



## Maturations et cuissons de longues durées des viandes bovines

### Influence de la maturation et des conditions de cuisson des viandes bovines sur la lipoperoxydation et la teneur en vitamine E.

Ecrit par : <sup>a</sup>DURAND D., <sup>b</sup>PARAFITA E., <sup>b</sup>PEYRON A., <sup>a</sup>BAUCHART D.

<sup>a</sup>Inra, UR 1213 Herbivores, CR Clermont-Ferrand/Theix, F-63122 SAINT-GENES-CHAMPANELLE, France <sup>b</sup>Adiv, 10 rue Jacqueline Auriol, ZAC Parc Industriel des Gravanches, F-63039 CLERMONT-FERRAND CEDEX 2, France

#### Résumé :

Le but de l'étude est d'analyser les effets sur le statut antioxydant et le degré de lipoperoxydation de la durée de maturation sous vide à +4°C (1, 3 et 14j) et des conditions de cuisson (grillé, rôti, poêlé, frit et braisé) de trois viandes (entrecôte, rumsteck et paleron) issues de 16 bovins de quatre types (taurillon, génisse, vache de réforme laitière ou allaitante). Le statut en antioxydant et les contenus en malonedialdéhyde (produit terminal majeur de la lipoperoxydation) et en antioxydant de type vitamine E ont été déterminés sur de la poudre homogène de viande, respectivement par des méthodes de spectrophotométrie et de chromatographie haute pression. Ces caractéristiques, variables selon le type de muscle, ne sont pas modifiées par la durée de maturation sous vide dans la viande crue. En revanche, la cuisson conduit à une perte de 5 à 50% du contenu en vitamine E, plus prononcée après 14j de maturation. De même, la production de composés peroxydés est significativement stimulée par les cuissons de longue durée (frit, braisé), principalement pour des viandes ayant été maturées pendant 14 jours.

**Mots clés:** Bovins, muscles, viandes, maturation, cuisson, lipoperoxydation, vitamine E, malonedialdéhyde

**La lipoperoxydation entraîne la détérioration, des qualités nutritionnelles et sensorielles des viandes. Le but de ce travail est d'étudier l'impact de la durée de maturation et des conditions de cuisson sur ces processus de peroxydation de trois viandes bovines (entrecôte, rumsteck et paleron).**

La lipoperoxydation est une des principales causes de la détérioration de la qualité organoleptique de la viande (Asghar et al., 1988, Gandemer, 1999). Il est maintenant bien admis que les acides gras (AG) insaturés notamment les AG polyinsaturés (AGPI) beaucoup plus sensibles à la peroxydation que les AG saturés en raison de la présence de doubles liaisons dans leur structure. La peroxydation des AG, lorsqu'elle est de faible intensité, exerce un effet bénéfique sur la saveur de la viande. En revanche, lorsque l'intensité de peroxydation augmente, celle-ci devient une des causes majeures de détérioration de la qualité sensorielle des viandes crues ou cuites au cours de leur stockage à basse température (4°C) ou à l'état congelé. A l'accumulation de composés oxydés est associée la détérioration du goût (apparition d'odeurs de rance) et la perte, au moins pour partie, de couleur. Il est également rapporté que la peroxydation peut affecter la valeur santé des lipides et des AG des

viandes pour le consommateur (Pearson et al., 1977; Du et al., 2001).

Le niveau de lipoperoxydation de l'organisme animal vivant est contrôlé, en partie, par l'équilibre entre le contenu en AGPI des muscles et par le degré d'efficacité de facteurs protecteurs de l'oxydation lipidique. Ces facteurs peuvent être soit i) d'origine endogène via l'activité d'enzymes antioxydantes (catalase, superoxyde dismutase, glutathion peroxydase) et de systèmes antioxydants non enzymatiques (glutathion, carnosine, etc.) (Miller et al., 1993; Chan et Decker, 1994), soit ii) d'origine exogène via les propriétés antioxydantes de phytomicronutriments (vitamines E et C, caroténoïdes, polyphénols) (Miller et al., 1993; Durand et al., 2006). Après l'abattage des animaux, les systèmes enzymatiques musculaires antioxydants deviennent rapidement inactifs au cours de la maturation de la viande et la participation des antioxydants d'origine

exogène actifs contre la peroxydation devient alors prépondérante (Wood et Enser, 1997).

Pour déterminer l'intensité du processus de lipoperoxydation de la viande, nous avons mesuré la variation de la capacité antioxydante de la viande au cours de la maturation puis de la cuisson en comparant le niveau du statut antioxydant (SA) du tissu, paramètre indicateur de l'évolution de l'équilibre entre le contenu tissulaire des composés à propriétés antioxydantes (d'origines endogène et exogène) et des composés oxydables (AGPI, protéines, ..). Nous avons également mesuré l'apparition de produits terminaux de la lipoperoxydation représentés par le malondialdéhyde (MDA).

Dans ce contexte, la vitamine E ( $\alpha$ -tocophérol) présente dans la viande est importante car elle participe d'une part à la valeur nutritionnelle du produit comme une source de vitamine antioxydante d'intérêt pour le consommateur (Geay et al., 2002 ; Bauchart et Gandemer, 2010), d'autre part comme composé exogène antioxydant permettant de lutter contre la lipoperoxydation dans les tissus de l'animal lui-même au cours de sa vie (Gatellier et al., 2001) ou dans les viandes soumis à différents traitements technologiques (Mitsumoto et al., 1998, Linch et al., 1999).

