

ACQUISITION DES QUALITES ORGANOLEPTIQUES DE LA VIANDE BOVINE: *ADAPTATION A LA DEMANDE DU CONSOmmATEUR*

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ÉTAT

*présentée et soutenue publiquement en 2008
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Ludovic COIBION
08 Avril 1975, à Maubeuge

Directeur de thèse : **M. le Professeur Jean-Denis BAILLY**

JURY

PRESIDENT :

M. Bertrand PERRET

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEUR :

M. Jean-Denis BAILLY
M. Hubert BRUGERE

Maître de conférence à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Maître de conférence à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Table des matières

Introduction	6
1) La composition du muscle	7
1.1) Anatomie et morphologie musculaire	7
1.2) Structure histologique du muscle	8
1.3) Composition chimique du muscle	10
1.4) Le tissu conjonctif	10
1.4.1) Le collagène	11
1.4.2) La réticuline	12
1.4.3) L'élastine.....	12
1.5) Les graisses	12
2) Transformation du muscle en viande	14
2.1) La rigidité cadavérique	14
2.1.1) Acidification du tissu musculaire.....	14
2.1.2) La contraction de la cellule musculaire	15
2.2) La maturation	16
2.2.1) Les protéines sarcoplasmiques.....	16
2.2.2) Les protéines myofibrillaires	17
2.2.3) Les protéines du tissu conjonctif.....	18
3) Les qualités de la viande	18
3.1) La qualité nutritionnelle.....	18
3.2) La qualité hygiénique.....	18
3.3) La qualité de service ou d'usage	19
3.4) Les qualités organoleptiques	19
3.4.1) La couleur	19
3.4.2) La tendreté	22
<i>Généralités</i>	22
<i>Mécanisme de l'attendrissage du tissu musculaire au cours de la maturation</i> ...	23
3.4.3) La flaveur	24
<i>Les composés responsables de la flaveur</i>	25
<i>Les précurseurs de la flaveur</i>	25
<i>Les réactions de formation des composés de la flaveur</i>	26
<i>Rôle de la fraction lipidique</i>	27
3.4.4) La jutosité	27
<i>Le pouvoir de rétention d'eau</i>	27
<i>Evolution du PRE au cours de la transformation du muscle en viande</i>	28
4) Méthodes de mesure des qualités organoleptiques	29
4.1) Evaluation de la couleur	29
4.1.1) Evaluation instrumentale	29
<i>Méthodes physico-chimiques</i>	29
<i>Méthodes physiques</i>	30
4.1.2) Evaluation sensorielle	30
4.2) Evaluation de la tendreté	31
4.2.1) Les méthodes de terrain	31
4.2.2) Les méthodes de laboratoire	32
4.3) Evaluation de la jutosité	33
4.4) Evaluation sensorielle	33
4.4.1) Le jury d'analyse sensorielle	33
4.4.2) Les conditions de déroulement de l'analyse sensorielle	34
4.4.3) Les méthodes d'analyse sensorielle	34

<i>Les épreuves « quantitatives »</i>	34
<i>Les épreuves de différenciation</i>	35
<i>Les épreuves descriptives du profil</i>	35
<i>Les épreuves hédonistes</i>	35
II Les moyens pour obtenir une viande de qualité	36
1) Le dépôt adipeux	36
1.1) Influence de la génétique	36
1.2) Effets zootechniques	37
1.2.1) Influence de l'âge d'abattage	37
1.2.2) Influence de la conduite du troupeau	38
2) La couleur	39
2.1) Influence de la génétique	39
2.2) Influence de l'alimentation	39
2.2.1) Effet de la nature de la ration	39
2.2.2) Effet du niveau alimentaire	40
2.3) Effet zootechnique	41
2.3.1) Influence de l'âge d'abattage	41
2.3.2) Effet du sexe et de la castration	41
2.4) Technique d'abattage et évolution des viandes	41
2.5) Evolution au cours de la cuisson	42
3) La jutosité	42
3.1) Influence de la génétique	42
3.2) Influence de l'alimentation	43
3.3) Effet zootechnique	44
3.3.1) Influence de l'âge d'abattage	44
3.3.2) Effet du sexe et de la castration	44
3.4) Evolution au cours de la cuisson	45
4) La flaveur	45
4.1) Influence de la génétique	45
4.2) Influence de l'alimentation	46
4.2.1) Effet du pH	46
4.2.2) Les acides gras	46
4.2.3) Quelques saveurs spécifiques	48
4.3) Effets zootechniques	48
4.3.1) Influence de l'âge d'abattage	48
4.3.2) Effet du sexe et de la castration	49
4.4) Technique d'abattage et évolution des viandes	49
4.5) Evolution au cours de la cuisson	49
5) La tendreté	50
5.1) Influence de la génétique	50
5.1.1) La teneur en lipides	50
5.1.2) Le collagène et les fibres musculaires	51
<i>Généralités</i>	51
<i>Approche biochimique</i>	52
5.2) Influence de l'alimentation	53
5.2.1) Effet du niveau alimentaire en phase de finition	53
5.2.2) Effet de la composition de la ration	54
5.2.3) Effet de la croissance compensatrice	55
5.3) Effets zootechniques	57
5.3.1) Influence de l'âge d'abattage	57
5.3.2) Effet du sexe et de la castration	58
5.4) Technique d'abattage et évolution des viandes	59
5.4.1) Effet du jeûne avant abattage	59

5.4.2) Facteurs extrinsèques	59
5.5) Evolution au cours de la cuisson	60
III- La qualité et ses appellations, signification et image pour le consommateur	63
1) Appellation et qualité	63
1.1) La certification label	63
1.2) La Certification de Conformité du Produit	64
1.3) Le label Agriculture Biologique	65
1.4) Appellation d'Origine Contrôlée	66
1.5) La mention « Produits Alimentaires de Montagne »	67
1.6) La certification d'entreprise	67
1.7) Autres appellations.....	68
2) Qualités organoleptiques et labels	69
2.1) La qualité : le résultat d'un travail constant	69
2.2) Gestion des critères qualitatifs par l'analyse sensorielle	70
2.3) Les labels, exigences d'élevage et garantie de qualités sensorielles	72
2.3.1) Le Label Rouge.....	72
2.3.2) Exigences de base pour l'obtention d'un Label Rouge	73
2.3.3) Autres exigences propres aux labels	74
2.4) Conséquences pour les éleveurs	74
2.4.1) Motivations des éleveurs.....	74
2.4.2) Respect du cahier des charges.....	75
2.4.3) Problématique des volumes de production	76
2.4.4) Problématique de la qualification des élevages	76
2.5) Préservation des qualités sensorielles par les industriels	77
3) La perception du label par le consommateur	78
3.1) L'image de la qualité pour le consommateur	79
3.1.1) L'image « goûteuse ».....	79
3.1.2) L'importance du bien être animal	80
3.2) Evaluation de la qualité organoleptique par le consommateur	80
3.2.1) La délicate évaluation de la qualité organoleptique.....	80
3.2.2) Prise de conscience de la qualité par le consommateur	81
3.3) Connaissance et sensibilité du consommateur aux démarches qualité	82
3.4) Conséquences pour les producteurs de viande de qualité.....	84
Conclusion.....	86

Table des illustrations

Figures :

Figure 1- Découpe du bœuf	7
Figure 2- Organisation d'un sarcomère.....	9
Figure 3- Fibre musculaire d'une cellule musculaire.....	10
Figure 4- Trame conjonctive du muscle.....	13
Figure 5- Valeurs nutritionnelles de divers types de viandes de ruminants.....	14
Figure 6- Evolution du pH <i>post-mortem</i>	17
Figure 7- Couleur de la viande.....	22
Figure 8- Etats d'oxydation du fer héminique.....	23
Figure 9- Pourcentage de myoglobine oxydée de différents muscles.....	24
Figure 10- Oxydation lipidique.....	29
Figure 11 - Influence du pH sur le pouvoir de rétention d'eau.....	31

Annexes :

- Annexe 1- Les différentes étapes de la filière viande
- Annexe 2- Label national
- Annexe 3- Certification de conformité

Abréviations

AFAQ : Association Française de l'Assurance Qualité
AFNOR : Agence Française de Normalisation
AGI : Acide Gras Insaturé
AGPI : Acide gras poly insaturé
AOC : Appellation d'Origine Contrôlée
AOP: Appellation d'Origine Protégée
ATP : Adénosine Tri Phosphate
CAF : Calcium Activated Factor
CNAB: Commission Nationale de l'Agriculture Biologique
CNLCC : Commission Nationale des Labels et de la Certification de Conformité
CORPAQ : Commission Régionale des Produits Alimentaires de Qualité
DFD : Dark Firm Dry
DO : Densité Optique
ESB : Encéphalopathie Spongiforme Bovine
IFM : Indice de Fragmentation Myofibrillaire
IGP : Indication Géographique Protégée
IMP : Acide Inosinique
INAO : Institut National des Appellation d'Origine
INRA : Institut National de Recherche Agronomique
ISO : International Standart Organisation
GLY : Glycine
HACCP : Hazard Analysis and Critical Control Point
PC: Phosphocréatine
PRE: Pouvoir de Rétention d'Eau
PSE : Pale Soft Exsudative
UGB : Unité de Gros Bétail

Introduction

Dans notre société actuelle, les habitudes et surtout les exigences de consommation riment constamment avec qualité. Cette qualité est en particulier mise en exergue pour la viande bovine. Cependant, il apparaît une profonde disparité entre la définition de la qualité établie par le consommateur et celle du producteur ou du transformateur évaluée par des jurys d'analyses sensorielles.

Cette thèse tente de récapituler comment, dès la naissance de l'animal et même antérieurement par la génétique, il est possible d'influencer positivement les caractéristiques d'un muscle au point de les confirmer par l'obtention d'une viande aux qualités sensorielles optimales.

Dans ce but, la première partie de cet ouvrage remémore la structure du muscle et les propriétés de ses différents composants ainsi que leur évolution au cours des processus de transformation jusqu'au produit final : la viande bovine. Cette partie rappelle aussi les différentes qualités recherchées dans la viande, notamment les qualités sensorielles ainsi que les méthodes pour évaluer ces dernières.

La deuxième partie souligne les différents paramètres permettant d'influencer les qualités organoleptiques de cette viande, depuis la naissance de l'animal, par la sélection génétique, jusqu'à la cuisson, sous la responsabilité du consommateur, en passant par les implications zootechniques telles que l'alimentation ou le mode d'élevage et sans oublier l'abattage, étape fondamentale dans cette évolution.

Enfin, dans la dernière partie seront étudiées les appellations, symbole de qualité, dont la complexité est aussi source de confusion pour les consommateurs que source d'exigences pour les producteurs.

I- Du muscle à la viande

Le muscle correspond à un terme anatomique définissant une partie précise d'un organisme, en aucun cas ce terme n'est utilisé pour définir un met, c'est le terme viande qui est alors employé.

Dans cette partie, nous verrons les différents stades permettant le passage du muscle à la viande ainsi que les qualités attribuées à l'un comme à l'autre.

1) La composition du muscle

1.1) Anatomie et morphologie musculaire [48]

Le muscle strié est le constituant principal des carcasses des animaux de boucherie.

Il est constitué d'eau (75%), de protéines (19%), de lipides (de 1 à quelques %), de minéraux et de substances azotées non protéiques (créatine et acides aminés libres).

Une carcasse de bovin est composée de 105 muscles différents.

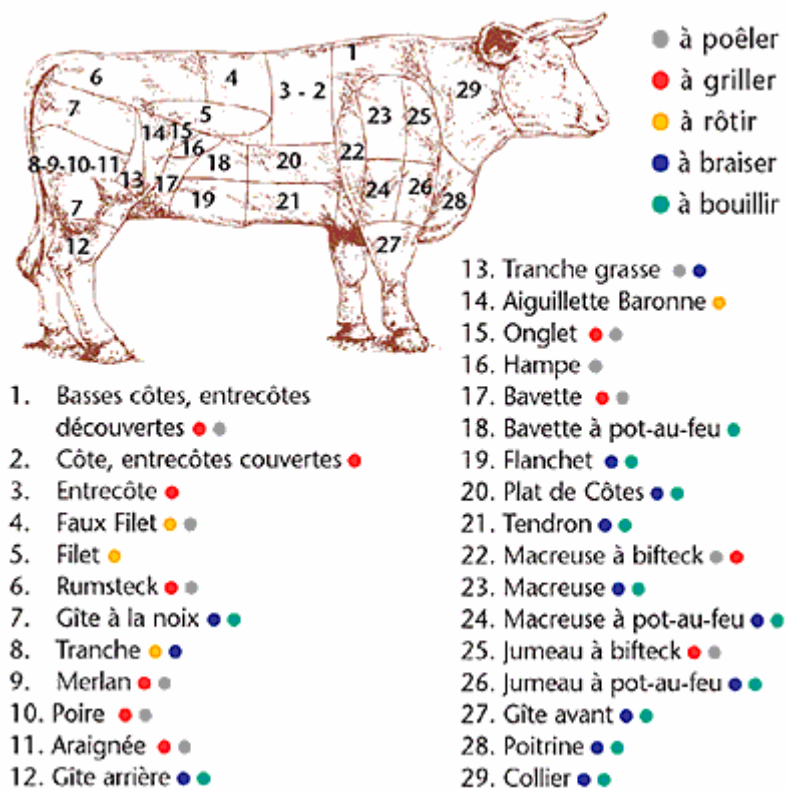


Figure 1-Découpe du bœuf (source institut de l'élevage)

Il existe une grande variabilité entre les muscles. Ainsi, 19 muscles représentent ensemble moins de 0.1% de la masse musculaire totale, alors que 2 autres représentent 13% de la masse.

La composition du muscle elle-même est très variable suivant les muscles. Ainsi la teneur en collagène et la quantité de graisse intramusculaire diffèrent.

1.2) Structure histologique du muscle [48,45,5,37,28]

L'unité de base du tissu musculaire est la fibre musculaire, cellule plurinucléée de plusieurs centimètres de long et de 0,01 à 0,1 mm de diamètre.

On y distingue trois composants différents :

- les myofibrilles,
- le réticulum sarcoplasmique,
- le sarcoplasme.

Au sein de chaque fibre on trouve un grand nombre de fibrilles (1000 à 3000 selon le diamètre des fibres) disposées parallèlement au grand axe de la fibre. Ces myofibrilles contiennent un appareil contractile fait de filaments protéiques de différentes natures.

L'organisation myofibrillaire présente une différenciation axiale régulière lui donnant l'aspect d'une série régulière de disques ou de bandes alternées. Les bandes les plus claires sont partagées en leur milieu par une ligne sombre, la strie Z. L'intervalle entre deux stries Z est considéré comme l'unité histologique et fonctionnelle de la myofibrille, c'est le sarcomère.

Ce sarcomère est composé de filaments épais (myosine) occupant la portion centrale. Autour d'eux, sont disposés des filaments plus fins (actine).

La contraction musculaire est assurée par le glissement des filaments d'actine par rapport aux filaments de myosine, au sein d'un sarcomère. Elle se traduit par un raccourcissement des sarcomères, donc de la fibre.

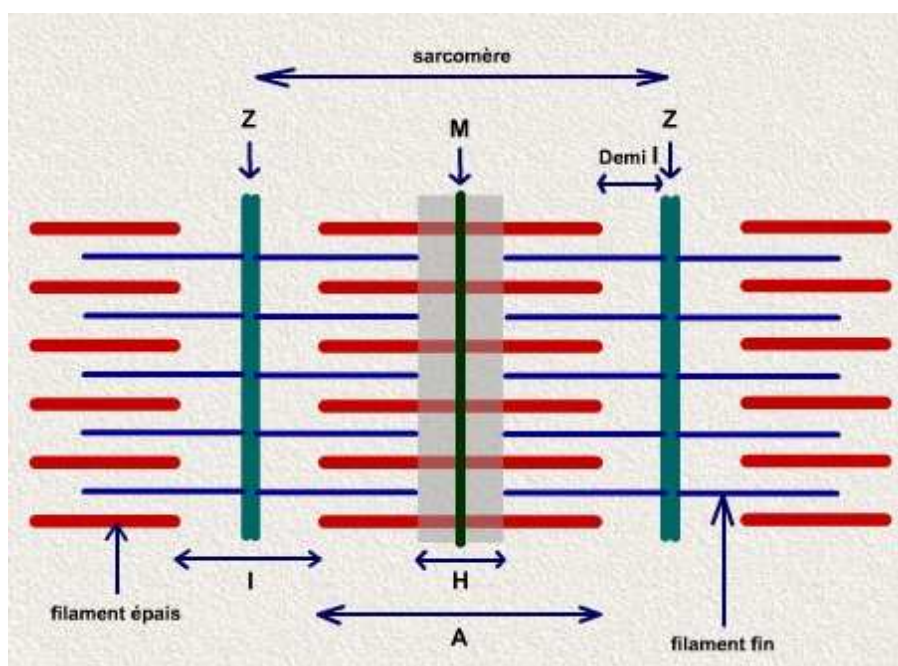


Figure 2-Organisation d'un sarcomère [54]

Dans la fibre, les myofibrilles sont maintenues par les éléments longitudinaux et transversaux du réticulum sarcoplasmique.

Les sarcoplasmes représentent l'ensemble des composants des fibres autres que ceux des myofibrilles et du réticulum sarcoplasmique. Ils renferment en particulier de nombreuses enzymes, de la myoglobine, des mitochondries, des lipides et du glycogène.

Les cellules musculaires striées squelettiques possèdent des caractéristiques morpho-fonctionnelles variables qui permettent de distinguer trois types de fibres :

- Les fibres de type I (ou «fibres rouges », car riches en myoglobine) sont de petit calibre et à contraction lente (essentiellement pour maintenir la station debout et les postures). Elles sont riches en mitochondries et sont identifiables en histoenzymologie par leur richesse en enzymes oxydatives (SDH, NADH-TR, COX). Elles fonctionnent principalement par voie de la glycolyse aérobie (métabolisme oxydatif).
- Les fibres de type IIb (ou « fibres blanches », car pauvres en myoglobine) sont de grand calibre et à contraction rapide (essentiellement pour le mouvement des membres). Elles sont riches en glycogène. Elles sont identifiables en histoenzymologie par leur richesse en ATPase à pH 9,4 et en phosphorylases. Elles fonctionnent principalement par la voie de la glycolyse anaérobie (métabolisme glycolytique).
- Les fibres de type IIa sont intermédiaires et possèdent certaines caractéristiques de celles du type I et d'autres de celles du type IIb. Ce sont des fibres d'action rapide ayant un métabolisme oxydatif et glycolytique.

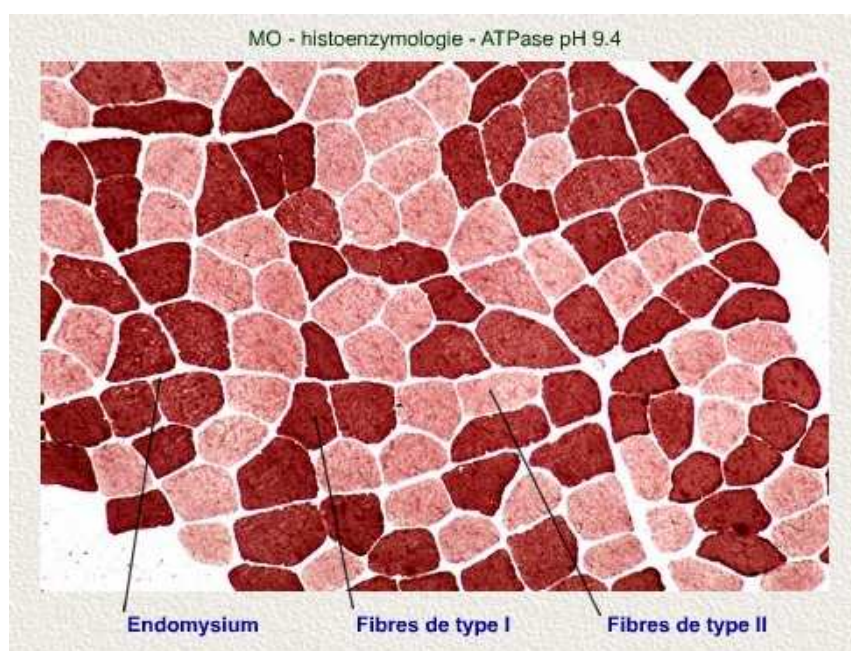


Figure 3-Fibre musculaire d'une cellule musculaire [54]

Le pourcentage des différents types de fibres musculaires est très variable selon les muscles d'un même animal, et varie également selon l'individu.

1.3) Composition chimique du muscle [45]

La composition du muscle est variable entre les animaux, et chez un même animal, d'un muscle à l'autre. On peut tout de même retenir une composition moyenne :

Eau.....	75%
Protéines.....	18,5%
Lipides.....	3%
Substances azotées non protéiques.....	1,5%
Glucides et catabolites.....	1%
Composés minéraux.....	1%

Les protéines constituent, après l'eau, la fraction pondérale la plus importante. La composition en acides aminés des protéines de la viande est remarquablement équilibrée ; elles sont riches en acides aminés indispensables, en particulier en acides aminés soufrés.

Les protéines du muscle se répartissent de la manière suivante :

- protéines extracellulaires : collagène, réticuline, élastine
- protéines intracellulaires :
 - protéines sarcoplasmiques : albumine, globuline, myoglobine, hémoglobine
 - protéines myofibrillaires :
 - protéines filamenteuses : actine, myosine
 - protéines de régulation : tropomyosine, troponine, actinine, protéines de la ligne M, protéine C
 - protéines insolubles de la strie Z (type collagène).

1.4) Le tissu conjonctif [54,23]

Les fibres musculaires sont groupées en faisceaux, séparés les uns des autres par une trame conjonctive complexe où domine le collagène, et qui est plus ou moins structurée selon les muscles et les animaux. La trame du tissu conjonctif représente l'armature interne du muscle.

La tendreté de la viande est très dépendante de la teneur en collagène du muscle. Cette teneur varie entre 2 et 12 mg/g de produit frais.

Protéine de structure du tissu conjonctif, le collagène a pour rôle de transmettre les tensions musculaires.

L'élastine et la réticuline sont les autres composantes majeures du tissu conjonctif.

1.4.1) Le collagène

Les éléments précurseurs du collagène sont synthétisés à l'intérieur des fibroblastes. Il y a ensuite juxtaposition de ces molécules à l'extérieur des cellules pour former les fibres de collagène proprement dites.

Le collagène est le composé le plus important, représentant environ 80% du poids du tissu conjonctif. C'est une protéine fibreuse comprenant une séquence d'acides aminés composée d'une unité tri peptidique qui se répète. Cette séquence est du type GLY-X-Y, où GLY symbolise la glycine et où X et Y peuvent être n'importe quel acide aminé.

Dans la composition du collagène, 3 acides aminés prennent une part assez importante :

- la glycine pour 35%
- la proline pour 7 à 9%
- l'hydroproline pour 12 à 14% (selon le type de collagène).

Le collagène constitue une famille de protéines comportant au moins 21 isoformes. Sept ont été localisés dans le muscle squelettique, essentiellement les collagènes de type I, III et IV. La proportion respective de chacun de ces derniers dépend du muscle, de l'âge de l'animal, de son type génétique, mais aussi de sa localisation dans le muscle.

La molécule de base du collagène est formée de trois chaînes polypeptidiques reliées par des liaisons covalentes et hydrogènes, afin de former une triple hélice. Il y a enroulement de multiples brins hélicoïdaux en « super-hélice ». L'enroulement se fait en sens opposé à celui de l'enroulement des hélices polypeptides individuelles. Cette conformation permet un tassement le plus serré possible de multiples chaînes polypeptidiques.

Cet assemblage en longueur donne des fibrilles de diamètre variable selon la nature du collagène.

Entre les fibres et les fibrilles, des liaisons, de nombre et de nature variable, peuvent se former. C'est le nombre de ces liaisons qui permet de définir le degré de réticulation du collagène et donc de déterminer la dureté de la viande.

Plus le degré de réticulation sera important, plus les fibres et fibrilles seront solidement liées entre elles, plus la viande sera dure.

La trame collagénique est localisée à trois niveaux : l'épimysium constitue l'enveloppe conjonctive externe du muscle, le périmysium entoure chacun des faisceaux de fibres musculaires et les relie entre eux, l'endomysium est une mince couche de la matrice extracellulaire entourant le sarcolemme de chaque fibre musculaire.

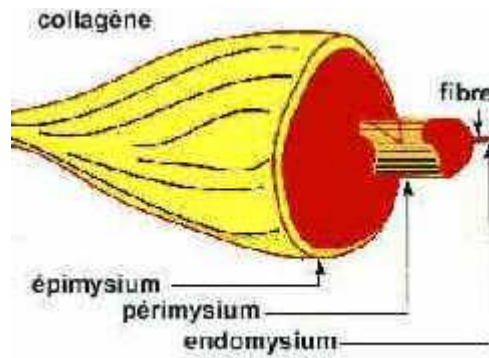


Figure 4-Trame conjonctive du muscle (source institut de l'élevage)

Ces différentes structures ont des rôles amortisseurs et de transmission de tension au sein du muscle.

