

Les teneurs en lipides et la composition de leurs acides gras (AG) issus de différents types de muscles varient chez le ruminant en fonction des facteurs d'élevage liés à l'animal (race, sexe âge) et son alimentation (ration de base, suppléments lipidiques) (Doreau et Demeyer, 1999; Geay et al., 2002; Nuernberg et al., 2009; Bauchart et Thomas, 2010). Elles peuvent varier selon les pratiques culinaires notamment avec la cuisson (Armstrong et Bergan, 1992, Coleman et al., 1988), mais l'évolution des caractéristiques lipidiques des viandes au cours des différents processus de cuissons appliqués à des types précis de morceaux reste encore assez mal connue, notamment en restauration collective ou familiale. Il a été montré que le devenir des AG varie selon qu'ils sont associés aux lipides polaires (phospholipides) ou aux lipides neutres déposés dans les tissus gras intra ou intermusculaires (triglycérides) (Gandemer, 1999). Ainsi, les acides gras polyinsaturés (AGPI) des viandes, abondants dans les phospholipides et importants en terme de valeur santé pour le consommateur, sont les acides gras (AG) les plus sensibles aux phénomènes de peroxydation. Leur destruction pendant la cuisson des viandes serait plus élevée dans les muscles oxydatifs que dans les muscles glycolytiques, cette peroxydation lipidique augmentant avec le nombre de doubles liaisons des AGPI (Gandemer, 1999).

Cependant, les AGPI des PL ne représentent qu'une part limitée des AGPI totaux présents dans la viande. D'après Badiani et al., (2002), le mode de préparation de la viande bovine (bouillie, rôtie, grillée ou cuite au four à micro-ondes) ne modifie pas de façon importante la composition en AG totaux. Seule, la cuisson au grill augmenterait de façon significative la proportion d'AGPI (essai réalisé sur le faux-filet) alors que les autres modes de cuisson testés (bouilli, rôti, cuisson au four micro-ondes) la diminuent. Il semble également que les différents modes de cuisson aient des effets différents selon que l'on considère les AGPI de la famille n-3 par rapport à ceux de la famille n-6, mais ces mesures n'ont pas porté sur des muscles à teneurs en lipides très différentes, ni traités par des modes de cuisson ou de conservation adaptées en pratique aux muscles étudiés.

Lipides des viandes bovines et modes de cuisson

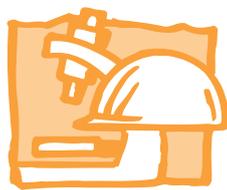
Qualité nutritionnelle des lipides et acides gras des viandes bovines : II. Influence des conditions de cuisson des viandes

Les effets de cinq modes de cuisson (grillé, rôti, poêlé, frit et braisé) sur les caractéristiques des lipides et des acides gras de trois viandes bovines (rumsteck, entrecôte, paleron) ont été analysés en relation avec les qualités nutritionnelles et la valeur santé des viandes. La durée de cuisson et le niveau de température conditionnent ces effets en interaction avec l'ajout de matières grasses.

BAUCHART D. ^a, THOMAS A. ^a, DURAND D. ^a, PARAFITA E. ^b

^aInra, UR 1213 Herbivores, CR Clermont-Ferrand/Theix, F-63122 SAINT-GENÈS-CHAMPANELLE, France

^bAdiv, 10 rue Jacqueline Auriol, ZAC Parc Industriel des Gravanches, F-63039 CLERMONT-FERRAND CEDEX 2, France



MATÉRIELS ET MÉTHODES

Animaux et traitements des muscles et viandes

Des échantillons de muscles sont prélevés à l'abattoir, à partir de quatre types de bovins : bouvillons limousins de 12-18 mois, génisses charolaises de 24 à 36 mois, vaches de réforme charolaises et Montbéliarde âgées de 7 à 9 ans ($n = 4$ par type animal.) (pour plus de détails, voir Ortigues-Marty et al., 2006). Trois muscles sont prélevés sur chaque animal : *Longissimus lumborum* (LL, "rumsteck"), *Longissimus thoracis* (LT, "entrecôte") and *Triceps brachii* (TB "paleron").

À un jour post mortem, un échantillon de chaque muscle est congelé à -35°C jusqu'à son traitement de réduction en poudre par broyage dans l'azote liquide. Les autres morceaux sont maturés sous vide et à l'obscurité à $+4^{\circ}\text{C}$ pendant 3 ou 14 jours, puis soumis à différents types de cuisson selon les viandes considérées. Ainsi, le rumsteck (muscle LL) est frit ou rôti, l'entrecôte (muscle LT) est poêlée ou grillée et le paleron (muscle TB) est braisé. Les conditions propres à chaque mode cuisson sont décrites dans le Tableau 1. Après chaque cuisson, les morceaux sont épongés délicatement avec un papier absorbant sur toutes les faces sans appuyer sur le produit afin de retirer l'excédent de graisse. Les morceaux de viande sont alors congelés sous vide à -35°C . Avant ou après cuisson, les viandes sont congelées et broyées (Modèle M20, Ika Werke, Staufen, Allemagne) dans l'azote liquide pour produire une poudre fine et homogène. Les échantillons de poudre de viande sont alors conservés à -80°C jusqu'à la mise en œuvre des analyses lipidiques.