## MATERIELS ET METHODES

### Animaux, échantillons musculaires et cuisson des viandes

Les échantillons de muscles de bovin prélevés dans un abattoir industriel sont issus de quatre types de bovins : taurillons limousins âgés de 12 à 18 mois, génisses charolaises âgées de 24 à 36 mois, et vaches de réforme allaitantes (charolaises) et laitières (montbéliardes) âgées de 7 à 9 ans, chaque type étant représenté par quatre animaux dont les détails sont rapportés par Ortigues-Marty et collaborateurs (2006). Trois muscles ont été prélevés par animal : *Longissimus lumborum* (LL, rumsteck), *Longissimus thoracis* (LT, entrecôte) et *Triceps brachii* (TB, paleron). A un jour post mortem, les échantillons musculaires sont découpés en cinq (muscle TB) ou sept (muscles LL et LT) morceaux.

### Analyses chimiques

Les mesures de capacité antioxydante, d'index de peroxydation et de teneur en vitamine E des viandes sont effectuées sur 304 échantillons issus de 16 animaux (4 pour chacun des 4 types de bovins).

#### ➤ Index de peroxydation

L'index de peroxydation est évalué par le dosage du malonedialdéhyde (MDA), produit terminal majeur de la peroxydation des AGPI. Le principe du dosage est basé sur la propriété des aldéhydes formés par

Il est donc important de connaître l'impact des différents modes de cuisson sur la teneur en vitamine E selon le type de viande et son contenu lipidique. Ainsi, la distribution de la vitamine E varie selon le type musculaire, les muscles « rouges » plus riches en mitochondries et donc en membranes accumulant plus de vitamine E que les muscles « blancs ». Par ailleurs, il a été montré que les acides gras libres accélèrent la perte d' $\alpha$ -tocophérol de la viande au cours de la cuisson au four à micro-ondes. Cette destruction est plus faible en présence d'AG insaturés que saturés (Yoshida et al., 1991). Par ailleurs, la vitamine E est thermosensible et donc très sensible aux conditions de cuisson (Bramley et al, 2000, Du et al., 2001) de la viande. Enfin, la vitamine est sensible à l'oxygène de l'air et à la lumière, et donc sa stabilité dans la viande dépend des conditions de maturation, de conditionnement et de conservation appliquées à la viande.

L'objectif du travail est d'étudier l'influence de la durée de maturation sous vide et des procédés de cuisson sur le niveau de lipoperoxydation et la teneur en vitamine E de différentes viandes. Ce travail fait partie d'une étude plus large portant sur l'impact des mêmes facteurs de maturation et de cuisson sur les rendements de cuisson et les teneurs des viandes en vitamine B12 (Ortigues-Marty et al. 2006) et sur les teneurs en lipides et de leurs différentes familles d'acides gras (Bauchart et al. 2010 a et b).

Un morceau de chaque muscle est congelé à  $-35^{\circ}\text{C}$  puis conservé à  $-20^{\circ}\text{C}$  jusqu'aux analyses. Les autres morceaux sont maturés sous vide 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 de cuisson sont décrites dans le Tableau 1. Après cuisson, les morceaux de viande sont congelés sous vide à  $-35^{\circ}\text{C}$ . Avant comme après cuisson, les viandes sont congelées puis broyées (Modèle M20, Ika Werke, Staufen, Allemagne) dans l'azote liquide pour produire une poudre fine et homogène conservée à  $-20^{\circ}\text{C}$  jusqu'aux analyses.

l'oxydation des AGPI de réagir à chaud avec un tampon acide à base d'acide thiobarbiturique (TBA) pour former un complexe coloré absorbant à 535 nm ou fluorescent (excitation à 515 nm, émission à 553 nm) (Argawal et Chase 2002). Pratiquement, le MDA est extrait d'environ 1g de poudre de viande par broyage au polytron (30 s. à 30 000 tpm) avec 5 mL de solution de butyl hydroxytoluène à 0,8% dans l'hexane et 8 mL de solution aqueuse d'acide trichloroacétique à 5%.

**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	Epaisseur de 1 cm	Epaisseur 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 1700W	Poêle anti-adhésive	Friteuse	Four	Casserole
(Pré) chauffage	380°C	4 min 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	5g 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 s	3 min	38 s	50 min env.	2h 25 min

La phase organique (hexane) est éliminée par centrifugation à 10 000 tpm pendant 30 s. La phase inférieure aqueuse (0,7 mL) est récupérée et incubée à 70 °C pendant 30 min en présence de 1,5 mL de solution aqueuse d'acide thiobarbiturique à 0,8% (TBA) formant ainsi un complexe MDA-TCA qui est solubilisé par 1 mL de n butanol.

Le dosage du MDA est réalisé à l'aide d'un chromatographe en phase liquide haute pression (HPLC, Perkin Elmer série 200) équipé d'une colonne RP C18 ODB 5µm (Interchim) et d'un détecteur de fluorescence (λem 553 nm ; λex 515 nm). La phase mobile est le mélange 40/60 méthanol/ tampon phosphate 0,05M, pH 6,8. La concentration en MDA, calculée à l'aide d'une gamme étalon utilisant le tétraméthoxypropane-malonaldéhyde bis (TMP), est exprimée en mg de MDA/kg tissu frais de viande ou en MDA/g de lipides de la viande.