1.4.2) La réticuline

C'est une substance très proche du collagène par son ultra-structure et ses propriétés physiques.

1.4.3) L'élastine

C'est la protéine de structure des fibres élastiques. Elle est peu abondante dans le muscle, on la trouve surtout dans les ligaments et elle entre dans la composition de la paroi de certaines grosses artères. L'élastine est une protéine présente dans le tissu conjonctif ayant quelques similitudes avec le collagène.

L'élastine, qui dans sa structure en acides aminés n'a pas de structures répétées du type GLY-X-Y, comprend de nombreux résidus en lysine et peu d'hydroxyproline, ce qui, dans l'enroulement de l'hélice donne une conformation particulière et différente de celle du collagène. Sa structure est faite de chaînes enroulées au hasard et manifeste des propriétés élastiques, à l'opposé du collagène. C'est notamment grâce aux résidus de lysine, qui sont des précurseurs de résidus de desmosine, que les chaînes de tropoélastine sont capables de s'assembler en des dispositions qui leur permettent d'être étirées de façons réversibles dans toutes les directions.

1.5) Les graisses [23]

La graisse intramusculaire a une influence sur la qualité gustative de la viande.

Alors que la composition du muscle est assez constante, celle de la viande est très variable.

		Bœuf		
		Rumsteck grillé	Faux filet rôti	Entrecôte grillée
Energie (kJ)		485	625	849
Protéines (g)		21	23	24
Lipides (g)		3,6	6,4	11,8
Cholestérol (mg)		35	33	45
Acides gras: composition (%)⁽¹⁾				
	saturés	44	49	50
	mono-insaturés	40	44	41
	poly-insaturés	9	3	5
Fer (mg)		2,9	1,9	2,6
Zinc (mg)		4,2	3,3	5,4
Vitamines:				
	B1 (mg)	0,10	0,04	0,09
	PP (mg)	7,3	5,9	6,2
	B5 (mg)	1,47	0,34	1,37
	B6 (mg)	0,56	0,29	0,42
	B12 (µg)	1,5	0,54	1,4
	E (mg)	0,44	0,2	0,58
(1) pour 100 g de viande crue				

Figure 5-Valeurs nutritionnelles (pour 100g de viande cuite) de divers types de viandes de ruminants [23]

De plus, la viande bovine se caractérise aussi par un rapport élevé protéines/lipides qui peut atteindre selon le morceau cuit, des valeurs comprises entre 12 et 2.

D'une façon générale, la quantité et la nature des lipides déposés dans le muscle dépendent en grande partie, non seulement des apports alimentaires, mais aussi de la digestion, de l'absorption intestinale, du métabolisme hépatique et des systèmes de transport des lipides jusqu'au muscle.

Chez les ruminants après sevrage, une forte proportion des acides gras insaturés (AGI) de leur ration alimentaire est hydrogénée dans le rumen.

Ainsi, dans la viande bovine, on note une certaine richesse en acides gras saturés à 16 (palmitique) et 18 atomes de carbone (stéarique) et en acides gras mono insaturés (oléique). Par contre, la viande bovine est relativement pauvre en acides gras poly insaturés de type $\omega 3$ ou $\omega 6$.

Le muscle est donc une structure d'apparence relativement simple mais qui, au niveau cellulaire se révèle complexe. Cette complexité intervient dans les processus d'évolution de la viande.

2) Transformation du muscle en viande

Après la mort de l'animal, le muscle est le siège de nombreuses transformations qui conditionnent largement les qualités finales de la viande.

L'évolution de la viande se fait en trois phases :

- phase de pantelance
- phase de rigidité cadavérique
- phase de maturation

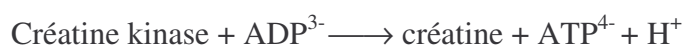
La phase de pantelance suit directement l'abattage. Malgré l'interruption du courant sanguin, on observe une succession de contractions et relaxations musculaires. En effet, le muscle continue de vivre. Il y a donc un épuisement des réserves énergétiques, puis une mise en place de la glycolyse anaérobie. L'accumulation d'acide lactique qui s'en suit provoque ainsi une baisse du pH qui passe de 7 à 5,5.

2.1) La rigidité cadavérique [6,8]

L'installation de la rigidité cadavérique (ou *rigor mortis*) est directement perceptible sur la carcasse : la musculature devient progressivement raide et inextensible dans les heures qui suivent la mort de l'animal. Ce phénomène résulte de l'épuisement du composé qui permet au muscle vivant de conserver son élasticité et qui par ailleurs fournit l'énergie nécessaire au travail musculaire, l'adénosine triphosphate (ATP).

2.1.1) Acidification du tissu musculaire

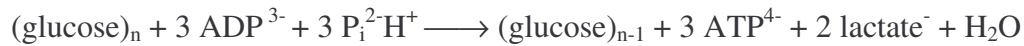
Après l'abattage et la saignée, en l'absence d'oxygène, divers mécanismes de resynthèse s'opposent à la dégradation de l'ATP. Le premier est constitué par la réaction catalysée par la créatine kinase :



Intervient également la myokinase :



Mais la réaction la plus importante, car elle conditionne l'évolution du pH et des caractéristiques physicochimiques pendant l'établissement de la rigidité, est la lyse du glycogène :



L'acidification est due au turn-over de l'ATP. Ainsi l'acidification sera fonction de la vitesse du turn-over. Après la mort, le turn-over de l'ATP sera assuré tant que les réserves de phosphocréatine et de glycogène le permettront et que la baisse du pH n'inhibera pas la voie glycolytique. L'amplitude de la baisse du pH sera donc fonction des réserves énergétiques.

Evolution du pH *post-mortem*

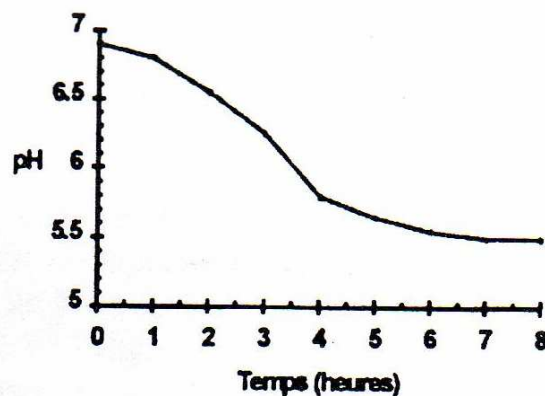


Figure 6-Evolution du pH *post-mortem* [43]

2.1.2) La contraction de la cellule musculaire

En absence d'influx nerveux, la contraction de la cellule musculaire après l'abattage est d'origine chimique. Immédiatement après l'abattage le muscle possède une réserve suffisante d'ATP pour maintenir la dissociation de l'actine et de la myosine. De ce fait, il garde son élasticité.

La baisse du pH résultant de la glycolyse anaérobie inhibe les ATPases sarcoplasmiques (pompes à Ca^{2+} maintenant le gradient de Ca^{2+}) provoquant ainsi une fuite de Ca^{2+} dans le réticulum.

2.2) La maturation [6,8,46]

Classiquement, il a été admis que la maturation constituait la phase d'évolution *post mortem* survenant après l'installation de la rigidité cadavérique, encore que la plupart des phénomènes hydrolytiques qui s'y développent débutent dans les premiers instants suivant l'abattage. Après la rigidité, le muscle va être progressivement dégradé dans une suite de processus complexes au cours desquels s'élaborent en grande partie les divers facteurs qui conditionnent les qualités organoleptiques de la viande et en particulier la tendreté.

La texture de la viande est définie par l'état et l'organisation du cytosquelette (protéines de structure du muscle, protéines myofibrillaires et collagène).

Durant la maturation, l'attendrissage est dû à des modifications des myofibrilles et du cytosquelette. Compte tenu de l'épuisement des réserves énergétiques du muscle dans les instants suivant la mort, il ne va plus subsister que des phénomènes hydrolytiques qui vont tendre à désorganiser progressivement les différentes structures du muscle.

La disparition des réserves énergétiques du muscle et l'acidification du milieu placent les différentes fractions protéiques dans des conditions favorables à leur dénaturation.

La dénaturation des protéines peut se traduire, entre autres, par des changements de conformation provoquant des démasquages de groupes, des modifications de propriété de solubilité et une augmentation de la sensibilité aux enzymes protéolytiques.

2.2.1) Les protéines sarcoplasmiques

Si globalement, on enregistre une évolution marquée des propriétés de solubilité des protéines musculaires en cours de maturation, la majeure partie de ces variations est imputable aux protéines myofibrillaires. Cependant, compte tenu des valeurs atteintes par le pH ultime lors de l'installation de la rigidité cadavérique, les protéines sarcoplasmiques peuvent influencer considérablement sur la solubilité globale et sur celle des protéines myofibrillaires.

En effet, les protéines sarcoplasmiques sont très sensibles au couple « pH-température » lors de l'installation de la rigidité cadavérique. Pour des températures élevées associées à des pH bas, on constate une forte dénaturation de ces protéines qui précipitent sur la structure myofibrillaire dont elles diminuent la solubilité. Dans le muscle des bovins, il a été montré qu'une élévation de température provoque une augmentation de la précipitation des protéines sarcoplasmiques à tous les pH.

Parmi les protéines sarcoplasmiques, la myoglobine subit une dénaturation progressive au cours de la maturation qui se traduit par une augmentation significative de sa vitesse d'auto-oxydation.

La dénaturation plus ou moins accentuée subie par ces fractions protéiques *post mortem* devrait constituer un facteur favorable au développement d'une activité protéolytique à leur niveau. En fait, l'activité protéolytique en cours de maturation est relativement faible. Celle-ci s'explique par les caractéristiques des systèmes hydrolytiques mis en jeu dans ces transformations.

Dans le muscle, la majeure partie de l'activité protéolytique est due aux cathepsines lysosomiales des cellules phagocytaires et des cellules musculaires, enzymes dont la libération *post mortem* est pour certaines limitée dans le muscle en l'état, ce qui ne permet pas le contact de ces enzymes avec leurs substrats.

De plus, outre les systèmes lysosomiaux, il existe dans le muscle, au sein du sarcoplasme, des protéases libres actives à pH supérieur à 7. Parmi elles, une enzyme dont l'activité dépend étroitement du taux de calcium libre, le CAF (Calcium Activated Factor), joue un rôle important dans l'évolution de la structure myofibrillaire en cours de maturation.

2.2.2) Les protéines myofibrillaires

On peut observer au cours de la maturation des modifications qui affectent la structure myofibrillaire :

- une destruction progressive de l'image des stries Z allant de pair avec l'exclusion de l'actinine de la structure myofibrillaire,
- un affaiblissement des interactions entre protéines accompagné d'une évolution des propriétés de solubilité du système,
- une attaque protéolytique d'un composé du filament fin, la troponine T.

Il résulte de l'ensemble de ces modifications une fragilisation progressive de la structure myofibrillaire, contemporaine de l'augmentation de la tendreté en cours de la maturation.

L'évolution de la structure myofibrillaire est consécutive donc à une attaque protéolytique par les deux groupes de protéase musculaires : les protéinases neutres activées par le calcium et les protéines lysosomiales.

2.2.3) Les protéines du tissu conjonctif

Lors de la maturation, on observe des modifications discrètes dans la structure du collagène. Une légère dépolymérisation du collagène intramusculaire est induite par des systèmes hydrolytiques lysosomiaux dont l'ampleur limitée résulte du faible relargage *post mortem* de ces enzymes.

Le passage de l'état de muscle à l'état de viande se concrétise donc par de nombreuses réactions physico-chimiques indispensables. Ces réactions conditionnent les qualités de la viande.

3) Les qualités de la viande

Dire d'une viande qu'elle est « de qualité » peut signifier tout et son contraire suivant le référentiel dans lequel on se situe. Cette partie a pour but d'éclaircir ce terme en parlant non d'« une » qualité mais « des » qualités de la viande.

La qualité se définit comme « l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un service ou d'un produit qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites » (International Standard Organisation).

Pour le consommateur, la qualité d'un aliment peut être définie à partir d'un certain nombre de caractéristiques :

3.1) La qualité nutritionnelle [48]

La première fonction d'un aliment est de couvrir les besoins physiologiques d'un individu. Cette caractéristique est prouvée scientifiquement et s'appuie sur des données relatives à sa composition (protéines, glucides, lipides, oligo-éléments,...).

3.2) La qualité hygiénique [48]

L'aliment doit garantir une totale innocuité et de ce fait préserver la santé du consommateur.

De ce fait, il ne doit contenir aucun résidu toxique, aucun parasite, ni être le siège d'un développement bactérien susceptible de produire des éléments nocifs.

Cette caractéristique doit satisfaire aux normes sanitaires et règlements en vigueur. Ainsi, ne peuvent être mis sur le marché que des aliments ne présentant aucun risque pour la santé.

3.3) La qualité de service ou d'usage [48]

Elle répond à la praticité en rapport avec un produit. Ainsi la facilité de préparation des aliments ou la durée de conservation représentent des critères essentiels aux yeux du consommateur.

3.4) Les qualités organoleptiques [30,48]

Il s'agit de caractéristiques perçues par les sens du consommateur. Elles recouvrent l'aspect et la couleur, le goût et la saveur, l'odeur et la flaveur, ainsi que la consistance et la texture d'un aliment. De ce fait, elles jouent un rôle prépondérant dans la préférence alimentaire. On parle aussi des propriétés sensibles.

Ces sensations peuvent se classer suivant trois modalités :

- qualitative, déterminant la nature de la chose, qui est la caractéristique de ce qui est perçu,
- quantitative, qui représente l'intensité de cette sensation,
- hédoniste, qui caractérise le plaisir ressenti par l'individu.

Le sens gustatif est limité à quatre saveurs pour un aliment : sucré, salé, amer, acide.

Le sens olfactif permet de discerner un grand panel de variétés odorantes. Les molécules odorantes parviennent à stimuler les zones sensibles soit directement par le nez, on parle alors d'odeur ou de parfum, soit par voie rétro-nasale, on parle alors d'arôme.

3.4.1) La couleur [43,48]

La couleur est la qualité d'un corps éclairé qui produit sur l'œil une certaine impression lumineuse, variable selon la nature du corps ou selon la lumière qui l'atteint. Elle dépend donc de l'objet, de la lumière et de l'observateur.

Différentes enquêtes ont démontré que dans le domaine de la boucherie, le client est d'abord réceptif à ce qu'il voit. La couleur, première caractéristique perçue par le consommateur, joue un rôle décisif au moment de l'achat car elle est instinctivement rattachée à la fraîcheur du produit. D'ailleurs, dans le système moderne de distribution, c'est souvent le seul critère dont il dispose.

La myoglobine (transporteur de l'oxygène dans le muscle) est le principal pigment responsable de la couleur de la viande. C'est une chromoprotéine constituée d'un groupement hémique : l'hème (atome de fer associé à la protoporphyrine) et d'une protéine : la globine. Trois paramètres principaux permettent de définir la couleur : la teinte, la saturation et la luminosité.

La teinte varie en fonction de l'état chimique du pigment.

La saturation dépend de la quantité de pigment présent dans le muscle.

La luminosité est corrélée à l'état de surface de la viande.

Myoglobine Hémoglobine résiduelle Etat de fraîcheur de la coupe	Etat chimique des pigments	<u>Teinte</u>	C O U L E U R
Espèce Race Sexe Age Exercice Alimentation ...	Quantité de Pigments	<u>Saturation</u>	
pH de la viande Structure des protéines	Etat physique	<u>Luminosité</u>	

Figure 7-Couleur de la viande [48]

La liaison hème globuline se fait par l'intermédiaire du fer qui peut prendre deux états d'oxydoréduction. La forme réduite correspond au pigment du muscle en profondeur et à

celui de la viande conservée sous vide. Au contact de l'air et du froid, la myoglobine se combine avec l'oxygène formant ainsi l'oxymyoglobine, de couleur rouge vif. Cette teinte de la viande est synonyme de fraîcheur et donc recherchée par le consommateur.

Au-delà d'un certain délai influencé par les propriétés intrinsèques de la viande (pH, potentiel d'oxydoréduction, ...) la couche d'oxymyoglobine disparaît au profit de la metmyoglobine de couleur brune. L'atome de fer est alors sous forme ferrique (Fe^{+++}).

Le cycle de la couleur de la viande fraîche est représenté par la figure.

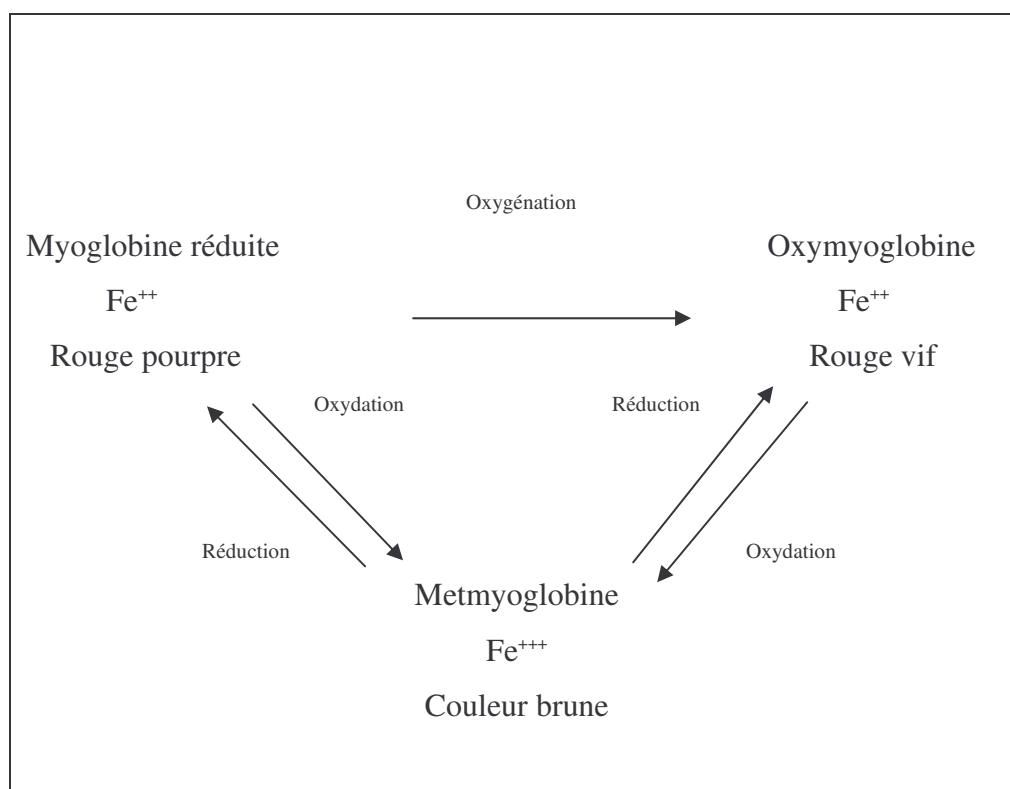
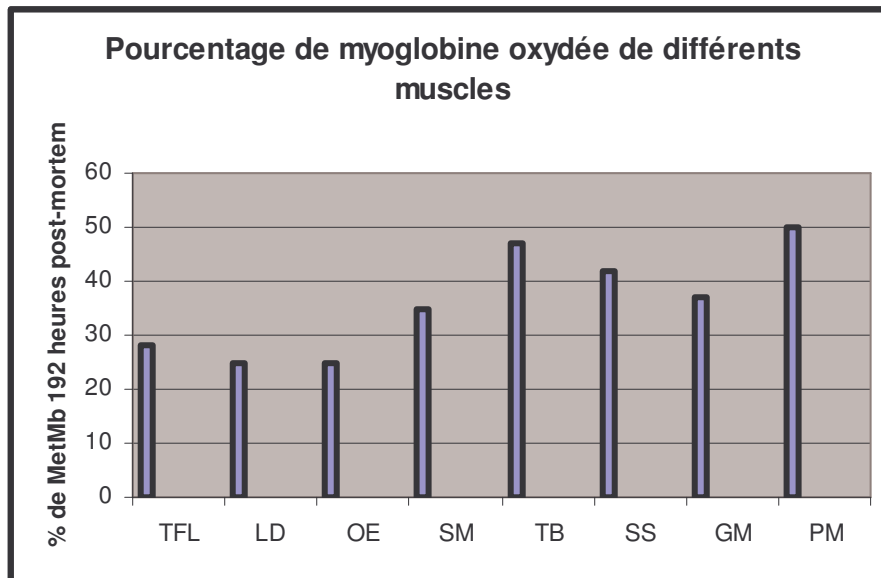


Figure 8-Etats d'oxydation du fer hémique [48]

A partir d'un certain pourcentage coloré de la surface de la viande (de l'ordre de 40%), la couleur brune constitue un motif de rejet pour le consommateur.

Parmi les nombreux facteurs biologiques et biochimiques qui influent sur la stabilité de la couleur, l'effet de la nature du muscle est prépondérant.

En effet, le pourcentage de myoglobine oxydée peut varier du simple au double entre des muscles stables comme le faux-filet (*Longissimus Dorsi*) et des muscles instables comme le filet (*Psoas Major*) (figure 9).



TFL : *Tensor fascia latae* (hampe) LD : *Longissimus dorsi* (faux filet) OE : *Obliquus Extremis* SM : *Semi-membranosus* TB : *Triceps Brechii* SS : *Supra spinatus* GM : *Glutous medices* PM : *Psoas major* (filet)

Figure 9

La couleur de la viande n'est pas seulement conditionnée par la concentration et l'état physico-chimique de la protéine. Elle est aussi dépendante de la structure musculaire, donc du pH, qui influe sur l'absorption et sur la diffusion de la lumière incidente.

La viande fraîche est translucide et sombre en apparence car la diffusion de la lumière incidente, du fait de la structure de la viande, est faible.

Durant l'installation de la rigidité cadavérique, le pH chute de 7 à 5,5, le muscle devient plus opaque donc diffuse une plus grande partie de la lumière incidente et paraît plus pâle.

Il a ainsi été démontré que la luminosité de la viande pouvait être plus influencée par des différences de pH, à teneur en pigment identique, que par des différences de teneur en pigment, à pH identique.

3.4.2) La tendreté [30,8]

Généralités

La tendreté peut être définie comme la facilité avec laquelle une viande se laisse trancher ou mastiquer. Elle joue un rôle essentiel dans l'appréciation d'une viande. Elle varie beaucoup d'une viande à l'autre.

Les deux structures du tissu musculaire responsables de la tendreté sont d'une part le tissu conjonctif, par l'intermédiaire de sa composante collagénique et, d'autre part, les myofibrilles.

Le tissu conjonctif se caractérise par sa grande résistance mécanique et sa grande stabilité. Il évolue peu au cours du temps et il faut attendre la phase ultime de la préparation des viandes, à savoir la cuisson, pour observer une diminution de sa résistance à la suite de la transformation du collagène en gélatine.

Les fibres musculaires subissent par contre, après la mort de l'animal, de nombreuses transformations qui modifient leur résistance. Dans un premier temps, on observe une augmentation de cette dernière avec établissement de la rigidité cadavérique, puis il y a attendrissage pendant la phase de maturation. L'attendrissage est rapide les premiers jours, se ralentit par la suite, puis tend vers une limite.

La durée de conservation nécessaire à l'obtention d'une tendreté optimale varie avec la température : 8 jours à 6°C, 14 jours à 2°C, 16 jours à 0°C.

Mécanisme de l'attendrissage du tissu musculaire au cours de la maturation

L'augmentation de la tendreté de la viande au cours de la maturation est liée à un affaiblissement de la structure myofibrillaire. A l'origine de cet affaiblissement, on trouve une dégradation des protéines de structure et des liaisons intermoléculaires sous l'action d'enzymes endogènes.

◆ Modifications de la structure myofibrillaire

On observe au cours de la maturation, des modifications au niveau de la strie Z ainsi qu'au niveau de la jonction du disque I et de la strie Z.

Les stries Z deviennent de plus en plus diffuses et peu à peu apparaissent des zones de rupture à la jonction filaments fins/ stries Z.

Ces modifications se traduisent par une augmentation de l'indice de fragmentation myofibrillaire (IFM). L'homogénéisation d'un échantillon mûri conduit à la libération de fragments plus courts, constitués d'un nombre de sarcomères plus réduit.

L'augmentation de l'IFM au cours de la maturation est proportionnelle à l'augmentation de la tendreté. Cela signifie que la fragmentation des myofibrilles est l'un des mécanismes responsables de l'attendrissage *post mortem* de la viande.

◆ Evolution des protéines

La solubilité des protéines myofibrillaires augmente au cours de la maturation. Cette augmentation résulte de l'affaiblissement des liaisons intra ou intermoléculaires, les molécules concernées étant vraisemblablement les protéines de la zone de jonction strie Z-disque I ou les protéines du complexe actine/myosine.

L'augmentation de la solubilité des protéines myofibrillaires est corrélée positivement à l'augmentation de la tendreté.