Analyses des lipides et acides gras des viandes

Les lipides totaux des viandes sont extraits par broyage de la poudre de viande (6 g) avec le mélange chloroforme-méthanol 2/1 vol/vol (150 mL) selon la méthode de Folch et al., (1957) et leur quantité est déterminée par gravimétrie après évaporation du solvant jusqu'à poids constant. Leurs AG à chaîne longue sont extraits puis transméthylés pendant 20 min à 20°C par le méthanolate de Na puis par le BF₃-méthanol 14% également pendant 20 min à 20°C . Les esters méthyliques d'AG (EM AG) sont analysés par chromatographie en phase gazeuse (CPG) avec le chromatographe PR 2100 Périchrom (91160 Saulx-les-Chartreux, France) équipé d'une colonne capillaire poilaire haute performance de type CP Sil 88 (longueur : 100m, diamètre intérieur : 0,25 mm, Société Varian, France) et quantifiés par standardisation interne ($19 : 0$). Les acides gras sont identifiés par standardisation externe par la comparaison de leurs temps de rétention à ceux d'AG standards du commerce (FAME Mix C4-C24, Supelco, Sigma).

Dans un souci de plus grande homogénéité et de lien avec la réalité de la consommation courante des viandes ne tenant pas forcément compte de l'origine et du type des bovins, les données de teneurs en lipides et en acides gras et de composition centésimale en acides gras des différentes viandes sont regroupées sans distinction des caractéristiques des animaux. Les données de teneurs en lipides et en AG sont exprimées en % du poids frais et en % du poids sec pour répondre à la fois à l'attente des consommateurs, mais aussi des nutritionnistes et des diététiciens qui doivent calculer l'apport réel en nutriments lipidiques au consommateur indépendamment de la teneur en eau des viandes.

Analyses statistiques

Les analyses statistiques portent sur l'influence du type de cuisson, des modalités de cuisson et de la durée de maturation sous vide à $+4^{\circ}\text{C}$ sur la teneur en lipides et AG totaux ainsi que la composition de leurs AG des viandes pour chaque type de muscle. À cet effet, de nouvelles variables indicatrices de l'influence de la cuisson ont été calculées. Elles correspondent aux différences définies comme $\Delta = \text{« cuit »} - \text{« cru »}$. L'influence du mode de cuisson est évaluée en déterminant, par le test « t » de Student, si les différences sont significativement différentes de zéro. Ensuite, une analyse de variance a été réalisée pour chaque muscle pour tester l'influence de la durée de maturation et du mode de cuisson sur les nouvelles variables Δ . Ces deux effets et tous les termes d'interaction associés ont été introduits dans l'analyse de variance comme facteurs majeurs et testés par la variance intra-animal. La Procédure de Mesures Répétées du Proc GLM de SAS® a été utilisée pour la corrélation entre les données.

Parmi les AGPI déposés dans la viande bovine, les CLA (Conjugated Linoleic Acid) sont constitués d'un mélange complexe d'isomères géométriques et/ou de position de l'acide linoléique (C18 : 2 n-6) possédant deux doubles liaisons conjuguées (De la Torre et al., 2006, Schmid et al., 2006). L'intérêt porté au CLA n'a cessé d'augmenter en raison de ses propriétés préventives de pathologies graves pour l'Homme (anticancéreuses, antiathérogénique, antidiabétogénique et réducteur de la masse grasse) (Pariza, 2004). La sensibilité des CLA à l'oxydation liée à la cuisson est controversée. Des études suggéreraient que les CLA sont non altérés au cours des processus de cuisson et de stockage (Mulvihill et al., 2001), alors que Badiani et al., (2002) nuancerait ces différentes propositions. Ainsi, le rond de gîte présente une teneur en CLA significativement diminuée (-20%) après cuisson au four thermique par rapport à la viande crue, alors que la cuisson au four à micro-ondes n'entraîne qu'une faible perte. Cependant, cette étude ne permet pas d'établir de façon claire la part du mode de cuisson ou du type de muscles impliquée dans la variation de la teneur en CLA.

Cet article présente donc l'influence des modes de cuisson pratiquées en France sur les teneurs et la composition en lipides et acides gras de différents types de viandes bovines. Ce travail fait partie d'une étude plus large portant sur l'impact des processus de maturation des viandes (Bauchart et al., 2011) et des mêmes conditions de leur cuisson sur les rendements de cuisson et les teneurs en vitamine B12 des viandes (Ortigues-Marty et al., 2006) et sur la peroxydation de leurs lipides et acides gras (Durand et al., 2011).

Tableau 1
CARACTÉRISTIQUES DES CONDITIONS DE CUISSON APPLIQUÉES
AUX TROIS TYPES DE VIANDES BOVINES

Procédés de cuisson des viandes	Entrecôte		Rumsteck		Paleron
	Grillé	Poêlé	Frit	Rôti	Braisé
Caractéristiques des morceaux de viandes bovines	Épaisseur de 1 cm	Épaisseur de 1 cm	Cubes de 2 cm de long	Poids de 1 kg	Cubes de 3 cm de long
Matériel de cuisson des viandes	Grill de 1700 W	Poêle anti-adhésive	Friteuse	Four	Casserole
(Pré) chauffage	380 °C	4 minutes à feu vif	170 °C	240 °C	10 min à température maximale pour le brunissement puis 2h 15 min à 80 °C
Addition de matières grasses	Sans	5 g de margarine	Végétaline	Sans	30 g margarine/kg
Addition d'eau	Sans	Sans	Sans	Sans	600-900 mL
Température à cœur en fin de cuisson	55 °C	55 °C	-	55 °C	-
Durée de cuisson	1 min 30 sec.	3 minutes	38 secondes	50 min env.	2h 25 minutes