#### ➤ Statut antioxydant

La méthode appliquée à la viande bovine est adaptée de celle proposée par Miller et al. (1993). Un gramme de poudre de muscle est homogénéisé au polytron avec 10 mL de tampon phosphate. L'homogénat obtenu est centrifugé pour éliminer les protéines myofibrillaires et le collagène. Un aliquot du surnageant récupéré (12µL) est incubé à 37°C avec le réactif ABTS à base de sel d'ammonium (Boehringer Mannheim) (150µL) en présence de metmyoglobine 4X (50µL) et du tampon PBS 5mM (620µL). L'absorption à 732nm est mesurée aux temps 0 et 3 min après adjonction du tampon PBS contenant l'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

Le niveau de statut antioxydant, calculé à l'aide d'un analogue à la vitamine E (Trolox), est exprimée en "Trolox Equivalent Antioxidant Capacity" (TEAC, µmole/g de viande). Pour simplifier et être homogène dans l'utilisation des termes normalement utilisés, l'expression TEAC sera désignée sous le terme de statut antioxydant (AS).

#### ➤ Vitamine E

La teneur en vitamine E (sous la forme d'α-tocophérol) est selon la méthode initiale d'Hatam et Kayden (1979) adaptée au laboratoire à la viande bovine. Un gramme de poudre de viande est incubée au bain marie à 80°C pendant 20 min avec 0,5g d'acide ascorbique, 0,4 mL de solution de standard interne (acotriénol) et 14,6 mL de solution de potasse alcoolique à 11% (saponification).

Après refroidissement dans un bain de glace pendant 10 min, la vitamine E est extraite par le mélange hexane/H<sub>2</sub>O 2/1 (vol/vol). La fraction hexanique contenant la vitamine E est récupérée et le solvant est éliminé sous flux d'azote gazeux. Le résidu est solubilisé par 160 µL de tétrahydrofurane (THF) et 240 µL du mélange méthanol/dichlorométhane 65/35 (vol/vol).

La quantité de vitamine est déterminée, après séparation à l'aide d'un HPLC (Kontron) muni d'une colonne RP C18 ODB 5µm (250 x4,6 mm ; Interchim) avec le méthanol comme phase mobile, par détection en UV à 292 nm (Kontron 430). La teneur en vitamine E, calculée avec une gamme étalon à base de vitamine E pure, est exprimée en µg/g de viande fraîche et en µg/g de lipides.

## Analyses statistiques

Les analyses statistiques sur l'influence de la durée de maturation sous vide et des procédés de cuisson sur le niveau de lipoperoxydation et la teneur en vitamine E

de différentes viandes ont été réalisées selon la Procédure de Mesures Répétées du Proc GLM de SAS® détaillée par Ortigues-Marty et al., (2006).

## RESULTATS

### Influence de la durée de maturation sur la teneur en vitamine E, le statut antioxydant et l'index de peroxydation des viandes

La teneur moyenne en vitamine E déterminée pour les trois viandes est de l'ordre de 4,7 à 6,6 µg/g de tissu frais (Tableau 2). Un effet muscle apparaît à partir de 1j de maturation, la teneur en vitamine E du paleron (6,2 µg/g de tissu frais) étant significativement plus élevée que celles mesurées dans l'entrecôte et le faux filet (5,1 et 4,7 µg/g de tissu frais respectivement) (Tableau 2). La maturation des viandes à +4°C sous vide ne modifie pas significativement la teneur en vitamine E des trois muscles, sauf si cette teneur est exprimée en µg/g lipides. Avec ce dernier mode

d'expression, la teneur en vitamine E est plus élevée à 14j qu'à 1 ou 3j de maturation (Tableau 2).

Le statut antioxydant (SA) des viandes varie avec le type de viande (Tableau 3). Le paleron possède le statut SA le plus élevé lorsqu'il est exprimé en µmole/g de tissu (frais ou sec) et le rumsteck le statut SA le plus faible ( $P < 0,0001$ ). Cette tendance est inverse lorsque le SA est exprimé en µmole/g de lipides (Tableau 3).

**Tableau 2: Influence du type de muscle (entrecôte, rumsteck, paleron) et de la durée de maturation (1, 3, 14 jours) sur la teneur en vitamine E du muscle de bovin (valeurs moyennes pour les 4 types de bovin)**

Vitamine E	Durée de maturation (jours)			SEM* intra	Effets des traitements		
	1	3	14		muscle†	maturation	interaction
<i>µg/g de tissu frais</i>							
Entrecôte	5,11	4,76	5,66	0,34	Pa > E - Ru <b>P &lt; 0,046</b>	P < 0,206	P < 0,850
Rumsteck	4,72	4,87	5,22				
Paleron	6,15	6,35	6,58				
<i>µg/g de tissu sec</i>							
Entrecôte	16,99	16,09	18,95	1,29	Pa > E - Ru <b>P &lt; 0,010</b>	P < 0,274	P < 0,916
Rumsteck	18,26	18,49	20,01				
Paleron	22,65	23,71	24,26				
<i>ug/g de lipides</i>							
Entrecôte	63,00	67,13	74,35	9,04	Ru > Pa > E <b>P &lt; 0,0001</b>	14 > 1 - 3 <b>P &lt; 0,037</b>	P < 0,274
Rumsteck	148,39	149,97	188,49				
Paleron	100,12	110,16	113,04				