◆ Activités enzymatiques au cours de la maturation

Il existe dans le muscle des systèmes enzymatiques capables de reproduire les modifications observées au cours de la maturation. Il s'agit du CAF, protéase neutre activée par les ions Ca^{2+} et des cathepsines B et D qui sont des enzymes lysosomiales.

Il a été démontré *in vitro* :

- que le CAF détruit les stries Z, qu'il dégrade la troponine T ainsi que la tropomyosine des filaments fins, la protéine C et la protéine de la ligne M des filaments épais et qu'il provoque la libération de l'actinine dans le sarcoplasme ;
- que les cathepsines B et D sont capables de dégrader la troponine T, la myosine et l'actine.

Les conditions dans lesquelles ces enzymes sont dans le muscle (pH, concentration en Ca^{2+} , présence d'inhibiteur) sont très éloignées des conditions optimales d'action. Ces enzymes ont donc *in situ* une action très limitée mais qui peut être tenue pour responsable cependant de l'augmentation de la tendreté.

3.4.3) La flaveur [30]

La flaveur d'un aliment correspond à l'ensemble des impressions olfactives et gustatives éprouvées au moment de la consommation.

Les différents composés chimiques responsables de la flaveur de la viande sont libérés principalement au moment de la cuisson. En effet, la viande crue n'a qu'une flaveur peu prononcée liée à la présence de sels minéraux et de substances (précurseurs de flaveur) qui après chauffage lui donneront une flaveur caractéristique.

Les composés responsables de la flaveur

D'une espèce animale à une autre les composés responsables de la flaveur des viandes sont sensiblement les mêmes, les différences étant principalement d'ordre quantitatif. De plus, les parties « maigres » des différentes espèces ayant une composition très voisine, c'est vraisemblablement la fraction lipidique de la viande (qui pour sa part a une composition très variable) qui détermine la flaveur particulière de chaque espèce.

Ces composés sont classés en deux catégories :

- les composés volatils responsables de l'arôme ou odeur. Certains ont un rôle primordial : composés carbonylés et lactones ; composés hétérocycliques (furanne, pyrazines et pyridines) ; composés soufrés (H₂S). D'autres ont un rôle plus faible : alcools, esters, éthers, hydrocarbures aliphatiques, acides carboxyliques.
- les composés non volatils responsables du goût comprennent des nucléotides, des nucléosides, certains acides aminés, des amines et la créatinine.

Les précurseurs de la flaveur

Ces précurseurs sont pour la plupart élaborés au cours de la maturation de la viande. Ils se transforment par diverses réactions en substances intervenant dans la flaveur. Ces composés sont des acides aminés, des sucres, des nucléotides et nucléosides, et des acides gras.

Les acides aminés sont issus de la dénaturation des protéines de la viande au cours de la maturation. Sous l'effet du chauffage, il y a formation de composés soufrés, des aldéhydes, des pyroles et des pyrazines (réaction de Maillard).

Le ribose et le désoxyribose, seuls sucres présents après la transformation du muscle en viande, participent avec les acides aminés à la réaction de Maillard. Leur dégradation thermique conduit à des dérivés furanniques et aromatiques, des composés carbonylés et des alcools.

En ce qui concerne les nucléotides et nucléosides, le précurseur le plus important est l'IMP (acide inosinique) formé à partir de l'ATP.

Les acides gras issus de l'hydrolyse enzymatique des lipides, sous l'effet de la lumière, de la chaleur ou d'autres catalyseurs, s'oxydent pour former des composés carbonylés.

Les réactions de formation des composés de la flaveur

◆ La réaction de Maillard

Cette réaction intervient lors du chauffage d'un sucre (aldéhyde ou cétonique) avec un acide aminé conduisant à la formation de substances responsables de l'arôme (composés carbonylés, furannes, furfural).

Les conditions physico-chimiques normales de la viande sont favorables au développement des réactions de Maillard lors de la cuisson.

◆ L'oxydation lipidique

Cette oxydation détermine l'apparition de composés responsables de la flaveur spécifique d'une viande. Lorsque cette réaction va jusqu'au rancissement, il y a alors apparition de goûts et d'odeurs indésirables.

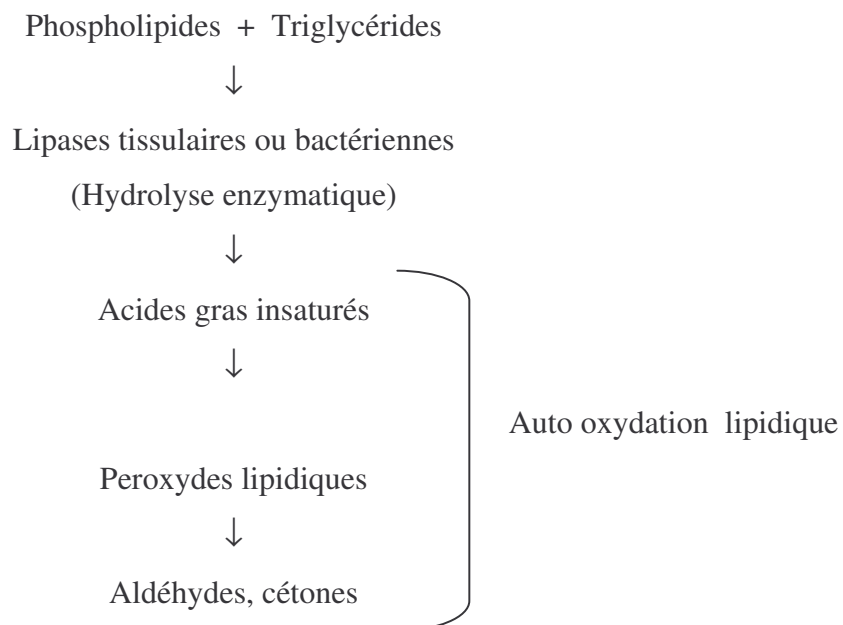


Figure 10-Oxydation lipidique [30]

L'oxydation des acides gras est un processus auto catalytique, séquentiel, basé sur la formation de radicaux libres qui perpétuent la réaction d'oxydation (réaction en chaîne). On a

d'abord la formation des hydroperoxydes qui ne dégagent ni odeur, ni goût particuliers. Puis lors d'une seconde phase il y a formation à partir de ces hydroperoxydes de composés carbonylés (aldéhydes et cétones) responsables de la flaveur de la viande. Même dans les morceaux à faible teneur en matière grasse, cette oxydation lipidique se produit en raison de la présence de catalyseurs accélérant le processus. Ces catalyseurs sont en particulier les composés hématiniques (metmyoglobine). Certains métaux lourds peuvent aussi jouer ce rôle.

Rôle de la fraction lipidique

Les graisses seraient responsables de la flaveur distincte de chaque espèce. Les phospholipides, en raison de leur grande sensibilité à l'oxydation, contribuent de façon importante à la flaveur. De plus les composés carbonylés de la fraction lipidique participent aux réactions de Maillard à l'origine de l'apparition du goût et de l'arôme caractéristiques de la viande.

3.4.4) La jutosité [30]

Appelée aussi succulence, elle caractérise la faculté d'exsudation de la viande au moment de la dégustation. Le facteur essentiel qui va jouer sur la jutosité est le pouvoir de rétention d'eau du muscle (PRE).

Le pouvoir de rétention d'eau

Le pouvoir de rétention d'eau du muscle et par la suite de la viande est la faculté de la viande à conserver, dans des conditions bien définies, son eau propre ou de l'eau ajoutée. Il traduit la force de liaison de l'eau aux protéines de la fibre musculaire.

Immédiatement après l'abattage, le muscle contient 75% d'eau, 90 à 95% sous forme libre et 5 à 10% liée.

L'eau liée est fixée par des forces électrostatiques aux groupements fonctionnels des protéines du muscle.

L'eau libre est associée à des substances dissoutes. Elle comprend l'eau immobilisée dans les espaces extracellulaires (20% de l'eau libre) et l'eau retenue par les myofibrilles (70% de l'eau libre) et le réticulum sarcoplasmique (10% de l'eau libre).

Le pouvoir de rétention d'eau dépend de l'eau retenue au niveau des myofibrilles, celle-ci dépendant de la structure spatiale des protéines des fibres musculaires. Lorsque la distance entre les chaînes protéiques s'agrandit, le pouvoir de rétention d'eau augmente. Dans le cas inverse, il diminue.

Le tissu conjonctif résiduel n'a aucune incidence pratique sur le pouvoir de rétention d'eau de la viande.

Evolution du PRE au cours de la transformation du muscle en viande

Au moment de l'abattage, le pouvoir de rétention d'eau du muscle est très élevé. Il va diminuer très régulièrement jusqu'à la fin de la rigidité cadavérique.

La diminution du pouvoir de rétention d'eau a pour origine principale l'abaissement du pH à la suite de la glycolyse anaérobie.

Le pouvoir de rétention d'eau est principalement dû aux protéines myofibrillaires. Au point isoélectrique (pHi) de ces protéines, les charges positives sont égales aux charges négatives, le réseau protéique est resserré et le pouvoir de rétention d'eau est au minimum. Quand le pH de la viande s'éloigne de la zone de pHi, la charge des protéines augmente et les fibres s'écartent les unes des autres emprisonnant de la sorte une quantité plus importante d'eau.

La rétention d'eau minimum au pH isoélectrique s'accroît de part et d'autre pour des pH plus faibles ou plus élevés (figure).

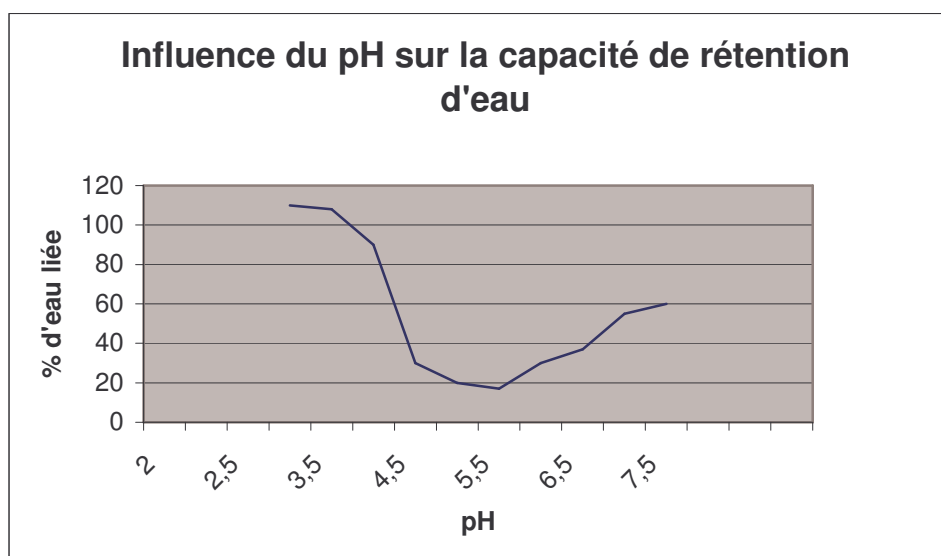


Figure 11

La jutosité est également conditionnée par l'état d'engraissement, plus particulièrement par l'abondance de la graisse intramusculaire ou « persillé ». Ainsi, une viande riche en lipides sera moins sèche qu'une viande maigre.

On distingue une jutosité initiale (qu'on perçoit au premier coup de dents) liée à la quantité d'eau, de la jutosité soutenue liée à la teneur en lipides.

En conclusion, nombreuses sont les qualités qui peuvent définir une viande bovine, les qualités organoleptiques demeurent cependant les plus complexes à analyser car elles font tant appel à un jugement objectif que subjectif.

4) Méthodes de mesure des qualités organoleptiques

Les méthodes décrites ci-après ne constituent en aucun cas une liste exhaustive des procédés utilisés à l'heure actuelle. Elles correspondent aux techniques couramment employées sur le terrain ou en laboratoire.

4.1) Evaluation de la couleur [16,32,42,43]

4.1.1) Evaluation instrumentale

Les méthodes instrumentales employées sont soit des méthodes physico-chimiques, soit des méthodes physiques

Méthodes physico-chimiques

Ces méthodes tentent de rendre compte des caractéristiques musculaires plus ou moins directement liées à la couleur. Il s'agit principalement de dosages de composés musculaires tels que :

- le fer héminique, approche quantitative de la quantité de myoglobine musculaire
- les différentes formes de la myoglobine dans le morceau (états oxygéné, oxydé, réduit)
- l'hémoglobine sanguine et l'hématocrite : la méthode utilisée consiste à séparer la partie héminique de la globine et à apprécier la quantité d'hématie formée par mesure de la D.O (densité optique) à la longueur d'onde correspondant au maximum d'absorption (513nm).

Mais il est aussi possible de mesurer le pH et ses variations, de doser le glycogène musculaire ou différents type de fibres ou encore le gras intra musculaire.

Il faut cependant noter que la grande majorité de ces mesures nécessite un laboratoire spécialisé, seules les mesures de l'hématocrite et du pH sont aisément réalisables.

Méthodes physiques

Ces méthodes permettent d'évaluer les caractéristiques de réflexion et/ou d'absorption de la lumière par la viande.

Ces mesures de couleur par réflectance ne doivent pas se faire tant que le pH ultime n'est pas atteint. Le muscle recommandé pour faire la mesure est le *longissimus dorsi* prélevé entre la 8^{ème} vertèbre thoracique et la 1^{ère} vertèbre lombaire.

En abattoir, la couleur de la viande est appréciée à l'aide d'un réflectomètre qui prend en compte à la fois la luminosité et la composante rouge de la couleur.

Au laboratoire, la surface sur laquelle s'effectue la mesure doit être au besoin rafraîchie et exposée à l'air au minimum une heure à 3°C de façon à oxygéner le pigment.

Avec un colorimètre, il est possible d'identifier toutes les couleurs dans un espace tridimensionnel à l'aide des coordonnées trichromatiques X, Y, Z.

Les méthodes instrumentales présentent l'énorme avantage d'être objectives donc répétables et reproductibles. Par contre, nombre de méthodes sont indirectes dans le sens où elles ne mesurent que des indicateurs de couleur dont la pertinence n'est pas toujours évidente à juger. Il est donc indispensable d'associer méthodes instrumentales et méthodes sensorielles.

4.1.2) Evaluation sensorielle

L'évaluation sensorielle de la couleur consiste en un jugement visuel pouvant se faire suivant deux approches : une approche analytique par un jury de personnes expérimentées et une approche hédoniste par un jury de consommateurs.

L'approche analytique permet d'évaluer qualitativement et quantitativement la couleur, c'est donc une analyse descriptive des propriétés sensorielles du produit. Elle nécessite un jury de personnes entraînées ou expertes. En général ces jurys se composent de 3 à 5 experts seulement car l'appréciation de la couleur est moins délicate à évaluer que les aspects sensoriels perçus en bouche.

L'approche hédoniste correspond à une étude de préférences ou d'aversion des consommateurs. Contrairement à l'approche précédente, le jury est composé de

consommateurs, c'est à dire de personnes naïves, non entraînées, qui donnent des réponses spontanées. Il est en général recommandé de travailler avec au moins 60 personnes afin de cerner la diversité des situations existantes et d'optimiser la compréhension des opinions et des comportements des consommateurs.

Quelle que soit leur nature, les jurys sollicités disposent d'outils pour ces évaluations : des grilles de classement.

Ces grilles d'appréciation visuelle ont été codifiées et testées pour servir de méthode de référence. Elles permettent de rendre compte des écarts de couleur pris en compte dans la valorisation commerciale des carcasses.

Plus précisément, cette évaluation peut concerner :

- l'intensité de la pigmentation d'une viande fraîche ; la grille comporte alors 4 classes d'intensité allant du « rouge très clair » au « rouge foncé ».
- l'altération de la couleur en cours de conservation ; la grille comporte en général 5 classes allant du statut « aucune altération de la couleur » à « altération de la couleur maximale ».
- la « normalité » de la coloration pour le type de viande concerné (détection d'éventuels problèmes de viande P.S.E ou D.F.D)

4.2) Evaluation de la tendreté [8,19,35,50]

La tendreté de la viande est d'abord quelque chose de perçu par nos sens lors de sa consommation et il n'existe pas de méthode capable de mesurer l'ensemble des sensations perçues en mastiquant la viande. Mais il existe diverses méthodes qui permettent, à peu près, de mesurer et classifier la tendreté de la viande.

Ainsi, on distingue des méthodes dites « de terrain », utilisées par les professionnels dans le but de prévoir la tendreté d'une carcasse, et des méthodes « de laboratoire », utilisées pour tenter de mesurer la tendreté de la viande.

4.2.1) Les méthodes de terrain

Les professionnels de la viande utilisent la méthode de la pression du pouce qui leur permet de trouver la délimitation entre les zones tendres et les zones dures du muscle. On classe ainsi les morceaux en trois catégories :

- garantie tendre
- tendre
- à attendrir

Une autre méthode, la seule véritablement fiable, est le jury de dégustation, qui donne une note de tendreté, comprise entre 1 et 7 (1 pour les viandes dures et 7 pour les viandes extrêmement tendres).

Cette méthode est la plus précise dans l'évaluation de la tendreté car ses résultats sont les plus proches des résultats ressentis par le consommateur lors de la dégustation de la viande.

4.2.2) Les méthodes de laboratoire

En laboratoire, la mesure de la tendreté est l'évaluation objective de la texture des muscles. Elle doit tenir compte de l'état de la viande (crue ou cuite) car l'analyse instrumentale sur une viande crue définit la tendreté potentielle de la viande et l'analyse d'une viande cuite définit sa tendreté instrumentale.

Deux types d'appareils sont utilisés pour mesurer la tendreté :

- les appareils empiriques, avec lesquels on tente de caractériser le milieu et où le paramètre pris en compte est le maximum de force, qui n'est pas relié aux propriétés du milieu,
- les appareils imitatifs qui tentent de reproduire l'action des dents.

Ces appareils permettent de mesurer la force de cisaillement. Ils ne permettent de mesurer que la tendreté liée aux tissus conjonctifs du fait de leurs résistances au cisaillement, alors qu'ils sont insuffisants pour celle liée aux myofibrilles.

La mesure de la tendreté de la viande par spectroscopie de fluorescence frontale représente une méthode innovante permettant de discriminer les muscles selon les deux composantes de la tendreté (dureté de base liée au collagène et composante myofibrillaire).

Les industries de la viande ne disposent à l'heure actuelle d'aucune méthode rapide et fiable pour garantir la tendreté de la viande au moment de la commercialisation. La spectroscopie représente une solution d'avenir pour l'évaluation de la tendreté.

Pour conclure, une étude de 2005 a permis de mettre en évidence de nouveaux indicateurs de la tendreté en utilisant l'analyse de l'ensemble des protéines présentes dans les cellules. Les premiers résultats démontrent que l'expression de ces protéines est variable quantitativement en fonction de la race des animaux. Ces protéines pourraient donc devenir des indicateurs potentiels de tendreté.

4.3) Evaluation de la jutosité [23]

Cette qualité est très difficile à mesurer de façon instrumentale et n'est appréciée que par des jurys de dégustation.

Les méthodes utilisées pour la préparation des échantillons (choix des muscles, type de cuisson, température...) sont très variables selon les équipes de recherche.

4.4) Evaluation sensorielle [15]

La dégustation représente un outil pour apprécier les qualités organoleptiques d'un aliment. L'analyse sensorielle fait l'objet d'une définition par l'AFNOR : c'est « l'examen des propriétés d'un produit par les organes des sens ». Ainsi, elle représente une méthode subjective d'analyse des aliments que l'on peut mettre à côté des méthodes objectives instrumentales. Les deux approches sont complémentaires car l'analyse de certaines qualités d'un produit est difficilement mesurable par des méthodes instrumentales.

Cette analyse sensorielle des aliments ne peut pas être comparée à une dégustation au sens propre du terme. Elle suit des règles bien définies avec l'intervention d'un jury, c'est-à-dire des personnes expérimentées aptes à évaluer les qualités organoleptiques d'un produit. Son but n'est pas de décrire les réactions du futur consommateur, mais de décrire et mesurer les qualités d'un aliment.

Les qualités organoleptiques les plus fréquemment étudiées avec cette technique comprennent l'aspect, l'arôme, la saveur et la texture de l'aliment.

Pour ce faire, il faut :

- un jury, comprenant quelques personnes sélectionnées, entraînées à pratiquer l'analyse sensorielle,
- un environnement adapté à la pratique de l'analyse sensorielle,
- des méthodes variables selon le but de la dégustation.

4.4.1) Le jury d'analyse sensorielle

L'AFNOR définit le jury comme un « groupe de sujets choisis pour participer à un essai sensoriel ».

Le sujet qualifié se définit alors comme un « sujet sélectionné pour sa capacité à effectuer l'analyse sensorielle d'un produit déterminé dans des conditions définies ». De même, l'expert se définit comme un « sujet qualifié ou personne compétente qui, par son expérience, est capable d'effectuer individuellement ou dans un jury l'analyse sensorielle d'un produit donné ».

Dans le cadre d'un examen des propriétés organoleptiques d'un produit, le jury est formé de juges expérimentés ou qualifiés. Ce dernier apparaît comme un instrument de mesure dont il doit avoir les qualités : sensibilité, exactitude et fidélité. De ce fait, un membre de jury n'est pas pris au hasard, il est au contraire sélectionné et entraîné.

4.4.2) Les conditions de déroulement de l'analyse sensorielle

La dégustation doit se réaliser dans des conditions parfaites pour garantir la rigueur de l'analyse. Les séances doivent se réaliser dans des locaux adaptés. Ils doivent comprendre une zone de préparation ainsi qu'une zone de dégustation formée de box individuels. Ces derniers doivent permettre l'isolement des juges entre eux ainsi qu'une optimisation des conditions favorables à la sensibilité sensorielle (absence de bruits, d'odeurs parasites, ...).

La préparation, la présentation et l'ordre de présentation des échantillons sont des paramètres à ne pas négliger. Pour éviter tout biais, une uniformisation maximale des échantillons destinés à chaque examinateur est nécessaire. L'ordre de présentation des échantillons doit être le même pour tous les examinateurs.

4.4.3) Les méthodes d'analyse sensorielle

Divers tests sont utilisés pour apprécier les qualités organoleptiques d'un aliment. Leur choix dépend essentiellement du produit testé et du but de cette épreuve.

Les épreuves « quantitatives »

Ces épreuves permettent de mesurer l'importance ou la force d'une propriété particulière d'un aliment. Les essais entrant dans ce type d'épreuve sont employés pour évaluer l'ordre ou l'importance des différences, ou les catégories dans lesquelles les échantillons doivent être reportés.

Les épreuves de différenciation

Ces essais sont utilisés pour déterminer s'il y a ou non une différence sensorielle entre deux produits.

Les épreuves descriptives du profil

L'analyse descriptive consiste à décomposer et à mesurer la nature et l'intensité d'un produit pour un ensemble de perceptions. On obtient ainsi un « profil » du produit.

Les épreuves hédonistes

Elles font appel aux sensations d'agréable ou de désagréable et utilisent généralement les mêmes structures que les épreuves quantitatives.

Les méthodes employées pour tenter d'évaluer et de noter les qualités organoleptiques d'une viande bovine sont nombreuses. Certaines, illustrées précédemment, sont couramment employées. Cependant, chaque jour de nouvelles sont mises au point afin d'appréhender au mieux une classification des qualités organoleptiques et afin de faciliter leur faisabilité au niveau industriel.

Ces méthodes sont aussi utilisées pour réaliser des études comparatives afin d'appréhender les effets plus ou moins bénéfiques de certaines techniques d'élevage.

II Les moyens pour obtenir une viande de qualité

Les qualités organoleptiques de la viande bovine sont sous la dépendance, non seulement des conditions de transformation du muscle en viande, mais aussi de la composition et de la structure de ce muscle. Cette composition et cette structure sont elles-mêmes fonction de nombreux facteurs tels que la génétique, l'alimentation, le mode d'élevage, les techniques d'abattage mais aussi le mode de cuisson de la viande.

Dans cette partie, nous allons étudier successivement le dépôt adipeux, la couleur, la jutosité, la flaveur et la tendreté de la viande suivant ces différents facteurs.

1) Le dépôt adipeux

Les lipides composant une viande influent sur la jutosité, la tendreté et la flaveur de la viande, voire même sur sa couleur. Il est cependant délicat d'envisager d'étudier chacune de ces qualités organoleptiques indépendamment pour ce même paramètre qu'est le dépôt adipeux. C'est pourquoi ce paragraphe préliminaire lui est consacré.

1.1) Influence de la génétique [21,24,36]

GEAY et RENAND au cours de différentes études ont démontré que la génétique était en partie responsable de ce dépôt adipeux et des qualités organoleptiques qui en découlent.

Les dépôts adipeux visibles peuvent être intermusculaires ou intramusculaires et leurs proportions varient non seulement entre les races mais aussi au sein d'une même race. En effet, à même condition d'élevage, il existe une grande variabilité entre animaux quant à leur aptitude à engraisser.

Globalement, on retrouve à un extrême les races à viande britanniques, caractérisées par les viandes les plus grasses, qui s'opposent aux races culardes aux viandes particulièrement maigres. Les races à viande continentales et les races mixtes se situent entre ces deux extrêmes. Il est à noter que les races mixtes sont plus grasses que les races à viandes continentales.

