

Inra Productions Animales

Institut National
de la Recherche Agronomique

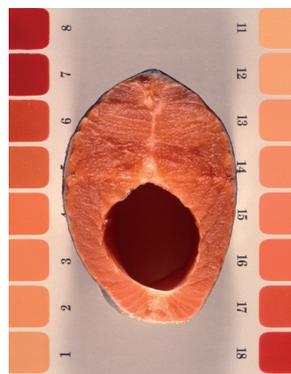
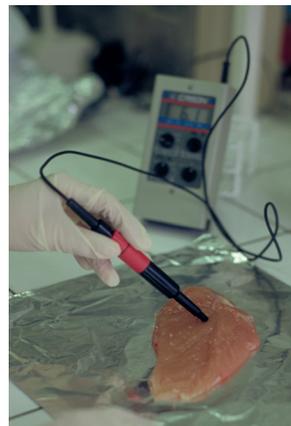
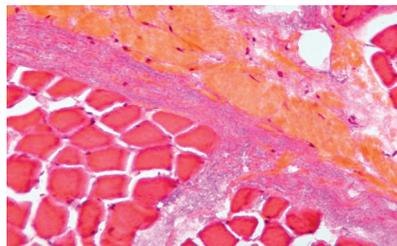
Numéro spécial

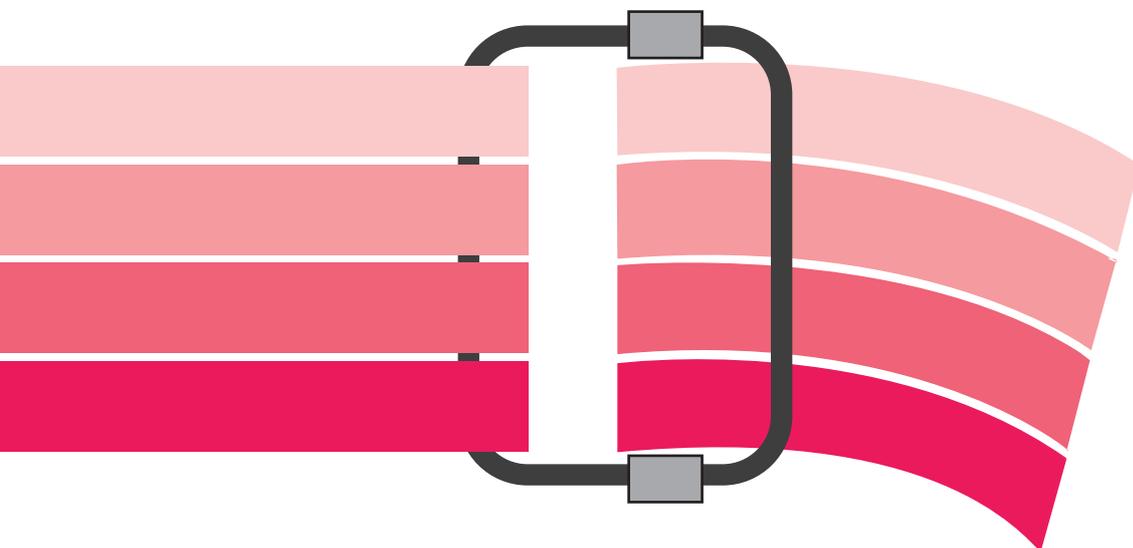
Le muscle et la viande

2015

Volume 28

Numéro 2





Inra Productions Animales

Revue éditée par l'INRA
5 numéros par an

<http://www.inra.fr/productions-animales>

Directeur scientifique

Rédacteur en chef :

René Baumont
INRA
Unité Mixte de Recherches sur les Herbivores
63122 Saint-Genès-Champanelle
e-mail : rene.baumont@clermont.inra.fr

Secrétariat d'Édition

Administration du site web :

Pascale Béraud
INRA
Unité Mixte de Recherches sur les Herbivores
63122 Saint-Genès-Champanelle
e-mail : Productions.Animales@clermont.inra.fr

Comité de rédaction :

Elisabeth Baéza, Nathalie Bareille, Isabelle Bouvarel, Jacques Cabaret, Vincent Chatellier, Luc Delaby, Anne Farruggia, Laurence Fortun-Lamothe, Bénédicte Leuret, Philippe Lecomte, Sophie Lemosquet, Joëlle Léonil, Danielle Monniaux, Marie-Odile Nozières, Brigitte Picard, Edwige Quillet, Gilles Renand, Daniel Sauviant, Etienne Zundel.

Directeur de la publication :

Hervé Guyomard
N° ISSN 2273-774X
Copyright © 2015
Reproduction même partielle interdite
sans l'autorisation des auteurs et de l'INRA

Maquette :

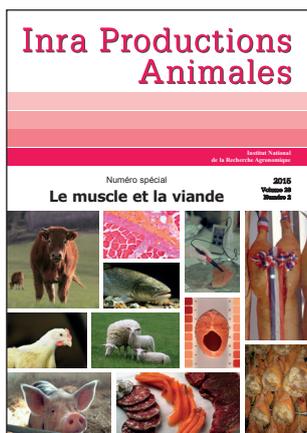
Danièle Caste, Jean-François Caste
Jean-Marc Perez

Composition, photogravure, impression :

G. N. Impressions
1925 route de Navidals - 31340 Villematier
Tél. : 06 30 31 64 32 - Fax : 05 62 79 52 49

Abonnements

Editions Quae – c/o INRA
RD 10, 78026 Versailles cedex, France
Tél. : +33 1 30 83 34 06
Fax : +33 1 30 83 34 49
Site Web : www.quae.com
Tarif 2015 : (1 an / 5 numéros) : 85 Euros
Le numéro : 20 Euros (2013 à 2015)
10 Euros (années antérieures)
Réduction étudiant : 40%



Numéro spécial Le muscle et la viande

Coordonnatrices :
B. PICARD, B. LEBRET

SOMMAIRE

2015 / Volume 28 / Numéro 2

Avant-propos.	<i>F. MÉDALE</i>	91
Les principales composantes de la qualité des carcasses et des viandes dans les différentes espèces animales.	<i>B. LEBRET, B. PICARD</i>	93
La viande bovine : les principales qualités recherchées.	<i>D. GRUFFAT, B. PICARD, D. BAUCHART, D. MICOL</i>	99
La viande et la carcasse des agneaux : les principales qualités recherchées.	<i>S. PRACHE, D. BAUCHART</i>	105
La viande et les produits du porc : comment satisfaire des attentes qualitatives variées ?	<i>B. LEBRET, J. FAURE</i>	111
La viande de volaille : des attentes pour la qualité qui se diversifient et des défauts spécifiques à corriger.	<i>C. BERRI</i>	115
Quelles exigences de qualités pour les poissons d'élevage et issus de la pêche ?	<i>F. LEFÈVRE, J. BUGEON</i>	119
Comment la structure et la composition du muscle déterminent la qualité des viandes ou chairs.	<i>A. LISTRAT et al</i>	125
Comprendre le développement des muscles et des tissus adipeux : un préalable pour maîtriser les qualités des carcasses et des produits des animaux d'élevage.	<i>M. BONNET et al</i>	137

Qualités des viandes : influences des caractéristiques des animaux et de leurs conditions d'élevage.	<i>B. LEBRET et al</i>	151
Stress en élevage et à l'abattage : impacts sur les qualités des viandes.	<i>E.M.C. TERLOUW et al</i>	169
Des marqueurs génomiques au service de la qualité de la viande.	<i>B. PICARD et al</i>	183
Utilisation de la spectroscopie dans le proche infrarouge et de la spectroscopie de fluorescence pour estimer la qualité et la traçabilité de la viande.	<i>D. ANDUEZA et al</i>	197
Nouvelles de la recherche : Les Journées des Sciences du Muscle et Technologies des Viandes (JSMTV) : un événement scientifique et technique au service des filières « viande ».	<i>J.-F. HOCQUETTE</i>	209
Vient de paraître.		213

Numéro spécial

Le muscle et la viande

Avant-propos

La consommation de viandes, produits carnés et poissons est à la fois chargée de symbolique, sujet d'inquiétudes et de critiques et source de plaisir. Outre la valeur symbolique de certains produits animaux pour des raisons religieuses, la consommation de viande est un marqueur de niveau social puisque sa croissance suit l'augmentation du pouvoir d'achat dans tous les pays en développement. Dans les pays occidentaux, où la consommation des viandes, poissons et produits carnés tend à s'éroder, la notion de qualité s'est complexifiée. A l'exigence incontournable de qualité sanitaire et aux attentes en termes de qualités technologiques, nutritionnelles et gustatives s'ajoutent désormais des considérations d'ordre éthique et environnemental. En parallèle, le marché a considérablement évolué en termes de produits pour s'adapter aux modes de vie et de consommation. Il existe maintenant une immense variété de produits frais ou transformés à base de viande et de poissons, avec des caractéristiques différentes en termes de présentation, de valeur nutritionnelle et de goût qui permettent une offre très diversifiée susceptible de satisfaire tous les palais, même les plus délicats.

Pour satisfaire à la fois producteurs, transformateurs, consommateurs et citoyens, les conditions de production doivent donc tout à la fois garantir des produits sains, de haute qualité nutritionnelle et gustative, adaptés à la transformation, minimiser la variabilité des caractéristiques, assurer des revenus aux différents acteurs de la chaîne de production, transformation et commercialisation, respecter le bien-être des animaux, et préserver l'environnement.

Les articles de ce numéro spécial sont le fruit du travail d'un réseau de scientifiques du département Physiologie animale et systèmes d'élevage (PHASE) de l'INRA qui se sont alliés à quelques collaborateurs pour produire un bilan des connaissances issues des toutes dernières recherches sur le muscle et les viandes incluant le poisson. Au cours des dernières années, les recherches dans ce domaine ont visé trois grands objectifs :

- Mieux comprendre les conséquences des conditions d'élevage sur les critères de qualité des produits issus des différentes espèces animales ;
- Identifier les mécanismes déterminant les composantes de la qualité ;
- Mettre au point des méthodes de prédiction de la qualité.

Le premier article expose les différentes dimensions de la qualité des viandes issues des différentes espèces animales : caractéristiques des carcasses qui déterminent le prix à payer au producteur, structure et composition biochimique de la chair, qui lui donnent sa valeur nutritionnelle, ses qualités sensorielles (couleur, tendreté, jutosité et flaveur) et ses qualités technologiques, c'est-à-dire son aptitude à la transformation. En effet, le porc est majoritairement commercialisé sous forme transformée (trois quarts de la carcasse) et de plus en plus de volailles et de poissons.

Une série de cinq articles courts situe ensuite la production et la consommation française de bovins, ovins, porcs, volailles et poissons dans le contexte européen et mondial, identifie les enjeux spécifiques à chaque espèce animale en lien avec les attentes des différents acteurs de la chaîne alimentaire et résume les questions de recherche qui en découlent.

Les six articles suivants, transversaux aux filières, ont pour objectif de faire le point sur les bases physiologiques de la qualité, sur l'influence des caractéristiques des animaux, des facteurs d'élevage et des conditions d'abattage sur la qualité des produits et enfin sur les perspectives offertes par de nouvelles techniques pour l'évaluation et la prédiction de la qualité.

