



La chaîne de la viande bovine

Production, transformation,
valorisation et consommation

MARIE-PIERRE ELLIES-OURY,
JEAN-FRANÇOIS HOCQUETTE

Coordonnateurs



SCIENCES & TECHNIQUES AGROALIMENTAIRES (STAA)

Directrice de collection : Marie-Noëlle Bellon-Fontaine, professeur, AgroParisTech (Massy)

Membres du conseil scientifique :

Thierry Bénézech, directeur de recherche, INRA (Villeneuve d'Ascq)

Véronique Bosc, maître de conférences, AgroParisTech (Massy)

Pascal Garry, chercheur, Ifremer (Nantes)

Christophe Hermon, directeur régional du pôle Ouest du CTCPA (Nantes)

Jean-Louis Multon, président de la Société scientifique d'hygiène alimentaire (SSHA, Paris)

Murielle Naïtali, maître de conférences, AgroParisTech (Massy)

Dans la même collection

Les algues alimentaires : bilan et perspectives, par J. Fleurence, 2018

Les 7 fonctions de l'emballage, par P. Dole (coord.), 2018

Risques microbiologiques alimentaires, par M. Naïtali, L. Guillier, F. Dubois-Brissonnet (coord.), 2017

Conception hygiénique de matériel et nettoyage-désinfection pour une meilleure sécurité en industrie agroalimentaire, par M.-N. Bellon-Fontaine, T. Bénézech, K. Boutroux, C. Hermon (coord.), 2016

Traité pratique de droit alimentaire, par J.-L. Multon, H. Temple, J.-L. Viruéga (coord.), 2013

La couleur des aliments – De la théorie à la pratique, par M. Jacquot, P. Fagot, A. Voilley (coord.), 2012

Science et technologie de l'œuf – Production et qualité, volume 1, par F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J.-L. Thapon † (coord.), 2010

Science et technologie de l'œuf – De l'œuf aux ovoproduits, volume 2, par F. Nau, C. Guérin-Dubiard, F. Baron, J.-L. Thapon † (coord.), 2010

Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires, 4^e ed., par B. de Reynal, J.-L. Multon (coord.), 2009

Évaluation sensorielle – Manuel méthodologique, 3^e ed., par F. Depledt, SSHA (coord.), 2009

Bactéries lactiques – De la génétique aux ferments, par G. Corrieu, F.-M. Luquet (coord.), 2008

Les polyphénols en agroalimentaire, par P. Sarni-Manchado, V. Cheynier (coord.), 2006

La spectroscopie infrarouge et ses applications analytiques, 2^e ed., par B. Bertrand, E. Dufour (coord.), 2006

Gestion des problèmes environnementaux dans les industries agroalimentaires, 2^e ed., par R. Moletta (coord.), 2006

Analyse des risques alimentaires, par M. Feinberg, P. Bertail, J. Tressou, P. Verger (coord.), 2006

Bactéries lactiques et probiotiques, par F.-M. Luquet, G. Corrieu (coord.), 2005

Risques et crises alimentaires, par C. Lahellec (coord.), 2005

Pour plus d'informations sur nos publications :



newsletters.lavoisier.fr/9782743023317

SCIENCES & TECHNIQUES

AGROALIMENTAIRES



MARIE-PIERRE **ELLIES-OURY**
JEAN-FRANÇOIS **HOCQUETTE**

La chaîne de la viande bovine

Production, transformation,
valorisation et consommation

Direction éditoriale : Fabienne Roulleaux
Édition : Brigitte Peyrot
Fabrication : Estelle Perez-Le Du
Composition : Patrick Leleux PAO

© 2018, Lavoisier, Paris
ISBN : 978-2-7430-2331-7

LISTE DES AUTEURS

Coordonnateurs

Marie-Pierre Ellies-Oury

Ingénieur Agronome

Maître de Conférences en Zootechnie et Qualité des produits à Bordeaux Sciences Agro

INRA – VetAgro Sup – Unité Mixte de Recherche sur les Herbivores (UMRH)

Jean-François Hocquette

Directeur de Recherches

INRA – VetAgro Sup – Unité Mixte de Recherche sur les Herbivores (UMRH)

Conseiller scientifique du Haut Conseil d'Évaluation de la Recherche et de
l'Enseignement Supérieur (HCERES)

Éditeur scientifique de la revue *Viandes et Produits Carnés*

Membre des Conseils d'administration de l'Académie de la Viande et de l'Association
Française de Zootechnie (AFZ)

Responsable du « Cattle network » de la Fédération Européenne de Zootechnie

Auteurs

Thierry Astruc

Ingénieur de Recherches

INRA - Unité Qualité des Produits Animaux (QuaPa)

René Baumont

Directeur de Recherches

INRA – VetAgro Sup – Unité Mixte de Recherche sur les Herbivores (UMRH)

Éditeur en chef de la revue *INRA Productions Animales*

Co-animateur du Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) « Élevages Demain »

François Casabianca

Ingénieur de Recherches

INRA – Laboratoire de Recherches sur le Développement de l'Élevage (LRDE)

Responsable du « Mediterranean Working Group » de la Fédération Européenne de
Zootechnie

Directeur du Laboratoire de Recherches sur le Développement de l'Élevage

Président du Centre INRA de Corse

François Cassagnol

Ingénieur Agronome

Directeur du Pôle Information et Communication de Culture Viande, le syndicat des
entreprises françaises des viandes

Membre de l'Académie de la Viande

Marie-Christine Champomier-Verges

Directrice de Recherches

INRA – AgroParisTech – Microbiologie de l’Alimentation au service de la Santé
(MICALIS)

Sébastien Couvreur

Ingénieur Agronome

Maître de Conférences en Zootechnie à l’École Supérieure d’Agriculture (ESA) d’Angers
Responsable de l’Unité de Recherches sur les Systèmes d’Élevage

Jean-Baptiste Dollé

Ingénieur Agronome

Institut de l’Élevage

Chef du service environnement

Pierre Feillet

Ingénieur Agronome

Membre de l’Académie des Technologies et de l’Académie de l’Agriculture de France

Armelle Gac

Ingénieur en Agriculture

Institut de l’Élevage

Chef de projet Évaluation Environnementale

Dominique Gruffat

Chargée de Recherches

INRA – VetAgro Sup – Unité Mixte de Recherche sur les Herbivores (UMRH)

Animatrice adjointe de l’équipe Biomarqueurs

Michel Hébraud

Directeur de Recherches

INRA – Université Clermont Auvergne – Unité Mixte de recherches Microbiologie,
Environnement Digestif et Santé (MEDiS)

Responsable scientifique de la composante protéomique de la Plate-forme Exploration
du Métabolisme : des gènes aux métabolites (PFEM)

Céline Laisney

Directrice d’AlimAvenir

Membre du Comité de rédaction de la revue *Futuribles*

Conseillère scientifique de Futuribles International

Marlène Lauer

Ingénieur Agronome

Bruno Laurieux

Professeur d’Histoire du Moyen Âge et de l’Alimentation à l’université François Rabelais
de Tours – CESR