A cette forte variabilité entre races s'ajoute une variabilité génétique intra-race également élevée pour l'adiposité des carcasses ($h^2 \cong 0,50$) et pour la teneur des muscles en lipides ($h^2 \cong 0,45$).

De plus ces dépôts adipeux sont fortement corrélés entre eux ($r \cong 0,64$). Ainsi, le choix d'une race ou la sélection intra-race sur la teneur en lipides intramusculaires ne peut se faire indépendamment de l'aptitude des animaux à l'engraissement.

Par ailleurs, des animaux de différentes races élevés ou engraisés dans des conditions identiques présentent des différences significatives de poids et de composition de carcasse. Cependant, peu de différences marquées se retrouvent au niveau des caractéristiques des muscles de ces animaux. Les principales différences concernent le type de muscle qui est plus glycolytique chez les races à viandes et plus oxydatif chez les races rustiques.

Une étude de 1996 sur les porcs, menée par G. GANDEMER et R. GOUTEFONGEA, établit que les génotypes porcins à forte teneur en lipides intramusculaires (4 à 5g/100g) sont ceux qui donnent la viande la plus goûteuse. La découverte d'un gène majeur récessif qui régirait la teneur en lipides intramusculaires offre des perspectives intéressantes.

Ils estiment que ces conclusions peuvent s'élargir à la race bovine.

1.2) Effets zootechniques [21]

1.2.1) Influence de l'âge d'abattage [2,3,4,21,23,24,26,29,38]

Les vaches de races à viande sont abattues, en moyenne, plus âgées que les vaches laitières, surtout pour la limousine. Au delà de la race, les régions de production sont également source de variation importante sur l'âge de l'abattage des vaches.

Les phases d'évolution des caractéristiques des carcasses des vaches en fonction de leur âge à l'abattage sont relativement identiques quelle que soit la race : de 3 à 6 ans, les poids des carcasses augmentent alors que la conformation et l'état d'engraissement sont relativement stables.

Par contre, passé ce cap, lorsque les vaches vieillissent, leurs carcasses deviennent moins lourdes, moins bien conformées et plus maigres. Les pertes de conformation en fonction de l'âge sont supérieures chez les races à viande : entre 6 et 13 ans, la classe de conformation des vaches à viande peut diminuer de 1/3 à 1/4 contre de moins 1/5 à moins 1/10 pour les vaches laitières.

A partir d'un certain âge (vers 12 ans chez les races laitières, 14 ans pour les charolaises et 15 ans pour les limousines) ces phénomènes s'accroissent. Chez les vaches laitières le vieillissement entraîne surtout un amaigrissement de la carcasse.

D'autres travaux confirment que les lipides musculaires sont très marqués par l'âge chez les taurillons alors que dans le cas des vaches de réforme, ils sont influencés spécifiquement par la race.

De même, une étude sur la race charolaise montre clairement que, dans des conditions alimentaires semblables, les caractéristiques lipidiques des muscles dépendent fortement chez le bovin charolais à la fois du type de muscle considéré, du type de production (taurillon, vaches de réformes) et de l'âge des animaux.

Les variations les plus importantes des teneurs en lipides sont observées dans certains muscles en fonction de l'âge des taurillons et dans d'autres en fonction du type de production.

L'idée communément répandue que les lipides s'accumulent dans les muscles avec l'avancement de l'âge des bovins se vérifie pour les muscles étudiés (le long dorsal, le triceps brachial et le semi tendineux) dans cette même étude chez les taurillons mais pas chez les vaches de réforme.

Ceci laisse supposer que chez les animaux âgés, l'orientation du métabolisme lipidique varie en fonction du muscle. Ceci peut s'expliquer par des différences dans l'orientation des activités de lipogénèse et de lipolyse des tissus adipeux intramusculaires associées à ces muscles.

Pour conclure, au cours de la croissance et du vieillissement, la structure et la composition des muscles évoluent entraînant une augmentation de la dureté, de l'intensité de la flaveur et de la couleur, variable selon les muscles, en fonction de leur position anatomique et de leurs fonctions physiologiques (maintien de la posture ou participation aux mouvements).

1.2.2) Influence de la conduite du troupeau [21]

L'étude de G. GANDEMER et R. GOUTEFONGEA de 1996 démontre que l'élevage en plein air ne provoque pas de modifications significatives de la composition de la viande et n'améliore pas ses qualités organoleptiques.

Cette conclusion a été établie pour le porc mais les auteurs précisent que cela vaut sans doute pour les autres espèces. C'est pourquoi l'élevage en plein air n'est pas un critère objectif de production de viande de qualité (du point de vue teneur en lipides responsables de meilleures qualités organoleptiques), mais relève uniquement de l'image de marque commerciale.

2) La couleur

2.1) Influence de la génétique [24,40,41]

Les différences de couleur de viande entre races sont en partie liées aux différences d'adiposité. RENAND et GEAY démontrent pourtant que l'on ne peut conclure à l'existence de différences significatives entre races. Le coefficient d'héritabilité intra-race demeure faible (couleur $h^2 \cong 0,14$)

2.2) Influence de l'alimentation [10,23,24,52]

La couleur dépend de la teneur et de l'état de la myoglobine et de la structure du muscle. Les conditions alimentaires peuvent modifier ces paramètres.

2.2.1) Effet de la nature de la ration [11,25,39]

La teneur en pigment, qui augmente avec l'âge, est influencée par la nature de l'alimentation du ruminant essentiellement dans le cas d'animaux jeunes et en état d'anémie ferriprive, comme le veau de boucherie.

Chez les bovins en croissance plus âgés, une pigmentation plus marquée et une couleur plus intense ont été observées avec un régime d'herbe pâturée, comparativement à un régime riche en concentré distribué à l'auge. Cependant, ceci serait dû davantage à l'activité physique plus intense des animaux au pâturage et au plus faible niveau alimentaire qu'à la nature de la ration *sensu stricto*.

L'intensité de la coloration de la viande est liée à sa richesse en myoglobine, ainsi qu'à l'état réduit de celle-ci sachant que l'oxydation, par exposition à l'air des surfaces de coupe tend à faire perdre la teinte rouge vif au profit d'une nuance marron plus ou moins foncé et terne, d'où l'intérêt de la présence de vitamine E et C pour retarder cette altération de la couleur des pièces découpées.

La supplémentation de la ration en sélénium et surtout en vitamine E permet de réduire fortement l'oxydation de la myoglobine et d'augmenter la durée d'exposition à l'air de la viande. En effet, le sélénium et la vitamine E protègent les phospholipides et le cholestérol

des membranes contre l'oxydation. Cette résistance à la formation de composés issus de l'oxydation des lipides pourrait indirectement prolonger la vie de l'oxymyoglobine, et par la suite retarder sa décoloration. Elle permet aussi de réduire significativement l'oxydation des lipides et en stabilise la couleur. La supplémentation recommandée en vitamine E est de l'ordre de 400 à 500 mg /jour en phase de finition.

En ce qui concerne la vitamine E, il faut savoir qu'elle est 5 à 10 fois plus abondante dans tous les fourrages verts que dans les céréales mais se dégrade rapidement au cours du séchage (-40%), beaucoup moins au cours de la déshydratation (-12%). L'ensilage est la forme de conservation des fourrages la plus favorable à la conservation de la vitamine E.

La couleur plus ou moins jaune des graisses de réserve dépend sur le plan physiologique de l'éventuel dépôt de pigments caroténoïdes d'origine alimentaire. Le dépôt de pigments caroténoïdes (pour les bovins, uniquement le carotène) d'origine alimentaire est très inégal en fonction de la race et de la richesse de la ration.

Par exemple, les jeunes bovins de boucherie engraisés avec de fortes proportions de farine de luzerne risquent d'avoir des graisses franchement jaunes, moins appréciées des consommateurs.

2.2.2) Effet du niveau alimentaire

Le niveau alimentaire semble conditionner la teneur en pigments de la viande des ruminants dans la mesure où une réduction des apports se traduit par une augmentation de la proportion de fibres oxydatives.

Des observations ont permis de prouver que la couleur de certains muscles de taurillons restreints était plus sombre que celle de taurillons témoins à niveau alimentaire élevé et abattus au même poids. Leur pigmentation et la densité capillaire étaient aussi plus intenses. Cette couleur devenant d'autant plus rouge vif et brillante que la durée de finition était accrue.

Ainsi, la sélection de souches ou de lignées à croissance très rapide avec un développement maximum des masses musculaires et très peu de gras de couverture semble privilégier une augmentation de la proportion de fibres musculaires de type IIb. Celles-ci se caractérisent par leur couleur blanche liée à leur pauvreté en myoglobine et à leur très faible potentiel aérobie par opposition aux fibres « rouges » de type IIa et surtout de type I.

2.3) Effet zootechnique

2.3.1) Influence de l'âge d'abattage [2,3,4,23,24,26,29,38]

L'âge a un effet très prononcé sur les différentes caractéristiques de la couleur. La concentration en myoglobine augmente au cours de la croissance, plus rapidement après la puberté qu'avant, jusqu'à un maximum variable selon les muscles et selon le sexe des animaux.

Dans le même temps, la luminosité de la couleur diminue, la viande devient plus sombre. Enfin, la stabilité de la couleur se réduit, la myoglobine oxydée prenant une couleur sombre. Les muscles « lents et rouges », dont la consommation d'oxygène est importante, sont les plus instables.

Ainsi, pour les jeunes bovins de boucherie, compte-tenu d'un abattage précoce (dès l'âge de 15 à 18 mois) que permet une alimentation toujours intensive, leur viande contient deux fois moins de myoglobine que la viande d'un bœuf traditionnel.

2.3.2) Effet du sexe et de la castration [12,14,24]

La castration ne semble pas modifier significativement la teneur en pigments des différents muscles mais elle lève les caractéristiques de la luminosité ; la viande paraît moins sombre. Lorsque les viandes de taurillons ont un pH normal, inférieur à 6, la couleur est aussi stable que celle des bouvillons.

2.4) Technique d'abattage et évolution des viandes [20,23,31,32]

La transformation des animaux met en œuvre un grand nombre d'opérations technologiques unitaires dont l'ensemble est décrit dans l'annexe 1. Ces opérations peuvent influencer les qualités organoleptiques.

Les conditions d'abattage conditionnent la valeur ultime du pH de la viande. Or une relation significative a été mise en évidence entre la couleur de la viande et la valeur du pH.

Le maintien de la viande à un pH élevé la fait apparaître sombre à la coupe. La fréquence d'apparition de ces viandes peut être réduite par une amélioration de la conduite des animaux avant l'abattage : animaux bien nourris, manipulés sans stress, transportés sur de courtes périodes et maintenus brièvement dans des conditions évitant les conflits d'animaux.

Une décroissance graduelle du pH en 24 heures jusqu'à une valeur ultime de 5,6 conduit à une viande de couleur rouge vif, recherchée par le consommateur. Mais une décroissance trop rapide du pH se traduit par une couleur pâle, caractéristique des viandes exsudatives.

Par la suite, préserver la couleur de la viande passe par une gestion correcte de la chaîne du froid et par la mise en oeuvre de différents procédés de conservation et de protection du produit, aux mains des professionnels d'aval. Deux solutions sont possibles pour conserver la viande :

- sous de fortes pressions en oxygène, à l'air sous atmosphère enrichie en oxygène, pour une conservation de courte durée présentant l'avantage d'une couleur de viande attrayante,
- en l'absence d'oxygène (facteur d'altération majeur), le plus souvent sous vide pour un stockage plus long.

Dans tous les cas, il convient de limiter le temps de passage de la viande au contact direct de l'air ambiant.

2.5) Evolution au cours de la cuisson [30]

La pigmentation gris brun des viandes cuites est attribuée à la dénaturation des pigments hémiques au cours de la cuisson. La nature exacte du pigment de la viande cuite est encore imparfaitement connue : ce serait un complexe hème-globine dénaturé, le fer étant à l'état ferrique. La dénaturation du pigment est fonction de la température et de la durée de cuisson.

Ces conclusions complexes soulignent la difficulté d'entreprendre un mode de sélection concernant la couleur de la viande sans risquer de diminuer la maîtrise d'autres paramètres, notamment la flaveur et la jutosité.

3) La jutosité

3.1) Influence de la génétique [24,40,41]

Comme pour la couleur, les différences de jutosité de viande entre les races sont en partie liées aux différences d'adiposité. De même, RENAND et GEAY démontrent que l'on ne peut conclure à l'existence de différences significatives entre races. Le coefficient d'héritabilité intra-race est faible (jutosité $h^2 \cong 0,10$).

Certains points se distinguent, tels qu'une liaison génétique entre flaveur et teneur en lipides intramusculaires plus marquée que celle concernant la jutosité ou la flaveur.

3.2) Influence de l'alimentation [18,23,52]

La jutosité de la viande a fait l'objet de beaucoup moins d'études que les autres qualités organoleptiques. Ceci est sans doute dû, en partie, au fait que ce critère de qualité est moins important, de l'avis des consommateurs, que la tendreté ou la couleur.

La jutosité dépend d'abord de l'aptitude à libérer de l'eau, laquelle est optimale pour un pH voisin de 5,8. Celui-ci est tributaire d'une teneur en glycogène au moment de l'abattage induisant une baisse satisfaisante du pH au cours de la maturation *post mortem*. La jutosité est également conditionnée par l'état d'engraissement, plus particulièrement par l'abondance de la graisse intra-musculaire ou persillée.

En outre, la jutosité est difficile à mesurer de façon instrumentale et n'est appréciée que par des jurys de dégustation dont la mise en œuvre est plus lourde. Les méthodes utilisées pour la préparation des échantillons sont très variables selon les travaux réalisés. De plus, aucune étude n'a cherché à faire varier ce critère sans modifier les autres qualités sensorielles, or, elles interfèrent fortement avec la jutosité.

Les résultats d'études concernant le rôle de l'alimentation sont contradictoires. Certains estiment que la nature de la ration n'influe pas sur la jutosité. Il n'y a aucune différence significative entre des viandes de taurillons alimentés au pâturage ou à l'auge avec des céréales, malgré des différences d'adiposité et de tendreté de la viande.

De même une autre étude conclut à l'absence de différence de jutosité entre des viandes de bouvillons recevant à l'auge soit une ration d'ensilage de luzerne, soit une alimentation riche en aliments concentrés.

En revanche, une étude conclut que la viande de taurillons engraisés au foin a présenté une jutosité plus grande que celle issue de taurillons alimentés avec de l'ensilage d'herbe.

D'autre part, les relations existantes entre jutosité et teneur en lipides sont délicates à évaluer. En fonction des études elles varient avec le muscle étudié, l'alourdissement des carcasses, le niveau d'apport en protéine et le niveau d'apport en énergie, modifiant eux même le taux d'accroissement du muscle.

La jutosité, très complexe à évaluer, reste très subjective. Les possibilités de modifier la jutosité de la viande par le biais de la nutrition apparaissent donc très controversées et des essais complémentaires et concordants sont nécessaires avant de pouvoir définir une stratégie.

3.3) Effet zootechnique

3.3.1) Influence de l'âge d'abattage [2,3,4,24,26,29,34,38]

Le type de fibres joue un rôle déterminant sur l'intensité de la saveur et de la jutosité. Bien que le nombre de fibres dans un muscle considéré soit relativement fixé à la naissance, la proportion des différents types de fibres n'est pas constante dans la plupart des muscles. Durant la première partie de la vie, au moins jusqu'à 12 mois chez les bovins mâles, divers auteurs ont montré une graduelle réduction de la proportion de fibres IIa au bénéfice des fibres IIb. L'activité glycolytique du muscle s'accroît.

Après 12 mois, chez les mâles entiers, cette évolution se ralentit puis s'inverse progressivement : l'activité oxydative se développe.

En revanche le nombre de fibres à contraction lente (de type I) reste constant quel que soit l'âge.

Ainsi, l'accroissement au cours du vieillissement de l'activité oxydative peut-il être relié à l'augmentation de l'adiposité et par suite à celle de l'intensité de la jutosité et de la saveur.

Enfin, une étude menée en 2003 et 2004 sur des génisses de race charolaise a démontré les points suivants :

- pour un âge donné, les génisses les plus lourdes, c'est à dire ayant les gains de poids vif sur la vie plus élevés, fournissent les viandes les plus tendres, mais également les viandes les plus juteuses et d'intensité de saveur les plus intenses. A âge égal, l'augmentation du poids des carcasses est donc favorable à la qualité de la viande.
- abattues à âge différent, les génisses les plus jeunes sont à l'origine des viandes les plus tendres, confirmant ainsi la corrélation négative entre l'âge d'abattage et la tendreté de la viande, mais aussi sa saveur et sa jutosité.

3.3.2) Effet du sexe et de la castration [12,14,24]

La castration est associée à une augmentation de la jutosité en relation avec l'accroissement de la teneur en lipides intramusculaires.

3.4) Evolution au cours de la cuisson [30]

L'élévation de la température entraîne des modifications importantes de la structure des protéines et une diminution de la solubilité des protéines sarcoplasmiques. Ces phénomènes s'accompagnent d'une baisse du pouvoir de rétention d'eau, d'une rupture des liaisons de l'eau suivie de sa migration hors du morceau. Cette migration détermine les pertes de poids de la viande à la cuisson.

Dès 40°C, le pouvoir de rétention d'eau de la viande est modifié et une certaine quantité d'eau est donc susceptible de migrer hors du morceau si les conditions de chauffage lui en laissent le temps.

Les différents effets décrits précédemment démontrent l'importance de la cuisson pour la révélation de la jutosité d'une viande.

Comme pour la couleur, il apparaît que la jutosité est dépendante de nombreux facteurs et que leurs variations ne sont pas nécessairement bénéfiques aux autres qualités organoleptiques.

4) La flaveur

4.1) Influence de la génétique [24,40,41]

Similairement à la couleur et la jutosité, les différences de flaveur de la viande en fonction des races sont en partie liées aux différences d'adiposité. RENAND et GEAY démontrent une fois de plus que l'on ne peut conclure à l'existence de différences significatives entre races. Le coefficient d'héritabilité intra-race est aussi faible que les précédents (saveur $h^2 \cong 0,12$).

Certains points se distinguent pourtant, tels qu'une liaison génétique entre flaveur et teneur en lipides intramusculaires plus marquée que celle concernant la jutosité ou la couleur.

Cependant, d'après des études nord américaines, la flaveur est loin de dépendre de la seule teneur en lipides. Il semblerait que des taurillons caractérisés par des muscles avec une plus forte proportion de fibres plutôt « blanches », à métabolisme glycolytique, aient une flaveur un peu plus marquée ($r \cong 0,22$). Cette relation entre ces deux variables au sein d'une population de taurillons d'une même race ne correspond pas à celle qui existe lorsque sont comparées les viandes d'espèces différentes : les viandes « rouges » (à métabolisme plutôt oxydatif) présentent une intensité de flaveur supérieure à celle des viandes « blanches ».

Encore une fois, ces conclusions contradictoires soulignent la difficulté d'entreprendre un mode de sélection concernant la flaveur sans risquer de diminuer la maîtrise des autres paramètres.

4.2) Influence de l'alimentation [23,39,52]

L'application des conditions nutritionnelles qui conduisent, chez le ruminant, à des modifications de la proportion et de la nature des acides gras, ou de la proportion de composés participant à la réaction de Maillard, entraîne une modification de la flaveur de la viande

4.2.1) Effet du pH

La formation des composés intervenant dans l'élaboration de la flaveur dépend du pH de la viande. Ainsi, maintenir le pH de la viande à une valeur élevée par un stress avant l'abattage s'accompagne d'une production accrue de composés issus de l'oxydation des acides gras lors de la cuisson ultérieure de cette même viande.

L'accroissement de la capacité de rétention d'eau des viandes sombres à la coupe pourrait être un facteur supplémentaire du développement d'odeurs désagréables.

A l'inverse, les conditions nutritionnelles permettant d'assurer une teneur satisfaisante en glycogène du muscle sont propices à une flaveur agréable de la viande.

4.2.2) Les acides gras

Les lipides contribuent à la flaveur de la viande, en particulier par la nature de leurs acides gras qui conditionnent la nature des produits de l'oxydation induite par la cuisson. Il est à noter que les acides gras saturés (AGS) très résistants à l'oxydation à basse température, contrairement aux acides gras polyinsaturés (AGPI), sont décomposés à haute température. Les hydroperoxydes formés diffèrent de ceux provenant de l'oxydation des lipides à basse température et leur dégradation à la cuisson donne naissance à un grand nombre de produits volatils.

Comme nous l'avons vu précédemment, certains d'entre eux, tels les aldéhydes interviennent indirectement dans la flaveur par leur implication dans certaines réactions de Maillard. Par ailleurs, chez les bovins, les lipides contribuent également à la flaveur de la viande par le fait qu'ils solubilisent certains composés comme le scatole ou les terpènes présents dans l'herbe

ou issus de la digestion de la chlorophylle dans le rumen et dont certains sont volatils à la cuisson. En outre, certains lipides riches en AGPI sont relativement instables dans la viande crue et leur oxydation à basse température génère des saveurs désagréables.

Même si la saveur est d'abord le fruit du temps, l'intensification alimentaire y contribue nettement aussi en augmentant l'infiltration grasseuse inter et intra musculaire, « marbré » et « persillé ».

Ainsi, le bœuf élevé à l'herbe de manière semi extensive risque de fournir une viande colorée mais peu douceâtre (parallèlement à une certaine richesse en acide linoléique). Une finition intensive, au besoin aussi courte que 1,5 à 2 mois, suffit alors pour accroître la saveur à la faveur d'un meilleur état d'engraissement (avec augmentation relative des teneurs en acide oléique et linoléique).

Au-delà du niveau alimentaire, la nature de la ration a son importance. Non seulement, elle modifie l'équilibre des acides gras longs, peut être déjà impliqués dans la saveur, mais retentit surtout dans la richesse en acides gras courts et hydrosolubles ainsi qu'en diverses substances volatiles (carbonyl et autres) qui sont les supports majeurs de la saveur.

Cette influence est susceptible d'être directe par transmission d'un goût attaché aux aliments. Elle peut aussi mettre en jeu le relais du métabolisme de la microflore digestive qui libère des substances non identifiées à faible poids moléculaire, qui se retrouvent dans la viande et rehaussent sa saveur.

D'après une étude, lorsque les ruminants reçoivent des rations riches en concentrés (céréales), une proportion importante d'acide linoléique échappe à l'hydrogénation ruminale et est déposée dans les tissus au détriment des acides gras saturés. Lorsque la durée de consommation de concentrés augmente, la concentration d'acide linoléique dans les phospholipides des muscles diminue et celle de l'acide linoléique augmente.

D'autres travaux ont démontré que les produits de dégradation des lipides tels que les aldéhydes et les cétones étaient beaucoup plus apparents dans les composés volatils de la viande de bouvillons ayant consommé de l'herbe que dans celle de bouvillons ayant consommé des céréales. Les terpènes étaient moins abondants dans la viande de ces derniers animaux et leur concentration dans la viande de bouvillon était liée au changement de saveur.

4.2.3) Quelques saveurs spécifiques

Quelques observations démontrent l'influence qualitative de la ration des animaux sur la saveur de la viande.

Par exemple, les graines de légumineuses, notamment la féverole et plus encore le fenugrec, sont capables de conférer une certaine amertume.

Les grains moisissus, les ensilages mal conservés peuvent transmettre à la carcasse une odeur répugnante.

Les bœufs nourris exclusivement avec de la paille dans les salles d'attente des abattoirs fourniraient des viandes plus fades.

Au contraire, il existe des « crus de viande » au « goût de terroir » recherché que l'on attribue à des régimes particuliers et qui se rattachent aussi à la race, à l'activité physique, au mode de production semi extensif, suivi d'une finition conduite avec le meilleur sens de l'élevage en plus de la qualité intrinsèque des aliments.

4.3) Effets zootechniques

4.3.1) Influence de l'âge d'abattage [2,3,4,24,26,29,34,38]

Comme précisé dans l'étude de la jutosité, le type de fibres joue un rôle déterminant sur l'intensité de la saveur et de la jutosité. Pour les mêmes raisons explicitées précédemment, l'accroissement au cours du vieillissement de l'activité oxydative peut être relié à l'augmentation de l'adiposité et par suite à celle de l'intensité de la saveur.

On peut aussi rappeler l'étude menée en 2003 et 2004 sur des génisses de race charolaise qui a démontré les points suivants :

- pour un âge donné, les génisses les plus lourdes, c'est à dire ayant les gains de poids vif sur la vie plus élevés, fournissent les viandes les plus tendres, mais également les viandes les plus juteuses et d'intensité de saveur les plus intenses. A âge égal, l'augmentation du poids des carcasses est donc favorable à la qualité de la viande.
- abattues à âge différent, les génisses les plus jeunes sont à l'origine des viandes les plus tendres, confirmant ainsi la corrélation négative entre l'âge d'abattage et la tendreté de la viande, mais aussi sa saveur et sa jutosité.

