



Agneaux de lait : effet de l'âge à l'abattage

Effet de l'âge à l'abattage sur les caractéristiques des carcasses et des viandes des agneaux de lait

Mots-clés : Agneau de lait, Age, Evaluation sensorielle, Composition de la carcasse, Manech tête rousse

Auteurs : Jean-Marc Arranz¹, Michel Le Henaff², Sandrine Papillon², Annie Richard², Marie-Pierre Ellies-Oury^{2,3,4}

¹Chambre d'Agriculture 64, 124 bd Tourasse, 64078 Pau Cedex, France ; ²Bordeaux Sciences Agro, DNSFA, 1 cours du Général de Gaulle, CS 40201, 33175 Gradignan Cedex, France ; ³INRA, UMRH, équipe Biomarqueurs, Centre de Theix, 63122 Saint Genes-Champanelle, France ; ⁴Clermont Université, VetAgro Sup, UMR 1213 Herbivores, BP 10448, 63000 Clermont-Ferrand, France.

* E-mail de l'auteur correspondant : marie-pierre.ellies@agro-bordeaux.fr

Les agneaux de lait disponibles sur le marché Français ont couramment 40 ou 80 jours. Répondant au même segment de marché, ils sont cependant à l'origine d'animaux aux propriétés sensorielles différentes, notamment en termes de tendreté, couleur, jutosité et flaveur.

Résumé :

Deux expérimentations parallèles ont été conduites en vue d'identifier l'effet de l'âge sur les propriétés des carcasses, muscles et viandes d'agneaux de lait alimentés exclusivement au lait maternel. Un jury formé constitué d'experts a évalué visuellement et gustativement les gigots de 2 lots de 6 agneaux abattus à 40 ou 80 jours d'âge. En parallèle, les carcasses de 18 agneaux abattus à 3, 5 ou 8 semaines ont été découpées et les propriétés physicochimiques des muscles *Semitendinosus* ont été caractérisées.

En termes sensoriels, les agneaux de 40 jours sont à l'origine d'une viande plus tendre et moins caoutchouteuse, mais également plus subtile (voire presque fade) et avec un goût moins prononcé que ceux de 80 jours. Les écarts de couleur mis en évidence instrumentalement sont nettement visibles sur les muscles en particulier après cuisson. La couleur des viandes d'agneau de 80 jours s'approche alors de celle d'agneaux sevrés. En revanche, dans la gamme d'âge étudiée (3-8 semaines), la force de cisaillement et la teneur en lipides restent inchangées.

Abstract: Effect of slaughter age on carcass and muscle properties of Manech milk lambs

The two parallel experiments described in this article were led in an order to identify the effect of age on carcass, muscles and meat properties of sucking lambs exclusively fed with mother's milk. A jury made up of experts assessed visually and from a gustatory point of view the legs of two groups of six lambs slaughtered at respectively 40 and 80 days of age. At the same time, 18 carcasses of lambs slaughtered at respectively 3, 5 and 8 weeks of age were cut and the physic-chemical properties of the *Semitendinosus* muscles were characterized.

From a gustatory point of view, 40 day-old lambs produced a more tender and less chewy meat and with also a more subtle taste, almost bland, than those from 80 day-old lambs. Color variations determined using instruments were obvious on muscles, particularly after being cooked. Meat color from 80 day-old lambs was close to that of weaned lambs. However, in the range of ages studied (3 to 8 weeks), the shearing force and lipid contents were unchanged.

INTRODUCTION

L'agriculture des régions pyrénéennes, et en particulier de la zone montagne est dominée par l'élevage bovin allaitant et l'élevage ovin, de type laitier fromager sur la partie la plus occidentale, et de type allaitant sur le reste la chaîne pyrénéenne. La mixité des élevages (présence d'ovins et de bovins) est aussi une grande constance de cette orientation agricole, au Sud et au Nord des Pyrénées. Cet élevage joue un rôle majeur dans son territoire, à la fois par son poids économique, sa participation au développement rural, sa contribution à la gestion du territoire et au maintien d'écosystèmes agro-pastoraux originaux et d'intérêt environnementaux. De par les contraintes liées au caractère montagnard de l'espace occupé, les systèmes de production dominants présentent de réelles spécificités avec l'exploitation de races animales locales et la production de produits généralement sous signes officiels de qualité.