Les résultats de recherche permettent d'établir de plus en plus précisément les relations entre les proportions des différents tissus constitutifs des muscles (fibres musculaires, tissu conjonctif et tissus adipeux), leurs caractéristiques de structure et de composition et les propriétés technologiques et sensorielles des viandes. Ainsi le

type de fibres musculaires, leur taille et leur nombre, la distribution du tissu conjonctif au sein du muscle, la teneur et la composition en lipides du tissu adipeux intramusculaire contribuent à déterminer l'aspect, la couleur, la tendreté, la jutosité et la flaveur des viandes. Les caractéristiques de ces différents compartiments de la chair peuvent être modulées par des facteurs liés à l'animal (type génétique, race, sexe, âge à l'abattage), à sa conduite d'élevage et ses conditions d'abattage. La nature de l'alimentation constitue le principal levier pour moduler la composition de la chair, alors que la qualité technologique résulte essentiellement du type génétique, des conditions d'abattage des animaux et de transformation des viandes.

Les demandes des consommateurs et plus largement des citoyens envers les produits alimentaires évoluent et concernent aussi la préservation des ressources et la réduction des intrants au niveau des élevages, le respect de l'environnement et du bien-être animal, l'origine des produits et l'authenticité des pratiques de production, etc. La prise en compte de ces dimensions par les acteurs des filières est notamment réalisée dans le cadre de démarches collectives ou privées pour des filières de production sous signes officiels de qualité. Le bien-être des animaux est ainsi pris en considération pour répondre à une demande croissante des consommateurs, mais aussi en raison de l'effet délétère du stress sur la qualité des produits. Des études récentes basées sur des approches comportementales, physiologiques et moléculaires démontrent que des stress même modérés lors de l'abattage sont responsables de 70% de la variabilité des composantes de la qualité des produits entre animaux. La réactivité au stress d'un animal dépend en grande partie de son patrimoine génétique et de ses expériences au cours de l'élevage. Les mécanismes biologiques impliqués dans les effets du stress sur la qualité de la chair sont différents selon les espèces.

Un des enjeux de l'industrie agro-alimentaire est de contrôler tout au long de la chaîne de production la qualité des produits. Pour y parvenir, le développement d'outils de mesures rapides, précis et non destructifs permettant une évaluation de chaque étape du process est nécessaire. Un état des avancées récentes est présenté en prenant comme exemples la spectroscopie dans le proche infrarouge et la spectroscopie de fluorescence qui comptent parmi les techniques les plus prometteuses. Un autre enjeu majeur est la capacité à prédire, au stade de l'abattage des animaux, voire pendant la phase d'élevage, la qualité ultérieure des viandes notamment ses dimensions sensorielles et technologiques. Suite au séquençage récent du génome des principales espèces productrices de viandes et chair de poisson, des marqueurs génomiques (ARN, protéines) dont l'abondance est associée à un critère de qualité ont été identifiés. Ils vont pouvoir servir de base au développement d'outils de prédiction de qualité des produits. Ils pourront aussi être utilisés, dans le futur, pour la sélection génomique appliquée à la qualité de la viande.

Ce numéro se termine par la rubrique "Nouvelles de la recherche", qui propose un bilan synthétique des dernières JSMTV (Journées des sciences du muscle et technologies de la viande). Ce rendez-vous des scientifiques et des professionnels permet à la fois de partager les grands enjeux autour de la production de viandes, poissons et produits carnés et de transmettre les résultats de la recherche favorisant leur traduction opérationnelle dans les élevages et l'industrie dans les meilleurs délais. L'édition 2014 des JSMTV, qui a connu un grand succès (plus de 240 participants dont près de 20% d'étrangers), a été organisée autour de six grandes thématiques d'actualité, après une conférence introductive sur « les filières viande face à leurs défis » : « Empreinte environnementale de la viande et des produits carnés », « Compétitivité économique des filières viandes », « La place de la viande dans la nutrition humaine », « Efficience et qualité de l'abattage, des découpes et des transformations », « Différenciation de l'offre par la qualité » et « Déterminants de la consommation de viande ».

Comprendre l'élaboration des différentes dimensions de la qualité des viandes et de la chair de poisson et les prédire reste un objectif mobilisant la recherche afin de répondre aux besoins des différentes filières de productions animales pour soutenir leur compétitivité par la différenciation des produits face à la concurrence internationale et pour améliorer l'image des produits et la confiance des consommateurs.

Bonne lecture et bon appétit !

Françoise Médale
Chef de département,
Inra, Phase

Les principales composantes de la qualité des carcasses et des viandes dans les différentes espèces animales

B. LEBRET^{1,2}, B. PICARD^{3,4}

¹ INRA, UMR1348 PEGASE, F-35590 Saint-Gilles, France

² Agrocampus Ouest, UMR1348 PEGASE, 65 rue de Saint-Brieuc, F-35000 Rennes, France

³ INRA, UMR1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle, France

⁴ Clermont Université, VetAgro Sup, UMR1213 Herbivores, BP 10448, F-63000 Clermont-Ferrand, France

Courriel : benedict.lebret@rennes.inra.fr

La qualité de la viande et de la chair de poisson comprend des dimensions multiples. Les attentes des acteurs des filières et des consommateurs sont convergentes, mais d'importance variable selon les productions et des questions de recherche spécifiques sont posées à chaque espèce.

Parmi les produits d'animaux terrestres, la viande représente la première source de protéines (67 vs 26% pour les produits laitiers et 7% pour les œufs). Elle est également source de plusieurs nutriments indispensables pour une alimentation équilibrée. Par ailleurs, l'élevage associé à la production de viande représente 40% de la valeur finale de la production agricole. A l'échelle planétaire, il fait vivre plus d'un milliard d'éleveurs (FAO 2006).

Au niveau mondial, la consommation de viande (toutes espèces confondues) a atteint 286 millions de tonnes en 2010. L'Asie consomme près de la moitié des volumes produits (46%), l'Europe constituant la deuxième zone de consommation (20% dont 15 pour l'Union européenne à 27) devant l'Amérique du Nord (15%) et l'Amérique du Sud (10%), l'Amérique Centrale, l'Afrique et l'Océanie comptant respectivement pour 4, 5 et 1% (France-AgriMer 2011). La consommation de viande est très différente selon les pays : les Etats-Unis sont les plus grands consommateurs avec en moyenne 118 kg/habitant/an en 2011 devant l'Argentine avec 102 kg, le niveau de consommation étant de 83 kg dans l'UE et de 89 kg en France, et seulement de 58 kg en Chine (FAOSTAT 2014). On relève également une grande diversité de consommation des différentes viandes selon les continents, avec une part importante des viandes de volaille et de bovin en Amérique du Nord et du Sud, des viandes de ruminants en Afrique, de porc en Asie et en Europe. Globalement, la consommation mondiale de viande continue de

progresser quoique moins rapidement depuis quelques années (+ 2% environ par an sur la dernière décennie contre 4% auparavant). Cette évolution résulte de l'augmentation de la consommation dans les pays en développement, pour atteindre un niveau moyen mondial de 31 kg/habitant/an en 2010 (FranceAgriMer 2011). Au contraire, dans les pays développés, la consommation, dont le niveau moyen est beaucoup plus élevé, s'est stabilisée voire tend à diminuer (81 kg en moyenne en 2010). Avec l'augmentation de la population mondiale, de son urbanisation et de la hausse globale des revenus, la demande globale en viande pourrait augmenter de 70 à 80% d'ici 2050 (Mottet 2014). Cette augmentation devrait concerner principalement les viandes de porc et de volaille, dont la consommation a aussi le plus progressé au cours des dernières décennies (FAO 2006).

A côté des viandes, les produits aquatiques contribuent de façon importante aux apports protéiques alimentaires. Leur production mondiale, estimée à 157 millions de tonnes en 2012 progresse régulièrement (FranceAgriMer 2013). L'accroissement de cette production est dorénavant imputable au développement important de l'aquaculture qui représentait 43% de la production (67 millions de tonnes) en 2012 (+ 5,8% sur 2011-2012) alors que la production mondiale de pêche recule (- 1,8% entre 2011 et 2012). La consommation humaine de produits aquatiques, source précieuse de protéines et d'éléments nutritifs pour les habitants de nombreux pays, s'est

très fortement accrue depuis les années 1950 pour passer de 7 kg à environ 19 kg/habitant/an en 2012 (FAO 2001, France-AgriMer 2013).

Après la mise à disposition en quantité suffisante de produits animaux et aquatiques pour la consommation humaine, question majeure en Europe au milieu du XX^{ème} siècle et qui reste encore cruciale dans certaines régions du monde, les attentes des consommateurs et citoyens des pays riches ont évolué pour concerner la qualité des produits alimentaires qui leurs sont proposés (Bonneau *et al* 1996). Selon la norme ISO 9000 (2005), la « qualité » correspond à l'« aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques à satisfaire des exigences ». Concernant la viande et les produits aquatiques, les différents acteurs des filières - producteurs, abatteurs, transformateurs, distributeurs, consommateurs - manifestent des exigences variées et spécifiques selon leur utilisation des produits. Toutefois, on décrit généralement la qualité d'un produit alimentaire par les « 4 S » : Sécurité (qualité hygiénique), Santé (qualité nutritionnelle), Satisfaction (qualité organoleptique), Service (qualité d'usage : facilité d'utilisation, aptitude à la transformation, prix), composantes auxquelles on a ajouté plus récemment les « 2R » : Régularité (faible variabilité au sein d'une catégorie de produit) et Rêve (image des produits, dimensions éthique, environnementale... des systèmes de production). Cette évolution a entraîné une complexification de la notion de qualité qui inclut désormais des composantes extrin-

sèques au produit « viande » (figure 1, Faure 2013). Nous présenterons brièvement dans cet article introductif ces différentes dimensions de la qualité des viandes. Les composantes de qualité spécifiques des principales espèces animales (bovin, ovin, porc, poulet, poisson) et les attentes des acteurs de ces filières en termes de qualité des produits seront ensuite développées dans une série d'articles complémentaires. Les viandes d'autres origines animales (lapin, chevreau, cervidés, gibier...) ne seront pas traitées dans cet article ni dans ce numéro spécial.