Chargé de mission pour la Cité de la Gastronomie de Tours

Président de l’Institut Européen d’Histoire et des Cultures de l’Alimentation

Isabelle Legrand

Ingénieur Agronome
 Institut de l'Élevage
 Chef de projet au Service Qualité des Viandes

Anne Listrat

Chargée de Recherches
 INRA – VetAgro Sup – Unité Mixte de Recherche sur les Herbivores (UMRH)

Valérie Monteils

Maître de Conférences en Zootechnie à VetAgro Sup
 INRA – VetAgro Sup – Unité Mixte de Recherche sur les Herbivores (UMRH)

Laurent Muller

Chargé de Recherches
 INRA – Laboratoire d'Économie appliquée de Grenoble

François Pallavidino

Directeur du Groupe Expalliance

Brigitte Picard

Directrice de Recherches
 INRA – VetAgro Sup – Unité Mixte de Recherche sur les Herbivores (UMRH)

Virginie Rieux

Docteur Vétérinaire
 Direction Départementale de la Protection des Populations de Gironde / Sécurité
 sanitaire des Aliments

Bernard Ruffieux

Professeur des Universités
 Directeur de Grenoble INP — Génie industriel
 Chercheur au Laboratoire d'Économie appliquée de Grenoble

Pierre Sans

Docteur Vétérinaire
 Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse
 INRA – Unité Alimentation et Sciences sociales

Véronique Santé-Lhoutellier

Directrice de Recherches
 INRA – Unité Qualité des Produits animaux (QuaPa)
 Directrice de l'Unité Qualité des Produits animaux

Bernard Schmitt

Médecin Nutritionniste
 Directeur du CERNh-Bretagne (Centre d'Étude et de Recherche en Nutrition Humaine)
 Co-Président de Bleu-Blanc-Cœur

Claudia Terlouw

Chargée de Recherches
 INRA – VetAgro Sup – Unité Mixte de Recherche sur les Herbivores (UMRH)

Yves Trégaro

Ingénieur Agronome

Médiateur-Délégué

Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt

Médiation des Relations Commerciales Agricoles (MRCA)

Relecteurs

Jacques Agabriel

Ingénieur de Recherches

INRA – VetAgro Sup – Unité Mixte de Recherche sur les Herbivores (UMRH)

Claude Allo

Ingénieur des Techniques Agricoles

Ancien directeur de la Confédération Nationale de l'Élevage (CNE)

Ancien directeur de l'Institut de l'Élevage

Membre du Conseil d'administration de l'Académie de la viande

Muriel Denayrolles

Maître de Conférences en Microbiologie – Biotechnologies à Bordeaux Sciences Agro

CNRS – Université de Bordeaux – Institut National Polytechnique (INP) Bordeaux

Aquitaine – Unité mixte de recherches Chimie Biologie des Molécules et Nano-objets

Christophe Denoyelle

Ingénieur Agronome

Institut de l'Élevage

Responsable du Service Qualité des Viandes

Marie-Pierre Ellies-Oury

Ingénieur Agronome

Maître de Conférences en Zootechnie et Qualité des produits à Bordeaux Sciences Agro

INRA – VetAgro Sup – Unité Mixte de Recherche sur les Herbivores (UMRH)

François Gautier

Ingénieur de l'École Supérieure d'Agriculture (ESA) d'Angers

Ingénieur Innovation chez Charal

Éric Giraud-Héraud

Directeur de Recherches

Professeur associé à l'École Polytechnique

INRA – Unité Alimentation et Sciences Sociales

Institut des Sciences de la Vigne et du Vin de l'Université de Bordeaux

Membre de l'European Association of Wine Economists et de la Vineyard Data

Quantification Society

Jean-François Hocquette

Directeur de Recherches

INRA – VetAgro Sup – Unité Mixte de Recherche sur les Herbivores (UMRH)

Conseiller scientifique du Haut Conseil d'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (HCERES)
 Éditeur scientifique de la revue *Viandes et Produits Carnés*
 Membre des Conseils d'administration de l'Académie de la Viande et de l'Association Française de Zootechnie (AFZ)
 Responsable du « Cattle network » de la Fédération Européenne de Zootechnie

Stéphane Ingrand

Ingénieur de Recherches
 INRA – VetAgro Sup – IRSTEA – AgroParisTech – Unité mixte de recherches Territoires
 Chef Adjoint du département Physiologie Animale et Systèmes d'Élevage (PHASE) de l'INRA

René Laporte

Ingénieur Agronome
 Ancien Directeur des Fédérations du Commerce du Bétail et de l'Industrie des Viandes.
 Secrétaire de l'Académie de la Viande
 Chroniqueur pour *Viande Magazine*

Pierre Le Neindre

Directeur de Recherches
 Ancien Directeur du Laboratoire d'Adaptation des Herbivores au Milieu (LAHM)
 Ancien Président de centre INRA

Pascal Mainsant

Ingénieur de Recherches
 Ancien Chercheur INRA au Laboratoire de recherche sur les Industries Agro-alimentaires
 Expert de l'économie des filières viandes, de l'élevage à la consommation
 Membre de l'Académie de la Viande

Françoise Médale

Directrice de Recherches
 INRA – IFREMER – Unité mixte de recherche Nutrition Aquaculture Génomique (NUAGE)
 Chef du département Physiologie Animale et Systèmes d'Élevage (PHASE) de l'INRA

Didier Rémond

Directeur de Recherches
 INRA – Université Clermont Auvergne – Unité mixte de recherche de Nutrition Humaine (UNH)
 Directeur Adjoint de l'Unité de Nutrition Humaine

Pierre Sans

Docteur Vétérinaire
 Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse
 INRA – Unité Alimentation et Sciences Sociales

Stefaan De Smet

Professeur

Ghent University (Belgique) – Laboratory for Animal Nutrition and Animal Product
Quality (LANUPRO)

President of the Belgian Association of Meat Science and Technology

Yves Trégaro

Ingénieur Agronome

Médiateur-Délégué

Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt

Médiation des Relations Commerciales Agricoles (MRCA)

SOMMAIRE

Liste des auteurs	V
Liste des sigles, abréviations et acronymes	XIX
Quelques définitions	XXIII
Dédicace	XXVII
Avant-propos (Jean-François HOCQUETTE, Marie-Pierre ELLIES-OURY)	XXIX
Introduction – La viande, d’hier à aujourd’hui : histoire et enjeux (Bruno LAURIoux)	1