4.3.2) Effet du sexe et de la castration [12,14,24]

Comme pour la jutosité, la castration est associée à une augmentation de la flaveur, en relation avec l'accroissement de la teneur en lipides intramusculaires.

4.4) Technique d'abattage et évolution des viandes [20,23,31]

C'est au cours de la maturation que se forment les précurseurs de la flaveur. Leur apparition dans la viande crue est principalement due à la dégradation enzymatique des protéines et des nucléotides. Le pH ultime de la viande est important car il conditionne l'activité enzymatique. Au cours de cette période la quantité de composés volatils augmente ainsi que leurs vitesse de formation.

4.5) Evolution au cours de la cuisson [22,30]

La viande crue n'a qu'une flaveur limitée, les constituants de la flaveur étant essentiellement synthétisés au cours de la cuisson.

En effet, dès la mort de l'animal, les phospholipides subissent des dégradations irréversibles par hydrolyse et oxydation. L'hydrolyse des phospholipides libère des acides gras poly-insaturés à chaîne longue qui prédisposent la viande à l'oxydation au cours de traitements technologiques. L'oxydation affecte principalement les phospholipides, le phénomène est particulièrement marqué lors de la cuisson.

Les phospholipides sont indispensables pour obtenir la flaveur typique de viande cuite ou rôtie. Ils interviennent dans les réactions de Maillard par l'intermédiaire des produits d'oxydation des acides gras. Ces réactions entraînent une réduction de la concentration des composés hétérocycliques et améliorent nettement la perception des notes d'arômes caractéristiques de la viande cuite. L'arôme des produits carnés et son évolution au cours de la conservation dépend de l'équilibre entre les quantités de produits issus de l'oxydation et de celle des produits issus des réactions de Maillard. Les phospholipides sont largement impliqués dans ces deux voies de formation de composés d'arôme. Ils donnent naissance à de nombreux composés volatils issus de l'oxydation de leurs acides gras insaturés. Ces composés, lorsqu'ils sont présents en concentrations importantes, sont la cause d'apparition de flaveurs désagréables caractéristiques des produits rances.

Les conditions de cuisson (atmosphère sèche ou humide), la température et la durée du traitement, en modifiant la nature et la concentration des composés volatils agissent donc sur la flaveur finale de la viande.

La cuisson humide (étuvage, braisage) fournit des viandes à flaveur intense.

La cuisson sèche demande plus de précaution :

- au four (rôti), il faut dépasser 65 à 70°C à cœur pour obtenir une bonne flaveur,
- au grill ou à la poêle, il faut contrôler la vitesse de cuisson pour éviter des réactions de brunissement et de pyrolyse à l'origine de flaveur indésirable,
- à la friture, il faut contrôler la durée de chauffage et la nature du corps gras.

La cuisson au four à micro-onde amoindrit les flaveurs des viandes par rapport à la cuisson conventionnelle.

5) La tendreté

5.1) Influence de la génétique [9,24,35,41,47,51]

La tendreté est à mettre en relation avec la teneur en lipides, le collagène et la taille des fibres.

5.1.1) La teneur en lipides

Il existe une variabilité génétique intra-race non négligeable de la tendreté et seule une mesure objective, telle que la force de cisaillement, semble apte à discriminer les différences entre animaux.

Ainsi, RENAND a trouvé une corrélation génétique ($r \cong 0,21$) entre l'adiposité des carcasses de taurillons et la force de cisaillement où cette dernière était mesurée sur un échantillon de viande crue après six jours de maturation.

De même, un certain nombre de travaux nord-américains ont mis en évidence une corrélation génétique entre la tendreté et la teneur en lipide intramusculaires ($r \cong 0,5$). Dans ce cas, deux points sont mis en avant : d'une part, les animaux ayant une couverture adipeuse plus épaisse sont mieux protégés contre la contracture au froid en cas de réfrigération rapide ; d'autre part, la teneur en lipides intramusculaires peut intervenir dans la texture de la viande après cuisson, d'autant plus que la température de cuisson est élevée.

A l'inverse, une étude européenne affirme qu'il n'existe aucune relation entre tendreté et teneur en lipides intramusculaires.

Il est utile de noter dès à présent l'importance des conditions d'expérimentation. En effet, les différences de résultats obtenus concernant les études sur la tendreté opposent études européennes et études américaines. Les habitudes alimentaires sur ces deux continents présentent de telles disparités de modes de cuisson et de cuisine que leurs répercussions sur la perception de la tendreté d'une viande et donc les résultats des études sont inévitables.

Cependant, toutes ces études s'accordent pour dire que, à l'inverse des corrélations phénotypiques faibles, les corrélations génétiques sont assez élevées entre la note de persillée d'une part et la note de tendreté ou la force de cisaillement d'autre part.

5.1.2) Le collagène et les fibres musculaires

Généralités

La tendreté dépend majoritairement de deux composantes : des fibres, notamment de leur taille et de leur type, et du collagène, notamment de sa teneur et de sa solubilité.

Les caractéristiques du tissu conjonctif et des fibres musculaires déterminent respectivement la dureté de base et l'évolution de la tendreté pendant la maturation *post mortem*.

En ce qui concerne la teneur en collagène, elle décroît de la race Holstein – Frisonne aux races mixtes et aux races à viande britanniques, puis des races à viandes continentales aux races culardes. Ce classement est étroitement corrélé avec la tendreté ($r = 0,9$) ou avec la force de cisaillement ($r = 0,9$). Il a également été démontré que la faible teneur en collagène des muscles des animaux culards est une de leurs principales caractéristiques qui explique la plus grande tendreté de leur viande.

Toutefois, la teneur en collagène ne peut expliquer seule les différences de tendreté, des études démontrent l'importance de la solubilité du collagène dans la tendreté de la viande sans pour autant réussir à établir une relation génétique concrète.

Ensuite, l'héritabilité de la proportion des différents types de fibres ou de la mesure des activités contractiles ou métaboliques est proche de $h^2 = 0,30$. Il n'existe pas d'effet racial bien clair sur cette caractéristique et comme pour la teneur en lipides, les études ne sont pas unanimes.

En effet, une étude a démontré, en étudiant les relations individuelles entre animaux, que la tendreté allait de pair avec la moindre proportion de fibres blanches et rapides.

Ces résultats vont à l'encontre d'autres travaux faisant référence à la variabilité individuelle ou la variabilité entre muscles. Ces travaux démontrent que la vitesse de maturation *post mortem* est plus rapide dans les muscles qui ont la plus forte proportion de fibres à contraction rapide et métabolisme glycolytique. Cette vitesse de maturation rapide améliore la tendreté de la viande.

Pour conclure, des fibres de petite taille, une moindre teneur en collagène et un collagène plus soluble sont favorables à la tendreté. La majorité des études tendent à conclure que les animaux dont le métabolisme dominant des muscles est plus oxydatif ont tendance à produire une viande qui mature moins vite et qui est donc plus dure.

Approche biochimique

Au niveau des réactions biochimiques musculaires, il existe aussi une héritabilité de la proportion des différentes enzymes intervenant dans la maturation de la viande et donc sur sa tendreté.

La calpaïne est responsable de la majorité de l'attendrissement de la viande dans la période *post mortem*. En effet, elle participe à la protéolyse de nombreuses protéines dont la tropomyosine. Par contre, elle ne s'attaque ni à l'actine, ni à la mysosine. Le reste de la protéolyse étant assurée par le système cathepsine / cystatine (protéase acide lysosomiale). L'évolution de la tendreté au cours de la maturation résulte de l'interaction entre la sensibilité des protéines myofibrillaires à l'action des enzymes protéolytiques et la nature de ces enzymes.

D'une part, il a été montré que la viande de type « zébu » est plus dure que celle des animaux de type « taureau » car l'activité de la calpastatine (inhibiteur des calpaïnes) y est nettement plus élevée alors qu'il n'y a pas de différence d'activité des protéases (calpaïne et cathepsine), ni de la teneur en collagène, ni du typage des fibres.

D'autre part, la moindre tendreté des animaux blanc bleu belge culard par rapport aux animaux non culards est expliquée par un ratio calpaïne/calpastatine plus faible alors que les muscles des animaux culards contiennent moins de collagène et que celui-ci est plus soluble. Enfin, au niveau intra-race, l'activité de la calpastatine est la caractéristique biologique du muscle qui explique la plus grande part de la variabilité individuelle de la tendreté.

Les résultats présentés ci-dessus ne sont pas exhaustifs. Il apparaît que l'héritabilité des protéases intervenant dans le processus de maturation de la viande est complexe et source de nombreuses recherches.

Pour finir, une étude a été menée en 2005 pour quantifier les différentes protéines musculaires et tenter d'identifier celles qui pourraient devenir de potentiels indicateurs génétiques de la tendreté de la viande. En comparant les races charolaise, limousine et salers, les chercheurs ont mis en évidence la présence de 4 protéines exprimées différemment entre les races à viande et la race rustique salers. Parmi ces protéines, une majorité correspond à des protéines de l'appareil contractile et du métabolisme du calcium. Cela aurait pu expliquer la tendreté supérieure généralement observée pour les races à viande. Mais l'étude a aussi été menée sur deux « lots de tendreté » au sein de chaque race et dans ce cas, peu de protéines apparaissent différentes d'un lot à l'autre.

Chez les bovins, la commercialisation de la viande en frais et le stade de maturité nettement plus avancé que dans les autres espèces placent la tendreté comme qualité prioritaire à améliorer. Ce caractère ne pouvant être mesuré en routine, l'espoir réside dans la recherche de gènes marqueurs utilisables pour une sélection directe. Il est donc nécessaire de trouver un ou des gènes responsables ou des marqueurs très proches pour exploiter la variabilité de la tendreté des viandes au sein des populations élevées en France. Toutefois, cette démarche se heurte à la pauvreté des résultats publiés dans les domaines publics et à la difficulté d'obtenir des données phénotypiques pertinentes pour étudier finement les régions du génome ou tester d'éventuels gènes candidats mis en évidence dans d'autres études.

5.2) Influence de l'alimentation

Les conditions nutritionnelles sont capables de modifier le type de fibres musculaires, la teneur ou la solubilité du collagène, l'importance des réserves énergétiques musculaires (glycogène), ainsi que l'activité des systèmes protéolytiques. Elles influencent donc la tendreté de la viande. Nous allons étudier ces conditions successivement.

5.2.1) Effet du niveau alimentaire en phase de finition [23,24]

La réduction du niveau alimentaire lors de la finition détériore les qualités sensorielles de la viande en particulier la tendreté. La restriction alimentaire s'accompagne en effet, chez le ruminant, d'une réduction de la proportion de fibres glycolytiques « blanches », au profit

surtout des fibres « rouges » oxydoglycolytiques, mais aussi des fibres « rouges » lentes, à vitesse de maturation plus lente.

La proportion de collagène s'accroît du fait de la réduction de la proportion de protéines myofibrillaires et la solubilité du collagène diminue, qu'il s'agisse de bouillons en croissance ou de vaches.

En outre, il est connu depuis longtemps que la réduction du niveau alimentaire s'accompagne d'une réduction de l'adiposité de la carcasse et de la teneur en lipides intramusculaires. Or, il existe une relation étroite entre la tendreté et l'adiposité sous cutanée, une épaisseur de gras sous cutanée de 6 à 10 mm protégeant les muscles contre la contraction au froid et maintenant la température musculaire à un niveau accélérant la maturation.

Il est à préciser que le gras intramusculaire intervient plus favorablement sur la tendreté lorsque sa teneur dépasse 6%. Mais ces teneurs sont incompatibles avec une bonne acceptabilité par le consommateur européen.

De plus, les effets d'une variation du niveau alimentaire sur le type métabolique et contractile des fibres vont dépendre, pour une espèce considérée, de la période durant laquelle elle est appliquée. Ainsi, une étude a prouvé qu'une réduction des quantités de lait distribuées à des veaux durant les quatre premiers mois après la naissance se traduit vers 9 mois, après une ré-alimentation *ad libitum*, par une réduction de la proportion de fibres « rouges lentes » de type I, une augmentation de fibres « blanches rapides » de type IIb sans modifier la proportion de fibres « rouges rapides ». Cet effet a cependant disparu totalement à 18 mois. Lorsque la restriction a lieu après le sevrage, la proportion de fibres IIb décroît, au bénéfice des fibres IIa.

Ainsi, l'accroissement du niveau énergétique durant la phase de finition des ruminants est favorable à l'amélioration de la qualité sensorielle de la viande. En revanche, l'élévation du niveau des apports protéiques, bien qu'améliorant le gain de poids vif et de muscles, s'accompagne d'une réduction de l'adiposité des carcasses, de la teneur en lipides des muscles et donc de la tendreté de la viande.

5.2.2) Effet de la composition de la ration [23,25]

Les variations de composition de la ration entraînent des modifications des processus digestifs, qui régulent la nature et la proportion des nutriments absorbés par le ruminant. Elles sont donc susceptibles de modifier la tendreté de la viande.

Diverses études ont été réalisées dans ce sens en comparant notamment des régimes à base de fourrage à des régimes à base de céréales. Certaines études concluent que la viande issue de régime à base de fourrage est moins tendre. Mais, dans la plupart de ces expériences l'effet du niveau alimentaire a été confondu à l'effet strict de la nature de l'alimentation et parfois celui de l'activité physique, susceptible de modifier les caractéristiques musculaires. C'est notamment le cas lorsque les fourrages sont consommés au pâturage. Les écarts peuvent s'expliquer par des différences de vitesse de croissance, d'état d'engraissement ou d'âge.

Afin d'éliminer l'effet de ces deux derniers facteurs, des études ont comparé la viande de bouvillons alimentés avec les deux types de régimes précédents et abattus à différents âges et différents niveaux d'adiposité. Correction faite pour l'effet de ces facteurs, aucune différence de tendreté n'a été observée pour les viandes issues de ces deux régimes.

Les études sur certaines races confirment les disparités de résultats et la complexité de l'approche du rationnement.

Par exemple, une étude belge sur des blancs bleus belges démontre que le régime de finition à base de céréales améliore potentiellement la tendreté.

Une autre étude conduite sur des salers arrive à des conclusions inverses. Elle a mis en évidence que les caractéristiques musculaires et les qualités sensorielles de la viande pourraient laisser présager d'un effet spécifique de la nature de la ration. En particulier l'ensilage de maïs a conduit dans cet essai, à des muscles au collagène moins soluble, dont certains étaient plus durs et moins juteux qu'avec le foin. Ceci est contraire au deux essais de l'institut de l'élevage comparant l'ensilage de maïs au foin et où les mêmes muscles n'ont présentés aucune différence de qualité.

Face aux contradictions de ces nombreuses études, il est délicat de formuler une conclusion certaine. Nous retiendrons donc qu'en fonction de la race, du muscle étudié et des conditions d'élevage, il peut y avoir des variations sur la tendreté de la viande. Cependant, toutes ces études semblent s'accorder sur le fait que l'effet de la composition de la ration sur la tendreté, seul, qu'il soit favorable ou défavorable, est assez faible.

5.2.3) Effet de la croissance compensatrice [7,8,14,23,27]

La croissance compensatrice est le moyen le plus couramment utilisé par les éleveurs pour fournir des viandes plus tendres. La ré-alimentation des ruminants après une période de

restriction entraîne une reprise de la croissance à un niveau supérieur à celui qu'elle aurait atteint si les animaux n'avaient pas été restreints.

Ce phénomène de croissance compensatrice s'explique par le fait qu'un animal, lorsqu'il cesse d'être sous-alimenté, a une capacité d'ingestion accrue, des besoins d'entretien plus faibles et est un meilleur transformateur. Au début de cette période suivant la sous-alimentation, les gains de poids vifs sont les plus élevés et le tissu adipeux est formé en faible quantité mais il est plus important ensuite, si bien qu'en définitive, abattu au même poids que l'animal non restreint, sa carcasse aura une valeur bouchère comparable.

Cette amélioration de la tendreté s'explique en partie par une augmentation de la synthèse de collagène de solubilité plus élevée. Elle pourrait être aussi due à l'accroissement du pourcentage de collagène de type III. Celui-ci pourrait jouer un rôle dans la tendreté en réduisant la taille des fibres de collagène de type I. Des études *in vitro* ont en effet montré que le collagène de type III peut contrôler le diamètre des fibres collagéniques de type I en recouvrant leur surface. L'accroissement de la tendreté pourrait également être relié à l'accroissement de la proportion de fibres musculaires glycolytiques à maturation plus rapide au dépend de la proportion de fibres lentes. Enfin, cet accroissement de tendreté pourrait parfois être relié à l'augmentation de la teneur en lipides intramusculaires, celle-ci dépendant du stade physiologique de l'animal au moment de sa ré-alimentation.

La restriction alimentaire entraîne d'autre part un accroissement de l'activité oxydative, accompagnée d'un accroissement de la proportion de fibres de type I (« rouges lentes ») et d'une réduction de fibres IIb (« blanches rapides ») glycolytiques. Cette évolution est peu favorable à une amélioration de la tendreté. A l'inverse, la croissance compensatrice entraîne un accroissement de l'activité glycolytique et s'accompagne d'une réduction de la proportion de fibres de type I et d'un accroissement de fibres de type IIb, qui est favorable à une amélioration de la tendreté.

Il est nécessaire pourtant d'établir des limites à la pratique de la limitation de croissance par une restriction alimentaire. Il faut retenir qu'elle ne doit pas être appliquée à n'importe quelle race, en particulier le charolais, et que sa mise en œuvre ne doit pas être trop proche de la date d'abattage.

De même, les effets de la restriction alimentaire chez les animaux entiers et castrés ne sont pas similaires. En effet, chez les castrés, elle est sans effet sur la teneur en collagène, sur ses liaisons intermoléculaires ainsi que sur la stabilité thermique. Par contre, chez les animaux

entiers, elle se traduit par une augmentation de la teneur totale en collagène et une diminution de l'importance des liaisons pyridiniums, elle n'a pas d'effet sur la thermostabilité du collagène.

Cette croissance compensatrice consiste donc en un passage d'un régime à niveau énergétique bas à un régime à niveau énergétique élevé. Il en résulte une augmentation du taux de collagène et de sa solubilité, développant ainsi la tendreté des muscles riches en collagène.

5.3) Effets zootechniques

5.3.1) Influence de l'âge d'abattage [2,3,4,24,26,29,34,38]

A l'inverse de la couleur et de la sapidité, la tendreté est maximale chez le tout jeune animal puis décline avec l'âge et l'activité physique, parallèlement à une progression du taux de collagène et de son degré de complexification.

L'augmentation de la dureté d'origine collagénique est à relier d'avantage à une réduction de la solubilité de cette protéine qu'à un accroissement de sa teneur. En effet, celle-ci décroît après la naissance, les protéines collagéniques étant de plus en plus diluées par les protéines myofibrillaires dont l'apparition est plus tardive. Par la suite, dans les muscles à forte teneur en collagène, celle-ci s'accroît légèrement après la puberté. En revanche, elle se stabilise, au moins jusqu'à 20 mois dans les muscles pauvres en collagène (le long dorsal et le semi tendineux).

La solubilité du collagène dans l'eau et sous l'action de la chaleur décroît progressivement lorsque l'âge augmente et que la viande devient de moins en moins tendre. Ces changements sont généralement attribués à une augmentation graduelle du nombre de liaisons intermoléculaires stables.

Enfin, l'étude menée en 2003 et 2004 sur des génisses de race charolaise confirme ces données. Pour un âge donné, les génisses les plus lourdes, c'est à dire ayant les gains de poids vif sur la vie plus élevés, fournissent les viandes les plus tendres, mais également les viandes les plus juteuses et d'intensité de flaveur les plus intenses. A âge égal, l'augmentation du poids des carcasses est donc favorable à la qualité de la viande. Abattues à âge différent, les génisses les plus jeunes sont à l'origine des viandes les plus tendres, confirmant ainsi la corrélation négative entre l'âge d'abattage et la tendreté de la viande.

5.3.2) Effet du sexe et de la castration [12,14,24]

Lorsque l'on compare les animaux à un même âge, au-delà de la puberté, la viande des mâles entiers est moins tendre que celle des mâles castrés, elle-même moins tendre que celle des femelles. Ces variations peuvent s'expliquer en partie par des différences de solubilité du collagène et en partie par des différences de type métabolique et contractile des fibres.

Ainsi, la moindre teneur en collagène des muscles de génisse à 13 et 24 mois, par rapport à ceux des taurillons, est un élément déterminant des différences de tendreté entre les deux types d'animaux. De même, une étude a montré une plus forte teneur en collagène chez des taurillons que chez des bouvillons entre 12 et 14 mois au niveau des muscles les plus durs, accompagnée d'une chute de la solubilité.

Toutefois, cette différence, qui se met en place entre 9 et 12 mois, est précédée durant cette première phase d'un accroissement de la solubilité de ce collagène. Au démarrage de la puberté des mâles entiers, les fibres de collagène, bien que plus nombreuses que chez les castrés, ont une taille plus faible, sont moins réticulées et plus solubles. Les différences de tendreté dans les viandes issues de divers types d'animaux peuvent aussi être liées aux modifications observées au niveau des fibres musculaires.

Les androgènes augmentent la taille de toutes les fibres comme le montrent divers auteurs et ralentissent à même âge et à même poids la conversion des fibres IIa en fibres IIb. La proportion des fibres « rouges » à métabolisme oxydatif est donc plus importante chez les mâles entiers que chez les animaux castrés. Or, ces fibres mûrissent moins vite et utilisent d'avantage les acides gras que les fibres « blanches », ce qui peut expliquer la plus faible proportion de dépôts adipeux des taurillons.

Pour finir, la viande des femelles est plus tendre que celle des taurillons, à la fois du fait d'une plus faible teneur en collagène de leurs muscles et de sa plus grande solubilité. Elles auraient en outre moins de fibres de type I que les bouvillons et un pourcentage plus élevé de fibres glycolytiques, ce qui devrait se traduire par une plus grande vitesse de maturation et une plus faible teneur en pigment.

5.4) Technique d'abattage et évolution des viandes

5.4.1) Effet du jeûne avant abattage [20,23,21]

La suppression de l'alimentation entre 24 et 36 heures avant l'abattage associée au transport et à la manipulation des animaux peut avoir un effet négatif sur la couleur et la conservation de la viande.

En revanche, les viandes de ces animaux s'attendrissent plus rapidement et ont une plus grande tendreté ultime. La tendreté plus élevée des viandes à pH élevé serait due non seulement à une augmentation de la capacité de rétention d'eau de la viande mais aussi à une protéolyse post mortem plus intense. Cette protéolyse plus intense pourrait être due à deux processus concomitants : d'une part une réduction de l'activité potentielle des calpastatine musculaire avant l'abattage, mise en œuvre durant la période de forte mobilisation des protéines ; d'autre part, le maintien d'un pH élevé favorable à une forte activité des calpaïnes.

Afin de permettre à l'animal de reconstituer ses réserves énergétiques, la distribution du fourrage à l'abattoir a été expérimentée mais elle n'a pas ou a très peu amélioré la valeur du pH ultime *post mortem*. En revanche, la distribution de glucides rapidement fermentescibles (lactosérum, sorbitol) durant les 48 heures qui précèdent l'abattage semble réduire significativement la fréquence des carcasses à pH élevé.

5.4.2) Facteurs extrinsèques

La réfrigération des carcasses, indispensable au maintien d'une qualité hygiénique et sanitaire satisfaisantes, peut être dans certains cas à l'origine d'une dureté accrue des viandes. C'est ce que l'on observe dans le cas de carcasses refroidies trop précocement après abattage. L'abaissement de la température au voisinage de 10-15°C alors que la rigidité cadavérique n'est pas encore établie provoque des contractions musculaires irréversibles. Ce phénomène, connu sous le terme de cryochoc, conduit à une viande dure quelle que soit la durée de la maturation.

Même si les conditions de réfrigération ne sont pas susceptibles de provoquer un cryochoc, il a été démontré qu'un refroidissement rapide conduit à des viandes moins tendres. Il semble que l'abaissement de la température durant les 2 à 4 premières heures post mortem diminue la tendreté du produit final. A l'opposé le maintien d'une température élevée (supérieure à 25°C), pourrait favoriser les activités enzymatiques de la maturation et permettre en particulier une libération et une activation plus précoce des enzymes lysosomiales.

Ces observations justifient également le fait que les carcasses grasses sont considérées comme plus tendres, la graisse jouant le rôle d'isolant et retardant l'abaissement de la température des muscles.

5.5) Evolution au cours de la cuisson [30]

La cuisson agit à la fois sur la composante conjonctive et sur la composante myofibrillaire de la tendreté de la viande. En règle générale, elle va avoir une action d'attendrissage sur le tissu conjonctif du fait de la transformation du collagène en gélatine, alors qu'elle augmente la résistance des protéines myofibrillaires.

Sous l'action de la chaleur, les protéines musculaires sont dénaturées. Il y a rupture de certaines liaisons, déroulement des molécules, puis réarrangement spatial et formation de nouvelles liaisons entre les groupements réactifs libérés. Les molécules dénaturées ont tendance à précipiter, à coaguler. Souvent également, le réarrangement spatial et la formation de nouvelles liaisons entraînent un phénomène de rétraction des chaînes protéiques.