1 / Qualité des carcasses

La qualité des carcasses se détermine par leur proportion de viande maigre relativement aux tissus gras et osseux, et, par analogie, chez les poissons, par leur proportion de chair relativement à ces mêmes tissus. Dans toutes les espèces, les recherches conduites en matière de qualité depuis plusieurs décennies ont d'abord visé à augmenter la teneur en viande maigre des carcasses, en cher-

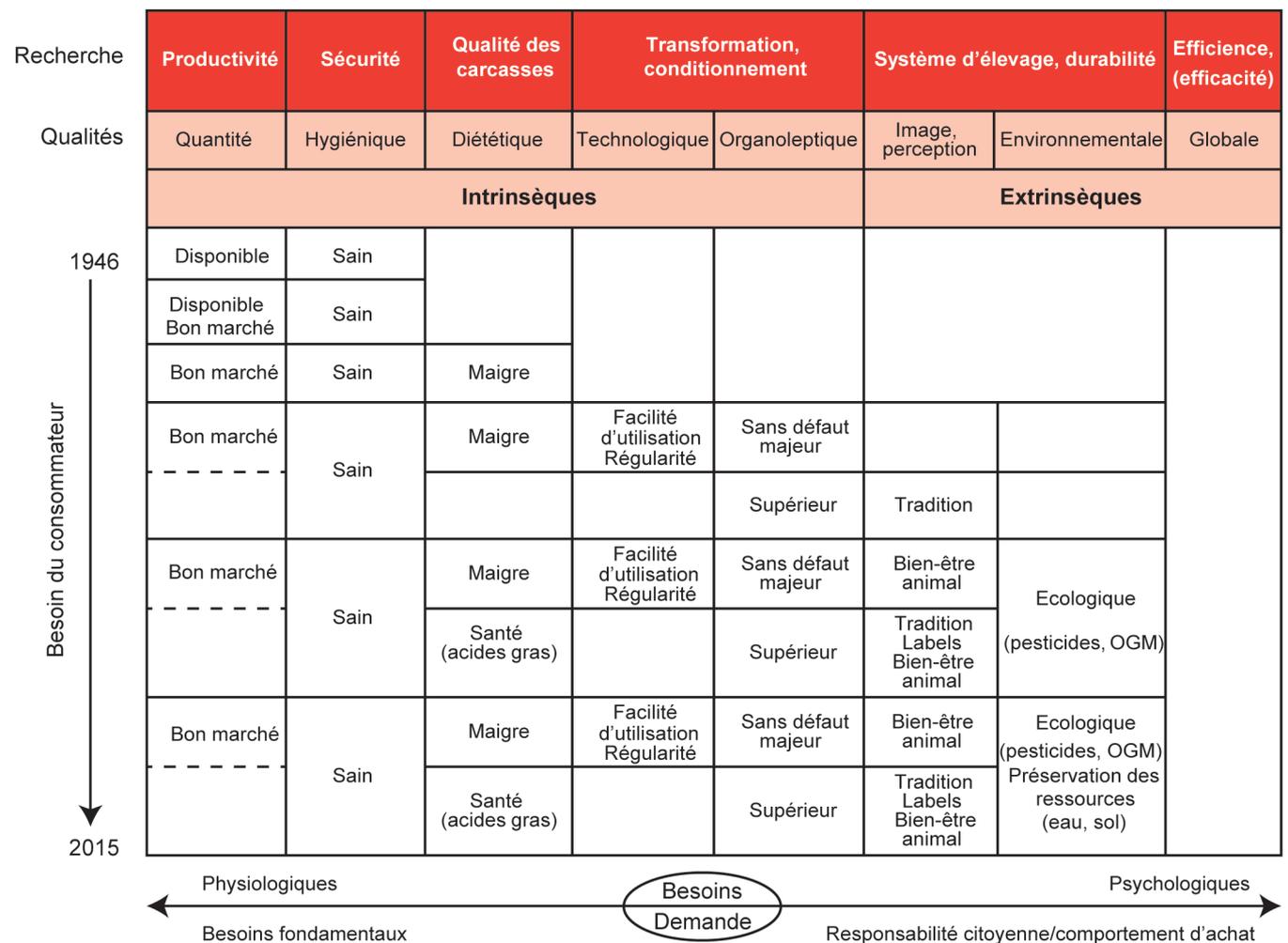
chant à accroître la masse musculaire et/ou la part des morceaux « nobles » et à réduire le développement des tissus adipeux (Bonneau *et al* 1996). Des méthodes d'estimation de la composition corporelle développées dans les différentes espèces ont permis d'évaluer les progrès réalisés et, pour certaines d'entre elles, de mettre en place des systèmes de classification commerciale des carcasses. Les efforts conjoints menés en matière d'amélioration génétique, de nutrition (évaluation des aliments, estimation des besoins des animaux) et de conduite d'élevage ont permis d'augmenter considérablement la production de viande maigre ou de chair pour répondre à la demande croissante de la population notamment dans les pays développés. La qualité des carcasses reste un critère majeur en productions animales et piscicoles car elle constitue le plus souvent, avec le poids, la base du paiement aux producteurs. Le développement de méthodes objectives, rapides et non invasives d'estimation de la composition corporelle est donc toujours un objectif prioritaire dans le domaine de la qualité des produits animaux (Scholz *et al* 2013). Toutefois, il est important

de rappeler que la qualité des carcasses, déterminée par la classe commerciale utile à différents maillons de la filière dont l'éleveur, ne présume pas de la qualité intrinsèque de la viande pour le consommateur (Polkinghorne et Breton 2013).

2 / Qualités nutritionnelles

L'intérêt nutritionnel incontestable de la viande et du poisson réside dans leur apport protéique très élevé relativement à l'énergie (index glycémique bas) et la haute valeur biologique de ces protéines qui contiennent tous les acides aminés indispensables en proportions adéquates (Culioli *et al* 2003, Médale 2004, Tomé 2008). Le profil en acides aminés est relativement constant entre muscles et espèces, cependant les muscles riches en trame conjonctive, qui contient beaucoup de glycine mais pas de tryptophane, ont une valeur nutritionnelle inférieure (Culioli *et al* 2003). Les autres constituants musculaires – lipides, micronutriments et vitamines – participent aussi à la qualité nutritionnelle de la viande. Leurs teneurs et nature étant plus variables

Figure 1. Evolution dans le temps de la demande des consommateurs (citoyens) de produits carnés et des préoccupations de la recherche visant à la satisfaire (Faure 2013, adapté de Bonneau *et al* 1996 et Ngapo *et al* 2004).



selon les espèces voire les conditions d'élevage que la composition en acides aminés, nous nous intéresserons surtout à leur contribution dans l'élaboration de la qualité nutritionnelle de la viande et du poisson.

2.1 / Lipides et acides gras

Les lipides de la viande, que nous limitons ici au muscle, sont essentiellement des triglycérides qui constituent les lipides de réserve et dont la teneur varie de 0,5 à plus de 5% selon les muscles et les espèces, des phospholipides (lipides de structure, entre 0,5 et 1% du muscle), et du cholestérol (0,05 à 0,1%) (Culioli *et al* 2003). Ces lipides sont constitués en partie d'acides gras qui se répartissent en trois classes : les acides gras saturés, les monoinsaturés et les polyinsaturés (AGPI). Deux classes d'AGPI sont distinguées : les AGPI n-6 appelés encore oméga 6 et les AGPI n-3 ou oméga 3. La teneur en lipides totaux et leur composition en acides gras sont très variables selon l'espèce et le morceau considérés, et pour une espèce et un muscle donnés selon le type d'animal (sexe, âge, race) et son mode d'élevage (Lebret *et al* 1999 et 2015a, ce numéro ; Geay *et al* 2002, Culioli *et al* 2003, Médale 2004, Bauchart et Thomas 2010). Dans la viande, des teneurs réduites en acides gras saturés et un accroissement des teneurs en AGPI n-3 ou en acide linoléique conjugué (viande bovine), favorables pour la santé humaine, sont recherchées (Mourot 2009, Bauchart et Thomas 2010). Il est à noter que le poisson se distingue des autres produits carnés par sa très grande richesse en AGPI n-3 à longue chaîne (Médale 2004).

Les lipides de la viande, tout comme les protéines, peuvent subir des transformations chimiques appelées peroxydations (Durand *et al* 2010). Ces réactions radicalaires conduisent à la formation de plusieurs produits terminaux dont des composés volatils. Lorsque l'intensité de peroxydation est modérée les composés formés ont un effet bénéfique sur la saveur de la viande. Toutefois, des niveaux trop importants de peroxydation sont associés à la production de composés toxiques induisant une altération de la qualité nutritionnelle de la viande, mais aussi d'autres composantes sensorielles de qualité comme la texture, la saveur (odeur de rance) et la couleur. Il est donc primordial de maîtriser les problèmes d'oxydation dans les viandes. La nature et les proportions des composés formés dépendent de plusieurs facteurs tels que la nature des acides gras, les AGPI étant les plus sensibles, le type d'oxydation et les conditions du milieu (température, pH, présence de fer...). La présence dans les viandes d'antioxydants, apportés notam-

ment *via* l'alimentation des animaux, permet de limiter ces phénomènes (Gobert *et al* 2010).

2.2 / Micronutriments et vitamines

La viande constitue une très bonne source de micronutriments comme le fer (en particulier la viande rouge et certaines espèces de poissons comme le thon), le zinc et le sélénium, dont la biodisponibilité est très élevée par rapport à d'autres ressources alimentaires (Rock 2002, Biesalski et Nohr 2009). Ainsi le fer hémique, présent dans le muscle au niveau de la myoglobine, est beaucoup mieux assimilé par l'Homme que le fer minéral apporté par les végétaux. Le fer est essentiel pour le transport de l'oxygène aux organes. Il joue également un rôle important dans de nombreuses réactions métaboliques. La carence en fer, qui induit une anémie ferriprive, est un désordre nutritionnel très répandu au niveau mondial (Biesalski et Nohr 2009). Le zinc est aussi un micronutriment d'intérêt car il intervient dans de très nombreuses fonctions biologiques : croissance, reproduction, défenses immunitaires, ainsi que dans de nombreuses réactions métaboliques et la lutte contre le stress oxydant. Stocké principalement dans le muscle *in vivo*, il est présent en grande quantité dans la viande. Comme pour le fer, la biodisponibilité du zinc des produits animaux est supérieure à celle des végétaux, en raison de la richesse de ces derniers en phytates qui chélatent le zinc (ou le fer) et empêchent son absorption (Rock 2002). La viande et le poisson sont également très riches en sélénium, stocké majoritairement dans les cellules musculaires des animaux. Constituant des sélénoprotéines dont la glutathion peroxydase, principal antioxydant intracellulaire, le sélénium intervient dans la protection des cellules et de l'ADN vis-à-vis de l'oxydation (Biesalski et Nohr 2009). Par ailleurs, la chair de poisson est beaucoup plus riche en iode que la viande, ainsi qu'en fluor dans une moindre mesure (Médale 2004).

Outre les oligo-éléments, la viande apporte des vitamines liposolubles A et E et des vitamines hydrosolubles du groupe B. La vitamine A, essentielle à la croissance et au développement tissulaire, est présente en quantité élevée dans les abats, un apport excédentaire étant néfaste à la santé. Les précurseurs de la vitamine A sont aussi présents en quantité élevée dans la chair des salmonidés (Médale 2004). A l'inverse, la vitamine E, aux propriétés anti-oxydantes, est contenue en quantité réduite dans la viande par rapport aux apports nutritionnels recommandés (Rock 2002). La vitamine D, liposoluble, est présente dans les poissons gras (Médale 2004). Les vitamines du groupe B (B2, B3, B6, B9

et B12) sont également présentes en quantité non négligeable dans la viande rouge et le poisson. Elles interviennent dans de nombreux processus biologiques et voies métaboliques où elles sont intégrées à des coenzymes. En particulier, la vitamine B12, exclusivement d'origine animale, intervient dans la synthèse de l'ADN, la formation des cellules nerveuses et des globules rouges. La vitamine B9 (acide folique) est nécessaire au développement embryonnaire. Or, les apports alimentaires sont généralement inférieurs aux besoins dans la population européenne féminine. Cette vitamine est présente dans le foie avec une biodisponibilité élevée (Biesalski et Nohr 2009). Outre les niveaux individuels, l'intérêt nutritionnel de la viande réside dans l'apport simultané en vitamines du groupe B.