Partie 1

PRODUCTION ET TRANSFORMATION DE LA VIANDE BOVINE

CHAPITRE 1

Production de viande bovine : élevage et finition des animaux (Sébastien COUVREUR) ...	15
1. Des types d’animaux variés à l’origine de la viande bovine	16
1.1. Deux types raciaux produisant de la viande de bœuf	16
1.2. Une diversité de types d’animaux quel que soit le type racial	16
1.3. Une diversité de modèles d’élevage	17
1.4. Une répartition géographique contrastée selon le potentiel agronomique des régions définissant de grands bassins de production d’élevage bovin	20
2. Des pratiques d’élevage qui accentuent la diversité des types d’animaux produits... ..	22
2.1. Pratiques de reproduction et de sélection	22
2.1.1. Les pratiques de reproduction saisonnent la production et influencent l’âge des vaches de réforme	22
2.1.2. Les races laitières produisent des animaux plus précoces que les races à viande	23
2.1.3. Les choix génétiques intra-troupeau influencent le type d’animal produit	24
2.2. Pratiques d’engraissement et de finition des animaux destinés à la production de viande	26
2.2.1. Pratiques de finition des vaches de réforme	26
2.2.2. Pratiques d’engraissement et de finition des animaux en croissance (jeunes bovins, génisses et bœufs)	27
2.3. Les stratégies de commercialisation accentuent la gamme d’animaux produits, s’appuient sur des pratiques contrastées et segmentent le marché	30
2.3.1. Stratégie de tri et vente des animaux par les éleveurs : une source de diversité supplémentaire	30
2.3.2. Une diversité source de segmentation en allaitant (labels, bio, AOP)	31
3. Conclusion	32

CHAPITRE 2

Période de pré-abattage et d’abattage : procédures, stress, bien-être animal et qualités des viandes (Claudia TERLOUW)	35
1. Procédures d’abattage	35
1.1. Période de pré-abattage	35
1.2. Abattage	36
1.2.1. L’étourdissement mécanique	36
1.2.2. L’étourdissement électrique	37
1.2.3. La saignée	37
1.3. Procédures sur la chaîne : habillage, inspection, refroidissement	38

2. Stress et bien-être	38
2.1. Qu'est-ce que le stress ? Causes et réactions	38
2.2. Causes et indicateurs de stress et méthodes d'amélioration des conditions d'abattage	40
2.2.1. Manipulations à la ferme et transport	40
2.2.2. Arrivée et hébergement à l'abattoir	41
2.2.3. Causes de stress pendant l'étourdissement et la saignée	44
3. Différences entre individus dans la réactivité au stress : rôle de la variabilité génétique et de l'expérience antérieure.....	46
4. Effets du stress sur les qualités des viandes	47
4.1. Transformation du muscle en viande : l'effet du stress <i>ante mortem</i>	47
4.2. Expérience antérieure, stress pré-abattage et qualités des viandes	49
4.3. Prédire les qualités des viandes en fonction de la réactivité au stress de l'animal	49
5. Conclusion	50

CHAPITRE 3

Salubrité et traçabilité des carcasses (Marie-Pierre ELLIES-OURY, Marlène LAUER, Virginie RIEUX, François PALLAVIDINO).....	55
1. Règlementation sanitaire : assurer des viandes saines et salubres.....	55
1.1. Inspection Ante Mortem (IAM).....	56
1.2. Inspection Post Mortem (IPM).....	56
1.3. Saisies.....	57
1.4. Matériels à Risques Spécifiés (MRS).....	58
2. Gestion de la traçabilité de l'animal sur pied au morceau de viande.....	59
2.1. Suivi de la traçabilité de l'animal à la carcasse	60
2.2. Commercialisation des carcasses	61
3. Conclusion	61

CHAPITRE 4

La biologie musculaire et ses conséquences sur la qualité de la viande bovine (Anne LISTRAT, Brigitte PICARD, Dominique GRUFFAT, Marie-Pierre ELLIES-OURY).....	63
1. Fibres musculaires.....	63
1.1. Appareil contractile des fibres.....	64
1.2. Facteurs de variation.....	65
1.2.1. L'âge.....	65
1.2.2. Le type génétique.....	66
1.2.3. Les hormones endogènes.....	66
1.2.4. Les conduites d'élevage.....	67
1.3. Lien avec la qualité	67
2. Tissu conjonctif.....	68
2.1. Structure, composition et relation avec la qualité sensorielle de la viande.....	68
2.2. Facteurs de variation ante mortem de la composition et de la structure du tissu conjonctif.....	69
2.2.1. Le muscle.....	69
2.2.2. L'âge.....	70
2.2.3. La race	70
2.2.4. Le sexe et les hormones endogènes	70
2.3. Lien avec la qualité	70
3. Tissu adipeux intramusculaire.....	72
3.1. Teneur en lipides intramusculaires	73
3.2. Facteurs de variations de la teneur en lipides et de la composition en AG des viandes bovines.....	73
3.3. Rôle des lipides et des acides gras dans la qualité sensorielle et nutritionnelle de la viande bovine.....	75
3.3.1. Qualité sensorielle	75

3.3.2. Qualité nutritionnelle	75
4. Relations entre les trois compartiments et avec les qualités sensorielles et nutritionnelles	76
4.1. Relations entre caractéristiques des fibres musculaires, du collagène et des lipides intramusculaires	76
4.2. Relations entre qualités sensorielle et nutritionnelle	77
5. Conclusion	78

CHAPITRE 5

Transformation du muscle en viande, maturation et conservation des viandes (Thierry ASTRUC, Véronique SANTÉ-LHOUTELLIER)

1. Transformation du muscle en viande	83
1.1. Mécanismes biochimiques	83
1.2. Mécanismes structuraux	84
1.3. Impact de l'espèce sur la cinétique du métabolisme post mortem	85
1.4. Effet du stress de pré-abattage sur l'évolution du métabolisme <i>post mortem</i> et les qualités des viandes	85
1.5. Cinétique de refroidissement des carcasses et qualités des viandes	87
2. Maturation	88
2.1. Définition, généralité	88
2.2. Systèmes enzymatiques	88
2.3. Évolution physicochimique	89
2.4. Évolution structurale	89
2.5. Maturation et qualité des viandes	91
3. Oxydation des viandes	91
3.1. Mécanismes	91
3.2. Oxydation des lipides	91
3.3. Oxydation des protéines	92
3.4. Oxydation de la myoglobine	93
4. Réfrigération et modes de conditionnement des viandes fraîches	93
5. Procédés alternatifs de conservation	94
5.1. Salaison	94
5.2. Marinage	95
5.3. Cuisson	95
6. Conclusion	96

CHAPITRE 6

Communautés microbiennes de la viande bovine et sécurité sanitaire (Marie-Christine CHAMPOMIER-VERGÈS, Michel HÉBRAUD)

1. Écologie microbienne de la viande bovine	99
2. Bactéries pathogènes dans la viande bovine	100
2.1. Origine des toxi-infections	100
2.2. Voies de contamination	101
3. Bactéries d'altération, une grande diversité et des dynamiques complexes le long de la chaîne	102
3.1. Diversité des bactéries d'altération	102
3.2. Évolution au cours de la conservation	104
4. Bactéries positives, un atout pour innover dans la conservation de la viande de bœuf ?	104
5. Conclusion : mieux comprendre la dynamique des communautés pour une meilleure maîtrise	105