En France, l'agneau de lait est défini par les organisations interprofessionnelles comme un agneau de moins de 90 jours essentiellement nourri à base de lait maternel. De fait, cette dénomination regroupe divers types d'agneaux : l'agneau « lechal » de 3 semaines, principalement consommé en Espagne, l'agneau de lait de 5-6 semaines consommé surtout en Aquitaine, et l'agneau de lait « laiton », de 8 à 11 semaines, tel que défini dans plusieurs labels du sud-est.

I. MATERIEL ET METHODES

I.1. Mise en évidence des écarts sensoriels entre des agneaux de lait de 40, 80 et 150 jours

Un travail préalable a consisté à identifier par enquête les spécificités de l'agneau de lait et à co-construire une grille d'évaluation avec des experts connaissant parfaitement ces produits (Ellies-Oury *et al.*, 2014a et 2014b).

Cette grille a été soumise à un jury de 12 professionnels formés aux évaluations sensorielles représentant les différents maillons de la filière. L'évaluation a porté sur deux lots de 6 agneaux de 40 et 80 jours. Elle a été organisée en 2 temps :

- une évaluation visuelle sur côtelettes crues et cuites (muscle *Longissimus dorsi*),
- une évaluation visuelle et gustative sur gigot (muscle *Biceps femoris*, cuisson à basse température sous vide et réchauffage des échantillons à 58°C à cœur au bain-marie).

I.2. Effet de l'âge à l'abattage (3, 5 ou 8 semaines) sur les caractéristiques des carcasses et des viandes d'agneaux de lait de race Manech tête rousse

18 agneaux mâles Manech tête rousse ont été répartis à la naissance en trois lots homogènes (selon leurs dates de naissance, leurs poids de naissance et leur taille de portée) destinés à être abattus entre 20 et 25 j [3 semaines], 34 et 40 j [5 semaines] ou bien entre 58 et 62 j [8 semaines] après avoir reçu exclusivement du lait maternel comme régime alimentaire. Les mères ont, quant à elles, reçu un régime alimentaire constitué de 60% de fourrages secs, 20 % d'herbe pâturée (pâturage de 2 à 4 heures / jour) et 20 % de concentrés de production produits sur l'exploitation. Du fait du faible écart d'âge entre les 3 types d'agneaux, la constitution des 3 lots d'animaux a été très contrainte afin de disposer au sein de chaque lot d'animaux homogènes. Ce travail n'a ainsi concerné que des mâles, issus d'un seul type génétique, à savoir la Manech tête rousse, et d'un seul type de conduite : les agneaux élevés en bergerie. Afin de limiter l'impact des conditions de transport et d'attente des animaux lors de la phase de pré-abattage sur les caractéristiques des

Dans le pays basque, la filière s'est orientée vers la production de 2 types d'agneaux :

- l'agneau très léger, de 3 semaines environ, pour le marché ibérique principalement, avec une demande quasi exclusive sur la fin de l'année ;

- un agneau un peu plus âgé (4 à 6 semaines), destiné au marché français, avec une mise en marché en hiver-printemps (la production est très saisonnée avec 45 % des livraisons d'agneau en décembre et 15 % en janvier), et un pic de demande à Pâques. Ce type de produit est aujourd'hui engagé dans une démarche de qualité, avec la défense de son Label Rouge et l'Indication Géographique Protégée « Agneau de lait des Pyrénées ». Cependant, si l'agneau de lait jeune et léger est un produit communément consommé en Espagne (Alfonso *et al.*, 2001), la situation est très différente en France, où les consommateurs sont peu habitués ce type de produit.

Dans ce contexte, deux études prospectives parallèles ont été menées de façon à objectiver les caractéristiques des carcasses et des viandes d'agneau de lait selon leur âge à l'abattage afin de mettre en exergue les spécificités des différents types d'agneau de lait qui approvisionnent le marché français.