Toutefois, si les teneurs en oligo-éléments et vitamines des viandes et poissons sont favorables à leur qualité nutritionnelle, une teneur élevée en sodium d'origine exogène, parfois observée dans certains produits de charcuterie, est plutôt néfaste (Rock 2002).

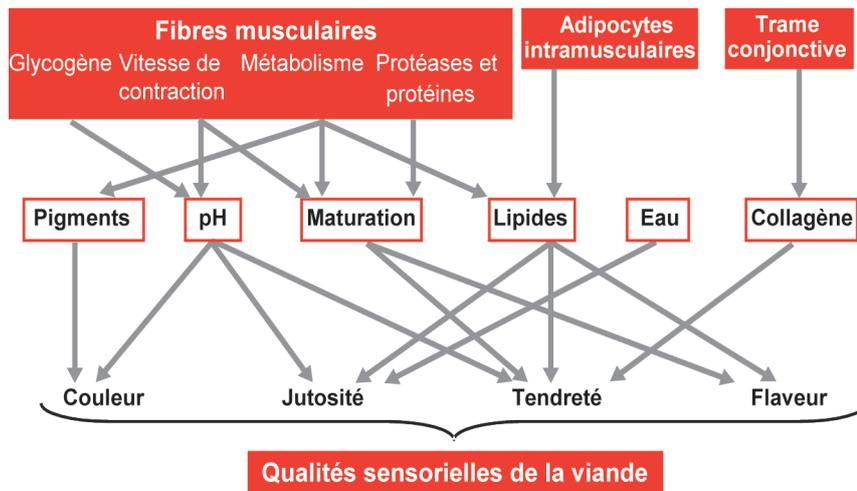
3 / Qualités sensorielles

Les propriétés sensorielles d'un aliment sont les caractéristiques que le consommateur peut percevoir directement grâce à ses sens : en particulier pour la viande, la couleur, la tendreté, la jutosité et la saveur. Ces qualités dépendent de la composition et des propriétés structurales du muscle, notamment de ses composantes majeures telles que les fibres musculaires, la trame conjonctive et les lipides intramusculaires (Lebret *et al* 1999, Geay *et al* 2002, Lefèvre et Bugeon 2008, Listrat *et al* 2015, ce numéro) (figure 2). Les caractéristiques sensorielles des viandes sont déterminées par des jurys entraînés qui évaluent dans des conditions définies (ISO 8589, 2007) l'intensité de différents caractères descriptifs d'aspect, de texture et de saveur (odeur, goût).

3.1 / L'aspect visuel : couleur et persillé

La couleur de la viande est la première caractéristique perçue par le consommateur et souvent la seule dont il dispose pour choisir la viande au moment de l'achat. C'est également un critère important pour le poisson notamment les salmonidés pour lesquels une couleur rouge-orangée liée à la présence de pigments caroténoïdes est recherchée (Lefèvre et Bugeon 2008). La couleur de la viande est due à la teneur et à l'état chimique du pigment essentiel, la myoglobine, qui transporte l'oxygène dans le muscle (Renner 1990). La couleur est également

Figure 2. Relations entre la structure et le métabolisme du muscle, ses caractéristiques biochimiques et les qualités sensorielles de la viande bovine (d'après Geay et al 2002).



liée à l'ultrastructure du tissu, elle-même influencée par l'évolution du pH post-mortem (*p.m.*), les viandes à pH final faible ou à chute de pH rapide présentant une couleur plus claire. Ceci peut s'observer en particulier pour les viandes blanches (porc, volaille) (Monin 1988). La couleur dépend aussi du type d'emballage et de conservation des viandes : en particulier l'oxygène confère à la viande bovine fraîche une couleur rouge attrayante. Outre l'évaluation par un jury d'experts, la couleur peut être estimée visuellement à l'aide d'une échelle de couleur spécifique d'une espèce (par exemple « échelle japonaise » graduée de 1 à 6 pour la viande de porc) ou objectivement par mesure avec un chromamètre de la luminance (L^*) et des indices de rouge (a^*) et de jaune (b^*) permettant de calculer la saturation (C^*) et la teinte (h°), cette dernière étant le paramètre colorimétrique le mieux corrélé à l'intensité de couleur rouge estimée par jury (Lebret *et al* 2015b).

La teneur et la répartition du gras inter et intramusculaire (marbré et persillé, respectivement) influencent également l'acceptabilité des viandes par les consommateurs, une quantité trop importante de gras visible étant défavorable, malgré l'amélioration de la texture des viandes généralement observée avec l'accroissement de la teneur en lipides intramusculaires, notamment chez le porc (Lebret *et al* 1999 pour revue). Enfin, un défaut important d'aspect (et de texture) des poissons est le « gaping » où les filets présentent des ouvertures des feuillettes musculaires au niveau des jonctions myotendineuses (Lefèvre et Bugeon 2008, Listrat *et al* 2015).

3.2 / La tendreté

La tendreté est la facilité avec laquelle une viande se laisse trancher et masti-

quer ; c'est la composante de qualité sensorielle la plus importante pour le consommateur de viande bovine. Deux facteurs structuraux principaux de la viande contrôlent la tendreté : *i*) chez le bovin en particulier, le tissu conjonctif, par son abondance et sa nature et *ii*) dans toutes les espèces, la structure myofibrillaire, par son état de contraction et son amplitude de maturation après abattage (Monin 1988, Geay *et al* 2002, Lefèvre et Bugeon 2008). La tendreté est une composante de qualité complexe et multifactorielle qui a fait l'objet de nombreuses études dans les différentes espèces, car c'est aussi le caractère sensoriel le moins maîtrisé. La tendreté peut être déterminée par un jury d'analyse sensorielle ou estimée à partir de mesures mécaniques de texture : énergie de rupture ou force de cisaillement de la viande, cuite de préférence (cellule Warner-Bratzler). Chez le poisson, une presse de Kramer est utilisée pour la mesure de la résistance mécanique de la chair.

3.3 / La jutosité

La jutosité représente le caractère plus ou moins sec de la viande consommée. On distingue la jutosité initiale, qui est perçue au premier coup de dent, et la jutosité soutenue. La première est surtout liée à la quantité d'eau libérée lors de la mastication, la seconde est plutôt en relation avec la stimulation de la salivation due à la présence de lipides dans la viande (Bout et Girard 1988). Le facteur essentiel influençant la jutosité est la capacité de rétention en eau du muscle. Le pH de la viande est également déterminant pour la jutosité, une viande à pH bas ayant tendance à perdre son eau et donc à être sèche alors qu'une viande de pH élevé aura une très bonne rétention d'eau et présentera une jutosité supérieure, ceci tant pour les viandes blanches (Monin 1988) que les viandes rouges (Touraille 1994).

3.4 / La flaveur

La perception de la flaveur met en jeu le goût et l'odorat par un ensemble complexe de sensations formé des saveurs perçues par les papilles de la langue et des arômes perçus par voie rétro-nasale lorsque le produit est en bouche. La flaveur est essentiellement liée aux lipides et aux substances liposolubles associées, présentes dans le morceau de viande, qui évoluent lors de la conservation de la viande et se transforment au cours de la cuisson pour donner des composés aromatiques conférant à la viande sa flaveur caractéristique (Gandemer 1999). Plus la teneur en lipides du muscle est importante, plus la flaveur de la viande est intense jusqu'à un seuil de 10% au-delà duquel elle n'évolue plus. Toutefois, l'oxydation des lipides au cours de la conservation de la viande peut provoquer l'apparition de mauvais goûts (goût rance, par exemple). A noter également que la composition en acides gras insaturés des viandes influence aussi fortement la flaveur, les AGPI conférant une flaveur plus marquée à la viande. Enfin, au cours de la maturation de la viande, des composés précurseurs d'arômes sont formés lors de l'évolution d'autres molécules du muscle comme les protéines ou encore les nucléotides (Gandemer 1999).

4 / Qualité technologique

La qualité technologique de la viande correspond à son aptitude à subir une transformation en produits cuits ou crus, entiers ou divisés. Ceci concerne donc surtout les viandes blanches : porc et volaille. Pour la transformation en produits cuits, la qualité technologique est liée au Pouvoir de Rétention en Eau (PRE) de la viande, c'est-à-dire sa capacité à retenir l'eau intrinsèque (Monin 1988). Le PRE est fortement influencé par la vitesse et l'amplitude de chute du pH *p.m.* : une chute trop rapide combinée à une température élevée (résultant par exemple d'un stress ou d'activité physique élevés juste avant l'abattage) provoque la dénaturation des protéines musculaires, une réduction du PRE et la production de viandes exsudatives, chez le porc et les volailles ; une amplitude importante de chute du pH (viandes acides) diminue la charge nette des protéines, entraînant aussi une baisse du PRE (Monin 1988, Fernandez *et al* 2002). La mesure du pH à un temps précis dans l'heure suivant l'abattage, puis après plusieurs heures ou le lendemain pour estimer sa vitesse et son amplitude de chute, ainsi que la détermination de la couleur et des pertes en eau pendant la maturation constituent les principaux indicateurs de qualité technologique des viandes. L'aptitude à la transformation

en produits crus (porc en particulier) correspond à la capacité de pénétration du sel dans la viande (favorisée à pH bas) (Monin 1988) et à la prévention de l'oxydation des acides gras au cours de la conservation (Lebret *et al* 1999, Durand *et al* 2010).

5 / Qualités extrinsèques : les modes de production des animaux

Outre les qualités intrinsèques des viandes, la dimension qualitative extrinsèque se rattachant aux conditions de production des animaux prend une importance croissante pour les consommateurs

et plus largement les citoyens. Un impact réduit sur l'environnement, une plus grande attention au bien-être des animaux en élevage, un moindre recours aux intrants (médicaments en particulier), ou bien des conditions de production garantissant une qualité sensorielle supérieure ou respectant des pratiques spécifiques conférant une typicité aux produits, sont recherchés. Prendre en compte ces attentes implique une nécessaire évolution et diversification des pratiques et des systèmes d'élevage, mais aussi la mise à disposition de méthodes et outils permettant d'authentifier sur les produits les conduites d'élevage répondant à des spécifications ou cahiers des charges préétablis (par exemple mode de production biologique ; spécifications

des productions sous signe de qualité AOP, IGP...) (Prache *et al* 2007, Lebret *et al* 2015a).

Conclusion

Si les composantes de qualité de la viande sont communes aux différentes espèces, leur importance relative varie selon les filières, et au sein d'une filière selon les produits considérés. Les articles suivants présentent les composantes de qualité d'intérêt et les attentes des différents acteurs des principales filières de production de viandes : bovin, ovin, porc, volailles et poissons.