La coagulation des protéines myofibrillaires commencent vers 30 – 35°C, elle est totale à 60-65°C, mais plus la température augmente, plus le coagulum est stable et plus la viande est dure. Parallèlement, il y a diminution de volume des fibres musculaires.

L'évolution du collagène au cours du chauffage se fait en trois phases : dégradation enzymatique (phase 1), rétraction (phase 2), gélatinisation (phase 3).

- phase 1 : jusqu'à 50-60°C, il y a diminution de la résistance au cisaillement du collagène du fait de l'intervention d'une collagénase active dans cette zone de température. Au voisinage de 60°C, cette cathepsine est dénaturée et devient inactive.
- phase 2 : lorsque la température atteint 60-70°C, on observe une rétraction brutale des fibres de collagène. Simultanément, la dureté de la viande augmente, le réseau conjonctif venant comprimer fortement les structures myofibrillaires avec une expulsion d'une certaine quantité d'eau.
- phase 3 : parallèlement à son raccourcissement, le collagène se trouve solubilisé : c'est le phénomène de gélatinisation qui se poursuit pendant tout le chauffage. Une partie de la gélatine ainsi formée passe dans le jus de cuisson, le reste est retenu entre les fibres musculaires et joue le rôle de lubrifiant : en permettant le glissement des fibres musculaires les unes par rapport aux autres, il diminue la résistance au cisaillement et à la mastication.

L'évolution du tissu conjonctif au cours de la cuisson varie en fonction de ses caractéristiques et en particulier en fonction du degré de polymérisation du collagène ; plus celui-ci sera élevé, plus la température de rétraction sera élevée et plus la gélatinisation nécessitera une cuisson prolongée.

Dans ces conditions, le choix d'un mode de cuisson conduisant à une tendreté maximale sera fonction de la composition du morceau. Dans le cas des viandes dites de première catégorie, pauvres en tissu conjonctif, la température finale au cœur ne devra pas dépasser 60-65°C de façon à éviter une dénaturation trop importante des protéines myofibrillaires et à se situer en dessous de la température de rétraction du collagène (rôti ou grillade).

Par contre, les viandes de deuxième et troisième catégorie, en particulier celles provenant d'animaux âgés, gagneront à être cuites à température plus élevée et plus longtemps de façon à favoriser la gélatinisation du collagène (viande à braiser, à bouillir). Ces viandes peuvent dans certains cas être utilisées en rôtis en utilisant la technique de la cuisson lente à basse température, c'est-à-dire une cuisson de plusieurs heures au voisinage de 60°C : ces conditions permettent une action prolongée de la collagénase et ainsi une diminution de la résistance du tissu conjonctif.

L'ensemble des résultats présentés ici souligne la diversité non négligeable des origines génétiques entre animaux pour les caractéristiques musculaires intervenant sur les qualités organoleptiques de leur viande, que cela concerne le dépôt adipeux, la couleur, la jutosité, la flaveur ou la tendreté. La difficulté réside dans l'appréciation de ces dernières, réalisées par des jurys de dégustations, qui ne peuvent s'affranchir d'une part de subjectivité liée à leurs habitudes alimentaires.

Nous retiendrons que les relations génétiques entre composition de la carcasse et caractéristiques musculaires d'une part et celles entre caractéristiques musculaires et qualités organoleptiques d'autre part indiquent qu'une sélection pour accroître le rapport muscle-gras devrait avoir un effet favorable sur la tendreté, mais défavorable sur la flaveur et la couleur.

D'autre part, les caractéristiques du muscle à l'abattage dépendent également des conditions d'élevage, en particulier de la nature et du niveau des apports alimentaires. C'est ainsi qu'un niveau d'alimentation élevé doit précéder l'abattage. D'une part, il permet aux fibres musculaires de posséder des réserves énergétiques et un profil métabolique et contractile favorable à un accroissement de la vitesse de maturation de la viande. D'autre part, il accroît

la teneur en lipides intramusculaires, améliorant ainsi la flaveur de la viande. Enfin, cette viande devient d'un rouge vif et brillant recherché par le consommateur. L'effet favorable à l'élévation du niveau alimentaire sur la tendreté est d'autant plus sensible que l'animal réalise une croissance compensatrice après une période de sous-alimentation.

La nature de la ration peut aussi dans certains cas modifier la tendreté de la viande. Mais elle intervient d'avantage sur la stabilité de la couleur et sur la flaveur, notamment par l'apport d'anti-oxydants et de composés liposolubles.

Enfin, l'importance des conditions d'élevage sur les qualités de la viande peut être partiellement voire totalement masquée et, de ce fait, sous-estimée par une mauvaise maîtrise des procédés d'abattage ou de transformation, responsable alors de la grande variabilité qualitative des viandes.

En effet, les mécanismes complexes qui interviennent dans l'élaboration des déterminants biologiques et physico-chimiques de ces qualités commencent à être mieux connus. Aujourd'hui, on sait qu'ils mettent en jeu essentiellement les caractéristiques métaboliques et physico-chimiques du muscle à l'abattage et les conditions technologiques dans lesquelles s'effectuent l'abattage et la maturation.

Toutefois, les récents progrès dans ce domaine et ceux envisageables à court terme dans l'industrie de la viande laissent penser que les effets dus aux conditions d'élevage deviendront prépondérants.

Cependant, il ne faut pas oublier que la dernière étape fondamentale à la conservation de ces qualités est sous la responsabilité du consommateur : la cuisson de la viande.

III- La qualité et ses appellations, signification et image pour le consommateur

Nous allons voir dans cette partie quels sont les différents signes officiels témoins de la qualité de la viande bovine, en nous attachant plus spécifiquement aux qualités organoleptiques.

Après avoir dans un premier temps détaillé ces différentes nominations, nous insisterons sur les relations développées entre les titres de viandes labellisés et leurs qualités sensorielles. Enfin, nous soulignerons les difficultés d'appréciation de la perception de ces qualités par le consommateur.

1) Appellation et qualité

Au travers de la perception de la qualité qu'ils se font de leur animaux, les producteurs et toute la filière viande bovine disposent de plusieurs outils officiellement reconnus pour le faire savoir au consommateur.

Les signes officiels de qualité qui visent à garantir certaines caractéristiques des produits se résument donc, pour la viande bovine, aux certifications label (avec notamment le Label Rouge), les Certificats de Conformité, le label Agriculture Biologique, l'Appellation d'Origine Contrôlée (AOC) et les appellations « produits de Montagne ».

Nous allons les détailler dans les lignes suivantes.

1.1) La certification label [33,53]

Depuis la loi d'orientation agricole de 1960, le label agricole est une marque collective attestant qu'un produit agricole et non transformé possède un ensemble de caractéristiques spécifiques préalablement fixées et établissant un niveau supérieur le distinguant des produits similaires. Tout label est détenu par un organisme certificateur auquel adhèrent les professionnels intéressés.

(Cf annexe 2)

Pour faire homologuer un label, l'organisme certificateur doit répondre aux exigences présentées dans la norme EN 45011.

Ces garanties sont : la capacité à assurer un contrôle efficace, l'indépendance et l'impartialité à l'égard des opérateurs qui peuvent prétendre à son utilisation.

Ces garanties sont présentées dans un dossier comprenant un règlement technique indiquant de façon précise et objective les caractéristiques du produit l'inscrivant dans la catégorie supérieure.

Ce règlement technique doit reprendre les contraintes imposées par une notice technique « relative aux conditions minimales à remplir pour l'obtention d'un label gros bovins de boucherie ». Cette notice a été réalisée par la Commission Nationale des Labels et de la Certification de Conformité (CNLCC) après avis des professionnels.

La notice technique a pour but l'homogénéité minimale des labels entre eux et exige de répondre à plusieurs impératifs. Elle précise toutes les données que les éleveurs doivent maîtriser et pouvoir fournir. Cela va de la naissance des bovins à l'étiquetage des pièces de viande, en distinguant des exigences implicites (respect de la réglementation en vigueur) et explicites (procédures obligatoires, valeurs minimales et maximales de critères à respecter).

Le contenu technique des cahiers des charges des différents labels reprend pour l'essentiel les détails de la notice technique.

Tout label est homologué par arrêté conjoint du Ministre chargé de la consommation, après avis de la CNLCC. Cette commission est une instance tripartite composée de représentants des professionnels, des consommateurs et de l'administration.

L'homologation d'un label n'est jamais définitive et peut être remise en cause si les conditions requises ne sont plus remplies.

1.2) La Certification de Conformité du Produit [33,53]

La loi du 30 décembre 1988 a créé la Certification de Conformité des produits agricoles à des spécialisations de type normatif qui atteste qu'une denrée alimentaire ou un produit agricole non alimentaire et non transformé est conforme à des caractéristiques spécifiques ou à des règles préalablement fixées portant, selon le cas, sur la fabrication ou le conditionnement.

(Cf. annexe 3)

Le Certificat de Conformité est délivré par un organisme certificateur répondant aux mêmes prérogatives qu'un organisme certificateur label, relatives à l'indépendance par rapport au producteur, au fabricant, au vendeur ou à l'importateur.

A la base du certificat, on trouve le référentiel technique qui est un document contenant des spécifications de type normatif.

Ce document n'est pas soumis à une homologation ministérielle, ni à l'avis consultatif d'une instance particulière. Son élaboration peut relever d'une entreprise, d'un groupe d'entreprises, d'un établissement professionnel ou d'un organisme certificateur agréé.

A l'étiquetage, deux mentions matérialisent la Certification de Conformité : l'indication obligatoire de la nature des caractéristiques certifiées et l'indication facultative d'une marque collective de l'organisme certificateur attestant la certification.

1.3) Le label Agriculture Biologique [33,53]

L'agriculture n'utilisant pas de produits chimiques de synthèse dite « Agriculture Biologique » a été reconnue par la loi d'orientation agricole de juillet 1980. Elle est strictement définie par deux critères :

- une stricte limitation d'emploi de produits chimiques de synthèse. Ces derniers ne sont autorisés qu'à la condition expresse de figurer sur une liste établie et approuvée par la Commission nationale de l'Agriculture Biologique (CNAB), composée de représentants de professionnels, des consommateurs et des pouvoirs publics. Parallèlement, l'utilisation de certaines substances naturelles peut être restreinte pour diverses raisons (nocivité, solubilité),
- le recours à des méthodes de production particulières pour la protection et l'environnement des animaux (rotation des cultures, interdiction de l'élevage en claustration,...)

La législation relative à l'Agriculture biologique couvre l'ensemble des produits agricoles transformés ou non.

Quatre étapes successives fixent les conditions du label d'Agriculture Biologique :

- élaboration du cahier des charges indiquant de façon très précise les conditions de production, de transformation et de commercialisation du produit. Ce cahier des

charges peut être plus restrictif, mais en aucun cas moins, que les modèles minima établis et préconisés par la CNAB,

- présentation de ce cahier des charges par un organisme à but non lucratif (organisme gestionnaire conforme à la norme EN 45011) offrant des garanties d'indépendance, d'impartialité et d'efficacité,
- établissement d'un plan de contrôle, assorti d'une grille de sanctions, effectué par l'organisme gestionnaire, supervisé par un organisme tiers de contrôle également indépendant, impartial et efficace,
- mise au point d'un étiquetage ou d'un marquage avec apposition d'un logo officiel « Agriculture Biologique ».

Les cahiers de charges sont homologués par arrêté conjoint du Ministre de l'agriculture et de la forêt et du Ministre chargé de la consommation, après avis de la CNAB.

L'homologation n'est jamais définitive et peut être retirée si les conditions requises pour son obtention ne sont pas remplies.

Pour finir, il faut noter la prise en charge grandissante de la gestion de ce mode de production par la Communauté Européenne pour mettre un terme à des pratiques nationales différentes entre elles et nuisant ainsi à la confiance que l'on peut leur accorder.

1.4) Appellation d'Origine Contrôlée [33,53]

Une loi de 1919 a institué les appellations d'origine. Elles s'appliquent aux produits agricoles transformés ou non, et aux denrées alimentaires. La notion d'Appellation d'Origine Contrôlée a été construite à partir de l'expérience des indications de provenance et des règles professionnelles de production.

Mais il a fallu attendre la loi du 6 juillet 1966 pour que la définition de l'appellation soit explicitée : « constitue une appellation d'origine la dénomination d'un pays, d'une région ou d'une localité servant à désigner le produit qui en est originaire et dont la qualité ou les caractères sont dus au milieu géographique comprenant des facteurs naturels et des facteurs humains ».

La loi du 2 juillet 1990 harmonise la démarche pour l'ensemble du secteur agroalimentaire visant à favoriser le développement des AOC.

Les producteurs sont eux-mêmes responsables de leur AOC, ils en fixent les règles de production et les assument collectivement. Les décisions sont prises par les professionnels siégeant de façon majoritaire dans les instances délibératoires au côté de l'administration sur la base de propositions faites par les professionnels réunis en syndicat de défense. Les projets de décrets ainsi adoptés sont transmis aux Pouvoirs Publiques pour signature et parution au Journal Officiel.

Les agents de l'Institut National des Appellations d'Origine (INAO), en collaboration avec les services extérieurs des différentes administrations, assurent des missions de conseil, de suivi et des contrôles des conditions de mise en place des Appellations d'Origine Contrôlée. Un organisme de contrôle offrant des garanties suffisantes d'objectivité et d'impartialité vérifie si le produit répond aux conditions établies par le cahier des charges de l'appellation.

1.5) La mention « Produits Alimentaires de Montagne »[33,53]

Cette mention a été instaurée par une loi de janvier 1985. L'objectif du législateur est de garantir la spécificité des produits issus de zones de montagne et de contribuer ainsi à l'aménagement du territoire et au maintien des populations dans ces zones.

La demande d'utilisation de la mention « Appellation Montagne » et une référence spécifique à cette zone est faite par l'organisme certificateur. L'utilisation est accordée après consultation de l'organisme compétent (CNLCC, INAO, CORPAQ, CNAB) et est matérialisée par le logo « Appellation Montagne ».

La demande d'utilisation de la mention « Provenance Montagne » est adressée par les professionnels, individuellement ou non, au Préfet de région qui la transmet à la Commission Régionale des Produits Alimentaires de Qualité (CORPAQ) qui émet un avis puis transmet le dossier à la CNLCC. L'autorisation est accordée par arrêté ministériel et est matérialisée par le logo « Provenance Montagne ».

1.6) La certification d'entreprise[33,53]

La certification des systèmes d'assurance qualité par tierce partie est un outil fondé sur l'audit, par un organisme indépendant, de l'organisation mise en place par l'entreprise dans le domaine de la qualité et la remise d'un certificat attestant le respect de cette organisation.

L'auditeur vérifie que l'ensemble de la structure organisationnelle mise en place pour la gestion de la qualité est conforme aux prescriptions prévues dans les normes ISO 9001, 9002 et 9003. Pour le secteur agroalimentaire, on applique la norme ISO 9002, correspondant à « un modèle pour l'assurance de la qualité en production et installation ».

Le but de l'assurance qualité est compatible avec la Certification de Conformité parce que les guides de mise en place de l'assurance qualité peuvent faire référence à des normes ou des cahiers des charges utilisables pour certifier les produits. De plus, la garantie apportée par la certification produite nécessite également une garantie de régularité de la production apportée par l'assurance qualité. L'organisme certificateur de l'assurance qualité est l'AFAQ (Association Française de l'Assurance Qualité).

1.7) Autres appellations[33,53]

D'autres outils sont proposés par l'Union Européenne tels :

- l'Indication Géographique Protégée (IGP) : le nom d'une région, d'un lieu déterminé ou d'un pays, qui sert à désigner un produit originaire de cette aire géographique et dont la qualité ou la réputation peut être attribuée au milieu géographique comprenant des facteurs naturels et/ ou humains,
- l'Appellation d'Origine Protégée (AOP) : le nom d'une région, d'un milieu déterminé ou d'un pays, qui sert à désigner un produit originaire de cette aire géographique et dont la qualité ou les caractères sont essentiellement ou exclusivement imputables à un environnement géographique donné.

Dans ces deux cas, pour bénéficier des mentions, la demande doit être adressée à l'Etat membre de l'Union Européenne où se trouve l'aire géographique dont le produit est originaire. Après vérification de sa conformité, celui-ci la fait parvenir à la Commission qui la publie au Journal Officiel. Si aucune opposition n'est notifiée dans un délai de trois mois, l'IGP ou l'AOP est inscrite.

La demande doit contenir le cahier des charges comprenant : nom, description du produit, délimitation géographique, méthodes de production, étiquetage et éventuelles exigences normatives à respecter. La nature du lien entre le lieu et le produit est plus stricte pour la mention « AOP » que pour la mention « IGP », la qualité ou les caractères étant dus essentiellement ou exclusivement au milieu géographique.

Toutes ces marques institutionnelles de qualité représentent des démarches de qualité certifiées par l'administration et donnant lieu à une reconnaissance aisée de la part du consommateur.

Cependant, au travers de cette présentation des qualités institutionnelles, l'élevage extensif n'est jamais présenté, dans les règlements techniques minima imposés par les différentes instances d'octroi et de contrôle, comme une condition nécessaire à la qualité. Mais, comme nous allons le voir par la suite, il est toujours possible aux professionnels intéressés de l'inclure dans leur cahier des charges.

Ainsi, le producteur dispose d'un ensemble important d'outils de valorisation des animaux qu'il élève. Ces outils doivent permettre, grâce à la publicité, de faire admettre au consommateur la qualité de la viande bovine produite.

Les définitions que nous avons pu apporter ici sont un préalable nécessaire à la compréhension du diagnostic des démarches actuelles de la valorisation de la qualité de la viande bovine. Par la suite, nous détaillerons plus spécifiquement les relations qui existent entre label et qualité, et ce qu'elles représentent aux yeux du consommateur.

Choisir en particulier de développer la certification label résulte simplement de la domination de cette appellation comme symbole de qualité tant pour les producteurs que pour les consommateurs.

2) Qualités organoleptiques et labels

La recherche de la qualité est une affaire d'organisation. La démarche consiste, en aval, à analyser les attentes spécifiques de chaque client quant aux caractéristiques du produit souhaitées et des services qui l'accompagnent, et, en amont, dans la filière, à s'organiser pour maîtriser les techniques et les produits, de façon à pouvoir garantir les caractéristiques attendues.

Nous allons donc voir dans cette partie, comment une viande labellisée correspond non seulement à des exigences d'élevage mais aussi à l'assurance d'une viande ayant de bonnes qualités organoleptiques.

2.1) La qualité : le résultat d'un travail constant [1,53]

La qualité de la viande est le résultat d'un effort permanent dans toute la filière. Les qualités, notamment organoleptiques, résultent de toutes les étapes allant des conditions d'élevage à l'anesthésie des animaux lors de l'abattage. En effet, ils ne doivent jamais être stressés, sinon, la viande perd de sa tendreté, de sa jutosité, de sa flaveur et de sa couleur.

De même, les métiers du transport et de l'abattage ont en commun un savoir faire relatif aux comportements des animaux et qui nécessite un grand sens animalier et une grande expérience, il faut donc communiquer sur ce grand professionnalisme. Les équipements sont régulièrement améliorés pour mieux tenir compte du comportement des animaux et donc éviter les blessures, le stress et les agressions entre animaux.

La viande reste un secteur où le facteur humain joue un grand rôle, cela est vrai pour l'élevage, mais également pour la transformation et la distribution des produits.

Il convient par exemple pour la viande rouge, de la laisser mûrir 7 jours afin d'améliorer la probabilité de tendreté de nombreux muscles. Il sera également nécessaire de laisser un minimum de gras afin de garantir à la viande sa saveur et son goût.

Enfin, le travail du boucher dans le point de vente est souvent déterminant.

Il faut ajouter que le consommateur lui-même intervient sur la qualité en fonction de la conservation et de la cuisson de la viande.

Mais, comme tout produit alimentaire, il existe une hiérarchie qualitative qui correspond à des attentes du consommateur variant elles-mêmes en fonction des occasions de consommation. C'est pour répondre à cette demande diversifiée du consommateur en matière de type d'élevage, de qualité de viandes et des origines que les démarches d'identification des produits sont importantes.

2.2) Gestion des critères qualitatifs par l'analyse sensorielle [17]

L'appréciation des qualités organoleptiques est un passage incontournable pour les démarches qualités. Elle doit permettre de prouver la véracité des informations apportées.

Cela concerne très directement les Labels Rouges qui doivent justifier d'un niveau de qualité supérieure mais aussi les Certifications de Conformité lorsqu'elles communiquent sur une qualité organoleptique du produit certifié ou qu'elles l'intègrent dans la définition de la constance du produit. Ces contrôles sont alors un préalable indispensable à l'obtention du Label ou de la Certification, puis doivent être répétés régulièrement pour assurer la pérennité de la démarche.

Cette appréciation peut également s'avérer nécessaire pour la construction du cahier des charges. Dans ce cas, elle doit apporter des informations techniques permettant de mieux

raisonner les exigences à mettre dans le cahier des charges en vue d'améliorer les qualités organoleptiques. Une telle étape se justifie notamment pour tous les facteurs de variation pour lesquels les références disponibles en matière d'effet sur les caractéristiques organoleptiques ne sont pas assez précises pour fixer des règles fines et/ou adaptées aux spécificités des animaux concernés.

Or, encore à ce jour, force est d'admettre qu'il n'existe pas d'outils de mesure objectifs, non destructifs et utilisables sur de grands effectifs et qui permettent d'évaluer les qualités sensorielles telles qu'elles sont perçues en bouche par le consommateur. L'analyse sensorielle reste la technique irremplaçable pour apprécier les caractéristiques organoleptiques de la viande.

Pourtant, la mise en œuvre de l'analyse sensorielle pose un certain nombre de questions méthodologiques, surtout lorsqu'il s'agit de comparer les qualités organoleptiques de viandes issues de populations d'animaux assez larges, comme c'est précisément le cas dans le contexte des démarches qualités.

Une étude sur les aspects méthodologiques liés à la caractérisation des qualités organoleptiques des viandes bovines détaille les points suivants :

- l'intérêt d'une approche analytique plutôt qu'une approche hédoniste. L'approche analytique, indépendante du jury et donc objective, ne permet pas de connaître ou d'extrapoler l'ampleur de la réaction des consommateurs. L'approche hédoniste ne permet pas de distinguer les différents critères organoleptiques impliqués dans l'appréciation. L'utilisation de l'approche analytique comparative, au moins dans un premier temps, semble plus pertinente.
- le choix des animaux. La description des animaux est indispensable pour permettre une interprétation correcte des résultats.
- le nombre d'animaux. Ces informations sont particulièrement difficiles à connaître voire tout simplement à estimer (notamment l'estimation de la variance intra population).
- le choix des seuils de signification. Le nombre de 20 à 30 échantillons ressort comme un bon compromis technique.
- les modalités d'échantillonnage

L'élément essentiel qu'il convient de garder à l'esprit est que, quelles que soient les précautions qui devront être prises lors de la collecte des animaux à contrôler, les résultats

d'un tel travail resteront dépendants des particularités des individus finalement étudiés. Ils apporteront certes des indications sur les qualités (en particulier la tendreté) de la population telles qu'elles se sont exprimées au travers des quelques individus contrôlés, mais ils ne peuvent malheureusement pas prétendre les caractériser de façon fiable pour l'ensemble de la population.

Il faut bien être conscient que, malgré toute la rigueur et les contraintes méthodologiques qui peuvent être supportées, il n'existe pas encore à ce jour de solution pratique pour l'obtention de données aptes à rendre compte d'un niveau de qualité sensorielle moyen à l'échelle d'une population d'animaux telle qu'elle est perçue par les consommateurs.

Ceci ne doit bien sûr pas pour autant remettre en cause l'exigence, fort légitime, des signes officiels de qualité de disposer de références sur les qualités organoleptiques des produits. En revanche, cette prise de conscience doit permettre de relativiser l'utilisation des informations apportées par les tests pour élaborer les cahiers des charges.

2.3) Les labels, exigences d'élevage et garantie de qualités sensorielles [44,49,53]

Par la suite, nous insisterons plus particulièrement sur les viandes ayant pour signe de qualité officiel les labels, en particulier le Label Rouge.

2.3.1) Le Label Rouge

Le Label Rouge se distingue des autres signes de qualité par l'attestation d'une qualité supérieure du produit et pas uniquement par une spécificité liée au terroir d'élevage et au savoir-faire mobilisés dans les processus de production.

Dans leur étude, ROCHE, DEDIEU et INGRAND distinguent les labels par leurs références à une ou plusieurs races, à une zone de production et à la phase (naissance, élevage ou finition) qui doit y être effectuée. Quatre classes se démarquent:

- les labels raciaux nationaux : une race de bovins est précisée et leur élevage peut se faire n'importe où en France.
- les labels raciaux qui délimitent la zone où doit avoir lieu la finition, celle-ci étant d'une durée de 4 mois minimum. L'importance des aires géographiques concernées peut être très variable, de un à plusieurs départements.