† Pa = Paleron, Ru = Rumsteck, E= Entrecôte

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

**Tableau 3 : Influence du type de muscle (entrecôte, rumsteck, paleron) et de la durée de maturation (1, 3, 14 jours) sur le statut antioxydant (SA) du muscle de bovin (valeurs moyennes pour les 4 types de bovin)**

Statut antioxydant	Durée de maturation (jours)			SEM intra	Effets des traitements		
	1	3	14		muscle†	maturation	interaction
<i>μ moles TEAC / g de tissu frais</i>							
Entrecôte	0,95	0,97	1,10	0,01	C > Ri > Ru <b>P &lt; 0,0001</b>	14 > 1 - 3 <b>P &lt; 0,01</b>	P < 0,476
Rumsteck	0,67	0,66	0,78				
Paleron	1,19	1,14	1,23				
<i>μ moles TEAC / g de tissu sec</i>							
Entrecôte	3,21	3,34	3,78	0,13	C > Ri > Ru <b>P &lt; 0,0001</b>	14 > 1 - 3 <b>P &lt; 0,010</b>	P < 0,535
Rumsteck	2,64	2,54	3,05				
Paleron	4,46	4,34	4,60				
<i>μ moles TEAC / g de lipides</i>							
Entrecôte	13,61	15,56	17,37	1,78	Ru > Ri > E <b>P &lt; 0,001</b>	14 > 1 - 3 <b>P &lt; 0,002</b>	P < 0,111
Rumsteck	26,13	22,36	32,18				
Paleron	21,52	21,66	23,79				

† Pa = Paleron, Ru = Rumsteck, E= Entrecôte

La teneur en produit oxydé de type MDA est significativement supérieure dans le rumsteck par rapport au paleron et surtout l'entrecôte (Tableau 4). L'allongement de la durée de maturation n'augmente

pas le degré de lipoperoxydation exprimée en ng MDA/kg de tissu sec ou frais, mais au contraire, la teneur en MDA diminue au stade 14 j de maturation par rapport à 1 ou 3 j de maturation (Tableau 4).

**Tableau 4 : Influence du type de muscle (entrecôte, rumsteck, paleron) et de la durée de maturation (1, 3, 14 jours) sur la teneur en malonedialdéhyde (MDA) du muscle de bovin (valeurs moyennes pour les 4 types de bovin)**

Malonedialdéhyde	Durée de maturation (jours)			SEM intra	Effets des traitements		
	1	3	14		muscle†	maturation	interaction
<i>ng/kg de tissu frais</i>							
Entrecôte	586	536	585	79	Ru > Pa > E <b>P &lt; 0,0001</b>	1-3 > 14 <b>P &gt; 0,024</b>	<b>P &gt; 0,009</b>
Rumsteck	1217	1295	968				
Paleron	1151	994	592				
<i>ng/kg de tissu sec</i>							
Entrecôte	2056	1888	2021	314	Ru > Pa > E <b>P &lt; 0,001</b>	1-3 > 14 <b>P &lt; 0,020</b>	<b>P &lt; 0,018</b>
Rumsteck	4771	4968	3783				
Paleron	4427	3859	2297				
<i>ng/g de lipides</i>							
Entrecôte	8,57	9,02	9,23	3,12	Ru > Pa > E <b>P &lt; 0,0001</b>	P < 0,247	P < 0,567
Rumsteck	42,31	42,87	38,20				
Paleron	22,56	20,30	12,94				

† Pa = Paleron, Ru = Rumsteck, E= Entrecôte

**Tableau 5: Influence du mode de cuisson et de la durée de maturation sur les modifications [post – pré] cuissons de la teneur en vitamine E de trois muscles de bovins (valeurs moyennes pour les 4 types de bovin). \*\* P < 0,01, \* P < 0,05**

Variations de la teneur de la viande en vit. E	Mode de cuisson		SEM <sub>intra</sub>	Effets des traitements		
				probabilités		
				cuisson	maturation	interaction
<b>Entrecôte</b>	Grillé	Poêlé				
<i>µg/g de tissu frais</i>						
3j de maturation	+ 0,44	+ 0,52	0,40	P < 0,948	P < 0,434	P < 0,750
14j de maturation	- 0,11	- 0,26				
<i>µg/g de tissu sec</i>						
3j de maturation	- 1,48	- 0,98	1,06	P < 0,532	P < 0,272	P < 0,734
14j de maturation	- 5,01	- 3,87				
<i>µg/g de lipides</i>						
3j de maturation	- 10,08	- 1,06	6,80	P < 0,415	P < 0,091	P < 0,815
14j de maturation	<b>- 25,62**</b>	<b>- 19,44**</b>				
<b>Rumsteck</b>	Frit	Rôti				
<i>µg/g de tissu frais</i>						
3j de maturation	<b>+ 1,85*</b>	+ 0,73	0,34	<b>P &lt; 0,055</b>	P < 0,435	P < 0,382
14j de maturation	<b>+ 1,19**</b>	+ 0,61				
<i>µg/g de tissu sec</i>						
3j de maturation	+ 0,85	- 2,54	0,87	<b>P &lt; 0,018</b>	P < 0,328	P < 0,752
14j de maturation	- 1,03	<b>- 3,93**</b>				
<i>µg/g de lipides</i>						
3j de maturation	- 13,89	- 35,12	14,80	P < 0,230	14 < 3 <b>P &lt; 0,042</b>	P < 0,754
14j de maturation	<b>- 48,90*</b>	<b>- 61,87**</b>				
<b>Paleron</b>	Braisé					
<i>µg/g de tissu frais</i>						
3j de maturation	+ 0,26		0,46		P < 0,115	
14j de maturation	- 0,71					
<i>µg/g de tissu sec</i>						
3j de maturation	<b>- 9,21**</b>		1,78		P < 0,326	
14j de maturation	<b>- 11,48**</b>					
<i>µg/g de lipides</i>						
3j de maturation	<b>- 35,38**</b>		12,60		P < 0,463	
14j de maturation	<b>- 47,20**</b>					

