condamnées, de poumons surtout, ont été séparées mais pesées avec le reste de l'organe sain. Toutefois, dans certains cas, de petites parties d'organes étaient manquantes (mauvaise coupe, condamnation accidentelle avant la pesée, etc.). Ces pertes sont considérées minimales.

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel SAS (SAS Institute inc.). Les statistiques descriptives du poids de chaque organe, toutes catégories de poids confondues, ont été générées par la procédure MEANS de SAS (nombre, moyenne, minimum, maximum, écart-type et coefficient de variation). Ces mêmes paramètres ont aussi été calculés avec Excel pour chaque abattoir (Tableaux B.1 et B.2 en annexe).

L'influence du sexe sur le poids des organes (cœur, foie, poumons, fressure, reins, estomac et tête) et le pourcentage du poids de ces derniers par rapport au poids de la carcasse chaude ont été déterminés pour les catégories de poids de carcasse 1 et 2, les femelles étant représentées en trop faible nombre dans la catégorie 3. La procédure MIXED a alors été utilisée avec la catégorie de poids (1 : 16,4 à 20,0 kg et 2 : 20,1 à 24,0 kg), le sexe et l'interaction sexe × poids en facteurs fixes. La journée d'abattage [1 (Luceville), 2 (Luceville) et 3 (Forget)] a été considérée comme facteur aléatoire.

L'effet du poids de la carcasse chaude sur le poids des organes (cœur, foie, poumons, fressure, reins, estomac et tête) et le pourcentage de leur poids par rapport au poids de la carcasse chaude a été évalué (tous sexes confondus, incluant les agneaux de sexe inconnu). La catégorie de poids (1 : 16,4 à 20,0 kg; 2 : 20,1 à 24,0 kg et 3 : 24,1 à 29,5 kg) a été considérée comme facteur fixe et la journée d'abattage [1 (Luceville), 2 (Luceville) et 3 (Forget)] comme facteur aléatoire (procédure MIXED). L'énoncé CONTRAST a permis de déterminer si la relation avec le poids était linéaire ou quadratique.

Le nombre d'observations entre les catégories de poids étant inégal, les moyennes « ajustées » ont été préférées aux moyennes arithmétiques dans la présentation des tableaux de résultats (sauf statistiques descriptives aux tableaux 6.1 et 6.2). Ces moyennes, estimées par la méthode des moindres carrés, pour une catégorie de poids donnée sont ajustées en fonction du nombre d'observations présentes dans les autres groupes (voir détails à l'annexe A).

Des équations de régression ont été générées avec la procédure GLM de SAS afin de prédire le poids des organes grâce au poids de la carcasse chaude. Le poids de la carcasse, les interactions avec le sexe ainsi que les paramètres quadratiques (poids, sexe, sexe × poids, poids<sup>2</sup> et sexe × poids<sup>2</sup>) ont été testées et retirées par étape lorsque non significatifs dans le modèle ( $P > 0.05$ ), jusqu'à l'obtention du modèle final qui incluait tous les paramètres significatifs.

## 6. RÉSULTATS & DISCUSSION

Les termes statistiques utilisés dans la présente section sont définis à l'annexe A afin de faciliter la compréhension des résultats.

### 6.1. Statistiques descriptives

Les tableaux 6.1 et 6.2 présentent les statistiques descriptives du poids des différents organes de tous les agneaux des trois catégories de poids. L'écart-type (ÉT) mesure la variation des données autour de la moyenne. Par exemple, un écart-type de 2,6 kg pour une moyenne de poids de carcasse de 22,6 kg signifie que 68 % des poids des carcasses étudiées se retrouvent entre 20,0 et 25,2 kg ( $\pm$  la valeur d'un écart-type). Le coefficient de variation (CV) quant à lui correspond à l'ÉT exprimé en pourcentage de la moyenne.

**Tableau 6.1. Statistiques descriptives<sup>y</sup> du poids des différents organes chez les agneaux de poids carcasse chaude variant entre 16,4 et 29,5 kg**

Variables	Moy.	Min.	Max.	ÉT	CV (%)
<b>Poids carcasse chaude (kg)</b>	22,6	16,4	29,5	2,6	11,4
<b>Organes (g)</b>					
Cœur	209,0	140,0	319,0	29,4	14,1
Foie	853,9	464,0	1372,0	197,3	23,1
Poumons	684,6	268,0	1139,0	134,8	19,7
Fressure <sup>z</sup>	1713,6	1028,0	2541,0	269,5	15,7
Reins	128,6	86,0	219,0	18,5	14,4
Estomac	798,4	509,0	1154,0	106,1	13,3
Tête	1406,5	1046,0	1800,0	144,6	10,3

<sup>y</sup> Moy. = Moyenne arithmétique; ÉT = Écart-type; CV = coefficient de variation. Voir les définitions à l'annexe A.

<sup>z</sup> Fressure = Cœur, foie et poumons et thymus gardés et pesés ensemble, dans le cas où tous les organes étaient sains. Somme des poids individuels du cœur, du foie et des poumons lorsqu'un des trois organes devait être condamné.

**Tableau 6.2. Statistiques descriptives<sup>2</sup> du poids des testicules chez les agneaux de poids carcasse chaude variant entre 16,4 et 29,5 kg**

Variables	Moy.	Min.	Max.	ÉT	CV (%)
<b>Poids carcasse chaude (kg)</b>	21,8	16,4	29,5	2,4	11,2
<b>Organes</b>					
Testicules (g)	343,3	121,0	734,0	96,9	28,2

<sup>2</sup> Moy. = Moyenne arithmétique; ÉT = Écart-type; CV = coefficient de variation. Voir les définitions à l'annexe A.

Les mêmes statistiques sont présentés à l'annexe B pour chaque abattoir (Tableaux B.1 et B.2).

### 6.2. Influence du sexe

L'influence du sexe sur le poids et le pourcentage des organes a été déterminée pour les catégories de poids de carcasse 1 et 2, les femelles étant représentées en faible nombre dans la catégorie 3 dans notre étude, tout comme dans le marché de l'agneau lourd. En effet, les femelles ayant tendance à être plus grasses que les mâles, celles-ci sont généralement abattues à des poids inférieurs à 24,0 kg afin de limiter la déposition de gras. De manière générale, les organes des femelles sont de poids et pourcentages inférieurs à ceux des mâles au même poids carcasse, et ce, pour tous les organes étudiés (Tableaux B.3 et B.4). Comme le sexe des carcasses d'agneaux est inconnu, dans les conditions actuelles d'abattage, la relation entre le sexe de l'agneau et le poids des différents organes ne sera pas analysée ni discutée davantage.

### 6.3. Influence du poids d'abattage

Le tableau 6.3 présente les poids des différents organes selon la catégorie de poids de la carcasse chaude, tous sexes confondus. Le poids des organes est relié à celui de la carcasse ( $P < 0,0001$ ), à l'exception du poids de l'estomac qui est relativement constant, autour de 800 g. La relation entre le poids des organes (sauf l'estomac) et le poids de la carcasse chaude est linéaire entre 16,4 et 29,5 kg.

**Tableau 6.3. Poids des organes selon la catégorie de poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg chez les agneaux (moyennes ajustées<sup>w</sup>)**

Variables	Catégorie de poids (kg)			ET <sup>y</sup>	Valeur de P <sup>x</sup>		
	16,4-20,0	20,1-24,0	24,1-29,5		Poids	Lin.	Quad.
<b>Pds carc. chaude (kg)</b>	18,8	22,3	25,6	0,2	<0,0001	<0,0001	0,2784
<b>Organes (g)</b>							
Cœur	185,4	204,8	222,7	5,8	<0,0001	<0,0001	0,8302
Foie	692,1	823,2	960,5	28,5	<0,0001	<0,0001	0,8954
Poumons	594,0	661,0	754,0	20,9	<0,0001	<0,0001	0,4411
Fressure <sup>z</sup>	1488,5	1702,2	1886,9	35,2	<0,0001	<0,0001	0,5572
Reins	118,6	128,1	135,3	3,1	<0,0001	<0,0001	0,5865
Estomac	763,1	812,9	790,5	22,4	0,1368	0,3344	0,0601
Tête	1289,4	1391,6	1493,6	30,4	<0,0001	<0,0001	0,9950

<sup>w</sup> Voir les définitions à l'annexe A.

<sup>x</sup> Poids = effet principal du poids de la carcasse; Lin. = effet linéaire du poids; Quad. = effet quadratique du poids.

<sup>y</sup> ET = Erreur type.

<sup>z</sup> Fressure = Cœur, foie et poumons et thymus gardés et pesés ensemble, dans le cas où tous les organes étaient sains. Sommation des poids individuels du cœur, du foie et des poumons lorsqu'un des trois organes devait être condamné.

En rapportant le poids des organes en proportion du poids de la carcasse chaude, des différences s'observent entre les catégories de poids de carcasse pour le cœur, la fressure, les reins et la tête (Tableau 6.4). Par contre, il n'y a pas de différence significative entre les catégories de poids pour le foie et les poumons (Tableau 6.4) et les testicules (Tableau 6.5). On peut donc déduire que les testicules et le foie croissent sensiblement à la même vitesse que le reste de la carcasse entre 16,4 et 29,5 kg. Pour les poumons, une petite différence numérique existe entre les catégories de poids, mais celle-ci n'est pas statistiquement significative ( $P = 0,1261$ ). Les testicules et le foie sont les organes qui ont présenté les poids les plus variables d'un individu à l'autre ( $\text{ÉT} = 96,9$  et  $197,3$  g et  $\text{CV} = 28,2$  et  $23,1$  %, pour les testicules et le foie, respectivement; Tableaux 6.1 et 6.2). La variabilité a également été importante pour le poids des poumons, avec un CV de 19,7 %.