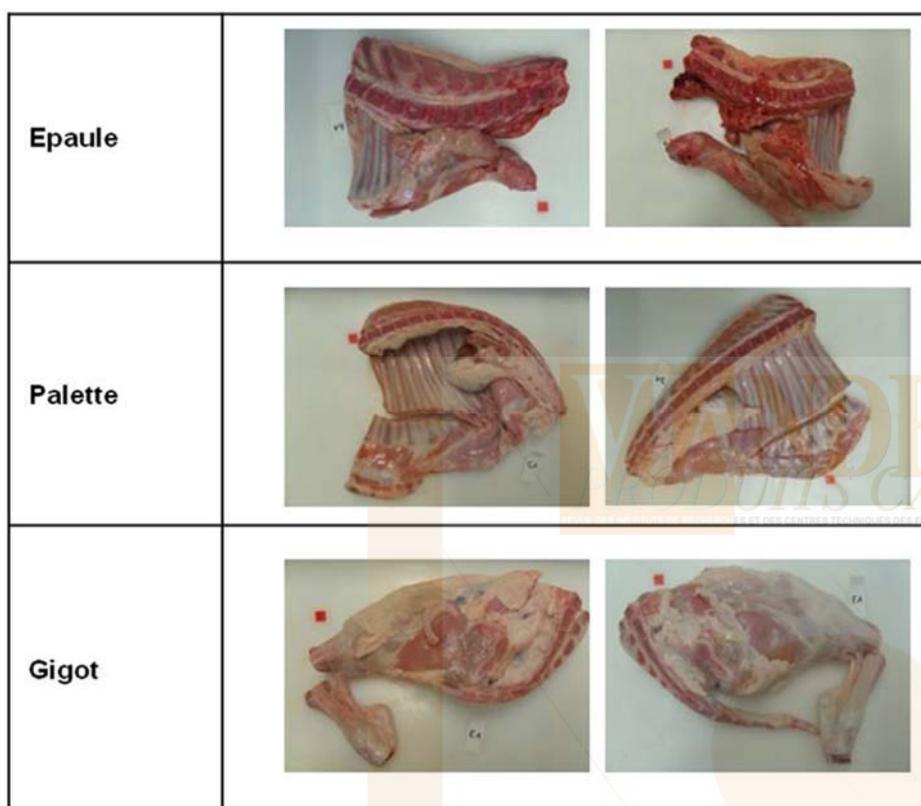
Afin que les écarts visuels ne faussent pas les notes attribuées au cours des dégustations, ces évaluations ont été réalisées en lumière colorée puis en lumière naturelle. La viande d'agneau de lait étant de couleur claire, la couleur la plus proche de la couleur complémentaire a été choisie pour lumière colorée, à savoir le bleu.

Pour compléter l'évaluation, 6 agneaux âgés de 150 jours ont été évalués dans les mêmes conditions. Plus âgés que les agneaux de lait, ces agneaux sevrés peuvent être considérés comme des témoins dans la mesure où ils sont représentatifs des agneaux les plus couramment consommés sur le marché français.

viandes (Tarrant 1989, Apple *et al.*, 1995), chacun des 3 lots a été abattu dans des conditions similaires, 1 à 2 heures après séparation d'avec leur mère.

Vingt-quatre heures après abattage, les agneaux ont été découpés (découpe anatomique), afin de séparer chaque carcasse en 3 parties : l'épaule (avec collier), le gigot (avec queue) et la palette (poitrine et ensemble côtes couvertes et découvertes) (figure 1). Pour chaque animal, le pH ultime ainsi que le pouvoir de rétention d'eau (Wierbicki et Deathage, 1958) ont été évalués sur le muscle *Longissimus thoracis*. En parallèle, le muscle *Semitendinosus* a été caractérisé en termes de propriétés rhéologiques (Salé, 1971) et musculaires (couleur $L^*a^*b^*$ (McLaren, 1976) ; teneurs en lipides selon Folch *et al.* (1957)). Les analyses statistiques ont porté sur des comparaisons de moyennes (ANOVA 1 facteur : le facteur âge) réalisées avec le logiciel R.

Figure 1 : Les carcasses ont été entièrement disséquées



Découpe de la demi-carcasse

II. RESULTATS ET DISCUSSION

II.1. Mise en évidence des écarts sensoriels entre des agneaux de lait de 40, 80 et 150 jours