Références

- Bauchart D., Thomas A., 2010. Facteurs d'élevage et valeur santé des acides gras des viandes. In : *Muscle et Viande de Ruminant*. Bauchart D., Picard B. (Eds). Editions Quae, Versailles, France, 133-142.
- Biesalski H.K., Nohr D., 2009. The nutritional quality of meat. In: *Improving the sensory and nutritional quality of fresh meat: new technologies*. Kerry J.P., Ledward D.A. (Eds), Woodhead Publishing, Cambridge, England. 161-177.
- Bonneau M., Touraille C., Pardon P., Lebas F., Fauconneau B., Remignon H., 1996. Amélioration de la qualité des carcasses et des viandes. In : *Numéro Hors-série, 50 ans de recherches en productions animales*. Grosclaude F., Geay Y., Farce M.H. (Eds). INRA Prod. Anim., 95-110.
- Bout J., Girard J.P., 1988. Lipides et qualités du tissu musculaire, facteurs de variation. *Journ. Rech. Porcine*, 20, 271-278.
- Culioli J., Mourot J., Berri C., 2003. Muscle foods: consumption, composition and quality. *Sci. Alim.*, 23, 13-34.
- Durand D., Gatellier P., Parafita E., 2010. Stabilité oxydative et qualités des viandes. In : *Muscle et viande de ruminants*. Editions Quae, Versailles, France, 183-195.
- FAO 2001. Utilisation du poisson et des produits de la mer. In : *Département des pêches et de l'aquaculture de la FAO [en ligne]*. Rome. <http://www.fao.org/fishery/topic/424/fr>. Accédé le 08/01/2015.
- FAO 2006. *Livestock's long shadow*. FAO (Ed), Rome, Italie, 407p.
- FAOSTAT 2014. Food supply, Livestock and Fish Primary Equivalent, <http://faostat.fao.org/site/610/DesktopDefault.aspx?PageID=610#ancor>
- Faure J., 2013. *Métabolisme énergétique musculaire, homéostasie et qualités des viandes chez le porc*. Thèse de Doctorat, Agrocampus Ouest, 250p.
- Fernandez X., Santé V., Baeza E., Lebihan-Duval E., Berri C., Réminon H., Babilé R., Le Pottier G., Astruc T., 2002. Effects of the rate of muscle post mortem pH fall on the technological quality of turkey meat. *Br. Poult. Sci.*, 43, 245-252.
- FranceAgriMer, 2011. *Consommation mondiale de viande : état des lieux, dynamique, défis et perspectives*. FranceAgriMer (Ed). Montreuil-sous-Bois, France, 8p.
- FranceAgriMer, 2013. *Les filières animales terrestres et aquatiques – Bilan 2012 – Perspectives 2013*. FranceAgriMer (Ed). Montreuil-sous-Bois, France, 146p.
- Gandemer G., 1999. Lipids and meat quality: lipolysis, oxidation, Maillard reaction and flavour. *Sci. Alim.*, 19, 439-458.
- Geay Y., Bauchart D., Hocquette J.F., Culioli J., 2002. Valeur diététique et qualités sensorielles des viandes de ruminants. Incidence de l'alimentation des animaux. *INRA Prod. Anim.*, 15, 37-52.
- Gobert M., Gruffat D., Habeanu M., Parafita E., Bauchart D., Durand D., 2010. Plant extracts combined with vitamin E in PUFA-rich diets of cull cows protect processed beef against lipid oxidation. *Meat Sci.*, 85, 676-683.
- Lebret B., Lefaucheur L., Mourot J., 1999. La qualité de la viande de porc. Influence des facteurs d'élevage non génétiques sur les caractéristiques du tissu musculaire. *INRA Prod. Anim.*, 12, 11-28.
- Lebret B., Prache S., Berri C., Lefèvre F., Bauchart D., Picard B., Corraze G., Médale F., Faure J., Alami-Durante H., 2015a. Qualités des viandes : influences des caractéristiques des animaux et de leurs conditions d'élevage. In : *Numéro spécial, Le muscle et la viande*. Picard B., Lebret B. (Eds). INRA Prod. Anim., 28, 151-168.
- Lebret B., Prevolnik Povše M., Čandek-Potokar M., 2015b. Muscle and fat colour. In: *Handbook of reference methods for the assessment of meat quality parameters*. Font-i-Furnols M., Čandek-Potokar M. (Eds). FAIM COST action.
- Lefèvre F., Bugeon J., 2008. Déterminisme biologique de la qualité des poissons. *JSMTV*, Tours, France. *Viandes Prod. Carnés, Hors-série*, 139-146.
- Listrat A., Lebret B., Louveau I., Astruc T., Bonnet M., Lefaucheur L., Bugeon J., 2015. Comment la structure et la composition du muscle déterminent la qualité des viandes ou chairs. In : *Numéro spécial, Le muscle et la viande*. Picard B., Lebret B. (Eds). INRA Prod. Anim., 28, 125-136.
- Médale F., 2004. Caractéristiques nutritionnelles des poissons et facteurs de variations. *JSMTV*, Rennes, France. *Viandes Prod. Carnés, Hors-série*, 87-93.
- Monin G., 1988. Evolution post-mortem du tissu musculaire et conséquences sur les qualités de la viande de porc. *Journ. Rech. Porcine*, 20, 201-214.
- Mottet A., 2014. Les filières viande face à leurs défis : quelle vision pour demain ? *JSMTV, Viandes Prod. Carnés, Hors-série, VPC-2014-30-6-1*.
- Mourot J., 2009. Optimising the nutritional and sensorial profile of pork. In: *Improving the sensory and nutritional quality of fresh meat: new technologies*. Kerry J.P., Ledward D.A. (Eds), Woodhead Publishing, Cambridge, England, 342-355.
- Ngapo T.M., Dransfield E., Martin J.F., Magnusson M., Bredahl L., Nute G.R., 2004. Consumer perceptions: pork and pig production. *Insights from France, England, Sweden and Denmark*. *Meat Sci.*, 66, 125-134.
- Polkinghorne R.J., Breton J., 2013. Qualité des carcasses et des viandes bovines pour le consommateur. *Viandes Prod. Carnés, VPC-2013-29-6-6*, 5p.
- Prache S., Martin B., Nozière P., Engel E., Besle J.M., Ferlay A., Micol D., Cornu A., Cassar-Malek I., Andueza D., 2007. Authentification de l'alimentation des ruminants à partir de la composition de leurs produits et tissus. *INRA Prod. Anim.*, 20, 295-308.
- Renerre M., 1990. Factors involved in the discoloration of beef meat. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 25, 613-630.
- Rock E., 2002. Les apports en micronutriments par la viande. *JSMTV*, Clermont-Ferrand, France. *Hors-série Viandes Prod. Carnés*, 43-48.

Scholz A.M., Bünger L., Kongsro J., Baulain U., Mitchell A.D., 2013. Non-invasive measurement of body and carcass composition in livestock by CT, DXA, MRI and US. Book of abstracts of the 64th Ann. Meet. EAAP, Nantes, France, p101.

Tomé D., 2008. Qualité nutritionnelle des protéines de la viande. Cah. Nutr. Diét., 43, Hors-série 1, 1S40-1S45.

Touraille C., 1994. Incidence des caractéristiques musculaires sur les qualités organolep-

tiques des viandes. Renc. Rech. Rum., 1, 169-176.

Résumé

La viande et la chair de poisson constituent une source essentielle de protéines, de vitamines et de micronutriments pour l'alimentation humaine. Les produits carnés représentent une activité économique importante au niveau mondial ; le niveau et l'évolution de leur consommation varient fortement selon les espèces et les zones géographiques. Le volume des productions doit répondre à l'accroissement de la population mondiale, tout en considérant les composantes environnementales, sociétales et économiques du développement durable. Cet article constitue une introduction générale au numéro spécial « Le muscle et la viande ». Il définit les principales composantes de qualité des carcasses, de la viande ou de la chair communes aux différentes espèces animales. Dans les articles suivants les principales filières (bovin, ovin, porc, poulet, poisson) sont présentées : production, consommation, problèmes de qualité spécifiques et attentes des acteurs, enjeux et questions de recherche prioritaires.

Abstract

The main components of carcasses and meat quality in various animal species

Meat and fish flesh are important suppliers of proteins, vitamins and micronutrients in the human diet. Meat and fish products play an important economic role at the world level. The level and evolution of consumption highly differs according to species and geographical areas. Production level needs to fulfill the increasing population worldwide, while considering the environmental, societal and economic components of sustainable development. This manuscript presents a general introduction of the main common quality components of carcasses, meat and fish flesh. In the next papers, each main meat/flesh chain (cattle, sheep, pork, poultry and fish), is described: production, consumption, specific meat quality components and expectations of chain actors, main issues and research topics.

LEBRET B., PICARD B., 2015. Les principales composantes de la qualité des carcasses et des viandes dans les différentes espèces animales. In : Numéro spécial, Le muscle et la viande. Picard B., Lebret B. (Eds). INRA Prod. Anim., 28, 93-98.

La viande bovine : les principales qualités recherchées

D. GRUFFAT^{1,2}, B. PICARD^{1,2}, D. BAUCHART^{1,2}, D. MICOL^{1,2}

¹ INRA, UMR1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champagnelle, France

² Clermont Université, VetAgro Sup, UMR1213 Herbivores, BP 10448, F-63000, Clermont-Ferrand, France

Courriel : dominique.gruffat@clermont.inra.fr

Avec un cheptel bovin d'environ 19 millions de têtes, la France est le premier producteur de viande bovine dans l'UE. La production annuelle d'environ 1,3 million de tonnes équivalent poids de carcasse (EqC), représente environ 19% de celle de l'UE (Ellies 2014). La France est suivie de l'Allemagne (1,1 million EqC), l'Italie et le Royaume-Uni (0,9 million EqC). Ces valeurs sont bien en deçà des principaux producteurs de viande bovine du monde comme les Etats-Unis (12 millions EqC), le Brésil (9,5 millions EqC), la Chine (7,5 millions EqC) et l'Australie (2,2 millions EqC). Les pays du continent américain fournissent à eux seuls plus de 50% de la production de viande bovine dans le monde. L'originalité de la production française est sa diversité de types de production avec deux origines principales (races allaitantes et laitières), des animaux menés généralement en races pures, et des carcasses lourdes issues de types de conduite variés, jeune bovin entier, bœuf, génisse ou vache de réforme (Micol et Lherm 2010). Bien que la consommation de viande bovine ait augmenté au cours des 20 dernières années dans des pays comme la Chine, le Brésil ou les USA, elle a diminué globalement en Europe. Cette diminution a été plus marquée dans les pays traditionnellement consommateurs de viande bovine comme l'Allemagne, l'Italie et la France. Malgré tout, la France demeure le premier consommateur de l'UE avec en moyenne 21 kg/an/personne. Cette diminution de la consommation de viande bovine s'explique en particulier par la concurrence des viandes de volailles ou de porc au rapport qualité/prix plus attractif. Les crises successives liées à l'encéphalopathie spongiforme bovine ont contribué à développer une exigence très forte des consommateurs vis-à-vis de la sécurité alimentaire. Ces craintes sont amplifiées par les données suggérant un impact négatif des viandes rouges sur la santé (risques cardio-vasculaires, cancer...). Enfin, les consommateurs sont en attente de qualités nutritionnelles et sensorielles qui ne sont pas toujours satisfaites. Il n'y a guère d'autre aliment que la viande bovine pour lequel on cons-

tate une telle contradiction entre, d'une part, sa haute appréciation en tant qu'aliment savoureux et nutritif, et, d'autre part, un rejet abrupt par certains, motivé par ses effets supposés négatifs sur la santé et/ou la forte variabilité de ses qualités sensorielles. La qualité est donc devenue un enjeu socio-économique important (Troy et Kerry 2010). En plus des attentes sur la qualité intrinsèque de la viande bovine, les citoyens et consommateurs sont aussi très sensibles à la façon de produire en prenant en compte les aspects liés au bien-être animal et aux impacts environnementaux (Lebret et Picard 2015). Pour les ruminants chez qui le méthane entérique est un contributeur majeur aux gaz à effet de serre, différents travaux s'orientent vers une analyse multicritère prenant en compte les différentes composantes du développement durable dans le cas de la production de viande (Hocquette *et al* 2014).