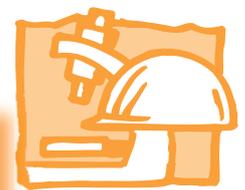


Tableau 2
INFLUENCE DU MODE DE CUISSON ET DE LA DURÉE DE MATURATION
SUR LA VARIATION APRÈS CUISSON DES TENEURS EN LIPIDES TOTAUX ET ACIDES GRAS
TOTAUX (en % du poids de tissu sec) DE TROIS MUSCLES DE BOVIN
(moyennes de 16 échantillons par muscle, soit 4 animaux x 4 types de bovins)

Entrecôte	Mode de cuisson		SEM _{intra} ^a	Effet des traitements		
	Grillé	Poêlé		Cuisson	Maturation	Interaction
Lipides totaux (g/100 g de tissu sec)						
Maturation de 3 j	1,06	0,48	1,042	P < 0,38	P < 0,24	P < 0,45
Maturation de 14 j	4,39	2,18				
Acides gras totaux (g/100 g de tissu sec)						
Maturation de 3 j	-0,57	-1,81	1,162	P < 0,07	P < 0,89	P < 0,16
Maturation de 14 j	0,85	-3,94*				
Rumsteck	Frit	Rôti	SEM _{intra} [*]	Cuisson	Maturation	Interaction
Lipides totaux (g/100 g de tissu sec)						
Maturation de 3 j	1,44	1,89	0,34	P < 0,27	P < 0,16	P < 0,01
Maturation de 14 j	+4,14**	+2,51*				
Acides gras totaux (g/100 g de tissu sec)						
Maturation de 3 j	1,44	0,93	0,356	P < 0,29	P < 0,39	P < 0,84
Maturation de 14 j	+2,36**	1,7				
Paleron	Braisé		SEM _{intra} [*]		Maturation	
Lipides totaux (g/100 g de tissu sec)						
Maturation de 3 j	-1,97*		1,166		P < 0,75	
Maturation de 14 j	-1,44					
Acides gras totaux (g/100 g de tissu sec)						
Maturation de 3 j	-1,07		1,036		P < 0,82	
Maturation de 14 j	-0,72					

** : P < 0,01 ; * : P < 0,05

$$^a \text{SEM}_{\text{intra}} = \sqrt{\frac{\text{variance}_{\text{résiduelle}}}{n_{\text{observations}}_{\text{par}}_{\text{traitement}}}}, \text{ avec } n = 16$$

RÉSULTATS

Influence du mode cuisson et de la durée de maturation sur les teneurs en lipides totaux et en acides gras totaux des viandes (Tableau 2)

La mesure de la variation avant/après cuisson des teneurs en lipides et acides gras totaux des viandes exprimées en g/100 g de matière sèche de tissu montre, dans le cas du rumsteck, un effet net significativement différent de zéro d'augmentation des teneurs après cuisson de type frit (P < 0,01) ou rôti (P < 0,05) seulement à 14 jours de maturation (Tableau 2). Les effets cuisson/maturation de l'entrecôte grillée ou poêlée sur les variations des teneurs en lipides totaux et en AG totaux de cette viande sont généralement non significatifs étant proches de zéro, ce qui indique l'absence d'effets de ces traitements sur les teneurs en lipides et AG totaux. Cependant, la perte significative d'AG enregistrée à 14 j de maturation avec le traitement poêlé est difficile à interpréter d'autant plus que ce mode de cuisson est réalisé en présence d'une source lipidique, la margarine. Ce résultat s'op-

pose à ceux obtenus avec le rumsteck frit en présence de végétaline où on observe une augmentation significative des teneurs en lipides et acides gras totaux (Tableau 2). Cette augmentation s'expliquerait logiquement par la possibilité de pénétration des lipides de la végétaline dans le produit. Le bain de végétaline très chaud lors de sa mise au contact avec le rumsteck peut faciliter sa pénétration dans le tissu alors que dans le cas de l'entrecôte poêlé, la matière grasse employée (margarine) n'était pas préalablement chaude lors de son contact avec la viande (cf. Discussion). En revanche, dans le cas du paleron traité en braisé, on note une perte de lipides significative à 14j de maturation.

Influence du mode cuisson et de la durée de maturation sur les variations des teneurs en différents acides gras des viandes (Tableau 3)

Concernant les AG saturés qui sont les AG quantitativement majeurs de la viande (43-49%; Bauchart et al., 2011), on observe pour le rumsteck à la fois pour les cuissons de type frit et rôti un net effet (très significati-

vement différent de zéro) d'augmentation de la teneur en AG saturés de +1,5 à +1,7 g/100 g de tissu sec pour le traitement frit et +0,5 à +0,8 pour le traitement « rôti » (Tableau 3).

Par contre, une perte nette est notée dans le cas de l'entrecôte poêlée significative de -1,95 g/100 g tissu sec à 14j de maturation et une tendance dans le cas du paleron braisé (-0,74 à -0,80 g tissu sec, NS). Les effets du mode de cuisson sont toujours très significatifs pour l'entrecôte et le rumsteck, mais on n'observe pas d'effet de la durée de maturation, ni de l'interaction cuisson/maturation (Tableau 3).