### **Influence des modes de cuisson sur la teneur en vitamine E, le statut antioxydant et l'index de peroxydation des viandes**

L'analyse des résultats concernant les modes de cuisson a été réalisée principalement à partir des données exprimées par g de tissu sec afin d'éliminer l'effet propre de la variation de la teneur en eau des tissus au cours des procédés de cuisson.

Quel que soit le mode de cuisson (grillé, rôti, poêlé, frit ou braisé) et le type de muscle considéré (rumsteck, entrecôte, paleron), une perte de vitamine E est observée, plus élevée à 14 j qu'à 3 j de maturation des viandes (Tableau 5). Cette perte est de l'ordre de -5% avec le rumsteck poêlé, de -20 à -25%

avec l'entrecôte grillée ou poêlée et atteint -48% avec le paleron braisé (Tableau 5).

L'activité antioxydante (AS), exprimée par kg de matière sèche, diminue, comme dans le cas de la vitamine E, significativement avec les traitements de cuisson (Tableau 6). Elle baisse respectivement de -62 et -81% dans le cas de l'entrecôte poêlée et grillée, de -68 et -75%

Avec le rumsteck grillé et frit, et de -54% avec le paleron braisé (Tableau 6).

**Tableau 6 : Influence du mode de cuisson et de la durée de maturation sur les modifications [post – pré] cuissons du statut antioxydant de trois muscles de bovins (valeurs moyennes pour les 4 types de bovin). \*\* P< 0,01, \* P< 0,05**

Variations du statut antioxydant	Mode de cuisson		SEM <sub>intra</sub>	Effets des traitements		
				probabilités		
				cuisson	maturation	interaction
<b>Entrecôte</b>	Grillé	Poêlé				
<i>µg TEAC/g de tissu frais</i>						
3j de maturation	- 0,81**	-0,63**	0,020	<b>P &lt; 0,005</b>	P < 0,86	P < 0,730
14j de maturation	- 0,82**	-0,60**				
<i>µg TEAC /g de tissu sec</i>						
3j de maturation	- 2,89**	-2,35**	0,163	<b>P &lt; 0,003</b>	P < 0,609	P < 0,698
14j de maturation	- 3,06**	-2,37**				
<i>µg TEAC /g de lipides</i>						
3j de maturation	-14,76**	-11,40**	0,838	<b>P &lt; 0,003</b>	P < 0,890	P < 0,769
14j de maturation	-14,88**	-12,00**				
<b>Rumsteck</b>	Frit	Rôti				
<i>µg TEAC/g de tissu frais</i>						
3j de maturation	-0,50**	-0,60**	0,023	P < 0,061	<b>P &lt; 0,036</b>	P < 0,340
14j de maturation	-0,45**	-0,51**				
<i>µg TEAC /g de tissu sec</i>						
3j de maturation	-2,06**	-2,37**	0,08	<b>P &lt; 0,039</b>	P < 0,859	P < 0,475
14j de maturation	-2,09**	-2,30**				
<i>µg TEAC /g de lipides</i>						
3j de maturation	-19,08**	-20,96**	0,61	P < 0,152	P < 0,195	P < 0,403
14j de maturation	-24,59**	-25,53**				
<b>Paleron</b>	Braisé					
<i>µg TEAC/g de tissu frais</i>						
3j de maturation	-0,32**		0,06		P < 0,56	
14j de maturation	-0,28**					
<i>µg TEAC /g de tissu sec</i>						
3j de maturation	-2,49**		0,24		P < 0,99	
14j de maturation	-2,48**					
<i>µg TEAC /g de lipides</i>						
3j de maturation	-11,59**		2,22		P < 0,64	
14j de maturation	-12,89**					

La production de produits peroxydés traduite par la mesure du taux de MDA n'augmente pas significativement dans le cas de cuissons courtes (entrecôte poêlée ou grillée) mais est stimulée par le traitement de friture appliqué au rumsteck (+67%) et surtout par une cuisson longue (2h15) à température

élevée (80°C) dans le cas du paleron braisé (+160%) (Tableau 7). Dans ce dernier cas, l'effet stimulant du traitement braisé sur la production de MDA est significativement plus élevé avec le paleron mûré pendant 14 j (Tableau 7).