Dans ce contexte général, le présent article est focalisé sur la qualité intrinsèque de la viande bovine. Il a pour objectif de faire un point synthétique sur la composition biochimique et les qualités nutritionnelles et sensorielles des viandes bovines afin de mettre en exergue, d'une part, les qualités indiscutables et reconnues de ces viandes et, d'autre part, certaines caractéristiques structurales ou biochimiques devant faire l'objet de recherches plus approfondies afin de mieux les maîtriser pour répondre aux attentes des acteurs de la filière, de l'éleveur au consommateur.

1 / Les critères de qualité spécifiques de la viande bovine

1.1 / Les qualités des carcasses

Les caractéristiques propres à l'animal déterminent celles de sa carcasse. Les plus influentes sont son âge à l'abattage, après sa phase de croissance et sa période de finition, sa catégorie à l'abattage qui dépend surtout de son sexe : veau, génisse, vache, bœuf, jeune bovin mâle entier

(moins de 24 mois), taureau, et enfin son type racial (Ellies 2014). Le poids de carcasse, référence commerciale des transactions, est le reflet du poids vif du bovin sans le contenu digestif (aliments en cours de digestion dans le tractus digestif) et le cinquième quartier (peau, gras interne, abats rouges et blancs, sang, tractus digestif, parties inférieures des membres, tête...). Le classement qualitatif des carcasses repose sur deux critères, la conformation et l'état d'engraissement. La conformation vise à décrire l'aspect extérieur de la carcasse pour rendre compte de l'importance relative des masses musculaires, et donc de la quantité de muscles. Réglementairement, la conformation est codifiée par le système S.E.U.R.O.P., la classe S est la classe Supérieure, E est la classe Excellente (profils super convexes à convexes), à l'inverse la classe P correspond à des profils concaves à très concaves (Office de l'Élevage 2010). L'état d'engraissement est le second critère réglementaire d'appréciation qualitative de la carcasse. Il a pour but de caractériser l'importance des dépôts adipeux à l'extérieur de la carcasse (gras de couverture) et sur la face interne de la cage thoracique (gras intercostal, grappé). Cette approche vise à estimer l'état d'engraissement de la totalité de la carcasse à partir de cette appréciation extérieure superficielle. Il est noté sur une échelle de 1, pratiquement pas de gras en surface, à 5, toute la carcasse est recouverte de dépôt adipeux sous cutané et à l'intérieur.

1.2 / Les qualités nutritionnelles spécifiques de la viande bovine

a) Les protéines et acides aminés

L'importance de la viande bovine comme source de protéines est sans équivoque. En effet, avec en moyenne 20 g de protéines pour 100 g de tissu frais correspondant à près d'un tiers des apports nutritionnels quotidiens conseillés (ANC) la viande bovine présente des quantités de protéines relativement élevées variant peu d'un morceau à un autre (tableau 1) (Geay *et al* 2002, Bauchart *et al* 2008). Ces protéines sont riches en acides aminés

Tableau 1. Composition en nutriments de trois muscles de bovin et apports nutritionnels journaliers conseillés (ANC) moyens (d'après Bauchart et al 2008 et Afssa 2001).

	Tende de tranche	Bavette	Entrecôte	ANC moyens
Energie (kCal/100 g)	113	133	162	2000 kCal
Macronutriments				
- Protéines (g/100 g)	23,0	20,4	20,8	66 (♂) - 50 (♀) g
- Lipides (g/100 g)	2,3	5,7	8,7	80 - 100 g
Micronutriments				
- Minéraux				
- Fer (mg/100 g)	2,8	3,3	2,5	9 (♂) - 16 (♀) mg
- Zinc (mg/100 g)	3,5	6,8	5,2	12 (♂) - 10 (♀) mg
- Sélénium (µg/100 g)	10,1	11,1	10,1	60 (♂) - 50 (♀) µg
- Vitamines				
- B ₃ (mg/100 g)	5,2	4,2	4,4	14 (♂) - 11 (♀) mg
- B ₆ (mg/100 g)	0,5	0,3	0,3	1,8 (♂) - 1,5 (♀) mg
- B ₁₂ (µg/100 g)	1,2	3,1	1,6	2,4 (♂) - 2,4 (♀) µg

essentiels (non synthétisés par l'organisme humain) comme la lysine et l'histidine. Globalement la quasi-totalité des acides aminés apportés par les protéines de la viande est absorbée. De plus, lors de la digestion, des peptides bioactifs natifs tels que la carnosine et le glutathion ayant un rôle important dans la prévention des complications secondaires liées à différentes pathologies, sont libérés. Une étude *in vivo* sur animal modèle a montré que suite à l'ingestion de viande de bœuf, un nombre important de peptides contenant pour beaucoup des séquences d'acides aminés connus pour avoir une activité anti-hypertensive est libéré de manière reproductible. Enfin, la haute digestibilité des protéines de la viande est particulièrement adaptée à la nutrition des personnes âgées. Des stratégies nutritionnelles sont aujourd'hui développées pour lutter contre la fonte musculaire (sarcopénie) liée à l'âge (Rémond et al 2010).

b) Les micronutriments minéraux et vitaminiques

En plus de ses teneurs élevées en fer (environ 3 mg/100 g), la viande bovine possède deux atouts (tableau 1) : *i*) le fer hémérique qui représente environ 70% du fer total de la viande, est 5 à 6 fois mieux absorbé que le fer non hémérique présent dans les végétaux, et *ii*) la viande améliore de 2 à 3 fois l'absorption du fer non hémérique des autres aliments qui l'accompagnent au cours du repas (Bauchart et al 2008).

La viande bovine constitue l'une des meilleures sources alimentaires de zinc avec à la fois des teneurs élevées (3 à 7 mg/100 g de tissu) et une très bonne biodisponibilité par rapport au zinc d'autres sources alimentaires (Geay et al 2002, Bauchart et al 2008). Elle fait

également partie des aliments qui contiennent le plus de sélénium (environ 10 µg/100 g) et de vitamines, en particulier du groupe B. Ainsi, 100 g de viande bovine couvrent de 20 à 30% des ANC en fer, zinc et sélénium, et de 50 à 100% de l'ANC en vitamine B12.

c) Les lipides et leur composition en acides gras

La teneur en lipides des viandes bovines (tableau 2) est le paramètre le plus variable de sa composition chimique (2,3 à 8,7 g/100 g tissu frais pour les races françaises), principalement selon le morceau considéré qui explique 55% de cette variabilité (Geay et al 2002, Bauchart et al 2008). La race, le système de production, l'âge, le sexe et l'état d'engraissement à l'abattage modifient également la teneur moyenne en lipides des muscles (Lebret et al 2015, ce numéro). Toutefois, l'avantage de la viande bovine est la facile élimination du gras visible par le consommateur dans son assiette et, de ce fait, la possibilité de diviser par un facteur 2 à 3 la quantité de lipides ingérés.

Leurs Acides Gras (AG) sont dominés par les AG saturés (AGS, 42-52% des AG totaux) et monoinsaturés (AGMI, 43-48%) (Bauchart et Thomas 2010) (tableau 2). Les AGS sont dominés par les acides palmitique (16:0, 21-29%) et stéarique (18:0, 12,1-22,1%) et les AGMI par l'acide oléique (18:1n-9*cis*). Les deux AGS exercent des effets opposés sur la santé humaine, le 16:0 pro-athérogène étant indésirable pour la santé humaine alors que les 18:0 et 18:1n-9*cis* sont jugés comme neutres, voire bénéfiques par leur effet hypocholestérolémiant chez l'Homme (Afssa 2010). Le rapport 16:0/18:0 peut être réduit au bénéfice de la santé humaine par l'apport d'AG alimentaires à 18 C tels

ceux des fourrages verts. Les AG Poly-Insaturés (AGPI) dont la teneur globale est relativement faible et variable (3-12%), sont majoritairement dominés par les acides linoléique (18:2n-6, 1,5-4,5%) et α -linoléique (18:3n-3, 0,3 à 0,9%) tous deux essentiels pour l'organisme humain. Bien que leurs teneurs dans la viande soient largement inférieures aux valeurs des ANC, leur proportion relative répond bien à l'équilibre recherché avec un rapport 18:2n-6/18:3n-3 inférieur à 5 (notamment chez des animaux alimentés avec des fourrages verts) tel que recommandé par l'AFSSA (2001). Les viandes bovines possèdent également, et à la différence des produits laitiers, des AGPI à Longue Chaîne (LC) de type n-6 dominés par le 20:4n-6 (0,4 à 2,3%) et surtout n-3 (0,3 à 3,3%) porteurs de 3 à 6 doubles liaisons *cis*, notamment le 20:5n-3 (EPA), le 22:5n-3 (DPA) et 22:6n-3 (DHA) très bénéfiques pour la croissance et le maintien des fonctions cognitives. Un apport journalier de 100 g de viande fournit en moyenne 60 à 200 mg d'AGPI LC, correspondant à 12 à 40% de l'ANC. Enfin, la teneur en AGMI *trans* des viandes bovines reste limitée (100 à 200 mg/100 g de tissu frais, Bauchart et Thomas 2010). Les AGMI *trans* n'ont pas de conséquence significative sur la santé aux niveaux auxquels ils sont consommés (Afssa 2001), notamment l'acide vaccénique (18:1n-9*tr*) qui présente des propriétés bénéfiques hypocholestérolémiantes et qui est abondant dans les viandes de bovins consommant des fourrages verts.

1.3 / Les qualités sensorielles

Les deux qualités auxquelles le consommateur est le plus sensible pour la viande bovine sont la couleur et la tendreté.

Tableau 2. Teneurs en acides gras majeurs de trois types de muscles de bovin et apports nutritionnels journaliers conseillés (ANC) moyens (d'après Bauchart et al 2008, Afssa 2001 et 2010).

	Tende de tranche	Bavette	Entrecôte	ANC moyens
	mg/100 g de tissu frais			
Somme des AGS	799	2200	3880	25 g
dont 16:0	475	1251	2194	ND
dont 18:0	229	636	1169	ND
Somme des AGMI	785	2163	3165	60 g
dont 18:1 n-9 <i>cis</i>	643	1724	2624	ND
Somme des AGPI	178	269	240	15 g
dont 18:2 n-6 tous <i>cis</i>	68	133	130	8,8 g
dont 20:4 n-6 tous <i>cis</i>	30	29	25	ND
dont 18:3 n-3 tous <i>cis</i>	14	28	31	2,2 g
AG trans (sauf CLA)	41	118	213	ND
Rapports nutritionnels				
AGPI/AGS	0,3	0,2	0,1	
18:2 n-6/18:3 n-3	5,1	5,0	4,2	≤ 5

AGS = Acides Gras Saturés ; AGMI = Acides Gras Monolinsaturés ; AGPI = Acides Gras PolyInsaturés ; ND = Non Défini.

a) La couleur

La particularité de la viande bovine est sa couleur rouge qui lui est conférée par un pigment, la myoglobine, qui transporte l'oxygène dans le muscle (Renner 1990). Cette couleur est aussi dépendante de la proportion de fibres musculaires de type oxydatif qui est supérieure à celle des viandes blanches (Lisrat et al 2015, ce numéro).

b) La tendreté

La tendreté est la qualité sensorielle la plus déterminante pour le consommateur de viande bovine (Grunert et al 2004, Normand et al 2014). Elle est d'origine multifactorielle, et donc très difficile à maîtriser ou à prédire (Micol et al 2010). Par rapport aux autres espèces, la durée de maturation qui est plus longue en raison de la composition en fibres musculaires, joue un rôle important dans la tendreté. De nombreuses recherches ont déjà été conduites afin d'expliquer cette variabilité, toutefois pour un muscle donné les caractéristiques biologiques étudiées jusqu'à présent expliquent au maximum 30% de la variabilité de la tendreté de la viande bovine (Renand et al 2001).