Dans le cas des CLA, on n'observe que de très faibles baisses significatives de 0,01 à -0,06 g tissu sec pour l'entrecôte grillée ou poêlée et de 0,01 g tissu sec pour le paleron braisé (Tableau 3).

Comme pour les acides gras saturés, mais à un degré moindre, la teneur en acides gras monoinsaturés cis, seconde famille majeure des AG de la viande (> 37%, Bauchart et al., 2011), tend à augmenter (NS) avec le rumsteck frit ou rôti et dans le paleron braisé (Tableau 4). L'effet cuisson est

Tableau 3
INFLUENCE DU MODE DE CUISSON EN FONCTION DE LA DURÉE DE MATURATION
SUR LES VARIATIONS APRÈS CUISSON DES TENEURS EN ACIDES GRAS SATURÉS
ET EN CLA (en % du poids sec) DE TROIS MUSCLES DE BOVIN
 (moyennes de 16 échantillons par muscle, soit 4 animaux x 4 types de bovins)

Entrecôte	Mode de cuisson			Effet des traitements		
	Grillé	Poêlé	SEM _{intra} ^a	Cuisson	Maturation	Interaction
AG saturés (g/100 g de sec)						
Maturation de 3 j	0,22	-0,6	0,579	P < 0,02	P < 0,64	P < 0,17
Maturation de 14 j	0,57	-1,95*				
CLA (g/100 g de sec)						
Maturation de 3 j	-0,03	-0,06*	0,394	P < 0,04	P < 0,45	P < 0,77
Maturation de 14 j	-0,01	-0,05				
Rumsteck	Frit	Rôti	SEM _{intra} [*]	Cuisson	Maturation	Interaction
AG saturés (g/100 g de sec)						
Maturation de 3 j	+1,48**	0,46	0,189	P < 0,004	P < 0,56	P < 0,88
Maturation de 14 j	+1,71**	+0,75*				
CLA (g/100 g de sec)						
Maturation de 3 j	-0,01	0,01	0,155	P < 0,29	P < 0,37	P < 0,78
Maturation de 14 j	0,01	0,02				
Paleron	Braisé		SEM _{intra} [*]		Maturation	
AG saturés (g/100 g de sec)						
Maturation de 3 j		-0,8	0,504		P < 0,93	
Maturation de 14 j		-0,74				
CLA (g/100 g de sec)						
Maturation de 3 j		-0,01*	0,324		P < 0,75	
Maturation de 14 j		-0,01				

** : P < 0,01 ; * : P < 0,05

Tableau 4
INFLUENCE DU MODE DE CUISSON EN FONCTION DE LA DURÉE DE MATURATION
SUR LES VARIATIONS APRÈS CUISSON DES TENEURS EN ACIDES GRAS MONOINSATURÉS CIS
ET TRANS TOTAUX DE TROIS MUSCLES DE BOVIN
 (moyennes de 16 échantillons par muscle, soit 4 animaux x 4 types de bovins)

Entrecôte	Mode de cuisson			Effet des traitements		
	Grillé	Poêlé	SEM _{intra} ^a	Cuisson	Maturation	Interaction
AG monoinsaturés cis (g/100 g de sec)						
Maturation de 3 j	0,04	-0,6	0,536	P < 0,04	P < 0,76	P < 0,20
Maturation de 14 j	0,51	-1,62*				
AG monoinsaturés trans (g/100 g de sec)						
Maturation de 3 j	0,02	0,03	0,058	P < 0,19	P < 0,43	P < 0,20
Maturation de 14 j	-0,01	-0,17				
Rumsteck	Frit	Rôti	SEM _{intra} [*]	Cuisson	Maturation	Interaction
AG monoinsaturés cis (g/100 g de sec)						
Maturation de 3 j	0,02	0,38	0,17	P < 0,29	P < 0,28	P < 0,58
Maturation de 14 j	0,58	0,74				
AG monoinsaturés trans (g/100 g de sec)						
Maturation de 3 j	0,04	0,1	0,17	P < 0,09	P < 0,71	P < 0,60
Maturation de 14 j	0,04	0,07				
Paleron	Braisé		SEM _{intra} [*]		Maturation	
AG monoinsaturés cis (g/100 g de sec)						
Maturation de 3 j		-0,064	0,486		P < 0,84	
Maturation de 14 j		-0,5				
AG monoinsaturés trans (g/100 g de sec)						
Maturation de 3 j		-0,08	0,054		P < 0,71	
Maturation de 14 j		-0,05				

** : P < 0,01 ; * : P < 0,05

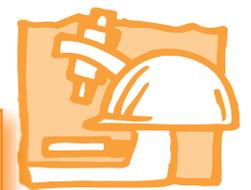


Tableau 5
INFLUENCE DU MODE DE CUISSON EN FONCTION DE LA DURÉE DE MATURATION
SUR LES VARIATIONS APRÈS CUISSON DES TENEURS EN ACIDES GRAS POLYINSATURÉS (AGPI)
N-6 ET N-3 DE TROIS MUSCLES DE BOVIN
(moyennes de 16 échantillons par muscle, soit 4 animaux x 4 types de bovins)