II.1.1. Des écarts visuels significatifs entre lots sur cru comme sur cuit

Les côtelettes des agneaux de 40 jours ont logiquement une noix de taille significativement plus faible que celles des agneaux de 80 jours ($p < 0,001$; figure 2). La côtelette d'agneau de 80 jours est en revanche assez proche de celle d'agneaux lourds (de 150 jours) comme illustré en figure 3. A 40 jours, l'aspect de la côtelette ressort plus homogène (sur cru comme sur cuit; $p < 0,001$) que celles des agneaux de 80 jours. Un écart de couleur est mis en évidence sur la viande crue comme sur le gras, les animaux les plus jeunes étant à l'origine de viandes plus claires et de gras plus blancs ($p = 0,03$ et $p = 0,03$). Cet écart est exacerbé après cuisson ($p = 0,001$ et $p = 0,003$), comme on peut également le voir sur la figure 3. Après cuisson, la viande d'agneau de 80 jours a

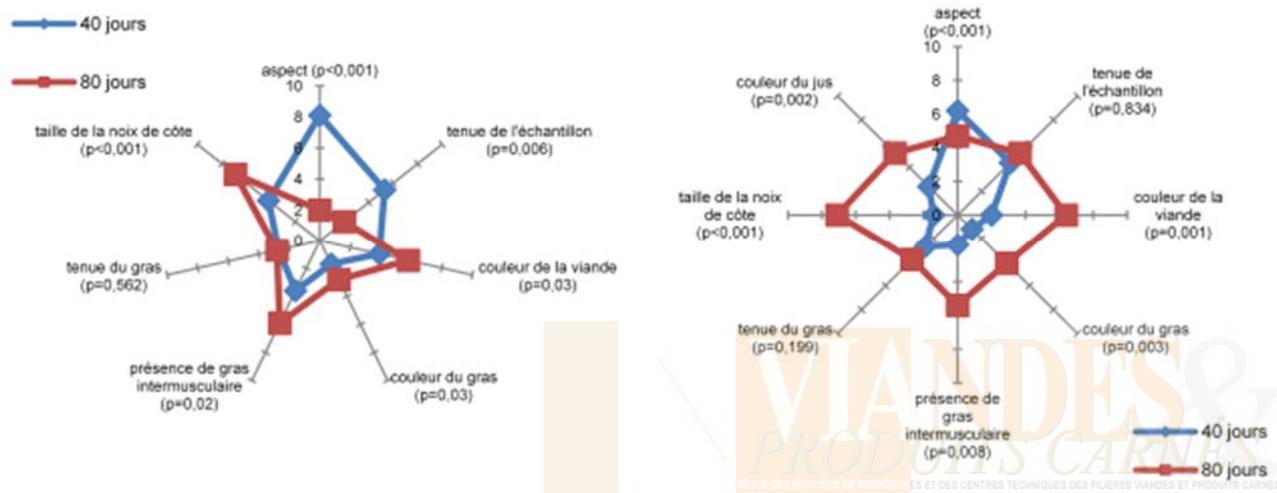
en effet une couleur proche de celle de l'agneau de 150 jours. Les écarts de présence de gras intermusculaire notée sur côtelettes crues ($p = 0,02$) s'exacerbent également après cuisson ($p = 0,008$), laissant supposer des évolutions et fontes de gras intermusculaire différentes entre les deux lots d'agneaux. Nous notons aussi un écart de couleur de jus, avec un jus plus clair pour les côtelettes des agneaux de 40 jours ($p = 0,002$). La tenue du gras n'est en revanche pas significativement différente entre les deux lots d'animaux, que ce soit sur cru ou sur cuit, mais on peut supposer que ce descripteur couramment utilisé en abattoir pour le jugement des carcasses est plus délicat à évaluer sur un morceau de viande.

II.1.2. Une viande d'agneau de 40 jours jugée plus tendre, moins caoutchouteuse et plus subtile

A la dégustation, la viande d'agneau de 80 jours a tendance à être plus compacte que celle d'agneaux de 40 jours sans que la différence ne soit significative ($p = 0,0957$ / $p = 0,0780$ en lumière bleu/blanche; tableau 1). Cette notation va dans le sens d'un grain de viande ayant tendance à être plus grossier ($p = 0,0920$ et $p = 0,0912$) sans toutefois que les écarts ne soient très marqués. Si la présence de nerfs est équivalente entre les deux lots ($p > 0,10$), les descripteurs de tendreté initiale comme de tendreté globale sont mieux notés pour les gigots des agneaux de 40 jours, la viande étant perçue plus tendre et moins caoutchouteuse (tableau 1). La viande d'agneau de 40 jours est enfin perçue comme ayant un goût plus subtil (voire presque fade) et moins persistant que la viande d'agneau de 80 jours. Il faut néanmoins noter que les deux lots d'agneaux sont à l'origine de viandes au