Pour ce qui est du cœur, de la fressure, des reins et de la tête, ces organes démontrent une croissance différente de celle de la carcasse, puisque leur poids, en pourcentage du poids de la carcasse, varie selon la catégorie de poids.

**Tableau 6.4. Proportion du poids des organes (% du poids de la carcasse chaude) selon la catégorie de poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg chez les agneaux (moyennes ajustées<sup>w</sup>)**

Variables	Catégorie de poids (kg)			ET <sup>y</sup>	Valeur de P <sup>x</sup>		
	16,4-20,0	20,1-24,0	24,1-29,5		Poids	Lin.	Quad.
<b>Pds carc. chaude (kg)</b>	18,8	22,3	25,6	0,2	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>	0,2784
<b>Organes (%)</b>							
Cœur	0,99	0,92	0,87	0,02	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>	0,6989
Foie	3,69	3,76	3,74	0,13	0,8617	0,6965	0,6429
Poumons	3,16	3,01	2,95	0,11	0,1261	0,0431	0,5138
Fressure <sup>z</sup>	7,93	7,63	7,37	0,11	<b>0,0006</b>	<b>0,0001</b>	0,8766
Reins	0,64	0,57	0,54	0,01	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>	0,2404
Estomac	4,11	3,65	3,14	0,11	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>	0,7665
Tête	6,94	6,34	5,96	0,11	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>	0,2489

<sup>w</sup> Voir les définitions à l'annexe A.

<sup>x</sup> Poids = effet principal du poids de la carcasse; Lin. = effet linéaire du poids; Quad. = effet quadratique du poids.

<sup>y</sup> ET = Erreur type.

<sup>z</sup> Fressure = Cœur, foie et poumons et thymus gardés et pesés ensemble, dans le cas où tous les organes étaient sains. Inclus la sommation des poids individuels du cœur, du foie et des poumons lorsqu'un des trois organes devait être condamné.

**Tableau 6.5. Poids (g) et proportion du poids des testicules (% du poids de la carcasse chaude) selon la catégorie de poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg chez les agneaux (moyennes ajustées<sup>w</sup>)**

Variables	Catégorie de poids (kg)			ET <sup>z</sup>	Valeur de P <sup>y</sup>		
	16,4-20,0	20,1-24,0	24,1-29,5		Poids	Lin.	Quad.
<b>Pds carc. chaude (kg)</b>	18,9	22,0	25,6	0,2	<0,0001	<0,0001	0,1705
<b>Organes</b>							
Testicules (g)	295,2	348,7	403,7	16,5	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>	0,9572
Testicules (%)	1,57	1,59	1,58	0,08	0,9665	0,8761	0,8643

<sup>w</sup> Voir les définitions à l'annexe A.

<sup>y</sup> Poids = effet principal du poids de la carcasse; Lin. = effet linéaire du poids; Quad. = effet quadratique du poids.

<sup>z</sup> ET = Erreur type.

Les relations entre le poids des différents organes et le poids de la carcasse sont illustrées à la figure 6.1. Ces mêmes relations pour les mâles et les femelles séparément sont présentées à l'annexe B (Figures B.1 et B.2)

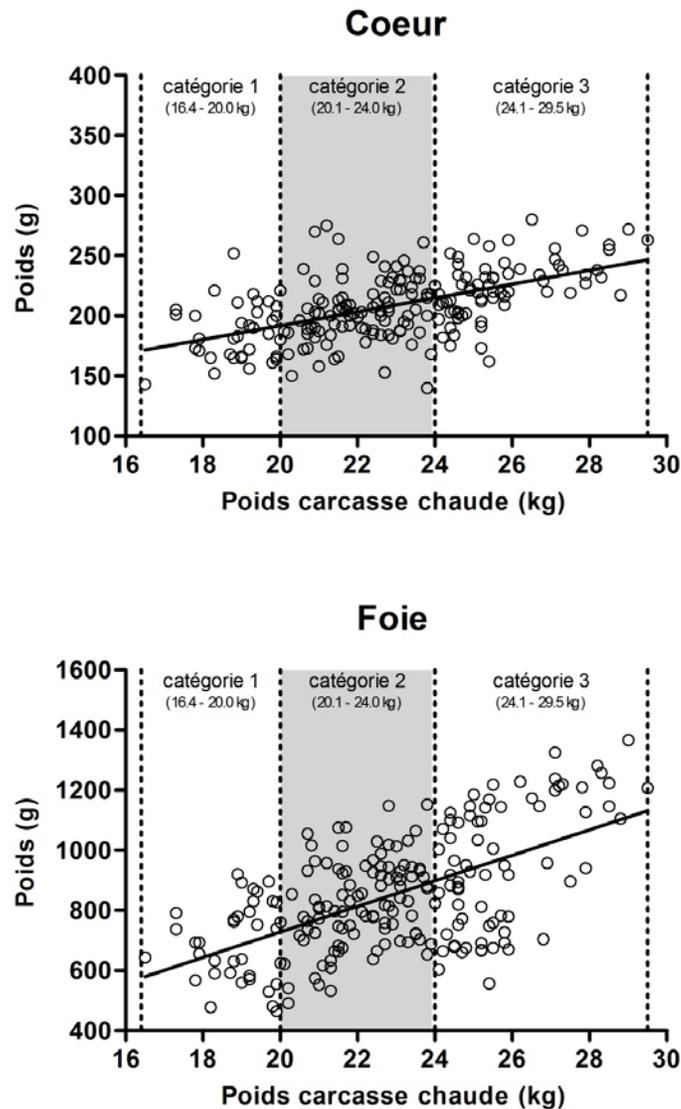


Figure 6.1. Relation entre le poids des organes et le poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg

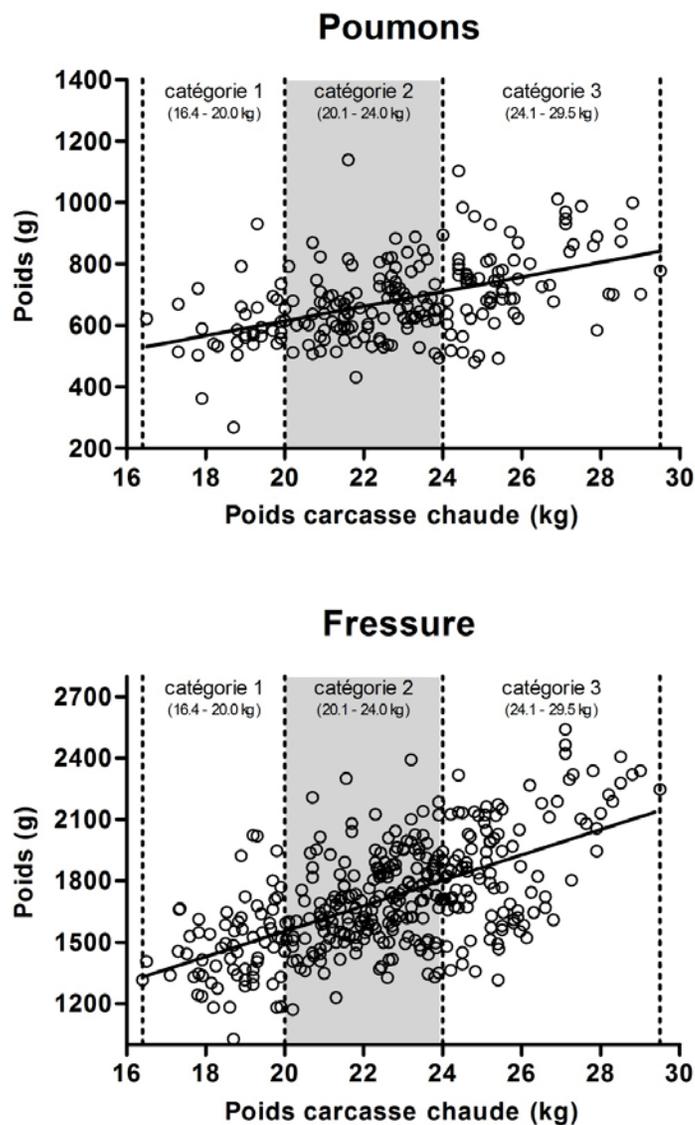


Figure 6.1 (suite). Relation entre le poids des organes et le poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg

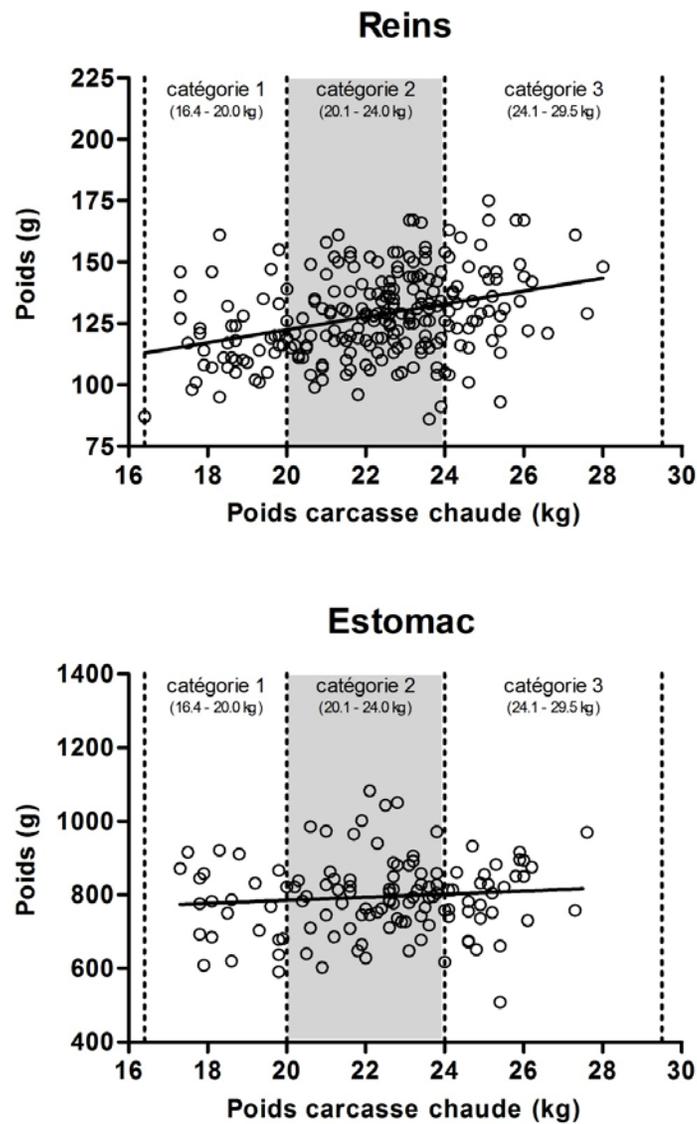


Figure 6.1 (suite). Relation entre le poids des organes et le poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg

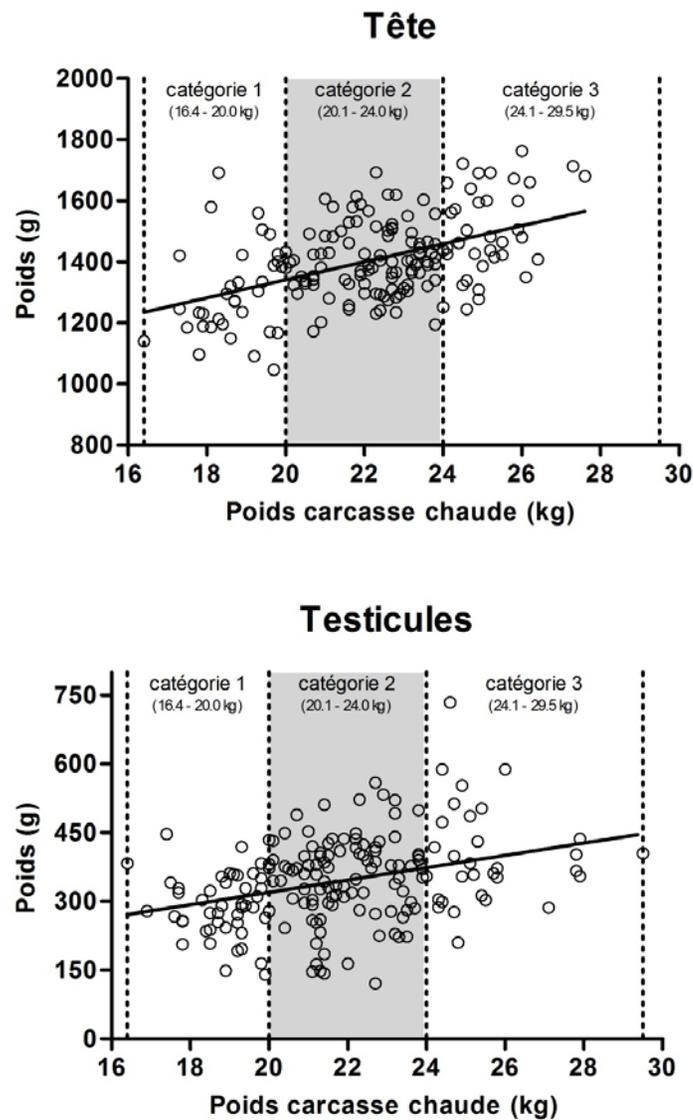


Figure 6.1 (suite). Relation entre le poids des organes et le poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg

Ainsi, pour prédire le poids des organes à l'aide du poids de la carcasse chaude, des équations de prédiction (définitions à l'annexe A) ont été construites pour tous les organes sauf l'estomac, pour qui le poids n'est pas en lien avec le poids de la carcasse chaude (Figure 6.1). Brièvement, rappelons que le coefficient de variation ( $R^2$ ) d'une équation de prédiction représente le pourcentage de la variabilité totale de la variable prédite, le poids des organes, qui est expliqué par la variable explicative, dans notre cas, le poids de la carcasse chaude (détails à l'annexe A). Par exemple, un  $R^2$  de 0.95 indiquerait que le poids de la carcasse permet d'expliquer 95 % de la variation observée pour le poids d'un organe. À l'inverse, un  $R^2$  de 0.25 indique que 25 % de la variation observée pour le poids d'un organe est expliquée par le poids de la carcasse et, donc que 75 % de la variation est due à d'autres facteurs (race, alimentation, sexe...) non considérés dans l'équation.

Les  $R^2$  des équations de prédiction varient entre 0.11 à 0.36 pour les différents organes étudiés (Tableau 6.6). Bien que le poids de la plupart des organes soit moyennement lié avec le poids de la carcasse, une large part de la variabilité reste inexpliquée par ce modèle. Ces modèles tiennent uniquement compte de l'influence du poids de la carcasse qui, tel que mentionné précédemment, n'est pas le seul facteur expliquant la variation du poids des organes.

**Tableau 6.6. Équations de prédiction du poids des différents organes à partir du poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg**

Variables	Équations	Types	Paramètre <sup>y</sup>		
			$R^2$	n	ETr (g)
<b>Cœur</b>	$70,24 + (6,07 \times Pdscarc)$	Linéaire	0,32	206	23,8
<b>Foie</b>	$-121,51 + (42,49 \times Pdscarc)$	Linéaire	0,35	209	155,3
<b>Poumons</b>	$137,92 + (23,84 \times Pdscarc)$	Linéaire	0,23	209	116,1
<b>Fressure<sup>z</sup></b>	$310,53 + (62,18 \times Pdscarc)$	Linéaire	0,36	369	216,0
<b>Reins</b>	$69,94 + (2,62 \times Pdscarc)$	Linéaire	0,12	234	16,5
<b>Tête</b>	$751,62 + (29,45 \times Pdscarc)$	Linéaire	0,23	169	124,6
<b>Testicules</b>	$50,36 + (13,47 \times Pdscarc)$	Linéaire	0,11	179	91,4

<sup>y</sup>  $R^2$  = coefficient de détermination; n = nombre d'agneaux inclus dans l'équation; ETr = Erreur type résiduelle.

<sup>z</sup> Fressure = Cœur, foie et poumons et thymus gardés et pesés ensemble, dans le cas où tous les organes étaient sains. Inclus la sommation des poids individuels du cœur, du foie et des poumons lorsqu'un des trois organes devait être condamné.

#### 6.4. Choix d'une méthode d'estimation

Le choix d'une méthode d'estimation du poids d'un organe doit être basé sur sa précision, mais aussi sur sa simplicité. Les méthodes d'estimation choisies et comparées, de la plus simple à la plus complexe, sont :

- **Poids moyen de l'organe** : Utilisation d'une seule valeur moyenne peu importe le poids de la carcasse;
- **Poids moyen de l'organe par catégorie de poids** : Utilisation d'un poids d'organe moyen pour chaque catégorie de poids de la carcasse chaude donc, trois valeurs possibles;
- **Pourcentage moyen du poids carcasse** : Utilisation d'un pourcentage unique appliqué au poids de chaque carcasse (le poids de l'organe varie avec le poids de la carcasse chaude donc, un nombre infini de valeurs possibles);
- **Équation** : Utilisation d'une équation mathématique pour déterminer le poids de l'organe pour chaque poids de carcasse possible (le poids de l'organe varie avec le poids de la carcasse chaude donc, un nombre infini de valeurs).

Comme l'utilisation de l'équation est la plus précise dans les cas où la relation est linéaire entre le poids de l'organe et le poids de la carcasse chaude (tous les organes sauf l'estomac), c'est cette méthode est utilisée comme référence pour évaluer la précision des autres méthodes. Il est important de mentionner ici que l'utilisation d'une équation de prédiction, quoique plus précise, est également celle qui est la plus complexe à appliquer pratiquement puisqu'elle requiert la manipulation des poids de chaque carcasse.

Le tableau 6.7 nous donne le poids théorique des différents organes obtenu avec les quatre méthodes d'estimation pour un agneau de 17, 22 et 27 kg. La zone ombragée représente la méthode la plus simple donnant la meilleure estimation, en terme de précision (erreur la plus faible), en comparaison avec l'équation de prédiction.

Afin d'illustrer la précision des différentes méthodes d'estimation, les « réponses » théoriques obtenues pour des carcasses de poids variant de 16,4 à 29,5 kg ont été représentées graphiquement pour chacun des organes. Chaque ligne pointillée représente une des méthodes alternatives d'estimation, l'équation étant la ligne continue. Sur chaque figure, une barre verticale entre les droites représente l'erreur effectuée en choisissant d'utiliser un seul poids moyen par rapport à l'utilisation d'une équation de prédiction. Une deuxième barre représente l'erreur entre la méthode à privilégier (en caractère gras, varie selon l'organe) et l'équation de prédiction.