Partie 2

MARCHÉ DE LA VIANDE BOVINE

CHAPITRE 7

Commerce actuel des produits de la filière bovine (Yves TRÉGARO)	109
1. Commerce international	109
1.1. Cadre des échanges commerciaux	109
1.2. Des échanges internationaux semés d'embûches	110
1.2.1. Des restrictions liées aux pays exportateurs	111
1.2.2. Des restrictions liées aux pays importateurs	111
1.3. Commerce international de bovins vivants	112
1.4. Commerce international de viande bovine	113
1.5. Commerce international d'abats de bovin (incluant les abats destinés à l'industrie pharmaceutique et ceux destinés à l'industrie du pet-food)	114
1.6. Commerce international des cuirs et peaux bruts	114
2. Commerce intra-communautaire et échanges européens avec les pays tiers	115
2.1. Échanges de bovins vivants	115
2.2. Échanges de viande bovine	116
2.3. Échanges d'abats (excluant les abats destinés à l'industrie pharmaceutique, incluant les abats destinés au pet-food)	117
2.4. Échanges des cuirs et peaux bruts	118
3. Place de la France dans les échanges européens et mondiaux	118
3.1. Un peu d'histoire, des années 1950 au début des années 2000	118
3.2. Échanges d'animaux vivants	119
3.3. Échanges de viandes	120
3.4. Échanges d'abats	121
3.5. Échanges de cuirs et peaux bruts	121
4. Conclusion	121

CHAPITRE 8

Tendance d'évolution des caractéristiques des marchés (Pierre SANS, Isabelle LEGRAND) ..	125
1. Évolution de l'offre de viande bovine	125
1.1. Disponibilités françaises de viande bovine	125
1.2. Évolution des circuits de distribution et développement de la transformation industrielle	127
1.2.1. Les circuits de distribution	127
1.2.2. Le développement de l'industrie de transformation	128
1.3. Le difficile équilibre de la matière	129
1.4. La délicate adéquation entre l'offre de gros bovins et les attentes exprimées par les industriels	130
2. Constat relatif à la distribution française de viande bovine	131
2.1. Baisse régulière et durable de la consommation	131
2.2. Quelques déterminants de ces évolutions	131
2.3. Manque de lisibilité du rayon viande en libre-service	132
3. La réaction professionnelle française : mise en place d'une nouvelle dénomination des viandes	133
3.1. Idée et objectif poursuivis	133
3.2. Étapes de travail et leur aboutissement	133
3.3. Principes de la nouvelle dénomination	134
3.4. Mise en œuvre et conséquences de la nouvelle dénomination pour les opérateurs de l'aval de la filière	135
3.5. Position de la nouvelle dénomination par rapport à d'autres éléments d'étiquetage des viandes	136
3.6. Poursuite de la réflexion professionnelle sur la segmentation du rayon viande bovine	138
4. Conclusion	139

CHAPITRE 9

Les viandes bovines sous signe de qualité et d'origine (François CASABIANCA)	143
1. Certification des viandes : des engagements et des promesses	144
1.1. Politiques publiques de certification	144
1.2. Repères de certification	145
1.3. Les signes et leur utilisation sur la viande bovine en France	146
2. Viandes de qualité supérieure	147
2.1. Des viandes bovines montrant des qualités organoleptiques supérieures	147
2.2. Caractéristiques zootechniques et technologiques des viandes bovines sous Label Rouge	149
3. Viandes bovines d'origine	152
3.1. Protéger des noms	152
3.2. Viandes bovines sous AOP et leurs singularités	153
3.3. Viandes bovines sous IGP et protection des noms réputés	155
3.4. Un fort contraste entre les deux formes de protection de l'origine	156
4. Viandes bovines biologiques	156
4.1. La viande bovine : un statut ambigu dans l'univers de l'agriculture biologique	157
4.2. Des dynamiques de proximité.	158
4.3. Une montée en puissance	159
5. Conclusion – Les perspectives des viandes bovines certifiées.	159

Partie 3

PERCEPTIONS ET ATTENTES DES CONSOM'ACTEURS

CHAPITRE 10

Critères de qualité recherchés : classement des carcasses et évolution (Valérie MONTEILS, Marie-Pierre ELLIES-OURY)	165
1. Attentes des professionnels de la filière et classement des carcasses en Union européenne	165
1.1. Aspects opérationnels	166
1.2. Commercialisation des carcasses	168
2. Attentes des professionnels de la filière et classement des carcasses dans le monde	170
3. Conclusion	172

CHAPITRE 11

Critères de qualité recherchés : évolution des attentes des consommateurs et approche australienne de la qualité gustative (Isabelle LEGRAND, Jean-François HOCQUETTE)	177
1. Évolution des attentes des consommateurs dans le temps et adaptation de la filière	178
2. Évolution en Australie : un modèle de prédiction de la qualité en bouche	180
2.1. Une réponse à la chute de la consommation de viande bovine sur le marché intérieur	180
2.2. Principe du système MSA	181
2.3. Construction du système	182
2.4. Fonctionnement du système	184
2.5. Quels avantages pour la filière bovine australienne ?	184
2.6. Conclusion sur le système MSA en Australie	185
3. Perspectives d'avenir concernant le système MSA	185
3.1. En Australie	185
3.2. Ailleurs, à l'international	186
3.3. En France	187
3.4. Perspectives	188
4. Conclusion	188

CHAPITRE 12

La valeur-client de la viande bovine (Bernard RUFFIEUX, Laurent MULLER)	193
1. Valeur-client d'un produit : concept et enjeux	194
1.1. Définition de la valeur-client	194
1.2. La valeur-client n'est pas le prix : en cas d'achat, elle lui est supérieure	195
1.3. Comportement rationnel du consommateur : la maximisation du surplus	195
1.4. De la théorie aux faits : les heuristiques de choix	196
1.5. L'acceptable et l'inacceptable	197
1.6. Valeur-client et prix	197
1.7. Valeur-client : le point de vue de l'offre et des entreprises	198
2. Le « produit » viande final	198
2.1. Une offre de produits extrêmement diversifiée, selon de multiples critères	198
2.2. Des modes de vente qui influent fortement sur la valeur-client	199
2.3. Modes de vente et caractérisation des produits offerts : deux faces d'un même processus	200
2.4. Question décisive de l'information	200
2.5. Tenir compte des compétences, des routines et des croyances des clients : les stratégies d'offre	201
3. Le client de la viande	201
3.1. L'acheteur, le cuisinier et le mangeur	201
3.2. La viande, une consommation régulière mais pas irremplaçable : la valeur dans le temps	201
3.3. Crédibilité des signaux de qualité	202
4. Mesurer la valeur-client : les différentes approches	202
4.1. Analyses de régression	203
4.2. Données d'enquêtes	204
4.3. Approche économique expérimentale : la valeur-client mesurée en laboratoire	204
5. Analyser les différentes sources de valeur pour un produit donné pour mieux les agréger	205
5.1. Mesurer la valeur d'un attribut : intérêt et méthodes	205
5.2. Décomposition exhaustive du produit en sous-ensembles	205
5.3. Analyse sensorielle : de la notation hédonique à l'analyse de valeur client-client	206
5.4. Mesurer la valeur au-delà du seul champ hédonique	206
5.5. Le tout et les parties, les parties et le tout	207
6. Méta-valeurs de la viande et tendances en France	207
6.1. Valeur hédonique de la viande	207
6.2. Valeur santé de la viande	207
6.3. Valeur environnementale de la viande	208
6.4. Valeur-client symbolique, éthique et citoyenne de la viande	209
6.5. Bien-être animal	209
7. Valeur-client cumulée de la viande	210
7.1. Quantités consommées, prix, valeur et budget d'un ménage alloué à la viande	210
7.2. Arbitrage qualité-quantités	211
7.3. Variété de l'offre et question des usages	211
8. Catégories de consommateurs et modernité de la viande	212
8.1. La variété de la clientèle d'aujourd'hui : un phénomène de génération	212
8.2. Penser l'avenir : les modernités de la consommation de viande rouge	213
9. Conclusion	213