goût peu persistant, contrairement à ce que l'on peut noter chez des agneaux plus lourds de type brouillard. S'il n'y a pas d'écart de notation entre l'agneau de 40 jours en lumière bleue et en lumière naturelle, il existe pour certains descripteurs un écart non négligeable de notation entre ces deux conditions lumineuses pour l'agneau de 80 jours (notamment pour les descripteurs de tendreté, jutosité et finesse du goût). On peut ainsi noter qu'un écart de jutosité est noté en lumière blanche alors qu'il n'apparaît pas en lumière bleue. On peut donc supposer que la vue du gras inter/intramusculaire a eu un impact sur la notation des jurés, les viandes plus grasses étant habituellement perçues plus juteuses. Cette hypothèse confirmerait également les écarts de tendreté et de goût perçus par le jury entre les échantillons présentés en lumière blanche et lumière colorée.

Figure 2 : Les écarts d'âge sont clairement visibles sur les côtelettes que celles-ci soient crues (à gauche) ou cuites (à droite)



Notes sur 10 attribuées pour les différents descripteurs visuels aux deux lots d'agneaux (40 ou 80 jours) selon que les côtelettes aient été présentées crues ou cuites

Figure 3 : Visuellement, les côtelettes d'agneaux de 80 jours (n°927 et n°780) sont plus proches de celles des agneaux lourds (n°450 et n°080) que de celles d'agneaux de 40 jours (n°506 et n°534)



Présentation de côtelettes d'agneau de 40 (n°506 et n°534), 80 (n°927 et n°780) et 150 jours (n°450 et n°080) crues (à gauche) et cuites (à droite)

Tableau 1 : La viande d'agneau de 80 jours est perçue moins tendre mais plus juteuse que celle d'agneau de 40 jours

Age des agneaux (jours)	Lumière colorée (bleu)			Lumière naturelle (blanc)		
	40	80	test p	40	80	test p
Tenue de l'échantillon (0 : flasque, se désagrège, 10 : compact)	3,3	5,2	0,095	2,4	3,9	0,078
Grain de viande (0 : grain grossier, 10 : grain fin)	7,1	5,1	0,092	6,1	5,1	0,091
Tendreté initiale (0 : très tendre, 10 : très ferme, dur)	1,6	3,9	<0,001	1,2	2,1	<0,001
Tendreté globale (0 : caoutchouteux, 10 : morceau fondant)	8,0	5,4	<0,001	8,1	7,7	0,090
Présence de nerfs (0 : limitée, 10 : importante)	3,3	3,1	0,974	1,7	1,9	0,240
Jutosité (0 : absente, 10 : chair très juteuse)	6,8	5,3	0,088	6,7	8,6	<0,001
Persistance du goût (0 : peu persistant, 10 : très persistant)	4,0	5,4	0,081	4,2	5,7	0,375
Finesse du goût (0 : goût marqué, peu fin, 10 : goût subtil, très fin)	7,0	4,4	0,003	7,4	7,0	0,082

Moyennes des notes obtenues pour les différents descripteurs sensoriels pour les gigots d'agneaux de 40 ou 80 jours, selon qu'ils sont proposés en lumière naturelle ou colorée

II.2. Effet de l'âge à l'abattage (3, 5 ou 8 semaines) sur les caractéristiques des carcasses et des viandes d'agneaux de lait de race Manech tête rousse

II.2.1. Une croissance et un développement conformes aux attentes

Entre 3 et 8 semaines, les poids moyens des animaux (x 2,2) et des muscles (x 2,1 à 2,9) augmentent significativement (tableau 2). Sur la même période, les aires des différents muscles sont logiquement multipliées par 1,5 à 2,0. La part de la palette dans la carcasse (+6%) est en augmentation avec l'âge au détriment des parts de gigot (-2%) et d'épaule (-4%). Cette cinétique d'évolution des

proportions des différents tissus traduit les gradients de développement des tissus avec l'âge et est conforme aux compositions de carcasses d'agneaux d'âges similaires précédemment relevées par Blanco et al. (2014) et Andrés et al. (2016). La part des tissus adipeux dans les différents muscles augmente également avec l'âge (+7% à +10%).