**Tableau 6.7. Poids de différents organes obtenus avec quatre méthodes d'estimation pour un agneau de 17, 22 et 27 kg carcasse**

Organes	Méthodes	Valeurs ou calculs	Exemple de carcasse (kg)			Erreur <sup>y</sup> (g)
			17	22	27	
<b>Estomac</b>	<b>Équation</b>	<i>Pas d'effet du poids</i>	<b>773</b>	<b>794</b>	<b>815</b>	
	Poids moyen total (g)	798,4	798	798	798	28
	Pourcentage moyen total (%)	$3,6 \times Pdscarc^z$	612	792	972	236
	Poids par strate (g)		763	813	791	35
<b>Reins</b>	<b>Équation</b>	$69,94 + (2,62 \times Pdscarc)$	<b>114</b>	<b>128</b>	<b>141</b>	
	Poids moyen total (g)	128,6	129	129	129	19
	Pourcentage moyen total (%)	$0,6 \times Pdscarc$	102	132	162	25
	Poids par strate (g)		119	128	135	12
<b>Cœur</b>	<b>Équation</b>	$70,24 + (6,07 \times Pdscarc)$	<b>173</b>	<b>204</b>	<b>234</b>	
	Poids moyen total (g)	209,0	209	209	209	40
	Pourcentage moyen total (%)	$0,9 \times Pdscarc$	153	198	243	23
	Poids par strate (g)		185	205	223	27
<b>Tête</b>	<b>Équation</b>	$751,62 + (29,45 \times Pdscarc)$	<b>1252</b>	<b>1400</b>	<b>1547</b>	
	Poids moyen total (g)	1406,5	1407	1407	1407	214
	Pourcentage moyen total (%)	$6,4 \times Pdscarc$	1088	1408	1728	268
	Poids par strate (g)		1289	1392	1494	127
<b>Foie</b>	<b>Équation</b>	$-121,51 + (42,49 \times Pdscarc)$	<b>601</b>	<b>813</b>	<b>1026</b>	
	Poids moyen total (g)	853,9	854	854	854	278
	Pourcentage moyen total (%)	$3,7 \times Pdscarc$	629	814	999	40
	Poids par strate (g)		692	823	961	171
<b>Poumons</b>	<b>Équation</b>	$137,92 + (23,84 \times Pdscarc)$	<b>543</b>	<b>662</b>	<b>782</b>	
	Poids moyen total (g)	684,6	685	685	685	157
	Pourcentage moyen total (%)	$3,0 \times Pdscarc$	510	660	810	44
	Poids par strate (g)		594	661	754	87
<b>Fressure<sup>z</sup></b>	<b>Équation</b>	$310,53 + (62,18 \times Pdscarc)$	<b>1368</b>	<b>1678</b>	<b>1989</b>	
	Poids moyen total (g)	1713,6	1714	1714	1714	431
	Pourcentage moyen total (%)	$7,6 \times Pdscarc$	1292	1672	2052	97
	Poids par strate (g)		1489	1702	1887	258
<b>Testicules</b>	<b>Équation</b>	$50,36 + (13,47 \times Pdscarc)$	<b>279</b>	<b>347</b>	<b>414</b>	
	Poids moyen total (g)	343,3	343	343	343	104
	Pourcentage moyen total (%)	$1,6 \times Pdscarc$	269	348	427	20
	Poids par strate (g)		295	349	404	44

<sup>z</sup> Pdscarc : Poids de la carcasse chaude.

<sup>y</sup> Erreur moyenne maximale par rapport à l'équation de prédiction.

<sup>z</sup> Fressure = Cœur, foie et poumons et thymus gardés et pesés ensemble, dans le cas où tous les organes étaient sains. Inklus la sommation des poids individuels du cœur, du foie et des poumons lorsqu'un des trois organes devait être condamné.

On peut voir à la figure 6.2 que, pour l'**estomac**, l'utilisation d'un poids unique moyen donne une estimation aussi précise que celle d'un poids spécifique par strate ou encore l'équation de prédiction et, est de loin, la méthode la plus simple. Ainsi, le poids de l'estomac pourrait être estimé à environ 800 g pour un agneau dont la carcasse pèse entre 16,4 et 29,5 kg.

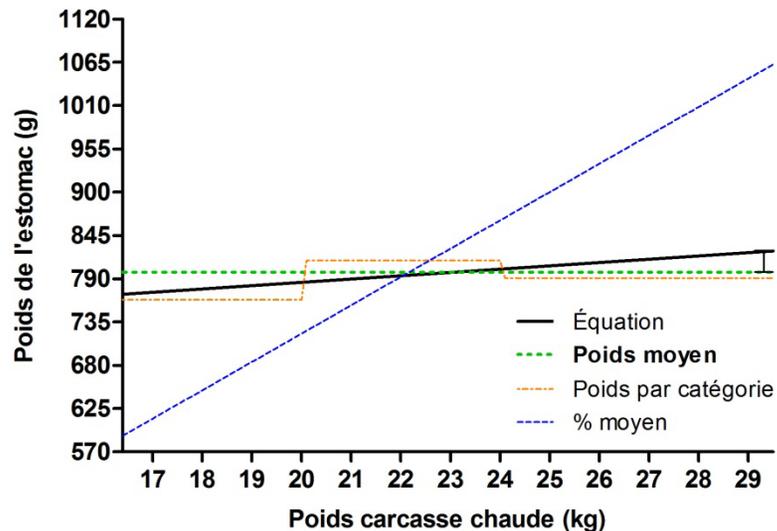


Figure 6.2. Réponses obtenues avec quatre différentes méthodes d'estimation du poids de l'estomac pour des carcasses d'agneau de poids variant de 16,4 à 29,5 kg.

Malgré une influence significative du poids de la carcasse sur le poids des **reins**, la moyenne du poids des reins pourrait être appliquée à tous les agneaux. En effet, le gain de précision engendré par l'utilisation de l'équation est négligeable en raison du  $R^2$  et de la pente faibles (différence d'environ 25 g entre les extrémités de la droite de régression; Figure 6.3). Le poids des reins pourrait donc être estimé à environ 130 g pour une carcasse pesant entre 16,4 et 29,5 kg.

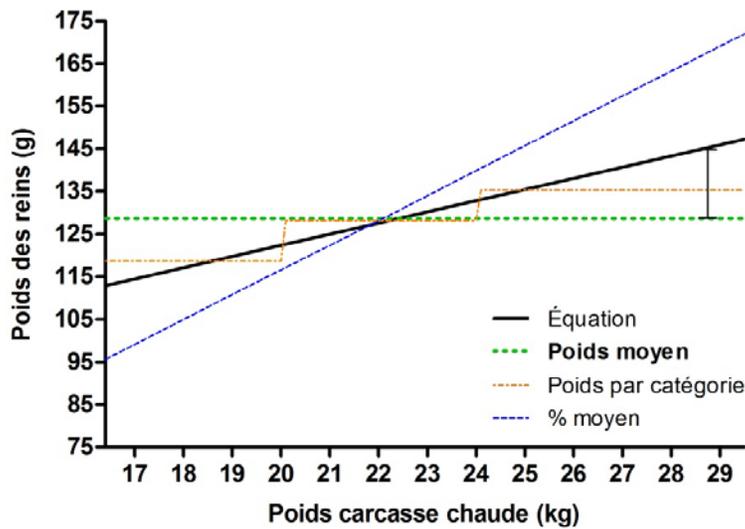


Figure 6.3. Réponses obtenues avec quatre différentes méthodes d'estimation du poids des reins pour des carcasses d'agneau de poids variant de 16,4 à 29,5 kg.

Pour le **cœur** et la **tête**, c'est l'utilisation d'un poids moyen par catégorie de poids qui donnerait l'estimation la plus près de celle de l'équation, tel qu'illustré par le rapprochement des courbes (Figures 6.4 et 6.5). L'utilisation d'une valeur unique moyenne de 210 g pour le cœur et 1 400 g pour la tête pourrait toutefois constituer une alternative simple et adéquate. Dans ce cas, l'erreur par rapport à l'équation serait de 40 et 214 g, comparativement à 27 et 127 g si on choisissait d'utiliser des poids spécifiques pour chaque catégorie (Tableau 6.7).

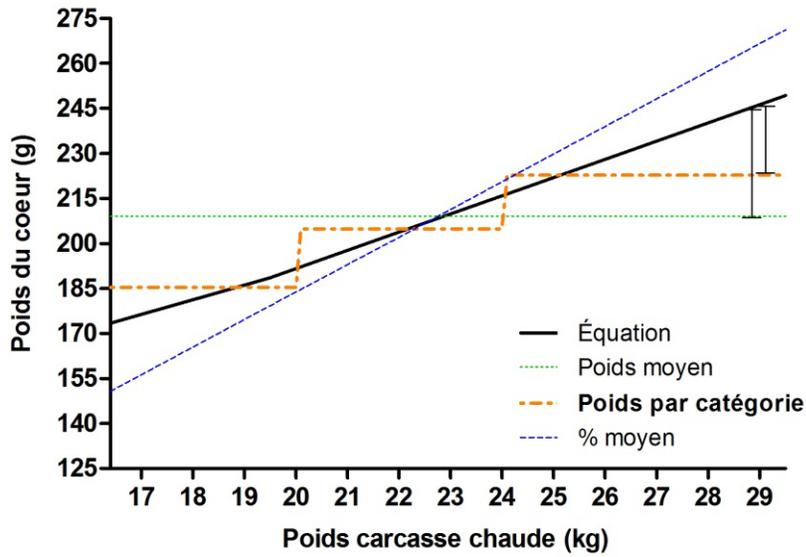


Figure 6.4. Réponses obtenues avec quatre différentes méthodes d'estimation du poids du coeur pour des carcasses d'agneau de poids variant de 16,4 à 29,5 kg.