2 / Une adéquation parfois difficile des viandes produites aux attentes très diverses des différents acteurs de la filière

Au sein d'une filière rendue complexe par la variété de ses produits animaux,

la diversité des circuits d'abattage et de transformation, la multiplicité des chemins de distribution et l'importante segmentation des marchés, chacun des acteurs privilégie des exigences particulières qui sont fonction du mode d'utilisation du produit propre à son segment d'activité : en vif, en carcasse, sous forme de viande ou de produits plus élaborés.

Les éleveurs cherchent à maximiser l'efficacité économique de leur production d'animaux en optimisant le poids de carcasse par les choix génétiques, d'élevage et d'alimentation (Micol et Lherm 2010). Pour les engraisseurs de jeunes bovins cette combinaison reste cependant fortement dépendante des variations des prix de marché des animaux maigres par rapport aux animaux finis et, ces dernières années, des fluctuations notables des prix des matières premières (céréales), nécessaires à la finition des bovins.

Les abatteurs-transformateurs approvisionnent trois secteurs, la boucherie traditionnelle, les GMS (Grandes et Moyennes Surfaces) et la RHD (Restauration Hors Domicile). Face aux évolutions de leurs demandes, les abatteurs et grossistes adaptent leurs activités et font évoluer les formes de vente, avec une diminution des viandes avec os (moins de 40% du volume abattu) et une orientation des morceaux d'une carcasse entre différents débouchés. Les ventes progressent surtout en catégoriel (viandes dites industrielles correspondant à des lots de muscles de même catégorie) et en UVCI (Unité de Vente au Consommateur fabriquée chez un Industriel,

correspondant à des portions), notamment pour les carcasses de type laitier, afin que les clients exigent à la fois qualité et homogénéité y trouvent pleine satisfaction (Richard et al 2012).

Globalement, l'offre de vaches laitières de réforme devient inférieure à la demande en viande bon marché. Cela impose de trouver des substitutions qui sont pour le moment plutôt opportunistes, car seules des carcasses vendues bon marché sont substituables à de la vache laitière. Sur le plan qualitatif, les abatteurs attestent recevoir trop de vaches trop maigres (état d'engraissement 2) et de vaches trop légères ou trop peu conformées (P, O-) dont les muscles nobles sont trop fins pour être correctement valorisés en catégoriel (Richard et al 2008).

Les boucheries artisanales dont le débit se réduit, se tournent vers des carcasses plus légères. Les cahiers des charges pour les rayons « libre-service » des GMS n'acceptent généralement pas les carcasses supérieures à 460 kg (soit environ 800 kg de poids vif par exemple en Charolais) et le développement des UVCI tend à réduire encore davantage la limite de poids maximum recherché. En lien avec l'alourdissement des carcasses, le gras est également un souci majeur pour la valorisation. Un bon équilibre entre le gras des carcasses et celui de la viande (persillé) reste un point délicat. Ainsi, si la diminution de l'état d'engraissement est favorable à l'éleveur et au transformateur, il ne l'est pas forcément pour le consommateur qui aime le persillé (ainsi que la jutosité et

la flaveur véhiculée par les lipides). Les problèmes d'adiposité concernent un nombre de carcasses non négligeable en vaches comme en génisses. Aujourd'hui, le nombre de carcasses effectivement classées 4 et 5 (en note d'état d'engraissement) serait largement sous-estimé en raison de la réalisation des mesures après émoussage (*i.e.* retrait des graisses de couverture jugées en excès), mais surtout de l'intérêt de surclasser (*i.e.* minimiser la note d'engraissement) pour ne pas écarter l'ensemble de la carcasse des circuits conformément aux spécifications de certains cahiers des charges. De manière générale, les abatteurs se plaignent de difficultés de valorisation de la vache Charolaise devenue, par ses effectifs importants et l'évolution des débouchés, un animal pour le marché standard (fond de rayon des GMS), son prix d'achat étant de plus en plus difficile à répercuter en aval. En revanche, il y a peu de problèmes de valorisation des vaches de réforme en races Blonde d'Aquitaine et Limousine car ces vaches, pas si nombreuses, sont recherchées en boucherie traditionnelle. Le problème se pose aussi pour les jeunes bovins charolais jugés trop lourds (> 430 kg, soit des faux filets pouvant atteindre 10 à 12 kg) et présentant une production encore trop irrégulière et saisonnée. L'exportation est le débouché principal et les pays importateurs s'orientent eux aussi vers des animaux plus légers. D'une manière générale, la production de jeunes bovins est jugée trop hétérogène sur le plan de la qualité (poids, conformation, état d'engraissement), notamment pour les animaux issus de croisements, ce qui rend difficile le développement d'un marché spécifique.

Dans ce contexte, le secteur amont de la filière de la viande bovine a développé assez récemment sa distribution en se basant sur les signes officiels de qualité (SIQO) : label Rouge (17 Labels), 3 Indications Géographiques Protégées (IGP), 4 AOC-AOP (Ellies 2014). Cependant moins de 5% de la viande bovine est distribuée sous signes de qualité. Les autres démarches de qualité se basent sur des mentions valorisantes du produit (fermier, race...) et surtout sur la certification des produits par les marques des distributeurs et des transformateurs.

Pour les consommateurs, la tendreté de la viande bovine apparaît non garantie et irrégulière d'un même morceau à un autre (variabilité individuelle et

variabilité intra muscle). La maîtrise de la tendreté demeure une préoccupation majeure de l'ensemble de la filière. Concernant l'aval de la filière, la majorité des facteurs de variation de la tendreté sont bien connus, mais leur mise en œuvre dans les entreprises fait souvent défaut ce qui devrait permettre d'espérer d'importants progrès. Le travail des viandes visant à éliminer une partie des enveloppes conjonctives (parage, épiluchage) ou à retirer les parties distales d'un muscle, plus dures (affranchi...), l'augmentation de la durée de maturation et d'autres facteurs comme la suspension des carcasses par le bassin lors du ressuyage, l'attendrissage du muscle, notamment mécanique, ou encore sa cuisson, sont autant de techniques permettant d'augmenter la tendreté de la viande. Cependant, les pratiques actuelles et les évolutions en cours vont dans le sens d'une réduction des délais de maturation, préjudiciable à la garantie et à la régularité de la tendreté de la viande pour le consommateur. Par exemple, les contraintes de fabrication de la viande hachée obligent à utiliser la matière première dans des délais très courts qui pèsent indirectement sur les durées de maturation de la viande. Par ailleurs, l'évolution des circuits de commercialisation marquée par un développement des UVCI, particulièrement celles conditionnées sous atmosphère modifiée, ne favorise pas non plus la maturation. Pour l'éleveur, hormis les différences entre muscles d'une même carcasse, la variabilité liée à l'animal constitue le facteur de variation de la tendreté le plus important. Celle-ci est toutefois difficilement maîtrisable, alors que tous les facteurs qui définissent l'itinéraire de production (sexe, âge, état d'engraissement, poids...) le sont plus facilement.

Ainsi, la tendreté nécessite d'être mieux gérée (Flamion *et al* 2013). Des travaux sont en cours dans la filière pour y apporter des améliorations :

- l'usage de l'attendrissage mécanique comme le font aujourd'hui d'autres pays européens pour améliorer la tendreté de muscles difficiles à valoriser aujourd'hui ;

- l'augmentation de la durée de maturation au moyen de nouveaux conditionnements sous atmosphère ;

- l'adaptation des durées de maturation au potentiel des différents muscles à cuisson rapide ;

- la recherche et la communication sur les méthodes de cuisson de la viande dans le secteur de la RHD, notamment scolaire ;

- une meilleure appréciation de la tendreté telle qu'elle est perçue par le consommateur dans le cadre d'une enquête nationale tendreté ;

- l'expertise des nouveaux systèmes de classement de la qualité de la viande vis-à-vis de la tendreté ;

- la diffusion des connaissances auprès des opérateurs de la filière sur les moyens existants permettant de gérer la tendreté ;

- une meilleure communication avec l'évolution de la dénomination des morceaux pour permettre au consommateur de choisir facilement son morceau en fonction de son utilisation culinaire.

3 / Enjeux et questions de recherches prioritaires

Afin de répondre aux attentes de la filière bovine, les recherches conduites ont pour objectifs :

- de rechercher des indicateurs des qualités des carcasses et de la viande à la fois nutritionnelles et sensorielles et de développer des outils d'évaluation de ces indicateurs utilisables par la filière sur l'animal vivant ou la carcasse. Les pistes creusées actuellement portent en particulier sur l'utilisation de méthodes non invasives rapides comme la SPIR (Spectrométrie Proche Infra-Rouge) et les approches de génomique ;

- de comprendre, afin de maîtriser la mise en place des caractéristiques biologiques importantes pour les qualités des carcasses et de la viande. Une attention particulière est portée au rapport masse musculaire/masse adipeuse qui est un critère majeur dans la production de viande ;

- d'étudier l'influence des facteurs de production (type d'animal et conduite...) afin de comprendre comment piloter la production en s'intéressant particulièrement à l'efficacité alimentaire des bovins, afin de maîtriser les qualités recherchées ;

- d'aboutir à des prédictions et des conseils en élevage pour garantir la pérennité des systèmes de production de viande bovine par une approche intégrative s'appuyant sur des méta-analyses et de la modélisation des données.