Tableau 2 : Avec l'âge, la part des différents muscles évolue mais leur composition en lipides reste inchangée

Lot		3 semaines	5 semaines	8 semaines	test
Effectif		6	6	6	
Age (jours)		23a	37b	60c	<0,001
Poids de carcasse et âge moyens des animaux par élevage					
Poids	carcasse (kg)	5,6a	7,1b	12,0c	<0,001
	gigot (kg)	1,5a	2,1b	3,6c	<0,001
	palette (kg)	1,3a	2,0b	3,7c	<0,001
	épaule (kg)	1,5a	2,0b	3,2c	<0,001
% dans la carcasse	gigot	35,7	35,0	34,0	0,398
	palette	29,8a	32,5b	35,2c	<0,001
	épaule	34,5b	32,5ab	30,8a	0,003
% gras dans	gigot	14,6a	18,3ab	22,7b	0,025
	palette	26,3a	27,6ab	33,6b	0,046
	épaule	14,3a	17,2a	24,2b	0,003
Aire (cm ²)	épaule	222a	235a	329b	<0,001
	palette	376a	475b	762c	<0,001
	gigot	241a	291b	379c	<0,001
Caractéristiques du muscle demi-tendineux (un muscle du gigot)					
Pertes en eau (% MS)		0,24	0,21	0,19	0,527
L*		68,4	67,5	65,9	0,069
a*		7,9a	9,1ab	9,7b	0,028
b*		11,1b	7,4a	7,2a	<0,001
Force (daN)		6,86	7,29	6,65	0,633
Lipides (g/100g muscle)		1,42	1,82	1,80	0,183

2 lettres (a, b, ...) différentes sur une même ligne indiquent des valeurs significativement différentes au seuil de 5%.

Evolution de la composition des carcasses d'agneaux entre 3 et 8 semaines

II.2.2. Une évolution de la couleur variable selon les muscles

La caractérisation précise des muscles et gras de la carcasse a permis de mettre en évidence l'absence d'effet significatif de l'âge sur la couleur du muscle *Longissimus dorsi*.

En revanche, la couleur du demi-tendineux varie significativement avec l'âge, les animaux de 8 semaines

présentant des muscles plus rouges (+1,8 pts pour l'indice a*, p=0,028) et moins jaunes (-3,9 pts pour l'indice b*, p<0,001) et légèrement plus sombres (-2,5 pts pour la clarté L*, p=0,069) que les animaux de 3 semaines, ceux de 5 semaines étant intermédiaires.

II.2.3. Pas d'effet de l'âge sur le pH ultime et le pouvoir de rétention d'eau du muscle *Longissimus dorsi*

L'évolution du pH après la mort de l'animal est le premier facteur explicatif de la rétention d'eau dans la viande crue. En effet, le pH explique, par sa valeur ultime et sa vitesse de décroissance post mortem, environ 50% de la variabilité du pouvoir de rétention d'eau des muscles (Monin, 1988). Dans ce travail, le pH ultime du muscle (pHu) est particulièrement élevé puisqu'il est en moyenne de 5,97 ($\pm 0,09$). On peut supposer que la fatigue, la présence de l'homme, l'absence de congénères familiers ou encore la confrontation à des environnements nouveaux ont été de nature à induire une augmentation de la fréquence cardiaque et une sécrétion d'hormones du stress (Terlouw et al., 2008),

cet ensemble de paramètres physiques et physiologiques liés au stress pré-abattage étant susceptibles de se traduire par un pH ultime plus élevé. Ce pHu étant équivalent entre les 3 lots d'agneaux, aucune diminution de la capacité de rétention d'eau avec l'âge n'a pas été mise en évidence dans ce travail contrairement à des travaux antérieurs (Ruiz de Huidobro et al., 1998). Il faut préciser que dans ce travail les pertes de jus étaient quasi-inexistantes, en lien probablement avec le jeune âge des animaux, mais également avec le muscle, le faible pourcentage de gras inter et intramusculaire (Monin, 1988) et un pH ultime qui reste relativement élevé.