CHAPITRE 13

Quels sont les substituts à la viande ? (Pierre FEILLET)	217
1. Protéines végétales texturées	219
2. Élevage « cellulaire » (culture de tissus)	222
2.1. Faisabilité d'un steak issu d'une culture de tissus	223
2.2. État des lieux des points forts et contraintes de ces sources protéiques	223

3. Production de farines d'insectes	224
3.1. Des obstacles certains à la consommation d'insectes	224
3.2. Deux autres voies envisageables	224
3.3. De bonnes performances	225
3.4. Des problèmes communs à tous les types d'élevage	225
3.5. Impact environnemental	226
4. Production de protéines de microorganismes	226
5. Conclusion	228

CHAPITRE 14

Impacts environnementaux et services écosystémiques : quelles méthodes d'évaluation pour l'élevage bovin viande en France ? (Jean-Baptiste DOLLÉ, Armelle GAC)	231
1. Principaux impacts environnementaux et services écosystémiques liés à l'élevage bovin viande	232
1.1. Changement climatique	232
1.3. Qualité de l'eau	233
1.4. Services environnementaux	233
2. Analyses des méthodologies et résultats d'évaluation des impacts en élevage bovin viande	235
2.1. Indicateurs usuels de l'ACV	235
2.2. Indicateurs de la biodiversité et des services écosystémiques	239
3. Discussion	245
4. Conclusion	246

Partie 4

TÉMOIGNAGES SUR LE THÈME « ÉLEVAGE, VIANDE ET SOCIÉTÉ »

CHAPITRE 15

Services rendus par l'élevage (Témoignage du GIS ÉLEVAGES Demain)	253
1. Des bénéfices de l'élevage encore méconnus	253
2. Des services rendus articulés en faisceaux	253
3. Quatre catégories de services	253
4. Perspectives	254

CHAPITRE 16

Peut-on remplacer le steak de bœuf par du steak végétal ? (Témoignage de Bernard SCHMITT)	257
1. Un constat contrasté	257
2. Le steak végétal, c'est quoi ?	257
3. Intérêt nutritionnel et impact sur la santé	258
3.1. Apport protéique	258
3.2. Autres apports nutritionnels	259
3.2.1. Les lipides	260
3.2.2. Les fibres et les oligoéléments	260
3.2.3. Les vitamines	260
4. Une éthique du respect du vivant et de l'environnement	260
4.1. Le steak de soja, si bon pour la santé ?	261
4.2. Impact énergétique de la fabrication du steak de soja	261
4.3. Autres conséquences environnementales	262
5. Conclusion	262

CHAPITRE 17

Végétarisme et flexitarisme, une tendance émergente ? Comment appréhender le phénomène, son évolution passée et prévoir son évolution future ? (Témoignage de Céline LAISNEY)

Céline LAISNEY	265
1. Tentative de dénombrement	265
2. Approche par la consommation de viande	266
3. Approche par les faits porteurs d'avenir	268
4. Des motivations multiples	268
5. Conclusion	269

CHAPITRE 18

La viande et le cancer colorectal – État des lieux des connaissances (Témoignage de Bernard SCHMITT)

Bernard SCHMITT	271
1. Historique	271
2. Comment ces groupes sont-ils définis ?	272
2.1. Relation de causalité	272
2.2. Différents types de relations	272
3. Étiopathogénie de la cancérogenèse colorectale liée à la viande et à la charcuterie	272
3.1. Causes connues	272
3.1.1. Les composés N-nitrosés (NOC) et nitrosamines	272
3.1.2. Les amines hétérocycliques (AH), benzo-pyrènes et aliments fumés	273
3.1.3. Rôle de la fermentation colonnaire	273
3.2. Une cause moins connue : le fer hémique	273
3.2.1. Renforcer la chaîne antioxydante par la vitamine E	274
3.2.2. La protection du côlon : neutraliser le fer en excès	274
4. Conclusion	275
Conclusion (Jean-François HOCQUETTE, Marie-Pierre ELLIES-OURY)	277
Planche couleur	279
Index	287

LISTE DES SIGLES, ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

ACV	Analyse du Cycle de Vie
Ad lib	À volonté, traduction du latin <i>ad libitum</i>
ADP	Adénosine DiPhosphate
AG	Acide Gras
AGMI	Acide Gras Mono-Insaturé
AGPI	Acide Gras Poly-Insaturé
AGS	Acide Gras Saturé
AJR	Apports Journaliers Recommandés
ALENA	Accord de Libre-Échange Nord-Américain (Etats-Unis, Canada, Mexique) (= NAFTA pour <i>North American Free Trade Agreement</i>)
AMP	Adénosine MonoPhosphate
ANC	Apports Nutritionnels Conseillés
AOC	Appellation d'Origine Contrôlée
AOP	Appellation d'Origine Protégée
ART8/AV5	Découpe de la carcasse Arrière 8 Côtes / Avant 5 Côtes
ASDA	Attestation Sanitaire à Délivrance Anticipée
ATP	Adénosine TriPhosphate
BDNI	Base de Données Nationale de l'Identification
CE	Commission Européenne
CETA	<i>Comprehensive Economic and Trade Agreement</i> (Accord économique et commercial global en français)
CH ₄	Méthane
Ciqual	Centre d'Information sur la Qualité des Aliments
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CITEPA	Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique
CIV	Centre d'Information sur les impacts sociétaux de l'élevage et des viandes
CLA	Acides Linoléiques Conjugués
CNC	Conseil National de la Consommation
CO ₂	Dioxyde de carbone
CO ₂ eq	CO ₂ équivalent
DAP	Disposition À Payer
DFD	Acronyme de l'anglais <i>Dark Firm and Dry</i> (en français : viande à coupe sombre)
DHA	Acronyme de l'anglais <i>DocosaHexaenoic Acid</i> (en français : acide docosahexaénoïque)
DPA	Acronyme de l'anglais <i>DocosaPentaenoic Acid</i> (en français : acide docosapentaénoïque)
éc	Équivalent carcasse
EFSA	Acronyme de l'anglais <i>European Food Safety Authority</i> (en français : Autorité Européenne de Sécurité des Aliments)