- les labels raciaux dont les animaux doivent être nés, élevés et engraisés dans une zone donnée. Ici encore, l'étendue de ces zones est très variée.
- les labels qui délimitent une zone de production et autorisent l'élevage de plusieurs races.

Pour prétendre à l'obtention d'un Label Rouge, les différents opérateurs d'une filière de production doivent respecter un minimum d'exigences consignées dans la notice technique, comme nous l'avons expliqué précédemment.

2.3.2) Exigences de base pour l'obtention d'un Label Rouge

Voici certaines exigences de base référencées dans la notice technique pour l'obtention d'un Label Rouge.

Les précisions décrites ci-après ne constituent en aucun cas une liste exhaustive de tous les paramètres à respecter, elles permettent simplement d'illustrer le niveau d'exigence de certains points des cahiers des charges.

Les animaux éligibles pour la labellisation sont des génisses de plus de 28 mois, des bœufs de plus de 30 mois et des vaches de moins de 9 ans. Les carcasses doivent être de conformation E, U ou R et l'état d'engraissement peut être de trois classes consécutives parmi les classes 2, 3, 4 et 5.

Le mode d'élevage allaitant doit limiter l'intensification. A ce titre, les veaux doivent être allaités par leur mère et le troupeau doit être élevé dans le respect des cycles traditionnels d'alternance entre pâture et stabulation.

Au pâturage, les animaux disposent d'au moins 30 ares de prairies par UGB ; le chargement est inférieur à 2 UGB/ha.

Les mâles doivent être castrés et ce avant 12 mois. Les bâtiments doivent assurer le confort des animaux (dimensions minimales indiquées) et répondre aux exigences environnementales. La fabrication d'aliment se fait à partir de constituants listés par la notice technique. Vitamines, oligoéléments et produits azotés sont autorisés.

Le délai minimum entre le dernier traitement sanitaire et l'abattage doit être de 15 jours.

En ce qui concerne le transport, l'abattage et la maturation, les règles sont aussi strictes.

Le transport des animaux, abattage, découpe et présentation des produits au consommateur comprennent des exigences relatives aux conditions sanitaires, au bien-être des animaux et à

l'identification. On peut citer à titre d'exemple la nécessité de tenir propre les animaux pendant le transport, l'interdiction d'utiliser des aiguillons, le temps de parcours inférieur à 8 heures, le suivi de température et de pH après abattage. La garantie du respect des normes sanitaires chez les opérateurs se fait en s'inspirant des principes de l'HACCP.

Des temps de maturation minima sont imposés pour les viandes à griller et à rôtir (10 jours pleins pour la présentation en demi-carcasse ou en quartier et 13 jours pleins pour la présentation sous vide) ; ils doivent être spécifiés pour les pièces à braiser et à bouillir.

2.3.3) Autres exigences propres aux labels

De plus, en reprenant les cahiers des charges des différents labels, des précisions apparaissent anecdotiques, d'autres sont plus significatives, elles portent essentiellement sur les caractéristiques des carcasses et sur l'alimentation des animaux en finition ou du troupeau.

Les précisions qualifiées d'anecdotiques n'entraînent pas d'exigences beaucoup plus importantes que celles figurant sur la notice techniques, ou bien concernent des points que la plupart des cahiers des charges ne cherchent pas à préciser.

Ex : autorisation d'utilisation du biberon en cas de problème d'allaitement, obligation de castration avant 10 mois au lieu de 12...

Les précisions plus significatives participent à une stratégie de différenciation des labels entre eux ou vis-à-vis d'autres filières de production, elles sont alors plus contraignantes.

Ex : plus d'exigences sur la conformation des carcasses, des modalités d'alternance pâture/stabulation précises, pratiques de transhumance obligatoire au minimum 4 mois...

2.4) Conséquences pour les éleveurs [53]

Pour la plupart des éleveurs, la vente de produits sous Certificat de Conformité ou Label Rouge offre l'opportunité de mieux valoriser une partie de leurs femelles, sans pour autant que la plus-value obtenue ne contribue nettement à l'évolution de leur revenu. Elle représente aussi, pour les éleveurs les plus proches des structures de collecte, une contribution à des enjeux collectifs de filière et/ou de professionnels.

2.4.1) Motivations des éleveurs

La première motivation exprimée par les éleveurs est bien évidemment d'ordre économique. Cependant, le gain annuel obtenu par les éleveurs reste le plus souvent limité.

Selon les estimations effectuées (bilans économiques partiels sur cas-types des Réseaux d'Élevage), l'augmentation du Produit Brut oscille, selon les systèmes de production, entre 0,5 et 1% et celui de l'Excédent Brut d'Exploitation entre 1 et 3%. Seulement quelques femelles (2 à 6-8 par an selon les démarches) sont en effet vendues sous le signe de qualité et rarement avec une forte plus-value. Même dans le cas d'une importante commercialisation sous signes de qualité, la faible importance de ce type de vente dans le produit brut bovin viande et le poids grandissant des primes dans la constitution du revenu en limitant l'impact économique.

Outre cet aspect économique individuel, des motivations ayant trait à des enjeux collectifs sont exprimées par les éleveurs les plus fidèles aux groupements. Répondre à une demande en adhérant à une filière sous signe de qualité, c'est aussi consolider son groupement en lui permettant de conserver ou développer ses parts de marché. Depuis la crise de l'ESB, apporter des garanties aux consommateurs sur l'alimentation apparaît de même comme une nécessité tant pour s'assurer une certaine sécurité de débouchés que pour contribuer à la revalorisation de l'image de la profession.

Pour finir, la promotion d'une race, d'un terroir ou la valorisation personnelle n'est pas la moindre des motivations exprimées. Une telle démarche se heurte à de fortes contraintes de filières (coûts de transaction élevés dus à la faiblesse et à la dispersion des volumes collectés), elle peut représenter pourtant d'indéniables atouts en terme de dynamique territoriale professionnelle.

2.4.2) Respect du cahier des charges

Pour les éleveurs, le point le plus important des différents cahiers des charges concerne l'alimentation des animaux, mais il n'est pas particulièrement contraignant.

Toujours d'après la même étude, la grande majorité des éleveurs déclare ne pas avoir eu à changer de type d'aliment ou de fournisseur. Quand cela a été le cas (notamment le Label Rouge avec l'interdiction de l'urée), ils considèrent que les coûts induits sont limités, sans pour autant en avoir une idée précise. Parmi ceux considérant que les aliments de référence sont « moins avantageux », certains les utilisent quand même, dans un souci de simplification, pour tous les animaux en finition, mâles y compris.

L'adhésion aux démarches de qualification représente ainsi une opportunité de plus-value sur quelques animaux, sans impliquer de modifications majeures des pratiques d'élevage.

2.4.3) Problématique des volumes de production [33]

Si l'adhésion à une démarche qualité avec la vente de quelques animaux par an ne pose pas de problèmes particuliers aux éleveurs, le développement des volumes commercialisés et l'obtention de meilleures plus-values se heurte par contre à de fortes contraintes, liées à la nécessité d'étaler leur production et de rajeunir l'âge des vaches à la réforme.

Ces contraintes sont essentiellement liées à des vêlages concentrés durant le premier trimestre de l'année et au faible taux de renouvellement de nombreux cheptels. Ceci entraîne des difficultés d'approvisionnement.

Différentes solutions permettent d'y remédier en partie, des modifications de conduite autorisent un meilleur étalement des ventes de vaches de réforme. L'anticipation ou le report des ventes ou encore le décalage de la période de vêlage sont déjà mis en œuvre par certains éleveurs. Des négociations entre les intervenants peuvent aussi permettre des dérogations temporaires aux cahiers des charges durant les mois les plus creux.

Le tout est de ne pas orienter la production vers une rentabilité certaine qui se réaliserait au détriment des qualités bouchères. Le cahier des charges concernant le stade de finition par exemple est un point difficilement modelable puisqu'il représente un poids essentiel dans l'obtention d'une viande aux bonnes qualités organoleptiques.

2.4.4) Problématique de la qualification des élevages

Depuis le 1^{er} juillet 2000, tous les élevages adhérant à une filière sous signe officiel de qualité doivent être qualifiés afin de garantir aux consommateurs des pratiques rigoureuses en matière d'identification, de santé animale, d'alimentation, de bien être et d'environnement.

Cette qualification d'élevage permet de souligner quelques difficultés :

- bien faire ne suffit plus : il faut le prouver et accepter d'être contrôlé. Même si les objectifs semblent avoir été bien compris par les éleveurs concernés, les obligations impliquent un travail administratif supplémentaire contraignant et difficile à vivre

- il ne s'agit pas de bien faire en moyenne mais de bien faire en permanence. L'application en toute rigueur et de manière systématique des procédures (renseignement et tenue au jour le jour des registres et carnet sanitaire) n'est jamais aisée, notamment dans le contexte de forte croissance du nombre d'animaux par exploitation.
- les dysfonctionnements de l'environnement technique ont des répercussions directes sur le respect par l'éleveur de certains engagements. Certaines non-conformités ne sont ainsi pas directement imputables aux éleveurs eux-mêmes.
- la correction de certaines non-conformités est difficile à court terme et coûteuse. C'est notamment le cas pour les aspects de bien être, avec le dépassement des normes de surface pour le logement des animaux (après une croissance récente du cheptel) ou d'ambiance avec l'utilisation d'anciennes étables pour loger certains types d'animaux (génisses le plus souvent).

En conclusion il paraît donc que l'adhésion à ces démarches ne représente ni une modification importante des pratiques d'élevage, ni un axe fort d'évolution de leur système de production qui reste le plus souvent orienté vers la production de mâles. La qualification des élevages engendre, par contre, des difficultés plus marquées, notamment par la rigueur qu'elle implique.

2.5) Préservation des qualités sensorielles par les industriels [1,13]

Les propriétés nutritives, sanitaires et toxicologiques de la viande sont relativement bien connues à ce jour, ce qui en revanche n'est pas le cas des propriétés sensorielles, telle la tendreté, faute de connaissances scientifiques suffisantes sur les mécanismes biochimiques de l'attendrissement.

L'industrie de la viande a cependant aujourd'hui à sa disposition des moyens réels qui lui permettent de maîtriser et contrôler la qualité des produits qu'elle met sur le marché.

En terme d'identification de provenance, il est clair que cette notion est maintenant généralisée car l'organisation des grandes structures industrielles le permet. L'actualité nous le rappelle quotidiennement, elle constitue une attente profonde de l'ensemble des consommateurs.

En ce qui concerne la qualité intrinsèque, il y a beaucoup plus de paramètres et de variables à maîtriser et contrôler, mais on peut dire aujourd'hui que les vrais professionnels, aux vues des connaissances scientifiques actuelles, appliquent rigoureusement ces règles de production. En effet, transport des animaux, réception, abattage et stimulation électrique, ressuage, maturation sont maintenant des notions parfaitement intégrées dans les chaînes industrielles d'abattage transformation.

Même si la qualité, en tout cas le critère le plus déterminant pour la viande bovine, c'est à dire la tendreté, est largement préservée et développée par la fonction industrielle, il n'en demeure pas moins que le choix des circuits d'approvisionnement, le choix des éleveurs et des fournisseurs sont très importants.

L'éleveur doit à ce titre être imprégné de l'engagement pour la défense de la qualité pris par son client, il doit respecter le savoir faire et la qualité de nos grandes régions d'élevage.

En outre, il est évident que les plus grandes innovations seront à mettre au crédit des techniques de conditionnement et de conservation pour un allongement de la durée de vie des produits, tout en maintenant voire en améliorant ses qualités organoleptiques dans le respect des règles d'hygiène les plus strictes.

Finalement, les cahiers des charges associés aux démarches qualités (certification, labels,...) ont pour objectif de gérer différents critères qualitatifs en maîtrisant certains de leurs facteurs de variation, tant au niveau de la production des animaux que du travail des viandes.

Les qualités organoleptiques occupent une place privilégiée dans ces démarches dont une des premières préoccupations est de répondre à l'attente des consommateurs. Aujourd'hui, l'analyse sensorielle reste une technique irremplaçable pour mesurer les qualités organoleptiques (tendreté, jutosité, flaveur), pourtant sa mise en œuvre pose encore un certain nombre de questions méthodologiques.

3) La perception du label par le consommateur

L'idée selon laquelle les qualités intrinsèques d'une viande sont très fortement corrélées à son origine constitue l'un des fers de lance de la politique de communication des producteurs pour attirer les consommateurs. Cependant il semble qu'il existe un fossé entre ce que le consommateur idéalise et la réalité.

Avant tout, il faut savoir qu'il existe une somme considérable de malentendus sur les critères de qualités des viandes de boucherie. Le consommateur ne sait pas vraiment reconnaître les attributs de la différenciation qu'il recherche, d'où le rôle de la communication au moment de la vente pour l'adéquation du produit aux attentes spécifiques du client.

La différenciation n'est donc pas aussi intrinsèque au produit qu'on se l'imagine volontier dans les milieux agricoles. Sans l'image propre du distributeur, sans sa communication avec le consommateur, il n'y a pas de différenciation solide.

3.1) L'image de la qualité pour le consommateur [1,13,33,53]

C'est le consommateur qui jugera, en dernier ressort, de la qualité du produit et qui en assurera donc la croissance, la stagnation ou le déclin. S'il est possible à un fabricant de concevoir son produit en lui donnant un profil de caractéristiques, c'est le consommateur qui lui donnera sa qualité.

La perception qui est faite par le consommateur sur la qualité d'un produit déterminé n'est pas forcément en adéquation avec celle qui est faite par le producteur. Dans ce contexte, on comprend toute l'importance des études réalisées pour analyser l'image de la viande bovine pour le consommateur.

3.1.1) L'image « goûteuse »

Avant tout, la viande de bœuf est, pour le consommateur, le produit symbole par excellence de toute l'alimentation carnée.

Pour le consommateur, les qualités de la viande bovine s'articulent autour de cinq points : c'est un aliment nourrissant, qui est plaisant à manger, qui a du goût, qui est facile à préparer et qui permet la réalisation de recettes originales.

Dans l'esprit du consommateur, l'image favorable de la viande bovine reprend alors les termes « nature verte, abondante, sauvage... ». Cette image apparaît souvent à ses yeux comme une garantie de viande saine, véritable, traditionnelle et goûteuse. Ainsi donc, un animal élevé dans des conditions naturelles et dans le bien être sera nécessairement meilleur dans l'assiette.

De plus, la viande de bœuf dispose de nombreux atouts : sur le plan nutritionnel, sur le plan culinaire par la diversité des recettes et des modes de cuisson, du plus pratique au plus gastronomique. Par contre la viande ne doit pas décevoir, notamment par un excès de gras.

3.1.2) L'importance du bien être animal

De plus en plus, le consommateur sensible à la qualité de la viande bovine est particulièrement soucieux de connaître les conditions d'élevage, le mode d'élevage, la race et la nourriture de l'animal.

Certains producteurs, notamment par l'intermédiaire des labels, répondent aux attentes des consommateurs en développant des filières de marques de qualité orientées dans ce sens. Celles-ci assurent que la viande provient d'animaux ayant vécu au « grand air » suivant un mode d'élevage extensif. Cette démarche n'est pas sans intérêt puisque les personnes qui prétendent consommer des produits labellisés pensent que les pratiques d'élevage influencent la qualité de façon déterminante.

En d'autres termes, la qualité de la viande se mesure avant tout par la satisfaction qu'elle procure aux consommateurs, tant gustative qu'imaginaire.

En effet, c'est en grande partie l'imaginaire du mangeur qui gouverne son comportement alimentaire et cet imaginaire correspond à des lois qui sont en grande partie universelles. Les qualités « symboliques » des aliments relèvent de l'imaginaire, mais elles débouchent sur des comportements bien réels, comme par exemple l'acte d'achat.

En revanche cette notion de qualité qui, de prime abord, peut nous paraître solide et incontournable, extrêmement matérielle, est en fait marquée par l'arbitraire, de subjectivité, de relativité, en tout cas difficile à saisir.

L'image véhiculée est étudiée pour assouvir les désirs des consommateurs, ainsi les qualités organoleptiques de la viande reflèteront en grande partie les qualités de présentation et d'information mises en œuvre, en particulier concernant le bien être animal.

3.2) Evaluation de la qualité organoleptique par le consommateur [1,13,33,53]

3.2.1) La délicate évaluation de la qualité organoleptique

C'est la qualité organoleptique qui pose des problèmes d'évaluation lorsque l'on aborde la viande bovine, bien qu'elle soit en même temps essentielle pour le consommateur.

La qualité organoleptique se réfère aux sensations qu'éprouve l'utilisateur au moment du contact avec l'aliment. Elle est caractérisée notamment par la couleur, la texture et la flaveur.

La couleur est la seule qualité que le consommateur perçoit avant l'achat. Elle se mesure techniquement à l'aide d'un réflectomètre mais le consommateur ne possède évidemment pas cet appareil et ne peut donc juger la couleur que d'une façon subjective.

La texture est également difficilement mesurable. La méthode pratiquée pour l'évaluer est l'écrasement ou cisaillement de la viande mais elle ne peut se substituer complètement à l'appréciation humaine.

La flaveur est le goût et l'arôme de l'aliment. La seule technique d'évaluation de cette qualité est l'analyse sensorielle par des jurys dégustateurs, comme nous l'avons évoqué auparavant.

La texture et la flaveur permettent également de dégager la tendreté de la viande. On sait que plusieurs facteurs interviennent à ce niveau : le temps de maturation et de ressuyage de la carcasse, le mode d'alimentation et d'élevage de l'animal, sa race, son âge à l'abattage...

Tous ces éléments sont en interaction pour la fourniture d'une viande de qualité et il est impossible de s'assurer de la tendreté d'un morceau de viande si l'on optimise un seul de ces critères. Néanmoins, une action sur tous ces critères réunis permet d'obtenir une viande tendre. Les recommandations ou obligations officielles s'appuient donc sur l'ensemble de ces éléments pour permettre la production d'une viande de qualité.

La présentation des différents éléments de la qualité organoleptique montre toute la difficulté d'en faire une évaluation rigoureuse, objective et reconnue.

Difficulté d'autant plus marquée pour le consommateur qui lui, n'est pas nécessairement un professionnel dans le domaine.

3.2.2) Prise de conscience de la qualité par le consommateur

Rappelons que la viande est un produit différencié. Le consommateur dispose d'une offre diversifiée de produits issus de la viande bovine. Chacun de ces produits correspond à un type de demande précis et distinct.

On peut distinguer le produit pratique (le steak haché), festif (le filet), convivial (le rôti ou le bourguignon), diététique (la tranche de rumsteck), « image » (la côte de bœuf). Cette offre

pléthorique est un atout pour le consommateur, mais l'application de démarches de qualité est du même coup rendu difficile.

En effet, le consommateur n'achète que des pièces de viande, et non pas des animaux entiers. En réalité, seules les pièces à griller peuvent valoriser un effort de différenciation par la tendreté, la qualité gustative,...

Le coût de la démarche appliqué à l'ensemble de l'animal ne peut être répercuté que sur 40% au mieux, de son poids.

De plus, il faut rappeler qu'aux yeux du consommateur, une viande de qualité est une viande définie contrôlée et présente continuellement dans tous les points de vente, par conséquent un produit toujours homogène.

La standardisation est bien une difficulté majeure pour la viande bovine, caractérisée plutôt par une grande hétérogénéité. On sait que de l'avant d'une carcasse de bovin, on obtient des muscles essentiellement destinés à être braisés, bouillis ou hachés, alors que de l'arrière, on retirera des morceaux à utilisation plus noble, à griller ou à rôtir. A chacune de ces parties correspond des qualités organoleptiques différentes.

La prise de conscience des véritables qualités organoleptiques de la viande n'est réalisable que dans un domaine étroit. Pour inciter le consommateur à acheter un produit, il va donc falloir utiliser d'autres atouts.

3.3) Connaissance et sensibilité du consommateur aux démarches qualité [1,13,33,53]

La qualité des produits agroalimentaire recouvre un champ d'application assez vaste. Le consommateur a une connaissance partielle et approximative des démarches qualité en viande bovine. En effet, les consommateurs sont de plus en plus urbains et connaissent de moins en moins les conditions d'élevage et de transformation des productions animales.

Le consommateur a une vision très personnelle du produit. Comme le montrent de nombreuses études, cette perception est parfois déphasée avec la réalité car elle repose souvent sur des critères qui sont plus affectifs qu'objectifs. Il n'est donc pas étonnant qu'il réagisse en fonction de la perception qu'il a des conditions d'élevage, de transport et d'abattage et qui lui est donnée par les médias, eux-mêmes très extérieurs aux filières de production animale.

Une étude menée par l'Institut National de la Consommation montrait, par exemple, que seulement 10% des personnes interrogées répondaient spontanément à la question « Connaissez vous des races spécialisées de viande de bœuf ? ». Parmi les réponses, on notait que les races citées étaient, par ordre décroissant d'importance, les races charolaise, limousine, normande, maine-anjou et aubrac.

Cette même enquête a mis en évidence le fait que 29% des consommateurs affirmaient connaître les labels et que seulement 10% d'entre eux étaient capables de les citer. A la question, « Pour vous, qu'est ce qu'un label ? », les réponses étaient assez confuses puisque 38% d'entre eux présentaient le label comme une garantie de qualité, 14,5% comme un contrôle du produit du producteur au consommateur, 5,5% comme une étiquette pour vendre plus cher et 40,5% ne savaient pas. Cette méconnaissance des démarches de qualité en viande bovine se confirme par des travaux de l'Institut National de Recherche Agronomique (INRA), en 1993, qui montraient que 13% des consommateurs prétendaient acheter de la viande labellisée ou certifiée alors que ce type de viande concerne seulement 0,5% du marché.

Alors que les efforts réalisés par les opérateurs pour améliorer les conditions du bien être animal n'ont jamais été aussi importants, les campagnes médiatiques dénonçant les pratiques cruelles sont monnaie courante. A cela s'ajoute la méconnaissance quasi totale des consommateurs au sujet des démarches qualités des viandes bovines.

Il convient donc aujourd'hui plus encore de communiquer sur tous ces thèmes, car le développement du marché des viandes impose qu'une image positive soit directement associée au produit.

Ajouté à cela que le consommateur est aussi de plus en plus soucieux et donc de plus en plus sensible au service qui est joint au produit, de sa diversité et de sa qualité.

La qualité repose à ses yeux sur des critères organoleptiques (tendreté, saveur, etc...) mais également sur le prix, la praticité, la commodité et la régularité dans l'approvisionnement.

Ainsi, la fidélité du client pour tel ou tel produit est influencée par des aspects objectifs (la qualité intrinsèque du produit) et subjectifs (les habitudes, la confiance dans le détaillant,...). C'est pourquoi, les consommateurs sont sensibles aux démarcations telles que les marques commerciales. Celles-ci n'apportent certes pas de garanties spécifiques et reconnues de qualité (comme par exemple les labels et les certifications), mais elles sont facilement identifiables par le consommateur et bénéficient d'un support marketing plus dynamique et plus structuré.

Finalement, la proportion de consommateurs informés des démarches qualités et conscients de leurs conséquences réelles sur la valeur de la viande, notamment ses qualités organoleptiques, reste faible. La majorité des consommateurs en effet demeure bien plus sensible aux stratégies marketing employées par les marques qu'ils qualifient « de référence ».

3.4) Conséquences pour les producteurs de viande de qualité

Une bonne politique marketing est un atout majeur quel que soit le produit à valoriser. Le marketing permet de débanaliser la viande bovine. Par cette technique, on tente d'influencer le consommateur sur l'idée selon laquelle un produit connu est un produit de meilleure qualité. La perception « image » du produit par le consommateur est une donnée importante, qui influence aussi le processus d'achat.

Ainsi, l'un des enjeux pour les produits issus d'élevages extensifs, et plus généralement labellisés, consiste à prendre en compte cette dimension du comportement de l'acheteur. Les acteurs économiques de la filière, soucieux de valoriser ce type de produit, continuent à concentrer leurs efforts sur une recherche marketing appropriée. C'est-à-dire à sous traiter la justification scientifique et formelle visant à prouver l'effet positif joué par le mode d'élevage extensif sur les qualités du produit et à mettre en valeur les images de rêve, de campagne et de bien être que peut évoquer le produit.

Les stratégies de marketing sont complexes et leurs mises en application le sont tout autant, nous rappellerons seulement ici l'importance du marketing-mix.

Pour être efficace, les démarches qualité doivent intégrer trois types d'éléments qui se combinent pour construire la qualité et qui guident le consommateur dans ses choix :

- les caractéristiques visibles du produit à l'achat (emballage, étiquette,...)
- les facteurs techniques de qualité (la perception du mode de production)
- les médiateurs par laquelle elle s'exprime (label, AOC, marques,...)

En conclusion, la mise en place d'une politique qualité peut apparaître comme une solution à certains problèmes rencontrés dans une filière. Cependant, il ne faut pas oublier que la qualité s'acquiert souvent suivant un long processus d'accumulation de savoir faire. Les démarches qualités exposées précédemment correspondent donc à une minorité d'agriculteurs organisés.