Entrecôte	Mode de cuisson			Effet des traitements		
	Grillé	Poêlé	SEM _{intra} ^a	Cuisson	Maturation	Interaction
AG polyinsaturés n-6 (g/100 g de sec)						
Maturation de 3 j	-0,08	0,12	0,082	P < 0,16	P < 0,07	P < 0,31
Maturation de 14 j	-0,13	-0,1				
AG polyinsaturés n-3 (g/100 g de sec)						
Maturation de 3 j	-0,08	-0,08*	0,588	P < 0,82	P < 0,71	P < 0,58
Maturation de 14 j	-0,08	-0,10*				
Rumsteck	Frit	Rôti	SEM _{intra} [*]	Cuisson	Maturation	Interaction
AG polyinsaturés n-6 (g/100 g de sec)						
Maturation de 3 j	-0,02	0,05	0,037	P < 0,19	P < 0,71	P < 0,33
Maturation de 14 j	0,04	0,04				
AG polyinsaturés n-3 (g/100 g de sec)						
Maturation de 3 j	-0,03	-0,01	0,594	P < 0,27	P < 0,34	P < 0,61
Maturation de 14 j	0,01	0,02				
Paleron	Braisé		SEM _{intra} [*]		Maturation	
AG polyinsaturés n-6 (g/100 g de sec)						
Maturation de 3 j	+0,47**		P < 0,22		P < 0,93	
Maturation de 14 j	+0,51**					
AG polyinsaturés n-3 (g/100 g de sec)						
Maturation de 3 j	+0,06*		P < 0,26		P < 0,75	
Maturation de 14 j	+0,09*					

** : P < 0,01 ; * : P < 0,05

moins dans l'entrecôte grillée ou poêlée (NS). Les mêmes effets sont observés avec les acides gras monoinsaturés trans minoritaires dans la viande (2,6 à 4,1%, Bauchart et al., 2010) mais à une intensité 5 à 10 fois inférieures (Tableau 4).

Enfin, pour les acides gras polyinsaturés n-6 (5,0 à 10,4%) et n-3 (2,0 à 4,5%) (Bauchart et al., 2010), on observe dans le cas du paleron braisé un effet significatif 1) de baisse des AGPI n-3 avec la cuisson de type frit (-0,10 g/100 g de tissu sec, P < 0,05) 2) d'augmentation des teneurs du paleron en AGPI n-6 (+ 0,5 g/100 g tissu sec (P < 0,01) et en AGPI n-3 (+0,06-à 0,09 g/100 g tissu sec, P < 0,05) avec la cuisson braisé (Tableau 6). Pour ce type d'AG comme pour les autres AG, on n'observe pas d'effet du temps de maturation ni d'effet cuisson x maturation (Tableau 4).

Influence du mode cuisson et de la durée de maturation sur la composition en acides gras des viandes

Dans le cas de l'entrecôte, on observe une baisse significative des teneurs centésimales des AGPI n-6 (-0,8 à -1,04 point de %, P < 0,05) et n-3 (-0,4 à -0,5 point de %, P < 0,01) avec le

traitement grillé et une baisse significative à 3j de maturation avec le traitement poêlé des teneurs en AGPI n-3 (-0,35 points de %, P < 0,05) et en CLA (-0,26 points de %, P < 0,01) (Tableau 5).

Dans le cas du rumsteck, on observe avec le traitement frit un gain significatif d'acides gras saturés (+ 7,2 à + 8,1 points de %, P < 0,01) au détriment des autres AG qui enregistrent tous une baisse significative, sauf les AG monoinsaturés trans qui restent stables (Tableau 6). Dans le cas du traitement rôti, on observe une tendance à une élévation des teneurs des AG saturés et monoinsaturés cis et trans au détriment des AGPI n-6 et n-3 et du CLA (Tableau 7). On observe un effet mode de cuisson très significatif pour tous les AG (de 0,01 à 0,0002) mais pas d'effet du temps de maturation ni d'effet cuisson x maturation.

Enfin, dans le cas du paleron braisé, on observe une tendance inverse de celle observée avec la cuisson frit ou rôti du rumsteck, c'est-à-dire une augmentation très significative des teneurs en AGPI n-6 et n-3 (+ 3 et + 0,6 point de % respectivement, P < 0,01) au détriment des autres AG, notamment des AG saturés et monoinsaturés (Tableau 8).

DISCUSSION

Influence du mode cuisson et de la durée de maturation sur les variations des teneurs en lipides totaux et acides gras totaux des viandes

La comparaison des teneurs en lipides et acides gras totaux des viandes entre l'état cru et l'état cuit conduit à des résultats variables pour les trois types de viande, les mêmes tendances étant observées généralement pour les deux temps de maturation. En raison des pertes en eau de la viande qui varient selon le mode de cuisson (Ortigue-Marty et al., 2006), les concentrations en lipides et en acides gras varient généralement de façon non significative lorsque les valeurs sont exprimées en % du poids sec (cas des modes de cuisson de l'entrecôte grillée ou poêlée dans notre étude). Ceci dit, il a bien été montré que des viandes très riches en graisses peuvent perdre une fraction de ces lipides avec la cuisson, essentiellement les triglycérides de la viande, notamment au cours de la cuisson de type bouilli (Armstrong et Bergan, 1992, Smith et al., 1989).