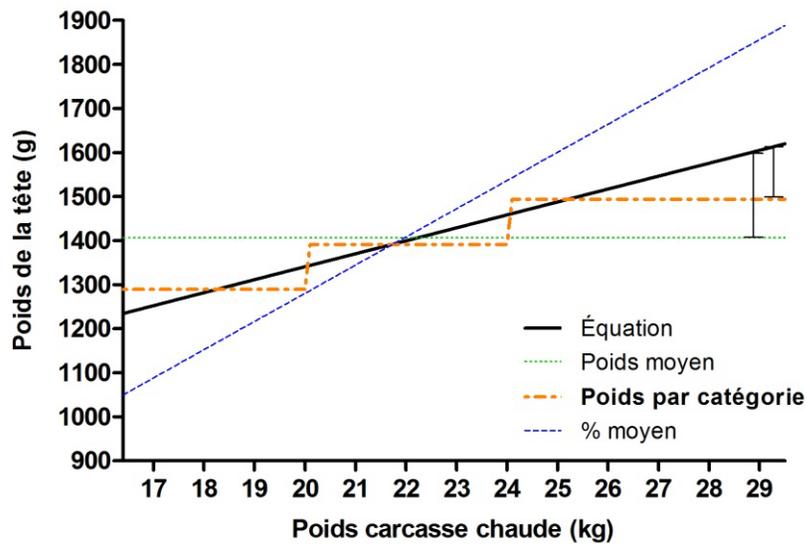


Figure 6.5. Réponses obtenues avec quatre différentes méthodes d'estimation du poids de la tête pour des carcasses d'agneau de poids variant de 16,4 à 29,5 kg.

Enfin, les poids des **testicules**, du **foie**, des **poumons** et de la **fressure** varient davantage en fonction du poids de la carcasse chaude (pentes de l'équation plus prononcées). Pour ces organes, l'utilisation d'un poids unique moyen est moins appropriée puisque, dans ce cas, le poids de l'organe serait bien estimé pour les agneaux dont le poids de la carcasse s'approche de la moyenne (autour de 22,5 kg), mais l'imprécision augmenterait à mesure que les poids de carcasse s'éloignent de la moyenne (Figures 6.6, 6.7, 6.8 et 6.9). Pour les testicules, le foie, les poumons et la fressure, l'erreur maximale de l'utilisation d'un poids unique par rapport à l'équation serait alors de 104, 278, 157 et 431 g (Tableau 6.7). Par ailleurs, la proximité entre les droites de l'équation et celle de l'utilisation d'un pourcentage moyen unique, aux figures 7.4 et 7.5, indique que l'utilisation d'un pourcentage du poids de la carcasse (valeur unique) donne des résultats similaires à ceux obtenus avec l'équation pour les testicules, le foie, les poumons et la fressure ( $\pm 20$ , 40, 44 et 97 g, respectivement). Des pourcentages de 1,6 % pour les testicules, de 3,7 % pour le foie, de 3,0 % pour les poumons et de 7,6 % pour la fressure pourraient donc être appliqués au poids des carcasses chaudes entre 16,4 et 29,5 kg. L'utilisation d'un poids moyen par catégorie de poids carcasse serait aussi envisageable, mais la précision serait moindre, surtout pour les agneaux aux extrémités de chaque catégorie de poids ( $\pm 44$ , 171, 87 et 258 g pour les testicules, le foie, les poumons et la fressure; Tableau 6.7).

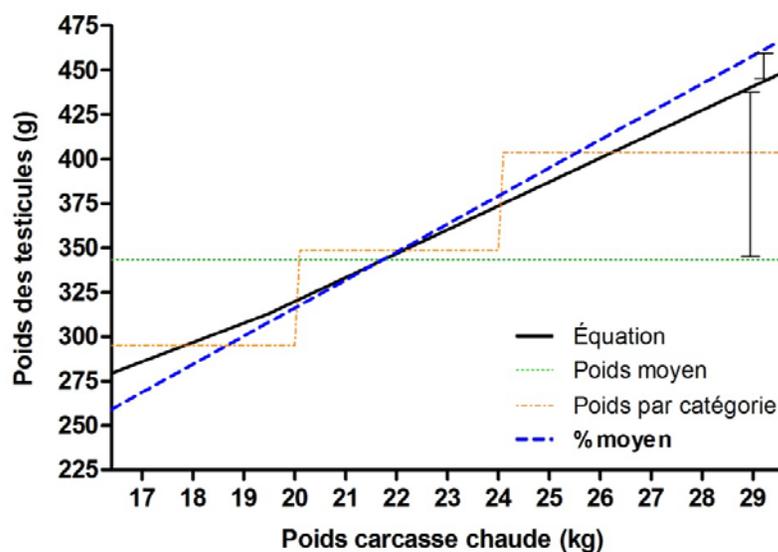


Figure 6.6. Réponses obtenues avec quatre différentes méthodes d'estimation du poids des testicules pour des carcasses d'agneau de poids variant de 16,4 à 29,5 kg.

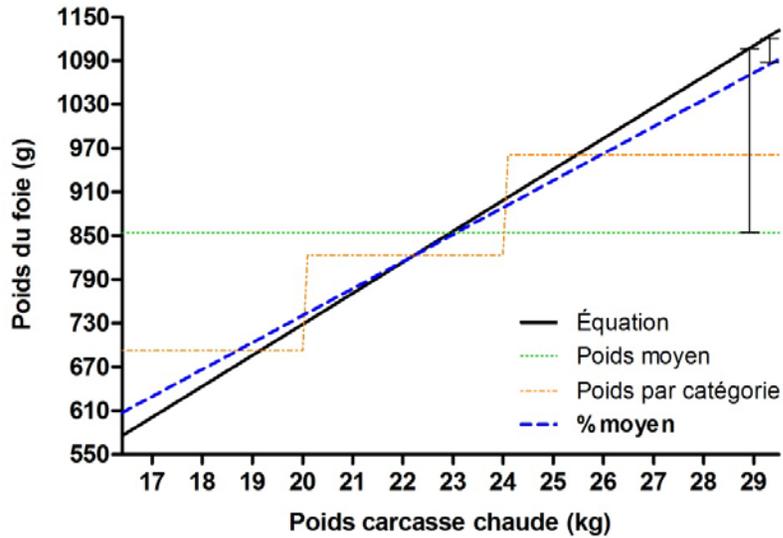


Figure 6.7. Réponses obtenues avec quatre différentes méthodes d'estimation du poids du foie pour des carcasses d'agneau de poids variant de 16,4 à 29,5 kg.

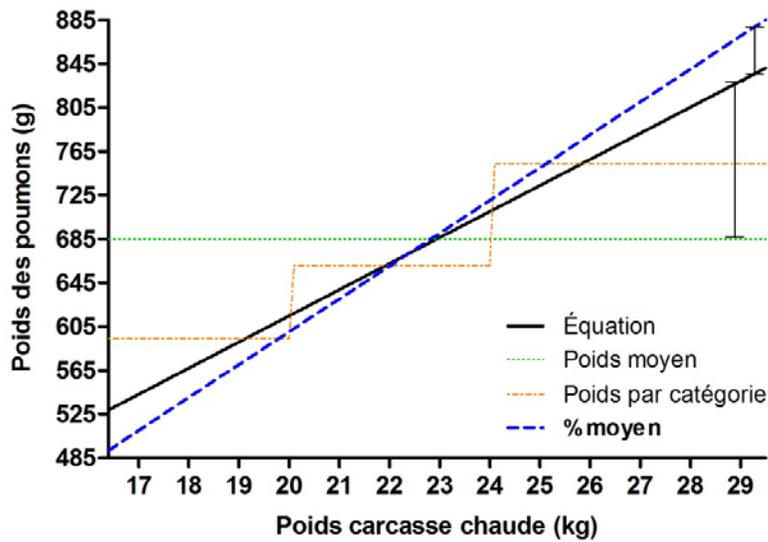


Figure 6.8. Réponses obtenues avec quatre différentes méthodes d'estimation du poids des poumons pour des carcasses d'agneau de poids variant de 16,4 à 29,5 kg.

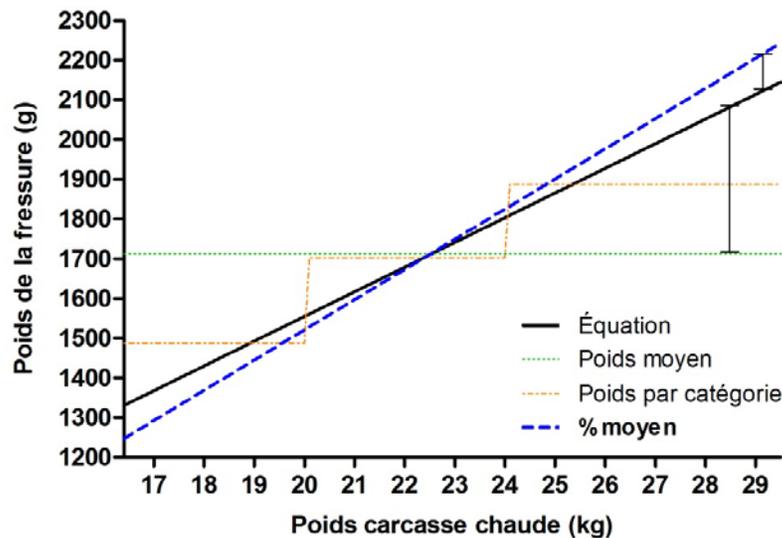


Figure 6.9. Réponses obtenues avec quatre différentes méthodes d'estimation du poids de la fressure pour des carcasses d'agneau de poids variant de 16,4 à 29,5 kg.