Références

- Afssa, 2001. Apports nutritionnels conseillés pour la population française. 3^{ème} édition. Tec & Doc Lavoisier. AFSSA Editions, Paris, France, 605p
- Afssa, 2010. Avis de l'agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les acides gras (saisine no 2006-SA-0359). <http://www.anses.fr/Documents/NUT2006sa0359.pdf>
- Bauchart D., Thomas A., 2010. Facteurs d'élevage et valeur santé des acides gras des viandes. In : *Muscle et Viande de Ruminant*. Bauchart D., Picard B. (Eds). Editions Quae, Versailles, France, 133-142.
- Bauchart D., Chantelot F., Gandemer G., 2008. Qualités nutritionnelles de la viande et des abats chez le bovin : données récentes sur les principaux constituants d'intérêt nutritionnel. *Cah. Nutr. Diét.* 43 (HS1), 1S29-1S39.
- Ellies M.P., 2014. Bovins allaitants. In : *Les filières animales françaises. Caractéristiques, enjeux et perspectives*. Ellies M.P. (Ed). Collec-tion synthèse agricole, Tec & Doc, Lavoisier, Paris, France, 85-118.
- Flamion N., Dockès A.C., Guerrier J., Pinard D., 2013. Intégrer des critères de qualité de viande dans les objectifs de sélection en bovins allaitants. *VPC-2013-29-6-8*.
- Geay Y., Bauchart D., Hocquette J.F., Culioli J., 2002. Valeur diététique et qualités sensorielles des viandes de ruminants, Incidence de l'alimentation des animaux. *INRA Prod. Anim.*, 15, 37-52.
- Grunert K.G., Bredahl L., Brunsø K., 2004. Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector-a review. *Meat Sci.*, 66, 259-272.
- Hocquette J.F., Botreau R., Legrand I., Polkinghorne R., Pethick D.W., Lherm M., Picard B., Doreau M., Terlouw C., 2014. Win-win strategies for high beef quality, consumer satisfaction, and farm efficiency, low environmental impacts and improved animal welfare. *Anim. Prod. Sci.*, 54, 1537-1548.
- Lebret B., Picard B., 2015. Les principales composantes de qualité des viandes dans les différentes espèces animales. In : *Numéro spécial, Le muscle et la viande*. Picard B., Lebret B. (Eds). *INRA Prod. Anim.*, 28, 93-98.
- Lebret B., Prache S., Berri C., Lefèvre F., Bauchart D., Picard B., Corraze G., Médale F., Faure J., Alami-Durante H., 2015. Qualités des viandes : influences des caractéristiques des animaux et de leurs conditions d'élevage. In : *Numéro spécial, Le muscle et la viande*. Picard B., Lebret B. (Eds). *INRA Prod. Anim.*, 28, 151-168.
- Listrat A., Lebret B., Louveau I., Astruc T., Bonnet M., Lefaucheur L., Bugeon J., 2015. Structure et composition du muscle et qualités de la viande. In : *Numéro spécial, Le muscle et la viande*. Picard B., Lebret B. (Eds). *INRA Prod. Anim.*, 28, 125-136.
- Micol D., Lherm M., 2010. Viande bovine en France. Quels types de production pour quels produits ? In : *"Muscle et Viande de Ruminant"*. Bauchart D., Picard B. (Eds). Editions Quae, Versailles, France, 3-13.
- Micol D., Jurie C., Hocquette J.F., 2010. Qualités sensorielles de la viande bovine. Impacts des facteurs d'élevage ? In : *"Muscle et Viande de Ruminant"*. Bauchart D., Picard B. (Eds). Editions Quae, Versailles, France, 163-171.
- Normand J., Rubat E., Evrat-Georgel C., Turin F., Denoyelle C., 2014. Les français sont-ils satisfaits de la tendreté de la viande bovine ? *Viandes Prod. Carnés*, 30, 1-7.
- Office de l'Élevage. 2010. *Pesée/Classement/ Marquage ; guide technique et réglementaire*. Grille communautaire des carcasses de gros bovins. Office de l'Élevage, 63-172.
- Renand G., Picard B., Touraille C., Berge P., Lepetit J., 2001. Relationships between muscle characteristics and meat quality traits of young charolais bulls. *Meat Sci.*, 59, 49-60.
- Renerre M., 1990. Factors involved in the discoloration of beef meat. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 25, 613-630.
- Rémond D., Peyron M.A., Savary-Auzeloux I., 2010. Viande et nutrition protéique. In : *"Muscle et Viande de Ruminant"*. Bauchart D., Picard B. (Eds). Editions Quae, Versailles, France, 133-142.
- Richard M., Denoyelle C., Monniot C., Bastien D., 2008. Adéquation entre offre et demande en viande bovine en France. *Renc. Rech. Rum.*, 15, 228-234.
- Richard M., Monniot C., Champion F., Chaumet J.M., 2012. Où va le bœuf ? Quel produit pour quel circuit ? Caractérisation et quantification des couples « produits-marchés » pour la viande bovine. *Renc. Rech. Rum.*, 19, 373-376.
- Troy D.J., Kerry J.P., 2010. Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat Sci.*, 86, 214-226.

Résumé

Bien que la consommation de viande bovine ait diminué au cours des dernières années au niveau européen, la France demeure le premier producteur et consommateur de l'Union européenne. La filière française se distingue par la diversité de ses productions qui s'appuient sur des types d'animaux divers : vaches, génisses, taurillons et bœufs de diverses races et conduits dans différents systèmes de production. Cette diversité est à l'origine de qualités sensorielles et nutritionnelles variées. L'objectif de cet article est de faire le point sur les principales qualités demandées à la viande bovine et de présenter les questions de recherches majeures.

Abstract

Beef meat: the main qualities sought

While beef consumption has declined in recent years in Europe, France is the first producer and consumer in the European Union. The French sector is characterized by its diversity of productions that are based on various types of animals: cows, heifers, bulls and steers of various breeds and conducted under different systems. This diversity is at the origin of different sensory and nutritional qualities. The purpose of this article is to review the main qualities required of this meat and present major research questions.

GRUFFAT D., PICARD B., BAUCHART D., MICOL D., 2015. La viande bovine : les principales qualités recherchées. In : *Numéro spécial, Le muscle et la viande*. Picard B., Lebret B. (Eds). *INRA Prod. Anim.*, 28, 99-104.

La viande et la carcasse des agneaux : les principales qualités recherchées

S. PRACHE^{1,2}, D. BAUCHART^{1,2}

¹ INRA, UMR1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champanelle, France

² Clermont Université, VetAgro Sup, UMR1213 Herbivores, BP 10448, F-63000 Clermont-Ferrand, France

Courriel : sophie.prache@clermont.inra.fr

En 2014, la France se place au 6^{ème} rang européen pour l'effectif de brebis et d'agnelles saillies avec 5,5 millions de têtes, loin derrière le Royaume Uni (14,8 millions), l'Espagne (11,7 millions), la Roumanie (8,1 millions) et proche de la Grèce (6,6 millions) et de l'Italie (6,2 millions). A titre de comparaison, le cheptel reproducteur est de 64 millions de têtes pour l'Europe à 27 (8,5% du cheptel mondial, en baisse), les cheptels de brebis reproductrices de l'Australie et de la Nouvelle Zélande étant respectivement de 40 et 20 millions. Quant au cheptel total de la Chine, il est estimé à 150 millions d'animaux. Le bilan d'approvisionnement de la France en viande ovine est fortement déficitaire, les importations représentant plus de 55% de la consommation. En 2014, les exportations d'ovins vivants se sont élevées à 508 000 têtes (vers les pays méditerranéens de l'Europe) et les importations d'ovins vivants à 379 000 têtes (en provenance de plusieurs pays européens). L'approvisionnement du marché français a été complété par l'importation de 105 000 tonnes équivalent carcasse de viande ovine, en provenance pour l'essentiel de Grande Bretagne et d'Irlande, sous forme de viande fraîche et, pour une faible part (16% des importations), de Nouvelle-Zélande, sous forme de viande congelée ou conditionnée sous vide (Institut de l'Élevage 2015).

Une des spécificités de la production ovine française est la diversité de ses systèmes de production en lien avec la répartition des effectifs dans des zones particulières du territoire, avec une grande richesse de races attachées à ces contextes. A cette diversité de systèmes de production et de races (ainsi que de croisements) correspond une diversité des modes d'élevage et d'engraissement des agneaux, avec des conséquences importantes sur la qualité de la carcasse et de la viande.

1 / Types d'agneaux produits, habitudes de consommation et valeur symbolique de la viande ovine

Trois grands types d'agneaux sont vendus en France, en lien avec les diffé-

rents bassins de production et les systèmes d'élevage correspondants, ainsi que les habitudes de consommation. Dans les zones de plaine de la moitié Nord et dans le grand Ouest sont produits des agneaux lourds de 18 à 20 kg de carcasse, issus de races bouchères souvent herbagères, l'âge à la vente variant de 120 à 180 jours (une partie de ces agneaux est engraisée à l'herbe). Dans les zones défavorisées et de montagne de la moitié Sud, les agneaux issus de races rustiques sont quasi systématiquement engraisés en bergerie et présentent des poids de carcasse inférieurs, de 16,5 à 18 kg, l'âge à la vente variant de 120 à 150 jours. Enfin, des agneaux dits légers peuvent également être produits dans ces mêmes élevages (âge à la vente de l'ordre de 70 jours, pour un poids vif d'environ 24 kg) ; ils représentent environ 15 à 20% de l'ensemble des agneaux nés et sont vendus dans le Sud de l'Europe (Sud de la France, Italie, Grèce et Espagne). On distingue aussi classiquement les agneaux de bergerie et les agneaux d'herbe, bien que cette classification soit schématique puisque les agneaux élevés à l'herbe sont fréquemment complétés au pâturage avec des aliments concentrés et/ou engraisés en bergerie pendant une durée variable de finition. L'élevage des agneaux en bergerie avec des rations à base de concentrés se pratique dans les régions céréalières, en zones de montagne et en zone méditerranéenne, où la saison de végétation est courte et les besoins hivernaux en fourrages peuvent être élevés. L'élevage des agneaux à l'herbe se pratique dans les régions où le climat est plus favorable à la pousse de l'herbe. Les agneaux d'herbe sont abattus à l'âge de 5 à 6 mois, voire plus, pendant l'été et l'automne. Leurs performances de croissance et leur âge à l'abattage sont plus variables que ceux des agneaux de bergerie, ce qui peut avoir des conséquences importantes sur la variabilité des qualités de la viande et de la carcasse (Sheath *et al* 2001).

Les consommateurs français achètent peu de viande d'agneau (2,7 kg équivalent carcasse/habitant/an en 2014, soit 3,8% du total de la viande consommée) et la consommation de viande ovine

s'érode régulièrement en France (elle était de 5,4 kg en 1990), plus encore que celle de l'ensemble des viandes qui ne baisse que depuis le début des années 2000. Les ovins portent cependant une forte valeur symbolique, culturelle et culturelle, comme en témoigne par exemple la quantité de viande ovine commercialisée en France pendant la semaine de Pâques, trois fois supérieure à celles des autres semaines de l'année. L'agneau, symbole d'innocence et d'obéissance, occupe en effet une place centrale dans les rites commémoratifs structurant chacune des trois grandes religions monothéistes (Brisebarre *et al* 2002). La Pâque juive (Pessa'h) rappelle, autour d'un repas traditionnel d'agneau, la nuit de printemps où l'agneau consommé par les Hébreux, et son sang répandu sur la porte de leurs maisons, a permis d'épargner la vie des premiers-nés et a conduit à la libération du peuple hébreu de l'esclavage en Égypte. Les chrétiens reprennent ce symbole, voyant dans le sacrifice du Christ l'accomplissement de l'offrande de l'agneau pascal, mort pour sauver les hommes. Ils placent ainsi l'agneau au centre du repas de fête de Pâques, jour de la résurrection du Christ. Chez les musulmans, lors de la fête de l'Aïd-el-Adha (fête du Sacrifice), le père de famille refait le geste d'Abraham, sacrifiant, en signe d'obéissance, un mouton à la place de son fils (figure 1).

2 / Les critères de qualité spécifiques à la viande ovine

2.1 / Les critères de qualité de la carcasse

La qualité d'une carcasse ovine et son prix sont fondés sur 3 critères : le poids (qui est fonction de la race et des habitudes commerciales), la conformation et l'état d'engraissement (qui est un élément majeur de la fixation du prix).

La conformation est codifiée par la grille communautaire SEUROP qui rend compte du niveau de développement musculaire. La classe S est la classe