II.2.4. Pas de variation de la force de cisaillement ni des teneurs en lipides du muscle *Semitendinosus* dans cette gamme d'âge

La force de cisaillement traduit la dureté du muscle et notamment la composante conjonctive de cette dureté. Sur le *Semitendinosus*, elle s'est révélée équivalente entre les trois lots ($7,0 \pm 1,1$ daN, $p=0,63$) contrairement aux travaux de Teixeira et al. (2005) qui mettaient en évidence une augmentation de la dureté de la viande d'agneau avec celle du poids vif. Cependant, leurs animaux présentaient des écarts d'âge et donc de poids plus importants que ceux étudiés ici. Les écarts d'âge testés ici ont été volontairement réduits afin de se concentrer sur une gamme d'animaux susceptibles d'être en concurrence sur les différents marchés de distribution.

Les teneurs en lipides du *Semitendinosus* ne sont pas modifiées entre 3 et 8 semaines. Elles sont légèrement plus faibles dans ce travail que dans les études antérieures reportées par Majdoub-Mathlouthi et al. (2013) et d'Alessandro et al. (2013). Elles sont ainsi dans la limite inférieure du seuil indiqué comme nécessaire pour obtenir

aux viandes de bonne qualité sensorielle selon Wood et Fisher (1990). Plusieurs travaux étudient l'influence de l'âge ou du poids à l'abattage sur la composition en acides gras. Ils permettent d'établir que les acides gras des agneaux de 45 jours sont essentiellement insaturés alors que les AG des agneaux de 90 jours sont plus saturés car ils sont hydrogénés par les micro-organismes du rumen devenu fonctionnel (Cifuni et al., 2000 ; Napolitano et al., 2002). Ainsi, les agneaux avant sevrage ont un profil en acides gras plus favorable du point de vue de leur intérêt nutritionnel qu'après sevrage (Cifuni et al. 2000). De même, des changements de composition des acides gras ont été détectés entre 12 et 24 kg (Gorraiz et al., 2000), les agneaux légers ayant une meilleure valeur nutritive et un meilleur ratio $n-6 / n-3$ (Cañeque et al., 2005). Cependant, dans des gammes moins larges de variation (entre 10 et 14 kg), l'augmentation du poids des agneaux n'a pas d'impact significatif sur la composition en acides gras des viandes (Diaz, 2003).

CONCLUSION

Ces travaux préliminaires permettent d'établir, dans les limites de la gamme d'âge étudiée, que les viandes d'agneaux de lait disponibles sur le marché français semblent posséder des propriétés sensorielles variables selon l'âge à l'abattage des animaux. On peut ainsi mettre en exergue la tendreté des agneaux les plus jeunes (40 jours soient 5,5 semaines) tandis que les agneaux plus âgés (80 jours soient 11,5 semaines) sont plus juteux et ont un goût moins fade et plus persistant. Cependant, l'absence d'écart de force de cisaillement comme de teneur en lipides entre les

muscles *Semitendinosus* des agneaux de 3, 5 et 8 semaines laisse supposer que les écarts s'exacerbent entre 8 et 11,5 semaines d'âge. Cette hypothèse, et dans une moindre mesure les spécificités nutritionnelles des viandes de ces agneaux de lait, mériteraient d'être validées sur un échantillon d'effectif supérieur. De même, il sera important dans des travaux ultérieurs de mieux caractériser les viandes selon l'éclairage utilisé afin de comprendre les écarts de jugement et d'identifier la véritable nature des différences de jutosité selon l'âge des animaux.

Remerciements :

Cette recherche n'aurait pas pu être réalisée sans le concours financier du Conseil général des Pyrénées Atlantiques et de la région Aquitaine.

Références :