## 7. CONCLUSIONS

Cette étude a permis de démontrer que, chez l'agneau, seul le poids de l'estomac est relativement constant, peu importe le poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg. Les poids de la plupart des organes (testicules, foie, poumons, cœur, reins, tête et fressure) sont reliés de façon linéaire à celui de la carcasse chaude. Par contre, le poids à lui seul explique moins de la moitié de la variation du poids des organes, ce qui implique que d'autres facteurs sont en jeu. Ainsi, pour les carcasses des trois catégories de poids commercialisées au Québec, le fait de tenir compte du poids de la carcasse dans l'estimation du poids des organes n'apporte pas toujours un gain considérable de précision par rapport à l'utilisation d'une moyenne unique. C'est le cas notamment pour l'estomac, les reins, le cœur et la tête. Par ailleurs, pour le cœur et la tête, l'utilisation d'un poids moyen par catégorie de poids carcasse est légèrement plus précise. Pour ce qui est des testicules, du foie, des poumons et de la fressure, l'erreur maximale effectuée est plus élevée en utilisant une seule valeur moyenne pour tous les agneaux. Pour améliorer l'estimation du poids de ces organes, un pourcentage unique moyen pourrait être appliqué au poids de la carcasse chaude. Toutefois, sachant que les poids des testicules, du foie, des poumons et de la

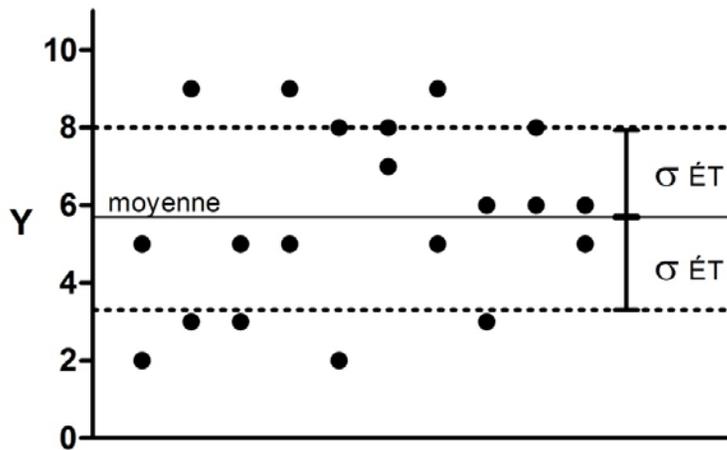
fressure sont relativement variables et que cette variation n'est pas majoritairement due au poids des carcasses, l'utilisation d'une moyenne unique pourrait également convenir.

## **ANNEXE A – NOTIONS DE STATISTIQUE**

### 7.1. Statistiques descriptives

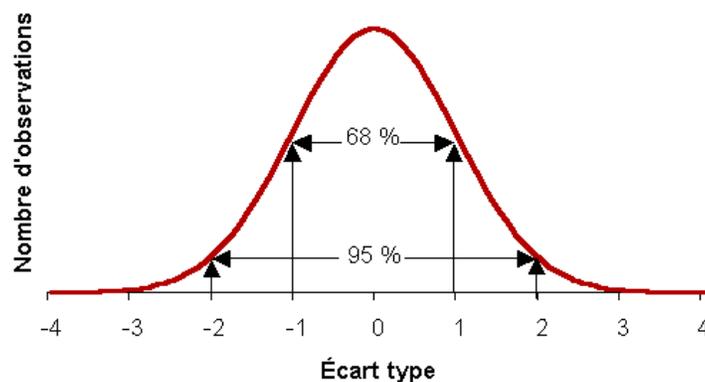
**Moyenne** : Somme des valeurs divisée par le nombre d'observations.

**Écart-type (ÉT)** : Mesure la dispersion des observations autour de la moyenne. L'ÉT correspond à la racine carrée de la somme des carrés des écarts à la moyenne divisée par le nombre d'observations (la somme des carrés des écarts à la moyenne est en fait la variance). Dans la figure suivante, la moyenne est représentée par la ligne pleine (5,7) et l'écart-type ( $\sigma$ ) par les lignes pointillées ( $\pm 2,3$ ).



L'ÉT est zéro si toutes les valeurs d'un ensemble de données sont les mêmes (parce que chaque valeur est égale à la moyenne). L'ÉT n'est jamais négatif.

Dans une distribution normale, l'écart-type ( $\pm 1$ ) représente l'intervalle à l'intérieur duquel se retrouve 68,3 % des données.



Dans le cas des données ayant approximativement la même moyenne, plus la dispersion est grande, plus l'ÉT est grand. Pour comparer l'ÉT de données dont les moyennes diffèrent, on référera plutôt au **coefficient de variation** qui rapporte l'écart-type en proportion (écart-type divisé par la moyenne).

**Coefficient de variation (CV)** : Écart-type divisé par la moyenne du poids d'un organe donné, multiplié par 100. Le CV est exprimé en pourcentage. Tout comme l'ÉT, plus il est faible, plus la dispersion autour de la moyenne est petite. Le CV permet de comparer la distribution des données de groupes dont la moyenne diffère.

## 7.2. Analyses statistiques

**Moyenne ajustée** : Moyenne estimée par les moindres carrés pour un groupe (ou traitement) donné ajustée en fonction du nombre d'observations présentes dans les autres groupes. Dans le cas d'un plan expérimental « équilibré » (avec le même nombre d'observations/traitement ou catégorie), les moyennes ajustées correspondent exactement aux moyennes arithmétiques (voir exemple #1 ci-bas). Dans le cas où les effectifs sont inégaux (exemple #2), cette moyenne est différente de la moyenne arithmétique, mais toujours très rapprochée de celle-ci (à la décimale près!). La moyenne ajustée a l'avantage de tenir compte de la structure des traitements.

### Exemple #1. Nombre d'effectifs égaux

Individus	Catégorie (ou traitement)		
	1	2	3
#1	4		
#2	6		
#3	2		
#4		7	
#5		3	
#6		5	
#7			4
#8			2
#9			3
<i>Moyenne</i>	4	5	3

Moyenne totale =  $(4+6+2+7+3+5+4+2+3)/9 = 4,0$

Moyenne ajustée =  $(4+5+3)/3 = 4,0$

**Exemple #2. Nombre d'effectifs inégaux**

Individus	Catégorie (ou traitement)		
	1	2	3
#1	4		
#2	6		
#3	2		
#4		.	
#5		3	
#6		5	
#7			4
#8			2
#9			3
<i>Moyenne</i>	4	4	3

Moyenne totale =  $(4+6+2+3+5+4+2+3)/9 = 3,625$

Moyenne ajustée =  $(4+4+3)/3 = 3,667$

**Erreur type (ou écart-type à la moyenne; ET)** : Estimé de la précision avec laquelle les moyennes des traitements d'une expérience sont évaluées. L'ET est égale à la racine carrée de la variance divisée par le nombre d'individus échantillonnés)

**Valeur de P (P)** : Représente la probabilité que les différences observées entre deux moyennes soient le fruit du hasard (et non due à un effet réel du facteur étudié). Un « P » suivi du symbole mathématique « < » (« inférieur à ») 0,05 indique que l'on peut s'attendre à ce que le résultat soit attribuable au hasard moins de 5 fois sur 100. Généralement, on considère qu'un seuil de signification statistique de 5 % est satisfaisant.

*Dans un test statistique, la valeur de P est le seuil auquel on rejette l'hypothèse nulle, l'hypothèse nulle postulant une égalité entre deux moyennes d'un modèle. En d'autres termes, la valeur P est la probabilité rejeter à tort l'hypothèse nulle et donc d'obtenir un faux négatif.*

### 7.3. Régression

**Équation de régression** : L'équation de régression sert à décrire la nature de la relation qui existe entre une variable prédite (« y »; comme le poids d'un organe) et une ou plusieurs variables explicatives

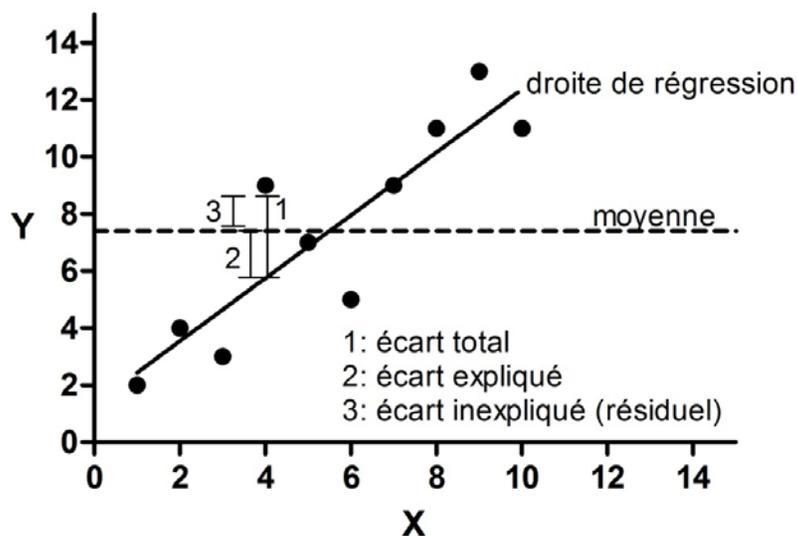
(« x »; comme le poids de la carcasse). Prédit le changement observé (réponse) sur la variable y associé aux variations de la variable x.

L'évaluation globale de la pertinence du modèle de prédiction (droite de régression ; figure ci-dessous) s'appuie sur l'équation d'analyse de variance  $SCT = SCE + SCR$ , où

$SCT$ , somme des carrés totaux, traduit la variabilité totale de l'échantillon (écart total);

$SCE$ , somme des carrés expliqués, traduit la variabilité expliquée par le modèle (écart expliqué);

$SCR$ , somme des carrés résiduels correspond à la variabilité non expliquée par le modèle (variance résiduel, écart inexpliqué).