Tableau 6
INFLUENCE DU MODE DE CUISSON EN FONCTION DE LA DURÉE DE MATURATION
SUR LES VARIATIONS APRÈS CUISSON DE LA COMPOSITION DES DIFFÉRENTS TYPES
D'ACIDES GRAS (EN POINTS DE %) DE L'ENTRECÔTE DE BOVIN
(moyennes de 16 échantillons par muscle, soit 4 animaux x 4 types de bovins)

Entrecôte	Mode de cuisson			Effet des traitements		
	Grillé	Poêlé	SEM _{intra} ^a	Cuisson	Maturation	Interaction
AG saturés (en %)						
Maturation de 3 j	0,36	-0,13	0,254	P < 0,05	P < 0,63	P < 0,10
Maturation de 14 j	1	-0,41				
AG monoinsaturés cis (en %)						
Maturation de 3 j	1,15	0,15	0,376	P < 0,31	P < 0,71	P < 0,56
Maturation de 14 j	0,61	0,35				
AG monoinsaturés trans (en %)						
Maturation de 3 j	0,01	0,16	0,213	P < 0,92	P < 0,50	P < 0,44
Maturation de 14 j	-0,09	-0,28				
AG polyinsaturés n-6 (en %)						
Maturation de 3 j	-0,81*	0,46	0,358	P < 0,0006	P < 0,72	P < 0,82
Maturation de 14 j	-1,04*	0,5				
AG polyinsaturés n-3 (en %)						
Maturation de 3 j	-0,52**	-0,35*	0,063	P < 0,008	P < 0,19	P < 0,21
Maturation de 14 j	-0,42**	-0,08				
CLA (en %)						
Maturation de 3 j		-0,16	0,027		P < 0,04	
Maturation de 14 j		-0,04				

** : P < 0,01; * : P < 0,05

Tableau 7
INFLUENCE DU MODE DE CUISSON EN FONCTION DE LA DURÉE DE MATURATION
SUR LES VARIATIONS APRÈS CUISSON DE LA COMPOSITION DES DIFFÉRENTS TYPES
D'ACIDES GRAS (EN POINTS DE %) DU RUMSTECK DE BOVIN
(moyennes de 16 échantillons par muscle, soit 4 animaux x 4 types de bovins)

Rumsteck	Mode de cuisson			Effet des traitements		
	Grillé	Poêlé	SEM _{intra} ^a	Cuisson	Maturation	Interaction
AG saturés (en %)						
Maturation de 3 j	+8,13**	0,61	0,649	P < 0,01	P < 0,63	P < 0,46
Maturation de 14 j	+7,27**	0,39				
AG monoinsaturés cis (en %)						
Maturation de 3 j	-4,92**	0,27	0,66	P < 0,0002	P < 0,65	P < 0,73
Maturation de 14 j	-4,23*	0,48				
AG monoinsaturés trans (en %)						
Maturation de 3 j	-0,07	+0,72*	0,275	P < 0,006	P < 0,54	P < 0,52
Maturation de 14 j	-0,09	0,32				
AG polyinsaturés n-6 (en %)						
Maturation de 3 j	-1,98*	-0,97	0,289	P < 0,01	P < 0,79	P < 0,70
Maturation de 14 j	-1,88**	-0,64				
AG polyinsaturés n-3 (en %)						
Maturation de 3 j	-1,05**	-0,6	0,148	P < 0,04	P < 0,89	P < 0,86
Maturation de 14 j	0,99**	-0,59*				
CLA (en %)						
Maturation de 3 j	-0,11*	-0,03	0,041	P < 0,01	P < 0,29	P < 0,94
Maturation de 14 j	-0,06	0,02				

** : P < 0,01; * : P < 0,05



Tableau 8
INFLUENCE DU MODE DE CUISSON EN FONCTION DE LA DURÉE DE MATURATION SUR LES VARIATIONS APRÈS CUISSON DE LA COMPOSITION DES DIFFÉRENTS TYPES D'ACIDES GRAS (EN POINTS DE %) DU PALERON DE BOVIN
(moyennes de 16 échantillons par muscle, soit 4 animaux x 4 types de bovins)

Paleron	Mode de cuisson		Effet des traitements
	Grillé	SEM _{intra}	Maturation
AG saturés (en %)			
Maturation de 3 j	-2,21**	0,289	P < 0,54
Maturation de 14 j	-2,47**		
AG monoinsaturés cis (en %)			
Maturation de 3 j	-1,25*	0,473	P < 0,74
Maturation de 14 j	-1,02		
AG monoinsaturés trans (en %)			
Maturation de 3 j	-0,28	0,237	P < 0,57
Maturation de 14 j	-0,09		
AG polyinsaturés n-6 (en %)			
Maturation de 3 j	+3,19**	0,379	P < 0,77
Maturation de 14 j	+3,03**		
AG polyinsaturés n-3 (en %)			
Maturation de 3 j	+0,59**	0,1	P < 0,95
Maturation de 14 j	+0,60**		
CLA (en %)			
Maturation de 3 j	-0,06	0,033	P < 0,72
Maturation de 14 j	-0,04*		

** : P < 0,01; * : P < 0,05

Par contre, les modes de cuisson utilisant des matières grasses exogènes sont connues pour élever, par pénétration lipidique des tissus, la teneur en lipides et en AG totaux de la viande. Clerjon et al., (2010) ont étudié le devenir des lipides dans le cas de la friture du faux-filet (muscle *Longissimus thoracis*) dans un bain d'huile d'olive maintenu à 130 °C ou à 180 °C. Par le suivi in situ des lipides en micro-imagerie par résonance magnétique nucléaire et l'analyse des AG par CPG à partir de tranches fines de la viande à différents profondeurs par rapport au contact avec l'huile de friture, ces auteurs ont montré un effet prépondérant de l'huile de friture sur la modification de la composition en AG et l'augmentation de leur teneur dans les quatre premiers millimètres sous la surface, l'imprégnation augmentant avec l'élévation de la température du bain d'huile de friture.