**Tableau 7 : Influence du mode de cuisson et de la durée de maturation sur les modifications [post – pré] cuissons de la teneur en malonedialdéhyde de trois muscles de bovins (valeurs moyennes pour les 4 types de bovin). \*\* P < 0,01, \* P < 0,05**

Variations de la teneur en malonedialdéhyde	Mode de cuisson		SEM <sub>intra</sub>	Effets des traitements		
				probabilités		
	Grillé	Poêlé		cuisson	maturation	interaction
<b>Entrecôte</b>						
<i>ng/kg de tissu frais</i>						
3j de maturation	+78,6	+376,1	63,1	P < 0,167	P < 0,554	P < 0,071
14j de maturation	+112,1	+146,7				
<i>ng/kg de tissu sec</i>						
3j de maturation	-178,4	+794,6	195,8	P < 0,106	P < 0,450	P < 0,090
14j de maturation	-203,0	+34,3				
<i>ng/g de lipides</i>						
3j de maturation	-3,00	+1,68	0,93	<b>P &lt; 0,054</b>	P < 0,524	P < 0,170
14j de maturation	-3,63	-1,74				
<b>Rumsteck</b>						
<i>ng/kg de tissu frais</i>						
3j de maturation	-49,8	+667,8	145,2	<b>P &lt; 0,001</b>	P 0,075	P < 0,067
14j de maturation	+20,2	<b>+1342,7*</b>				
<i>ng/kg de tissu sec</i>						
3j de maturation	-1370,7	+557,7	407,2	<b>P &lt; 0,001</b>	P < 0,090	P < 0,098
14j de maturation	+20,2	<b>+2548,8*</b>				
<i>ng/g de lipides</i>						
3j de maturation	-17,2	-2,31	3,97	<b>P &lt; 0,012</b>	P < 0,235	P < 0,120
14j de maturation	-13,58	<b>+14,98**</b>				
<b>Paleron</b>						
<i>ng/kg de tissu frais</i>						
3j de maturation	<b>+ 1145,7**</b>		89,2	14 > 3	<b>P &lt; 0,0001</b>	
14j de maturation	<b>+ 2066,7**</b>					
<i>ng/kg de tissu sec</i>						
3j de maturation	+ 958,8		319,2	14 > 3	<b>P &lt; 0,0001</b>	
14j de maturation	<b>+ 3623,9**</b>					
<i>ng/g de lipides</i>						
3j de maturation	<b>+ 6,36*</b>		2,31	14 > 3	<b>P &lt; 0,003</b>	
14j de maturation	<b>+ 18,02**</b>					

## DISCUSSION

### Durée de maturation et niveaux de peroxydation et de vitamine E

Pour les viandes bovines, il a été montré qu'un minimum de 3,0 à 3,5 mg  $\alpha$ -tocophérol par kg de muscle était nécessaire pour retarder l'induction de l'oxydation lipidique (Faustman et al., 1989). Avec des viandes plus riches en acides gras polyinsaturés (très sensibles à la peroxydation) comme celles du poulet, une teneur plus élevée en vitamine E (5mg  $\alpha$ -tocophérol /kg de muscle pectoral) est nécessaire pour minimiser la lipoperoxydation tissulaire (Marusich et al., 1975). Dans notre présente étude, le contenu musculaire en vitamine E mesuré à 1j de maturation est relativement élevé (5-6 $\mu$ g d' $\alpha$ -tocophérol/g de tissu frais) comparé à celle des muscles de bovins engraisés ((2 $\mu$ g/g tissu). Ces fortes valeurs correspondent à celles mesurées sur des bovins nourris

à l'herbe (Yang et al., 2002; Durand et al., données non publiées). Elles sont en accord avec les valeurs rapportées dans la littérature avec des muscles rouges plus oxydatifs que pour des muscles blancs à tendance plus glycolytique (comme l'entrecôte) plus riches en mitochondries.

En dépit du fait que les muscles plus gras (entrecôte et rumsteck) présentent une teneur en vitamine E plus élevée, cette teneur, exprimée par g de lipides tissulaires, montre que les muscles plus riches en lipides contiennent moins de vitamine E que des muscles plus maigres, les rendant donc plus sensibles à la lipoperoxydation. Le traitement de maturation des viandes ne conduit pas à une perte significative de

vitamine E. Le mécanisme d'épargne de la vitamine E au cours de la phase de maturation sera discuté à l'occasion de l'analyse des paramètres de lipoperoxydation.

Le fait que le rumsteck possède le niveau de MDA le plus élevé par rapport aux deux autres muscles à 1 j de maturation est surprenant puisque ce tissu est le plus maigre des trois muscles étudiés (Bauchart et al., 2010a). En fait, de nombreux auteurs ont bien montré que le degré de lipoperoxydation augmentait avec la teneur en lipides des muscles dont l'activité est à dominante oxydative. Ainsi, Renner et collaborateurs (1996) ont montré que parmi les viandes issues de bovins de race Pie Noire âgés de 24 mois, le *diaphragma* (hampe) riche en lipides (7 à 10g/100g tissu frais, Bauchart et Gandemer, 2010) présentait un niveau de lipoperoxydation plus élevé que des muscles de teneurs inférieures en lipides comme le *Psoas major* (filet), lui-même étant plus élevé que dans le *Longissimus lumborum* (faux filet) et le *Tensor fasciae latae* (aiguillette baronne). De plus, il a été montré que, chez des génisses charolaises, le niveau de lipoperoxydation était supérieure dans le muscle *Semi tendinosus* (rond de gîte) à ceux des muscles *Longissimus lumborum* et *Infraspinatus* (paleron) (Badiani et al., 2002). Pour expliquer les