EPA	Acronyme de l'anglais <i>EicosaPentaenoic Acid</i> (en français : Acide eicosapentaénoïque)
ESB	Encéphalopathie Spongiforme Bovine
<i>E. coli</i> STEC	<i>Escherichia coli</i> productrices de shigatoxines
<i>E. coli</i> VTEC	<i>Escherichia coli</i> productrices de vérotoxines
ETP	Équivalent Temps Plein
FAO	Acronyme de l'anglais <i>Food & Agriculture Organisation</i> (en français : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)
FCO	Fièvre Catarrhale Ovine
FG	Acronyme de l'anglais <i>Fast Glycolytic</i> (type de fibre rapide oxydolycolytique)
FIL	Fédération Internationale Laitière
FOB	Acronyme de l'anglais <i>Free On Board</i> (en français : franco de port)
FOG	Acronyme de l'anglais <i>Fast Oxydo Glycolytic</i> (type de fibre rapide glycolytique)
GATT	Acronyme de l'anglais <i>General Agreement on Tariffs and Trade</i> devenue Organisation Mondiale du Commerce (OMC)
GES	Gaz à Effet de Serre
GMS	Grandes et Moyennes Surfaces
ha	Hectare
HACCP	Acronyme de l'anglais <i>Hazard Analysis Critical Control Point</i> (en français : système d'analyse des dangers et points critiques pour leur maîtrise)
HCPC	HydroCarbures Polycycliques Cancérigènes
IAE	Infrastructure Agro Écologique
IAM	Inspection <i>Ante Mortem</i>
ICA	Information Chaîne Alimentaire
Idele	Institut de l'élevage
IGP	Indication Géographique Protégée
INAO	Institut National de l'Origine et de la Qualité
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
INTERBEV	Association Nationale Interprofessionnelle du Bétail et des Viandes
INVS	Institut National de Veille Sanitaire
GIEC	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat
IPG	Identification Pérenne Généralisée
IPM	inspection <i>Post Mortem</i>
JORF	Journal Officiel de la République Française
kg eq	Kilogramme équivalent
kg vv	Kilogramme de poids vif vide
LEAP	Acronyme de l'anglais <i>Livestock Environmental Assessment Partnership</i> (en français : Partenariat pour l'évaluation et la performance environnementales de l'élevage)
LR	Label Rouge
LS	Libre-Service
LT	Muscle <i>Longissimus Thoracis</i>
MEA	Acronyme de l'anglais <i>Millenim Exosystem Assessment</i>
MetMb	Met-Myoglobine
MJ	Méga Joules

MLA	Acronyme de l'anglais <i>Meat and Livestock Australia</i> (interprofession Viande et Élevage en Australie)
MQ4	Acronyme de l'anglais <i>Meat Quality 4</i> (score de qualité sensorielle combinant 4 critères)
MRLC	Maladies Réputées Légalement Contagieuses
MRS	Matériels à Risque Spécifiés
MSA	Acronyme de l'anglais <i>Meat standard Australia</i> (système de prédiction de la qualité sensorielle de la viande bovine en Australie)
MyHC	Acronyme de l'anglais <i>Myosin Heavy Chain</i> (en français : chaîne lourde de myosine)
MyLC	Acronyme de l'anglais <i>Myosin Light Chain</i> (en français : chaîne légère de myosine)
N	Azote
NO ₂	Dioxyde d'azote
Normabev	Association Technique Interprofessionnelle du Bétail et des Viandes
OGM	Organisme Génétiquement Modifié
OIE	Office International des Épizooties devenu Organisation Mondiale de la Santé Animale
OMC	Organisation Mondiale du Commerce
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONG	Organisation Non Gouvernementale
ORD	Organe de Règlement des Différends
OTU	Acronyme de l'anglais <i>Operational Taxonomic Unit</i> (unité taxonomique opérationnelle)
OxyMb	Oxy Myoglobine
PAB	Prime à l'Abattage des Bovins
PAC	Politique Agricole Commune
PACCP	Acronyme de l'anglais <i>Palatability Assurance Critical Control Points</i> (en français : garantie de bonne palatabilité et points critiques pour sa maîtrise)
PAD	Prêt à Découper
PAI	Produit Agroalimentaire Intermédiaire
PAT	Protéines Animales Transformées
PDCAAS	Acronyme de l'anglais <i>Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score</i> (en français : score chimique corrigé de la digestibilité = mg d'acide aminé limitant dans 1 g de protéine test/mg de ce même acide aminé dans 1 g de protéine de référence x digestibilité vraie exprimée en %)
PDF	<i>Potentially Disappeared Fraction of species</i> (fraction d'espèces potentiellement disparue)
PME	Petite et Moyenne Entreprise
PMTVA	Prime au Maintien du Troupeau de Vaches Allaitantes
PNNS	Programme National Nutrition Santé
PO ₄	Phosphates
eq PO ₄ /kgvv	Unité d'équivalence qui regroupe les pertes en azote et phosphore par kg de poids vif vide
PSBM	Prime Spéciale aux Bovins Mâles
PSE	Acronyme de l'anglais <i>Pale Soft Exsudative meat</i> (en français : viande exsudative, pâle et molle)

PVT	Protéines Végétales Texturées
RHD	Restauration Hors Domicile
RHF	Restauration Hors Foyer
RTRS	Acronyme de l'anglais <i>Roundtable on Sustainable Soja</i> (en français : table ronde pour un Soja responsable)
SAU	Surface Agricole Utile
SHU	Syndrome Hémolytique Urémique
SO	Acronyme de l'anglais <i>Slow Oxidative</i> (type de fibre lente oxydative)
SO ₂	Dioxyde de soufre
eq SO ₂ /kgvv	Unité d'équivalence qui regroupe les émissions d'ammoniac en eq SO ₂ par kg de poids vif vide
ST	Muscle <i>Semitendinous</i>
T4	Thyroxine
TAFTA	Acronyme de l'anglais <i>Trans-Atlantic Free Trade Agreement</i> (en français : traité de libre-échange transatlantique) également connu sous l'acronyme TTIP pour <i>Transatlantic Trade and Investment Partnership</i> (en français : partenariat transatlantique de commerce et d'investissement)
tec	Tonne équivalent carcasse
THS	Traitement Hormonal Substitutif
TSH	Hormone ThyroStimuline ou thyrotropine
TPE	Très Petites Entreprises
TPP	Acronyme de l'anglais <i>Trans-Pacific Partnership</i> (en français : partenariat trans-pacifique)
TTIP	Acronyme de l'anglais <i>Transatlantic Trade and Investment Partnership</i> (en français : partenariat transatlantique de commerce et d'investissement) également connu sous l'acronyme TAFTA pour <i>Trans-Atlantic Free Trade Agreement</i> (en français : traité de libre-échange transatlantique)
UE	Union Européenne
UNECE	Acronyme de l'anglais <i>United Nations Economics Commission for Europe</i> (en français : Commission Économique des Nations Unies pour l'Europe)
USA	Acronyme de l'anglais <i>United States of America</i> (en français : États-Unis d'Amérique)
USDA	Acronyme de l'anglais <i>United States Department of Agriculture</i> (en français : département de l'Agriculture des États-Unis)
UVC	Unité de Vente au Consommateur
UVCI	Unité de Vente au Consommateur Industrielle
UVCN	Unité de Vente au Consommateur Magasin
VBF	Viande bovine française
WCRF	Réseau mondial du <i>World Cancer Research Fund</i> (en français : Fonds mondial de recherche contre le cancer)