La valorisation et la garantie d'une qualité ou d'une spécificité relèvent d'une démarche volontaire pour les producteurs dans un premier temps, puis pour les distributeurs. Les initiateurs des démarches de qualité doivent alors savoir gérer simultanément des aspects aussi diversifiés que les attentes des consommateurs, les applications techniques, les contraintes juridiques et le savoir faire commercial.

Aussi, une fois conscient de la perception réelle de la valeur des produits carnés par le consommateur, plus sensible à l'image qu'à la réalité, on peut se demander si l'efficacité économique des marques institutionnelles de qualité reste valable face à celle des marques commerciales ou des concepts de filière.

Attention cependant à ne pas résumer le travail des producteurs uniquement à un aspect financier en oubliant que nombreux sont ceux fiers de leur maîtrise de l'élevage.

Conclusion

Evaluer les qualités organoleptiques d'un aliment a toujours constitué une épreuve complexe car nécessitant de s'affranchir au maximum de jugements subjectifs. La dégustation d'une viande bovine en est une parfaite illustration.

En effet, non seulement la viande est issue de l'évolution complexe physico-chimique d'un muscle mais en plus la consommation de ce met est variable suivant les modes de préparation et les habitudes alimentaires.

De plus, les qualités organoleptiques des viandes bovines dépendent de l'abondance au sein d'un muscle des différents types de fibres et d'adipocytes intramusculaires et de l'orientation de leurs activités métaboliques. Les proportions de ces divers composants sont modifiées par de nombreux facteurs, liés à l'animal (génotype, âge, sexe) et à son alimentation (niveau alimentaire et composition de la ration). De plus, ces facteurs interagissent fortement entre eux.

La conduite des animaux doit être, en conséquence, adaptée à leur race pour élaborer des muscles aux caractéristiques favorables à l'obtention d'une viande de bonne qualité sensorielle sans en altérer les qualités nutritionnelles.

Cependant, il ne faut pas oublier la dernière étape fondamentale à la conservation de ces qualités et sous la responsabilité du consommateur : la cuisson de la viande.

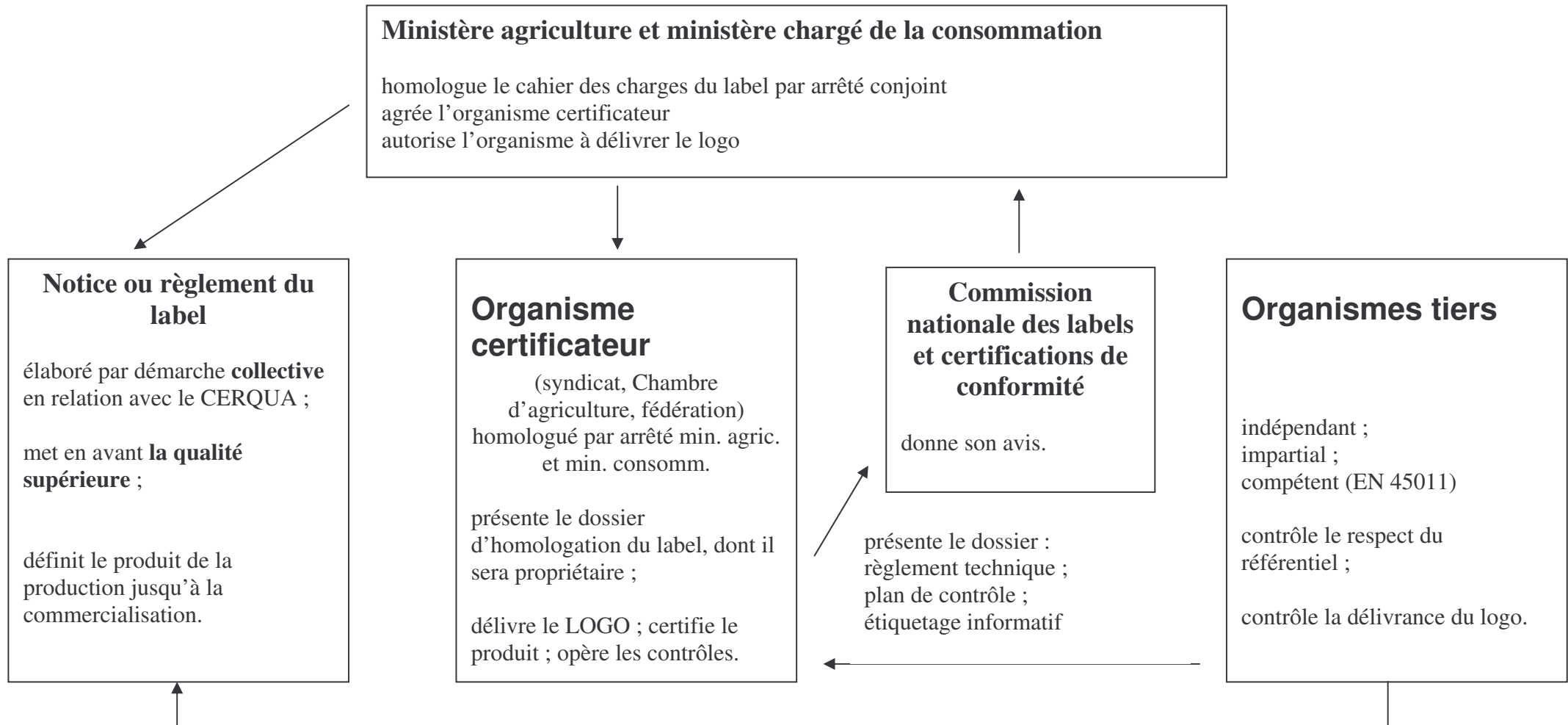
Les techniques actuelles de notation de ces qualités sont de plus en plus utilisées pour évaluer l'impact de ces modalités zootechniques, notamment l'influence de la génétique, de l'alimentation et du mode d'élevage. Cependant, ces techniques, de plus en plus pointues, méritent encore d'être développées car de nombreuses disparités existent entre les différentes études. Il est nécessaire de préciser que le point majeur de ces disparités consiste en la très grande variabilité des conditions d'expérimentation et des références sensorielles pour le jugement des ces qualités. En effet, les modes de consommation de la viande bovine demeurent très influencés culturellement.

Enfin, l'augmentation croissante des appellations et labels de qualités confirme la nécessité d'établir des références permettant de consolider les parts de marché attribuées à la viande bovine. Cependant, ces références méritent d'être clarifiées, tant sur le plan de leur obtention que de leur définition, non seulement pour le consommateur mais aussi pour les producteurs attachés à leur zone d'élevage.

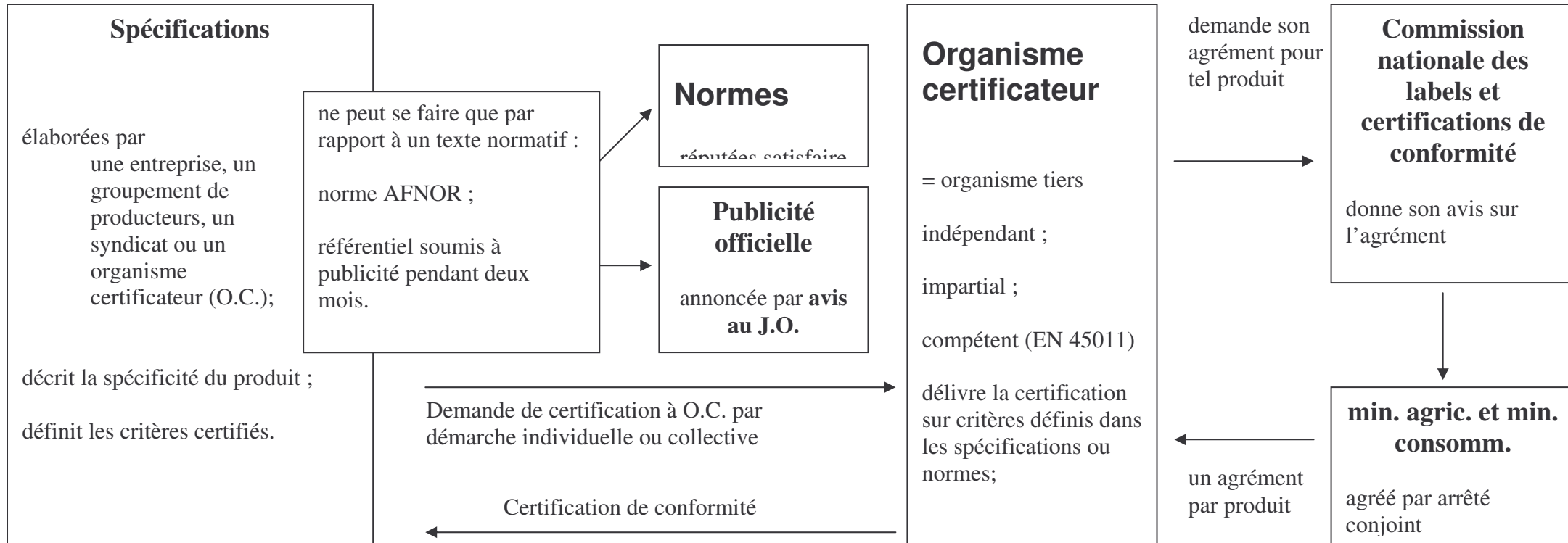
PRINCIPALES ETAPES	OPERATIONS OBLIGATOIRES	OPTIONS
Amenée des animaux	Transport Stabulation avant abattage Inspection sanitaire	
Abattage	Anesthésie Saignée Dépouille Eviscération Fente Inspection de salubrité Pesée Marquage	Parage des graisses (Emoussage) Excitation électrique Désossage précoce (Désossage à chaud)
Refroidissement	Refroidissement	Conditionnement
Stockage avant l'utilisation des carcasses		Transport : coupe en quartiers
Traitement de la carcasse	Découpe en morceau Désossage Séparation des morceaux Dégraissage Ablation de l'aponévrose	Conditionnement sous vide
Préparation pour la vente au détail	Coupe d'unités de vente (de la pièce individuelle au morceau collectif de poids variable)	Bardage Ficelage Stockage en morceaux préparés

ANNEXE 1 : les différentes étapes de la filière viande

LABEL NATIONAL



CERTIFICATION DE CONFORMITE



ANNEXE 3

BIBLIOGRAPHIE

1. AIGNEL.D,
L'industrie de la viande bovine face aux exigences qualitatives du consommateur.
Renc. Rech. Ruminants, 1997, 155-166.
2. BASTIEN.D, BROUARD-JABET.S,
Comment raisonner les limites d'âge dans les cahiers des charges : premières références sur l'effet de l'âge à l'abattage des vaches sur la qualité des carcasses.
Renc. Rech. Ruminants, 2000, 7, 269.
3. BAUCHART.D, DURAND.D, MARTIN.J-F, JAILLER.R, PICARD.B, GEAY.Y,
Effet de l'âge et du type de production sur les lipides des muscles *longissimus thoracis*, *semitendinosus* et *triceps brachii* de bovins de race charolaise.
<http://www.inra.fr/productions-animales>
4. BAUCHART.D, DURAND.D, MARTIN.J-F, JAILLER.R, GEAY.Y, PICARD.B,
Effets de la race et de l'âge sur les lipides des muscles *longissimus thoracis*, *semitendinosus* et *triceps brachii* chez le taurillon.
Renc. Rech. Ruminants, 2002, 9, 268.
5. BOCCARD.R, VALIN.C,
Les viandes, Informations Techniques des Services Vétérinaires, 1984, 93-96.
6. BOCCARD.R, VALIN.C,
Les viandes, Informations Techniques des Services Vétérinaires, 1984, 107-115.
7. BRANDSETTER.A, PICARD.B, JAILLER.Rd, JAILLER. Rt, GEAY.Y,
Influence du niveau alimentaire et de la castration sur la croissance musculaire et les caractéristiques contractiles et métaboliques des fibres musculaires de jeunes bovins.
Renc. Rech. Ruminants, 1995, 2, 252.
8. BRENTERCH.Y, CAZEAU.O, CREC'HRIOU.R,
Rapport sur la tendreté de la viande, 1997.
http://membres.lycos.fr/cazeau/memviande_index.htm
9. BROUARD.S, RENAND.G, TURIN.F,
Relations entre caractéristiques musculaires et tendreté du muscle *Longissimus lumborum* de jeunes bovins de race rustiques.
Renc. Rech. Ruminants, 2001, 8, 49-52.
10. BULTOT.D, DUFRASNE.I, CLINQUART.A, HOCQUETTE.J.F, ISTASSA.L,
Performances zootechniques et qualité de la viande de taurillons Blanc Bleu Belge, Limousins et Aberdeen Angus engraisés avec deux types de rations.
Renc. Rech. Ruminants, 2002, 9, 271.

11. CABARAUX.J.F, HORNICK.J.L, DUFRASNE.I, CLINQUART.A, ISTASSE.L,
Engraissement de la femelle de réforme Blanc Bleu Belge cularde : performances zootechniques, caractéristiques de la carcasse et qualité de la viande.
Ann. Med. Vét., 2003, 147, 423-431.
12. CASSAR-MALEK.I, LISTRAT.A, PICARD.B,
Contrôle hormonal des caractéristiques des fibres musculaires après la naissance.
<http://www.inra.fr/productions-animales>
13. CAZAUBON.C,
Démarche qualité dans la filière viande bovine.
Thèse de doctorat vétérinaire, Toulouse, n°6608, 2003.
14. DAMERGI.C, GEAY.Y, PICARD.B, LEPETIT.J, JAILLER.Rd, JAILLER.Rt, CANISTRO.J,
Influence de la castration précoce et de la restriction alimentaire sur les caractéristiques du collagène intramusculaire et sur la texture de la viande de bovin mâle en croissance.
Renc. Rech. Ruminants, 1995, 2, 253.
15. DELAGNES,
La dégustation des aliments : bases physiologiques et méthodologiques de l'analyse personnelle.
Thèse de doctorat vétérinaire, Toulouse, n°6608, 1996.
16. DENOYELLE.C, BROUARD.S, LEGRAND.I, QUILICHINI.Y,
La mesure de la couleur de la viande et du tissu adipeux : application dans les filières bovine et ovine.
Renc. Rech. Ruminants, 2001, 8, 43-48.
17. DENOYELLE.C, CHATELIN.Y.M, BROUARD.S,
Aspects méthodologiques liés à la caractérisation des qualités organoleptiques des viandes bovines : la gestion des critères qualitatifs dans les cahiers des charges des démarches qualités.
Renc. Rech. Ruminants, 2000, 7, 240-254.
18. DURAND.D, GRUFFAT-MOUTY.D, HOCQUETTE.J.F, MICOL.D, DUBROEUCQ.H, JAILLER.R, JADHAO.S.B, SCISLOWSKI.V, BAUCHART.D,
Relations entre caractéristiques biochimiques et métaboliques des muscles et qualités organoleptiques et nutritionnelles de la viande chez le bouvillon recevant des rations supplémentées en huile de tournesol riche en AGPI n-6.
Renc. Rech. Ruminants, 2001, 8, 75-78.
19. FRENCIA.J.P, THOMAS.E, DUFOUR.E,
Mesure de la tendreté de la viande par spectroscopie de fluorescence frontale.
<http://www.office-elevage.fr>
20. FROUIN,
Les viandes, Informations Techniques des Services Vétérinaires, 1984, 31-58.

21. GANDEMER.G, GOUTEFONGEA.R,
Lipides et qualité des aliments d'origine animale.
<http://www.nantes.inra.fr>
22. GANDEMER.G,
Lipide du muscle et qualité de la viande. Phospholipides et flaveur.
La filière aujourd'hui demain, 1997, vol 4, numéro 1, 19-25.
23. GEAY.Y, BAUCHART.D, HOCQUETTE.J-F, CULIOLI.J,
Valeur diététique et qualités sensorielles des viandes des ruminants.
Incidence de l'alimentation des animaux
INRA Prod. Anim., 2002, 15, 37-52.
24. GEAY.Y, RENAND.G,
Importance de la variabilité génétique et du mode d'élevage des bovins sur les caractéristiques musculaires et les qualités organoleptiques de leurs viandes.
Renc. Rech. Ruminants, 1994, 1, 177-182.
25. GEAY.Y, PICARD.B, JAILLER.Rd, JAILLER.Rt, LISTRAT.A, JURIE.C, BAYLE.M.C,
TOURAILLE.C,
Effets de la nature de la ration sur les performances, les caractéristiques musculaires et la qualité de la viande de taurillons salers.
Renc. Rech. Ruminants, 4, 307-310.
26. HAUREZ.Ph, JOULIE.A,
Influence de la vitesse de croissance et de l'âge à l'abattage des jeunes bovins charolais sur la qualité de la viande.
Renc. Rech. Ruminants, 1994, 1, 201-204.
27. HOCH.T, PRADEL.Ph, BEGON.C, JURIE.C, PICARD.B, LISTRAT.A, CLUZEL.S,
AGABRIEL.J,
Influence de la croissance compensatrice sur la composition corporelle et les caractéristiques musculaires de génisses Salers.
Renc. Rech. Ruminants, 2002, 9, 259-262.
28. HOCH.T, PICARD.B, JURIE.C, AGABREIL.J,
Modélisation de l'évolution des caractéristiques des fibres musculaires des bovins.
<http://www.inra.fr/productions-animales>
29. JURIE.C, BAUCHART.D, CULIOLI.J, DRANSFIELD.E, JAILLER.R, LEPETIT.J,
LISTRAT.A, MARTIN.J-F, OUALI.A, GEAY.Y, PICARD.B,
Modification des caractéristiques du muscle *longissimus thoracis* chez les taurillons entre 15 et 24 mois d'âge.
Renc. Rech. Ruminants, 2002, 9, 265.
30. LAMELOISE.P, ROUSSEL-CIQUARD.N, ROSSET.R,
Evolution des qualités organoleptiques.
Les viandes, Informations Techniques des Services Vétérinaires, 1984.

31. LEMAIRE.J.R,
Les viandes, Informations Techniques des Services Vétérinaires, 1984, 29-30.
32. MOËVI.I,
Le point sur la couleur de la viande bovine.
Institut de l'élevage, 2006.
<http://www.inst-elevage.asso.fr>
33. ORENGA.I,
Evolution du marché de la viande face à la demande.
Renc. Rech. Ruminants, 1997, 1-9.
34. OURY.M.P, AGABRIEL.J, BLANQUET.J, LABOURE.H, MICOL.D, PICARD.B, ROUX.M,
DUMONT.R,
Typologie des viandes selon la qualité sensorielle chez la génisse charolaise : relations avec les performances à l'abattage des animaux.
Journées Science du Muscle et Technologie de la Viande, 2006, 228.
<http://www.jsmtv.org>
35. PICARD.B,
De nouveaux indicateurs de la tendreté de la viande. 2007
<http://www.inra.fr/productions-animales>
36. PICARD.B, BAUCHARD.D, CULIOLI.J, DRANSFIELD.E, JAILLER.R, JURIE.C,
LEPETIT.J, LISTRAT.A, OUALIA, RUDEL.S, GEAY.Y,
Caractéristiques des muscles de taurillons et de vaches de réforme de quatre races bovines du Massif Central.
<http://www.inra.fr/productions-animales>
37. PICARD.B, JURIE.C, CASSAR-MALEK.I, HOCQUETTE.J-F,
Typologie et ontogénèse des fibres musculaires chez les bovins.
INRA Prod. Anim., 2003, 16, 125-131.
38. PIERRET.P, BREUVART.A, EISENZAEMMER.C,
Variabilité des poids et des conformations de carcasses de femelles bovines charolaises d'un groupement de producteurs de Bourgogne.
Renc. Rech. Ruminants, 2002, 9, 272.
39. PRIOLO.A, MICOL.D, AGABRIEL.J,
Effets d'une alimentation à base d'herbe sur la couleur et la flaveur des viandes bovines.
Renc. Rech. Ruminants, 2000, 7, 267.
40. RENAND.G, TOURAILLE.C, GEAY.Y, BERGE.P, LEPETIT.J, PICARD.B,
Variabilité des qualités organoleptiques de la viande bovine en relation avec les caractéristiques musculaires.
Renc. Rech. Ruminants, 1997, 4, 311-314.

41. RENAND.G, LARZUL.C, LE BIHAN-DUVAL.E, LE ROY.P,
L'amélioration génétique de la qualité de la viande dans différentes espèces : situation actuelle et perspectives à court et moyen terme.
INRA Prod. Anim., 2003, 16, 159-173.
42. RENERRE.M,
La mesure de la couleur de la viande.
Journées Science du Muscle et Technologie de la Viande, 2006, 257.
<http://www.jsmtv.org>
43. RENERRE.R,
La couleur, facteur de qualité. Mesure de la couleur de la viande.
Renc. Rech. Ruminants, 1997, 89-102.
44. ROCHE.B, DEDIEU.B, INGRAND.S,
Comparative analysis of Label Rouge specifications for beef meat.
Renc. Rech. Ruminants, 2000, 7, 259-262.
45. ROSSET.R, ROUSSEL.N, CIQUARD,
Composition chimique du muscle
Les viandes, Informations Techniques des Services Vétérinaires, 1984, 97-102.
46. SHACKELFORD.S.D, KOOHMARAIE.M, MILLER.M.F., CROUSE.J.D., REAGAN.J.O.
An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of the longissimus muscle of angus by hereford versus Brahman crossbred heifers.
J. Anim. Sci., 1991, 69, 171-177.
47. SHACKELFORD.S.D, KOOHMARAIE.M, CUNDIFF.L.V, GREGORY.K.E, ROHRER.G.A,
SAVELL.J.W,
Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine postrigor calpastatin activity, intramuscular fat content, warner bratzler shear force, retail product yield, and growth rate.
J. Anim. Sci., 1994, 72, 857-863.
48. TOURAILLE.C,
Incidence des caractéristiques musculaires sur les qualités organoleptiques des viandes.
Renc. Rech. Ruminants, 1994,1, 169-176.
49. VALLARET.A, MAIGRE.C, MALAFOSSE.V,
Livestock farmers and beef quality schemes : a study of three cases.
Renc. Rech. Ruminants, 2000, 7, 263-266.
50. VOTE.D.J, BELK.K.E, TATUM.J.D, SCANGA.J.A, SMITH.G.C,
Online prediction of beef tenderness using a computer vision system equipped with BeefCam module.
J. Anim.Sci., 2003, 81, 457-465.
51. WHIPPLE.G, KOOHMARAIE.M, DIKEMAN.M.E, CROUSE.J.D,
Predicting beef-longissimus tenderness from various biochemical and histological muscle traits.
J. Anim. Sci., 1990, 68, 4193-4199.

52. WOLTER.R,
Qualité des viandes alimentation animale.
Renc. Rech. Ruminants, 1997, 11-53.
53. Laboratoire d'études et de recherches économiques.
Les démarches de qualité dans la filière viande bovine, 1993
65 pages.
54. <http://www.chups.jussieu.fr/polys/histo>
Page consultée en avril 2007.

TOULOUSE : 2008

NOM : COIBION

PRENOM : LUDOVIC

TITRE : ACQUISITION DES QUALITES ORGANOLEPTIQUES DE LA VIANDE BOVINE:
ADAPTATION A LA DEMANDE DU CONSOMMATEUR

RESUME : La qualité d'une viande peut se définir suivant quatre qualités organoleptiques majeures : la couleur, la jutosité, la flaveur et la tendreté. La connaissance actuelle de la transformation du muscle en viande permet aujourd'hui d'évaluer ces critères de qualité par des méthodes instrumentales mais aussi et surtout sensorielles. Chacune de ces qualités peut être modifiée, améliorée ou détériorée depuis la naissance de l'animal jusqu'à sa mort, que ce soit par la génétique, l'alimentation, la zootechnie, la technique d'abattage ou au final la cuisson du produit. Cependant ces différents paramètres interagissent entre eux et complexifient encore les relations étroites existant entre ces quatre qualités organoleptiques prédominantes.

A terme, les techniques d'obtention des viandes conduisent à des appellations de qualité où signification réelle et image ne sont pas toujours évidentes à identifier.

MOTS-CLES : muscle, viande, qualités organoleptiques, couleur, jutosité, flaveur, tendreté, bovins

TITLE: ORGANOLEPTIQUES QUALITIES ACQUISITION OF THE CATTLE MEAT:
CONSUMER REQUEST ADAPTATION

ABSTRACT: The meat quality can be defined according to four major organoleptic qualities: colour, juiciness, flavour and tenderness. The actual knowledge of transformation muscle to meat currently allows to evaluate these quality criteria by instrumental methods but also and above all by sensory methods. Each of these qualities can be modified, improved or deteriorated from the animal birth till its death, by the way of genetics, nutrition, zootechnics, and slaughtering methods or finally by the product cooking. However these parameters interact and make more complex the existing close relations between these four predominating organoleptic qualities.

The techniques of getting of meats drive to quality appellations where real signification and picture are not always obvious to identify.

KEY WORDS: muscle, meat, organoleptic quality, colour, juiciness, flavour, tenderness, cattle