### Cuissons des viandes et niveaux de peroxydation et de vitamine E

La réduction du contenu en vitamine E des trois muscles variable en intensité selon nos conditions de cuisson observée confirme des données antérieures montrant la forte sensibilité de la vitamine E à la chaleur et donc plus généralement aux conditions de cuisson (Bramley et al, 2000 ; Du et al, 2001) appliquées aux viandes. Il apparaît dans notre étude que la friture exerce l'effet de perte de vitamine E la moins prononcée parmi les cinq conditions de cuisson mises en œuvre. Néanmoins, la très faible durée de friture (38s) appliquée dans notre essai n'est pas nécessairement représentative des conditions de friture de la pratique. A l'opposé, la cuisson de type braisé est la plus destructive vis-à-vis de la vitamine E en raison de la longue durée (145 min) employée pour ce type de cuisson.

Dans tous les cas, le traitement de cuisson des viandes entraîne une perte de la capacité antioxydante du tissu musculaire pouvant atteindre 80%, laquelle est attribuable à la perte/destruction de la vitamine E, principal antioxydant de la viande après la mort de l'animal. Néanmoins, la chute importante du statut antioxydant du rumsteck observée après cuisson comparée à la faible perte de vitamine E soulève clairement l'existence d'une perte d'autres sources d'antioxydants que la vitamine E incluant peut être la dénaturation des certaines protéines.

L'apparition dans la viande cuite de produits oxydés issus de la lipoperoxydation reste modeste avec les

différences observées entre nos données et celles de la littérature, il est nécessaire de prendre en compte la teneur précise de vitamine E des viandes. Ainsi, celle-ci est particulièrement élevée dans les muscles de notre essai ce qui détermine fortement l'orientation du processus de lipoperoxydation.

Concernant l'effet de la maturation sous vide des viandes sur le degré de lipoperoxydation, la plupart des données de la littérature montre un effet accélérateur de la durée de maturation lequel n'est pas observé dans notre étude. Ceci s'explique principalement par le fait que toutes les données publiées sont issues de traitements de maturation réalisés dans des conditions d'aérobic ou d'atmosphère contrôlée riche en oxygène (80%). On peut donc considérer que la maturation sous vide appliquée dans notre étude ne favorise pas les réactions de lipoperoxydation, notamment dans les viandes initialement riches en antioxydant de type vitamine E. Gatellier et collaborateurs (2001) ont montré que la supplémentation en vitamine E de la ration inhibait totalement l'apparition de produits peroxydés dans les viandes même après 13 j de maturation, la teneur en vitamine E des viandes n'étant pas supérieure à celle des viandes de notre présente étude.

cuissons de type grillé et poêlé appliqué à la côtelette. Cependant, la cuisson de type rôti du rumsteck et de type braisé pour le paleron entraîne une production beaucoup plus marquée de peroxydes. Une étude comparative des effets de plusieurs types de cuisson sur la lipoperoxydation de la viande a été rapportée pour différents types de viandes issues des muscles *Infraspinatus* (paleron bouilli), *Longissimus lumborum* (faux filet grillé) and *Semi tendinosus* (rond de gîte rôti au four traditionnel et au four à micro-ondes) de vaches charolaises (Badiani et al., 2002). La mesure de l'état de lipoperoxydation réalisée avant puis après cuisson montre que pour les deux types de modes de rôti au four du rond de gîte, le niveau de lipoperoxydation est resté faible et stable. En revanche, le faux filet grillé présente un niveau de lipoperoxydation plus élevé alors que le paleron bouilli présente un niveau plus faible qu'avant cuisson. Ces résultats montrent l'importance des conditions de cuisson en termes de degré de température et de durée de cuisson sur la lipoperoxydation de la viande. Ainsi, il apparaît clairement des résultats de notre étude que des cuissons de longue durée (55 min pour le rôti, 145min pour le braisé) favorisent l'apparition et le dépôt de composés peroxydés dans les viandes. Il serait intéressant de poursuivre ce travail en prenant en compte, en plus de la durée de cuisson, l'influence des conditions de cuisson, notamment la nature des matières grasses servant à certains types de cuisson.

## CONCLUSION

Notre étude montre qu'une teneur élevée en vitamine E et des conditions anaérobies de maturation des viandes limitent très fortement le processus de lipoperoxydation des viandes à l'état crue. Néanmoins, il faut préciser que la forte teneur en vitamine E des viandes utilisées dans cette étude n'est pas représentative du niveau de vitamine E rapporté généralement dans la littérature.

Parmi les cinq conditions testées, la cuisson de type braisé est la plus destructive pour la vitamine E

présente dans les viandes, en raison plus particulièrement de la longue durée de ce traitement de cuisson. Cette perte de vitamine E explique, au moins pour partie, la forte réduction du potentiel antioxydant (-80%) mesurée après ce type de cuisson. L'oxydation lipidique conduisant à la formation de malonedialdéhyde, modérée pour des cuissons courtes, est en revanche fortement stimulée par des méthodes de cuisson longues (braisé, rôti).

---

**Remerciements :** 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 ». Les auteurs remercient Marinette Brunel et Françoise Duboisset pour la réalisation des analyses biochimiques des viandes et Yves Anglaret et Stéphanie Léger pour les analyses statistiques des données.