QUELQUES DÉFINITIONS

Affranchi : Technique bouchère consistant à retirer les parties les plus dures d'un muscle, souvent distales, afin de ne conserver que la partie la plus tendre, souvent centrale, pour une plus grande homogénéité du niveau de tendreté et une meilleure valorisation du produit. Les parties affranchies sont alors en quelque sorte « déclassées ».

Amminogramme : Composition d'une protéine en acides-aminés.

Broutard : Animal maigre, mâle non castré âgé de 6 à 12 mois destiné à être engraisé avec une alimentation essentiellement constituée d'ensilage de maïs, de céréales, de tourteaux (soja, colza, tournesol), de pulpe de betterave et de sels minéraux.

Contingent Hilton beef : 67 250 tonnes de viande bovine de haute qualité peuvent être importées chaque année par l'Union européenne en provenance de neuf pays (Argentine, Paraguay, Uruguay, Australie, Nouvelle-Zélande, Uruguay, Brésil, Canada, États-Unis) avec un droit de douane réduit à 20 % (voir Règlement (EU) N° 593/2013).

Croissance compensatrice (selon Hoch *et al.*, 2003) : « L'animal peut subir des périodes de restriction alimentaire qui provoquent un ralentissement de la croissance. Lors du retour à une alimentation non limitée, il peut s'ensuivre une phase de compensation. La croissance compensatrice se définit comme un accroissement de la vitesse de croissance (gain de poids par unité de temps) par rapport à la normale, observé à la suite d'une période de restriction. La restriction doit être telle que le poids de l'animal ait augmenté très lentement, stagné, voire diminué, et ce pendant une durée suffisante pour que l'animal se soit adapté à cet état de faible nutrition. »

Effet d'hétérosis : Augmentation des capacités ou de la vigueur d'un hybride par rapport aux lignées pures.

Émoussage : Étape qui consiste à retirer le gras, les parties sanguinolentes et les masses graisseuses pouvant nuire à la présentation et à la conservation des carcasses.

Épluchage : Préparation de la viande visant à retirer les aponévroses constituées de collagène (une protéine très solide pour partie responsable de la dureté de la viande) et les faisceaux vasculaires et tendineux, pour une meilleure présentation commerciale.

Fil rouge : Fédération Interprofessionnelle des viandes Label Rouge, IGP et AOC qui, avec le Sylaporc (Syndicat des Labels porc et charcuteries), regroupent l'ensemble des professionnels impliqués dans les démarches Label Rouge, IGP et AOC en bœuf, veau, agneau, porc et charcuteries, et les représentent auprès des pouvoirs publics et des instances nationales.

Interbev : Association nationale interprofessionnelle du bétail et des viandes, composée de 21 organisations membres représentant tous les maillons des filières bovines, veaux de boucherie, ovines, équinées et caprines et œuvrant dans de nombreuses instances, tant nationales qu'internationales, pour la défense des intérêts de ces filières.

Jeune bovin : Animal fini, mâle non castré, âgé de 12 à 24 mois, destiné à l'abattage, d'un poids variable en fonction de la race et de la durée d'engraissement.

Microbiote : Ensemble des microorganismes (bactéries, levures, champignons, virus) vivant dans un environnement spécifique (appelé microbiome) chez un hôte. Le microbiote ruminal

est composé par des bactéries, des archées, des champignons et des protozoaires. D'autres hôtes peuvent être aussi observés dans le rumen comme des virus. Ce microbiote est en symbiose avec son hôte (l'animal). Cette population microbienne est adaptée à un milieu anaérobie, des pH compris entre 5,5 et 7,0 et une température de 39 à 40 °C.

Panel hormone : Suite à la fermeture du marché européen aux viandes américaines et canadiennes en 1988 par la Communauté européenne mettant en avant un risque lié à l'utilisation d'anabolisants (principe de précaution), les États-Unis et le Canada ont engagé une procédure de panel auprès de l'Organe de Règlement des Différends (ORD) de l'OMC en 1996. Après un long processus qui a vu la condamnation par deux fois de la Communauté européenne par l'OMC (1997 et 1998) et la mise en œuvre de mesures de rétorsion (augmentation prohibitive des droits de douane sur certains produits), les deux parties sont parvenues en 2012 à un accord avec l'octroi d'un contingent d'importation de viande bovine sans hormones de 45 000 tonnes aux États-Unis et 3 200 tonnes au Canada.

Panel soja : En 1988 puis en 1991, malgré une modification des conditions d'attribution de l'aide (aide directe versée aux agriculteurs et non plus aux triturateurs), les États-Unis ont contesté la mise en place de l'aide en faveur des oléagineux considérant que celle-ci réduisait les concessions faites par la Commission européenne lors du Dillon Round en 1962 sur l'importation des graines oléagineuses (droit nul). En conséquence, des contingents d'importations avec des droits de douane réduits ont été accordés sur certains produits comme les viandes par la Communauté européenne.

Parage : Préparation de la viande visant à retirer les excès de graisse superficielle, pour la vente au détail.

Profil sensoriel : Établissement d'une carte sensorielle permettant de situer les caractéristiques sensorielles d'un produit sur différents descripteurs.

ProSafeBeef : Programme européen créé en mars 2007 réunissant 41 partenaires (parmi lesquels l'INRA) issus de 18 pays de l'Union européenne et visant à aider la filière bovine à produire une viande de meilleure qualité.

Sarcopénie : Dystrophie musculaire liée à l'âge.

SNIV-SNCP : Structure fédérant certaines des principales entreprises françaises des viandes (abattage-découpe-préparation) du secteur de la viande bovine, ovine et porcine en France. Devenue Culture Viande en 2015, elle est l'un des porte-paroles de l'industrie française des viandes.

tec : Unité employée pour pouvoir agréger des données en poids concernant des animaux vivants et des viandes sous toutes leurs présentations : carcasses, morceaux désossés ou non, viandes séchées, etc. On applique au poids brut un coefficient propre à chaque forme du produit permettant d'évaluer la production, les échanges (importations, exportations) et la consommation dans une même unité.