La pénétration des lipides dans la viande dépendrait du temps de mise en contact de la viande avec la matière grasse ajoutée, mais aussi et surtout du degré de température appliquée préalablement à cette matière grasse. Ceci expliquerait en partie les différences observées entre le traitement de friture du rumsteck avec une teneur accrue de lipides avec une

cuisson en bain de végétaline portée à 170 °C et le traitement poêlé de l'entrecôte avec une absence d'effets, voire une baisse de la teneur en lipides avec une cuisson dont la matière grasse n'a pas été préalablement chauffée. Dans le cas du paleron braisé, la longue durée de la cuisson (2h 15min) entraînerait une perte de lipides intramusculaires dans le jus de cuisson qui ne serait pas compensé par l'ajout de margarine pouvant imprégner la viande. Ces flux opposés de lipides et d'acides gras endogènes et exogènes sont bien confirmés par la composition en acides gras du paleron s'enrichissant en AGPI (issu de la margarine) et s'appauvrissant en AG saturés et monoinsaturés (cf. paragraphe suivant).

Influence du mode cuisson et de la durée de maturation sur les variations des teneurs en différents acides gras des viandes

La sensibilité relative des acides gras de la viande aux conditions de cuisson est variable selon les familles considérées.

Généralement, les effets des modes de cuisson mesurés dans notre étude sont en intensité très limités, ce qui

confirme plusieurs observations antérieures (Miller et al., 1987, Harris et al., 1992, Badiani et al., 2002). Un point important à noter est la faible modulation en intensité des teneurs en acides gras polyinsaturés de type n-6 et n-3, observées pour la plupart des types de cuisson ("grillé", "poêlé", "frit", "rôti") lorsque les valeurs sont exprimées en % du tissu sec. Ceci s'expliquerait par une relative stabilité de ces AG dans la matrice viande face à la cuisson, lesquels sont associés principalement aux phospholipides solidement intégrés aux membranes. Cette bonne stabilité des AGPI à la chaleur confirme des données antérieures effectuées sur viande bovine grillée, bouillie ou rôti (Badiani et al., 2002).

Cependant, nos essais montrent que des cuissons particulières telles que la cuisson frit ou la cuisson braisé peuvent conduire à moduler plus nettement la teneur de certaines familles d'acides gras. Ainsi, la tendance observée à l'augmentation des teneurs en AG saturés avec la cuisson frit du rumsteck s'expliquerait par l'ajout de végétaline à la viande (propre à ce mode de cuisson dans le cadre de notre étude), source lipidique connue pour être très riche en acides gras saturés (produits de l'hydrogénation catalytique industrielle

d'huiles végétales). Dans le cas du paleron braisé, l'augmentation nette des teneurs en AGPI n-6 et n-3 résulterait principalement de l'ajout à la viande en début de cuisson, de margarine issue d'huiles végétales riches en AGPI laquelle imprégnerait durablement les lipides propres de la viande. Cette augmentation des teneurs en AGPI n-6 et n-3 serait bien d'origine exogène puisque la teneur en CLA, autre AGPI (non présent dans les margarines) n'est pas augmentée dans la viande braisée. Comme rapportée par Badiani et al., (2002), la perte de CLA pour tous les modes de cuisson étudiés reste très faible, ce qui indique que, sur les seuls critères de teneur et de composition en AG des lipides, les traitements de cuisson n'altèrent pas profondément la valeur santé des lipides de la viande bovine telle quelle est généralement déterminée pour la viande à l'état cru immédiatement après l'abattage des animaux (Wood et al., 1999, Bauchart et Thomas, 2010).

En conclusion, les résultats de cette étude montrent que la durée et le niveau de température conditionnent les effets finaux des traitements de cuisson sur les caractéristiques des lipides des viandes cuites. Des conditions de cuisson de courte durée comme le grillé (90 s) ou le poêlé (180 s) exercent généralement peu d'effets sur les lipides des viandes. Cependant, une température élevée de cuisson comme celle de la friture (170 °C) appliquée au rumsteck en présence de matières grasses préalablement très chaudes exercerait un effet très marqué d'augmentation de la teneur en lipides par imprégnation par les lipides exogènes malgré le faible temps de cuisson (30 s). Dans ces conditions de cuisson, les effets plus marqués observés après une longue durée de maturation (14j vs 3j) laisse supposer que la protéolyse post mortem de la viande faciliterait la mobilité des lipides à l'intérieur de la matrice. Dans ce cas, l'impact nutritionnel du traitement de friture serait très dépendant de la qualité des

AG de l'huile de friture qui devra être dépourvue notamment d'AG monoinsaturés trans dont les isomères $\Delta 9$ et $\Delta 10$ du 18 : 1 sont considérés comme indésirables (notamment liés à leur caractère proathérogène) pour la santé du consommateur. L'emploi comme bain de friture de l'huile d'olive riche en acide oléique (18 : 1 n-9 cis) bénéfique à la santé humaine, exercerait un effet positif pour la qualité des viandes (Clerjon et al., 2010). Enfin, le cas de la cuisson braisé du paleron met en jeu des effets complexes d'une plus grande mobilité des lipides liée i) à la longue durée de la cuisson (2h 30 min) provoquant un flux de lipides intramusculaires vers le milieu extérieur, ii) au contact très prolongé de la viande avec des matières grasses exogènes facilitant leur pénétration dans la matrice (flux entrant d'acides gras exogènes). L'emploi de margarine améliorerait la valeur santé des viandes en facilitant l'imprégnation de leurs AG polyinsaturés.