- Andrés, S., Jaramillo, E., Blanco, C., Tejado, M.L., Giráldez, F.J. (2016). Alimentation des agneaux : effet du degré de broyage des céréales. *Viandes et Produits Carnés*, 32, 1, 3.
- Alfonso, M., Sañudo, C., Berge, P., Fisher, A.V., Stamataris, C., Thorkelsson, G. and Piasentier, E. (2001). Influential factors in lamb meat quality. Acceptability of specific designations. *Options Méditerranéennes*, 46, 19-28.
- Apple, J.K., Dikeman, M.E., Minton, J.E., McMurphy, R.M., Fedde, M.R., Leith, D.E., Unruh, J.A. (1995). Effects of restraint and isolation stress and epidural blockade on endocrine and blood metabolite status, muscle glycogen metabolism, and incidence of dark-cutting longissimus muscle of sheep. *J. Anim. Sci.*, 73, 2295–2307.
- Blanco, C., Bodas, R., Prieto, N., Andrés, S., López, S., Giráldez, F.J. (2014). Concentrate plus ground barley straw pellets can replace conventional feeding systems for light fattening lambs. *Small Rumin. Res.* 116, 137–143.
- Cañeque, V., Diaz M.T., Alvarez, I., Lauzurica, S., Perez, C., De la Fuente J. (2005). The influences of carcass weight and depot on the fatty acid composition of fats of suckling Manchego lambs. *Meat Sci.*, 70, pp. 373–379.
- Cifuni, G.F., Napolitano, F., Pacelli, C., Riviezz, A.M., Girolami, A. (2000). Effect of age at slaughter on carcass traits, fatty acid composition and lipid oxidation of Apulian lambs. *Small Rumin. Res.*, 35, 65–70.
- D'Alessandro, A.G., Maiorano, G., Ragni, M., Casamassima, D., Marsico, G., Martemucci, G. (2013). Effects of age and season of slaughter on meat production of light lambs: Carcass characteristics and meat quality of Lecce breed. *Small Rumin. Res.*, 114, 97–104.
- Díaz, M. T., Velasco, S., Pérez, C., Lauzurica S., Huidobro, F. and Cañeque, V. (2003). Physico-chemical characteristics of carcass and meat Manchego-breed suckling lambs slaughtered at different weights. *Meat Sci.*, 65, 3, 1085-1093.
- Ellies-Oury M.P., Arranz J.M., Dauvergne A., Papillon S., Jacob H., Picard B., Durand D. (2014b). Le poids et l'âge à l'abattage impact les propriétés de la viande d'agneau de lait Manech. 21èmes RRR, 77.

Ellies-Oury M.P., Dauvergne A., Rousseau G., Papillon S., Pallavidino F., Bessouat F., Lavigne S., Arranz J.M., Jacob H., Micol D. (2014a). Méthodologie de co-construction de grilles d'évaluation sensorielles des viandes Labels Rouges Ovines et Bovines d'Aquitaine. 15èmes JSMTV, 121-122.

Folch, J., Lees, M., Sloane-Stanley, G.H., others (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem*, 226, 497–509.

Gorraiz, C., Beriain, M.J., Chasco, J., Iraizoz, M. (2000). Descriptive analysis of meat from young ruminants in mediterranean systems. *J. Sens. Stud.* 15, 137–150.

Majdoub-Mathlouthi, L., Saïd, B., Say, A., Kraiem, K. (2013). Effect of concentrate level and slaughter body weight on growth performances, carcass traits and meat quality of Barbarine lambs fed oat hay based diet. *Meat Sci.*, 93, 557–563.

McLaren K. (1976). The development of the CIE 1976 (L^* , a^* , b^*) uniform colour space and colour-difference formula. *Journal of the Society of Dyers and Colourists*, Volume 92, Issue 9, pages 338–341, September 1976.

Monin, G. (1988). Stress d'abattage et qualités de la viande. *Rec Med Vet*, 164, 835–842.

Napolitano, F., Cifuni, G.F., Pacelli, C., Riviezzi, A.M., Girolami, A. (2002). Effect of artificial rearing on lamb welfare and meat quality. *Meat Sci.*, 60, 307–315.

Salé P. (1971). Evolution de quelques propriétés mécaniques du muscle pendant la maturation. *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix*, INRA, 6, 35-44.

Tarrant, P.V. (1989). Dark Cutting in Cattle and Sheep. *Ir. J. Food Sci. Technol.*, 79–107.

Terlouw E.M.C., Cassar-Malek I., Picard B., Bourguet C., Deiss V., Arnaould C., Berri C., Bihan-Duval E., Lefèvre F., Lebret B. (2015). Stress en élevage et à l'abattage : impact sur les qualités des viandes. *INRA Prod. Anim.*, 28, 169-182.

Teixeira, A., Batista, S., Delfa, R., Cadavez, V. (2005). Lamb meat quality if two breeds with protected origin designation. Influence of breed, sex and live weight. *Meat Sci.*, 71, 530–536.

Wood, J.D., Fisher, A.V., others (1990). Consequences for meat quality of reducing carcass fatness. *Anim.*, 344–397.

Wierbicki E., Deatherage F.F. (1958). Water content of meats, determination of water holding capacity of fresh meat. *J Agr. Food. Chem.*, 6, 387-392.scholar.