---

## BIBLIOGRAPHIE

**AGARWAL R., CHASE S. D., 2002.** Rapid fluorimetric-liquid chromatographic determination of malondialdehyde in biological samples. *J. Chromatogr.B*, **775**, 121-126.

**ASGHAR A., GRAY J. L., BUCKLEY D. J., PEARSON A. M., BOOREN A. M., 1988.** Perspectives of warmed-over flavour. *Food Technol.*, **42**, 102-108.

**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 Sci.*, **60**, 169-186.

**BAUCHART D., GANDEMER G., 2010.** Qualité nutritionnelle des viandes et abats de bovin. In : Bauchard D. et Picard B. Eds, *Muscle et Viande des Ruminants*, Editions Quae, Versailles, pp.115-130.

**BAUCHART D., THOMAS A., DURAND D., PARAFITA E. 2010a.** 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* (soumis).

**BAUCHART D., DURAND D., THOMAS E., PEYRON A. 2010b.** Qualité nutritionnelle des lipides et acides gras des viandes bovines : II. Influence des conditions de cuisson des viandes. *Viandes et Produits Carnés* (soumis).

**BRAMLEY P. M., ELMADFA I., KAFATOS A., KELLY F. J. MANIOS Y., ROXBOROUGH H. E., SCHUCH W., SHEEHY P. J. A., WAGNER K. H. 2000.** Review : Vitamine E. *J. Sci. Foods Agric.*, **80**, 913-938.

**CHAN K. M., DECKER E. A., 1994.** Endogenous skeletal muscle antioxidants. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **34**, 403-426.

**DU M., NAM K. C., AHN D. U., 2001.** Cholesterol and lipid oxidation products in cooked meat as affected by raw-meat packaging and irradiation and cooked-meat packaging and storage time. *J. Food Sci.*, **66**, 1396-1401.

**DURAND D., SCISLOWSKI V., CHILLIARD Y., GRUFFAT D., BAUCHART D., 2005.** High fat rations and lipid peroxidation in ruminants; consequences on animal health and quality of products. In: "Indicators of milk and beef quality", EAAP Publ. n°112, (editors J.F. Hocquette and S. Gigli), Wageningen Academic Publishers, 137-150.

**FAUSTMAN C., CASSENS R. G., SCHAEFER D. M., BUEGE D. R., WILLIAMS S. N. AND SCHELLER K.K., 1989.** Improvement of pigment and lipid stability in Holstein steer by dietary supplementation of vitamin E. *J. Food Sci.*, **54**, 858-862.

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

**GATELLIER P., HAMELIN C., DURAND Y., RENERRE M., 2001.** Effect of dietary vitamin E supplementation on colour stability and lipid oxidation of air and modified atmosphere-package beef. *Meat Sci.*, **59**, 133-140.

**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 Prod. Anim.*, **15**, 37-52.

**HATAM L.J., KAYDEN H. J., 1979.** A high-performance liquid chromatographic method for the determination of tocopherol in plasma and cellular elements of the blood. *J.Lipid Res.*, **20**, 639-645.

**LYNCH M. P., KERRY J. P., BUCKLEY D. J., FAUSTMAN C., MORRISSEY P. A. 1999.** Effect of dietary vitamin E supplementation on the colour and lipid stability of fresh and vacuum-packaged beef. *Meat Sci.*, **52**, 95-99.

**MARUSICH W. L., DERITTER E., OGRINZ E. F., KEATING J., MITROVIC M., BUNNELL R.H., 1975.** Effect of supplemental vitamin E in control of rancidity in poultry meat. *Poultry Sci.*, **54**, 831-840.

**MILLER J.K., BREZEZINSKA-SLEBODZINSKA E., MADSEN F.C., 1993.** Oxidative stress, antioxidants and animal function. *J. Dairy Sci.*, **76**, 2812-2826.

**MITSUMOTO M., OZAWA S., MITSUHASHI T. KOILE K., 1998.** Effect of dietary vitamin E supplementation for one week before slaughter on drip, colour and lipid stability display in Japanese Black steer beef. *Meat Sci.*, **49**, 165-174.

**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: I. Water losses and Vitamin B12. *Meat Sci.*, **73**, 451-458.

**PEARSON A.M., GRAY J. I., WOLZAC A.M., HORENSTEIN N. A. 1983.** Safety implications of

oxidized lipids in muscle foods. *Food Technol.*, **37**, 121-129.

**RENERRE M., DUMONT F. ,GATELLIER P., 1996.** Antioxidant enzyme activities in beef in relation to oxidant of lipid and myoglobin. *Meat Sci.*, **43**, 111-121.

**WOOD J. D., ENSER M., 1997.** Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *Br. J. Nutr.*, **78**, S49-S60.

**YANG A., LANARI M. C., BREWSTER M., TUME P. K., 2002.** Lipid stability and meat colour of beef pasture-and grain-fed cattle with or without vitamin E supplement. *Meat Sci.*, **60**, 41-50.

**YOSHIDA H., TATSUMI M., KAJIMOTO G., 1991.** Relationship between oxidative stability of vitamin E and production of fatty acids in oils during microwave heating. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, **68**, 566-5.

**VIANDES & PRODUITS CARNÉS**  
REVUE DES INSTITUTS DE RECHERCHES ET DES CENTRES TECHNIQUES DES FILIÈRES VIANDES ET PRODUITS CARNÉS