Remerciements

Les auteurs remercient Christiane Legay pour la préparation des échantillons lipidiques et de leurs acides gras en vue de l'analyse CPG de leur composition.

Ce travail a été financé par le contrat de prestation de recherche Ofival-Interbev « Impact des différents modes de cuisson sur les qualités nutritionnelles de la viande de bœuf ».

B I B L I O G R A P H I E

ARMSTRONG S. G. & BERGAN J. G. 1992. Factors affecting stability and nutritive value of fatty acids : culinary practices. In C. K. Chow (Ed) "Fatty acids in Foods and their Health Implications" New York, M Decker editor, 353-363.

BADIANI A., STIPA S., BITOSI F., GATTA P. P., VIGNOLA G., & CHIZZOLINI R. 2002. Lipid composition, retention and oxidation in fresh and completely trimmed beef muscles as affected by common culinary practices. *Meat Science*, 60, 169-186.

BAUCHART D. & THOMAS A. 2010. Facteurs d'élevage et valeur santé des acides gras des viandes. Dans « Muscle et Viande de Ruminant », Editions Quae, Versailles (D. Bauchart et B. Picard, coordinateurs), pp 131-142.

BAUCHART D., THOMAS A., DURAND D. & PARAFITA E. 2011. Qualité nutritionnelle des lipides et acides gras des viandes bovines : I. Influence de la durée de maturation sous vide des viandes. *Viandes et Produits Carnés* 28(4), pp111-115.

CLERJON S., KONDOYAN A., BONNY J. M., PORTANGUEN S., CHEVARIN C., THOMAS A. & BAUCHART D. 2010. Friture plate de viande bovine : prise en huile évaluée par IRM et modification de la composition en acides gras analysée par CPG. Actes des 13èmes Journées Sciences du Muscle et Technologie de la Viande (13èmes JSMTV), 19-20 Octobre 2010, Clermont-Ferrand.

COLEMAN M. E., RHEE K. S. & CROSS H. R. 1988. Sensory and cooking properties of beef steaks and roasts cooked with and without external fat. *Journal of Food Science*, 53, 34-36.

DE LA TORRE A., GRUFFAT D., DURAND D., MICOL D., PEYRON A., SCISLOWSKI V. & BAUCHART D. 2006. Factors influencing proportion and composition of CLA in beef. *Meat Science*, 73, 258-268.

DOREAU M. & DEMEYER D. 1999. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. *Proceedings of the Nutrition Society* 58, 593-607.

DURAND D., BAUCHART D., THOMAS E. & PEYRON A. 2011. Influence de la maturation et conditions de cuisson des viandes bovines sur la lipoperoxydation et la teneur en vitamine E. *Viandes et Produits Carnés* (soumis).

FOLCH J., LEES M. & SLOANE-STANLEY G. H. S. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497-509.

GANDEMER G. 1999. Lipids and meat quality : lipolysis, oxidation, Maillard reaction and flavour. *Science des Aliments*, 19, 439-458.

GEAY Y., BAUCHART D., HOCQUETTE J. F. & CULIOLI J. 2002. Valeur diététique et qualités sensorielles des viandes de ruminants. Incidence de l'alimentation des animaux. *INRA Productions Animales*, 15, 37-52.

HARRIS K. B., HARBERSON T. J., SAVELL J. W., CROSS H. R. & SMITH S. B. 1992. Influences of quality grade, external fat level and degrees of doneness on beef steak fatty acids. *Journal of Food Composition and Analysis*, 5, 84-89.

MILLER G. J., FIELD R. A., MEDIEROS L. & NELMS G. E. 1987. Lipid characteristics in fresh and broiled loin and round steaks from concentrate fed and pasture grazed steers. *Journal of Food Science*, 52, 526-529.

MULVIHILL B. 2001. Ruminant meat as a source of conjugated linoleic acid (CLA). *Nutrition Bulletin*, 26 (4), 295-299.

NUERNBERG K. 2009. Optimising the nutritional profile of beef. In "Improving the sensory and nutritional quality of fresh meat", CRC Press Woodhead Publishing Limited (Cambridge, New Delhi) (J.P. Kerry and D. Ledward, Editors), pp 321-341.

ORTIGUES-MARTY I., THOMAS E., PRÉVERAUD D., GIRARD C. L., BAUCHART D., DURAND D. & PEYRON A. 2006. Influence of maturation and cooking treatments on the nutritional value of bovine meats : Water losses and Vitamin B12. *Meat Science*, 73, 451-458.

PARIZA M. W. 2004. Perspective on the safety and effectiveness of conjugated linoleic acid. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79, 1132S-1136S.

SCHMID A., COLLOMB M., SIEBER R. & BEE G. 2006. Conjugated linoleic acid in meat and meat products. *Meat Science*, 73, 29-41.

SMITH D. R., SAVELL J. W., SMITH S. B. & CROSS H. R. 1989. Fatty acid and proximate composition of raw and cooked retail cuts of beef trimmed to different external fat levels. *Meat Science*, 26, 295-311.

WOOD J. D., ENSER M., FISHER A. V., NUTE G. R., RICHARDSON R. I. & SHEARD P. R. 1999. Manipulating meat quality and composition. *Proceedings of the Nutrition Society*, 58, 363-370.