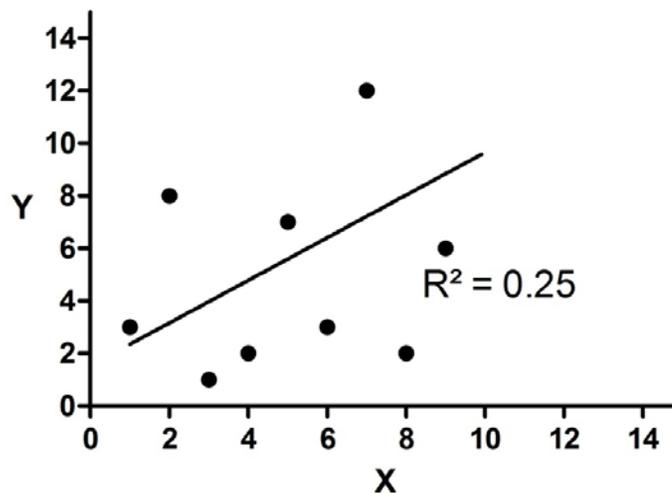
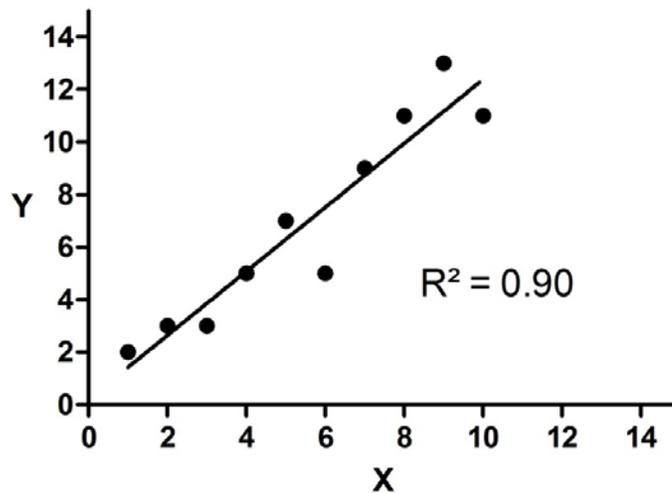


**Variance ( $\sigma^2$ ) résiduelle** : Mesure de dispersion autour de la droite de régression. Somme des carrés des écarts par rapport à la droite de régression divisée par le nombre d'observations (moyenne des carrés des écarts ou erreurs). Graphiquement, elle est représentée par la différence entre chaque point (poids d'un organe donné par rapport au poids de la carcasse) et la droite de régression donnée par l'équation. La variance résiduelle est la variabilité inexpliquée par le modèle, qu'on cherche à minimiser.

**Erreur type résiduelle** (ETr; de l'anglais RMSE – « root mean square error ») : Mesure de dispersion autour de la droite de régression. C'est la racine carrée de la variance résiduelle (somme des

carrés des écarts par rapport à la droite de régression divisée par le nombre d'observations). Plus cet écart est petit, plus précise est l'équation.

**Coefficient de détermination ( $R^2$ )** : Proportion de la variabilité totale de la variable prédite (y) qui est expliquée par la variable explicative (x). Il correspond à la variance expliquée par la régression (somme des carrés des écarts) divisée par la variance totale (SCE/SCT). En d'autres termes, le  $R^2$  indique la qualité (précision) avec laquelle la droite de régression explique le nuage de points. Par exemple, pour un  $R^2$  de 0,90, les points représentant tous les agneaux de X kg de poids carcasse dont les organes pèsent Y g formeraient une droite presque parfaite. Par contre, pour un  $R^2$  de 0,25, les points formeraient un nuage plutôt diffus, mais légèrement oblong.



## **ANNEXE B – DONNÉES COMPLÉMENTAIRES**

**Tableau B.1. Statistiques descriptives<sup>z</sup> du poids (kg) des organes selon la catégorie de poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg chez les agneaux – Abattoir Forget**

Variables	Catégories de poids (kg)			Total
	16,4-20	20,1-23,9	24,1-29,5	
<b>Nombre</b>	30	90	32	152
<b>Poids carcasse</b>	18,80	22,33	25,21	22,24
<b>Coeur</b>				
Nombre	9	41	16	66
Moyenne	207,22	212,41	216,38	212,67
Min	171	140	162	140
Max	252	275	264	275
Écart-type	22,31	28,37	26,02	26,84
<b>Poumons</b>				
Nombre	9	43	15	67
Moyenne	618,33	664,21	696,27	665,22
Min	532	507	481	481
Max	720	1139	869	1139
Écart-type	60,14	110,35	112,64	106,76
<b>Foie</b>				
Nombre	9	42	16	67
Moyenne	734,89	826,67	901,50	832,21
Min	632	574	556	556
Max	830	1075	1185	1185
Écart-type	63,83	118,87	177,79	137,59
<b>Reins</b>				
Nombre	28	87	31	146
Moyenne	126,14	130,16	136,06	130,64
Min	102	86	93	86
Max	161	219	175	219
Écart-type	14,72	18,37	20,29	18,33
<b>Fressure</b>				
Nombre	29	84	29	142
Moyenne	1509,90	1660,92	1776,38	1653,65
Min	1183	1346	1358	1183
Max	1720	2301	2123	2301
Écart-type	129,36	177,40	213,48	195,65
<b>Tête</b>				
Nombre	28	84	28	140
Moyenne	1313,93	1412,77	1530,71	1416,59
Min	1091	1194	1244	1091
Max	1691	1800	1762	1800
Écart-type	146,89	116,60	138,38	144,16
<b>Estomac</b>				
Nombre	23	72	32	127
Moyenne	765,61	810,08	795,84	798,44
Min	591	603	509	509
Max	921	1154	970	1154
Écart-type	103,52	110,22	95,75	106,06

<sup>z</sup> Voir les définitions à l'annexe A.

**Tableau B.2. Statistiques descriptives<sup>z</sup> du poids des organes selon la catégorie de poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg chez les agneaux – Abattoir de Luceville**

Variables	Catégories de poids (kg)			Total
	16,4-20	20,1-23,9	24,1-29,5	
<b>Nombre</b>	85	193	93	374
<b>Poids carcasse</b>	18,88	22,09	25,66	22,20
<b>Cœur</b>				
Nombre	27	59	56	142
Moyenne	180,30	200,41	227,70	207,35
Min	143	150	173	143
Max	218	275	319	319
Écart-type	20,57	24,28	26,94	30,47
<b>Poumons</b>				
Nombre	27	60	56	143
Moyenne	585,85	672,73	767,95	693,62
Min	268	431	500	268
Max	930	1088	1103	1103
Écart-type	123,69	123,26	139,07	145,52
<b>Foie</b>				
Nombre	27	60	57	144
Moyenne	680,37	839,07	977,11	863,95
Min	464	491	603	464
Max	920	1372	1366	1372
Écart-type	143,77	180,87	221,04	219,35
<b>Reins</b>				
Nombre	18	55	16	91
Moyenne	109,00	126,93	137,25	124,95
Min	87	91	116	87
Max	136	167	167	167
Écart-type	11,07	17,68	15,22	18,24
<b>Fressure</b>				
Nombre	15	50	22	90
Moyenne	1518,33	1740,22	1839,32	1715,44
Min	1315	1327	1316	1118
Max	2023	2126	2163	2163
Écart-type	215,84	201,58	215,40	237,40
<b>Tête</b>				
Nombre	8	15	7	31
Moyenne	1272,50	1370,67	1435,57	1348,52
Min	1046	1172	1277	1015
Max	1559	1532	1721	1721
Écart-type	163,33	105,42	141,94	150,68
<b>Testicules</b>				
Nombre	49	100	30	179
Moyenne	295,24	348,71	403,67	343,28
Min	140	121	210	121
Max	447	559	734	734
Écart-type	70,86	91,83	112,86	96,88

<sup>z</sup> Voir les définitions à l'annexe A.

**Tableau B.3. Poids des organes selon le sexe et la catégorie de poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg chez les agneaux (moyennes ajustées<sup>w</sup>)**

Variables	Mâle		Femelle		ET <sup>y</sup>	Valeur de P <sup>x</sup>		
	16,4-20 kg	20,1-23,9 kg	16,4-20 kg	20,1-23,9 kg		Sexe	Poids	S × P
<b>Pds carc. (kg)</b>	18,9	22,2	18,7	22,3	0,2	0,9089	<0,0001	0,2392
<b>Organes (g)</b>								
Cœur	196,3	208,6	178,4	202,1	8,1	<b>0,0100</b>	<b>0,0002</b>	0,2107
Foie	780,5	823,6	636,9	825,9	38,8	0,0180	0,0001	<b>0,0130</b>
Poumons	656,2	680,5	568,9	641,9	30,5	<b>0,0065</b>	<b>0,0324</b>	0,2753
Fressure <sup>z</sup>	1594,5	1709,9	1415,7	1660,7	51,3	0,0002	<0,0001	<b>0,0292</b>
Reins	123,8	132,0	117,0	121,7	4,2	<b>0,0034</b>	<b>0,0255</b>	0,5410
Estomac	812,2	826,2	718,3	782,7	33,4	<b>0,0136</b>	0,1528	0,3555
Tête	1399,0	1417,3	1193,7	1370,5	35,4	<0,0001	0,0001	<b>0,0017</b>

<sup>w</sup> Voir les définitions à l'annexe A.

<sup>x</sup> Sexe = effet principal du sexe; Poids = effet principal du poids de la carcasse; S × P = interaction sexe × poids.

<sup>y</sup> ET = Erreur type.

<sup>z</sup> Fressure = Cœur, foie et poumons et thymus gardés et pesés ensemble, dans le cas où tous les organes étaient sains. Inclus la sommation des poids individuels du cœur, du foie et des poumons lorsqu'un des trois organes devait être condamné.

**Tableau B.4. Proportion du poids des organes (% du poids de la carcasse chaude) selon le sexe et la catégorie de poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg chez les agneaux (moyennes ajustées<sup>w</sup>)**

Variables (%)	Mâle		Femelle		ET <sup>y</sup>	Valeur de P <sup>x</sup>		
	16,4-20 kg	20,1-23,9 kg	16,4-20 kg	20,1-23,9 kg		Sexe	Poids	S × P
<b>Organes</b>								
Cœur	1,03	0,95	0,96	0,91	0,04	<b>0,0075</b>	<b>0,0025</b>	0,3686
Foie	4,10	3,82	3,45	3,72		0,0086	0,9595	<b>0,0455</b>
Poumons	3,44	3,05	3,03	2,89	0,13	<b>0,0046</b>	<b>0,0074</b>	0,2094
Fressure <sup>z</sup>	8,45	7,71	7,59	7,43	0,23	<0,0001	0,0007	<b>0,0255</b>
Reins	0,66	0,59	0,63	0,54	0,02	<b>0,0022</b>	<b>&lt;0,0001</b>	0,5520
Estomac	4,44	3,72	3,85	3,53	0,18	<b>0,0085</b>	<b>0,0005</b>	0,1644
Tête	7,42	6,46	6,45	6,12	0,15	<0,0001	<0,0001	<b>0,0108</b>

<sup>w</sup> Voir les définitions à l'annexe A.

<sup>x</sup> Sexe = effet principal du sexe; Poids = effet principal du poids de la carcasse; S × P = interaction sexe × poids.

<sup>y</sup> ET = Erreur type.

<sup>z</sup> Fressure = Cœur, foie et poumons et thymus gardés et pesés ensemble, dans le cas où tous les organes étaient sains. Inclus la sommation des poids individuels du cœur, du foie et des poumons lorsqu'un des trois organes devait être condamné.

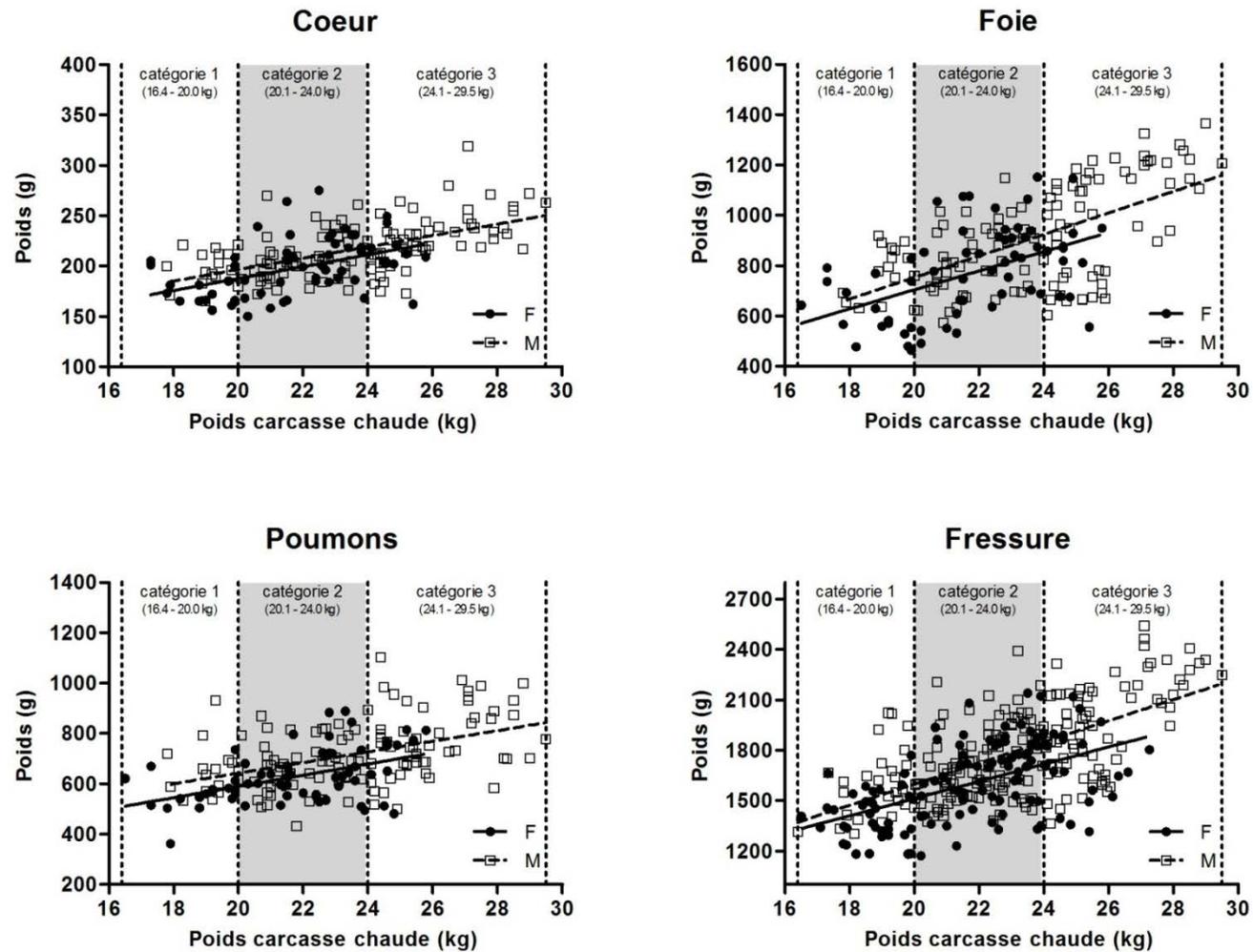


Figure B.1. Relation entre le poids des organes et le poids de la carcasse chaude entre 16,4 et 29,5 kg en fonction du sexe

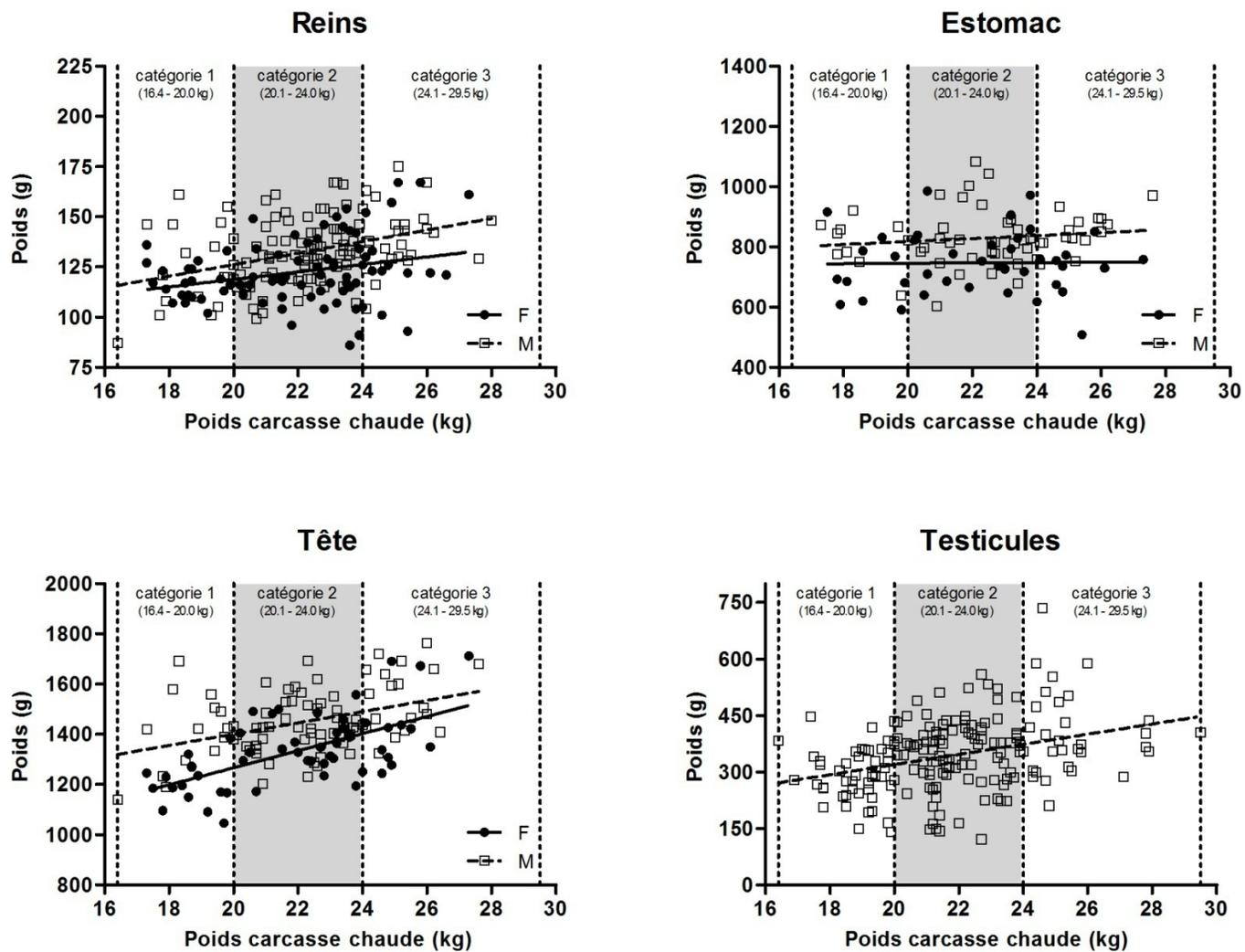


Figure B.2. Relation entre le poids des organes et le poids de la carcasse chaude variant entre 16,4 et 29,5 kg en fonction du sexe