Test hédonique : Test consommateur visant à mesurer le plaisir et/ou la satisfaction éprouvés à la vue ou à la consommation/usage d'un produit.

Traçabilité : La traçabilité est définie dans le règlement (CE) n°178/2002 comme étant « la capacité de retracer, à travers toutes les étapes de la production, de la transformation et de la distribution, le cheminement d'une denrée alimentaire, d'un aliment pour animaux, d'un animal producteur de denrées alimentaires ou d'une substance destinée à être incorporée ou susceptible d'être incorporée dans une denrée alimentaire ou un aliment pour animaux ».

L'objectif de la traçabilité est d'améliorer « la transparence des conditions de production » et d'assurer la « protection de la santé publique et animale ».

Vache nullipare / primipare / multipare : vache n'ayant jamais mis bas / ayant mis bas une seule fois / ayant mis bas plusieurs fois.

Viande chilled : viande conservée et maintenue sous vide en froid positif (+1 à +2 °C) ayant une durée de conservation d'environ 8 à 12 semaines. Cette technique de conservation permet un transport par bateau pendant environ 4 à 8 semaines et une commercialisation sur des marchés éloignés comme l'Union européenne pour les pays d'Amérique du Sud.

*À Didier,
Notre Collègue et Ami.*



Cet ouvrage est dédié à la mémoire de notre collègue et ami Didier Micol, Ingénieur de Recherches INRA, spécialiste de la production de viande bovine et décédé en 2015 à l'âge de 63 ans.

Didier Micol avait été recruté en 1976 sur le Centre de Theix après une formation d'Ingénieur Agronome. Tout au long de sa carrière, il a mis en œuvre sa passion pour l'Élevage de Ruminants et la Production de Viande Bovine, en s'appuyant sur sa seconde passion : l'élevage du cheval.

Didier était reconnu brillant dans la réflexion scientifique, souhaitant toujours aller plus loin et pointant les questions qui dérangent. Il aimait partager sa réflexion tout autant que son expérience, travaillant en équipe avec les animaliers comme avec les directeurs scienti-

fiques, formant les jeunes à la démarche scientifique, aidant les collègues à progresser dans leur carrière notamment lors de préparation de concours et apportant son expertise à la communauté scientifique comme aux institutions et à la profession.

La diffusion des résultats de la recherche lui paraissait normale (il est ainsi auteur ou coauteur de plus de 250 références scientifiques). Il rayonnait lors des journées d'échanges avec la communauté scientifique et la profession. Ses actions ont laissé des résultats qui demeurent, comme notamment l'élaboration des recommandations alimentaires pour les bovins viande. Il a également été l'éditeur de l'ouvrage sur la production de viande bovine en 1987 après l'organisation d'une journée « grenier de Theix ». Il s'est fortement impliqué dans l'organisation des Journées des Sciences du Muscle et Technologies des Viandes en 2010

Il s'est aussi beaucoup impliqué en dehors de l'INRA en tant qu'expert sur la Production de Viande Bovine : délégué limousin représentant le Centre Inra, membre du Pôle Viande puis du GIS (Groupement d'Intérêt Scientifique) « Muscle Viande et Produits Carnés », de l'INAO, du comité scientifique de FranceAgriMer et de bien d'autres structures.

Il nous a quittés suite à une longue maladie pendant les journées 3R (Rencontres Recherches Ruminants) qui lui étaient chères.

Merci pour tout Didier !

AVANT-PROPOS

JEAN-FRANÇOIS HOCQUETTE, MARIE-PIERRE ELLIES-OURY

Le présent ouvrage a pour ambition de faire le point sur la filière viande bovine.

« Faire le point » signifie donner des informations techniques sur la production, la transformation et le marché de la viande, mais aussi sur les perceptions et attentes des consommateurs et le lien entre élevage, viande et société. Après un chapitre introductif permettant de positionner les viandes dans l'histoire, l'ouvrage a donc été structuré en quatre grandes parties, visant à aborder l'ensemble des thématiques listées ci-dessus.

Imaginé pour les étudiants des filières agricoles et agroalimentaires et leurs enseignants de productions animales, cet ouvrage peut également être utile aux ingénieurs et aux techniciens des services de Recherche et Développement, aux chercheurs, vétérinaires et autres acteurs de l'élevage dont, bien sûr, les éleveurs eux-mêmes.

Évolutions des relations de l'homme avec la viande

La consommation de viande par l'homme remonte aux origines de la préhistoire, c'est-à-dire dès le début de l'humanité (Patou-Mathis, 2009). Dans le chapitre introductif de cet ouvrage, il est précisé que les premières protéines animales consommées pourraient avoir été celles des insectes et/ou celles provenant de cadavres d'herbivores.

Progressivement, les rapports entre l'homme et l'animal ont évolué et se sont complexifiés : les premiers hommes charognards sont devenus chasseurs (Patou-Mathis, 2009). Le développement des techniques de cuisson (lié à la maîtrise du feu), une chasse de plus en plus organisée et efficace ont permis au régime carné de prendre de plus en plus d'importance. Avec la révolution néolithique, la sédentarisation des populations humaines s'est accompagnée du développement des cultures végétales et de la domestication des animaux, marquant une nouvelle étape majeure dans les rapports entre l'homme et l'animal. Ainsi, tout au long de l'histoire de l'humanité, l'homme et l'animal ont évolué conjointement dans des civilisations à grande majorité rurale.

Au fil du temps, la production de viande est devenue une activité économique, impliquant des échanges et devenant source de revenus. Les modes d'élevage, ainsi que les procédés d'abattage, de découpe des carcasses et de maturation des viandes n'ont cessé de se perfectionner tout au long de l'histoire de l'humanité, pour atteindre un degré de raffinement élevé comme décrit dans les chapitres 1, 2, 3 et 5 de cet ouvrage. Les produits carnés sont devenus de plus en plus nombreux, avec notamment le développement, pour certaines espèces, des process de charcuterie et des efforts d'innovation et de segmentation du marché opérés par les filières. En parallèle, les progrès scientifiques et techniques ont permis de mieux comprendre les déterminants de la qualité sensorielle, nutritionnelle (chapitre 4) et sanitaire (chapitre 6) de la viande bovine par une meilleure connaissance de la biologie du muscle (chapitres 4 et 5) et des microorganismes associés aux produits carnés (chapitre 6).

Le marché de la viande a commencé à se développer dès l'Antiquité. Et aujourd'hui, après des siècles d'évolution, la viande est devenue un produit commercial qui s'échange à travers le monde comme décrit dans le chapitre 7. Ceci s'est accompagné d'un développement de l'industrialisation de la transformation des produits carnés, d'une évolution des circuits de distribution (chapitre 8) et du développement de la segmentation (chapitre 9). En réalité, les marchés (et leurs règles) évoluent en permanence, nécessitant une adaptation constante des acteurs de la filière viande avec des difficultés récurrentes comme par exemple, en filière bovine, l'équilibre matière (c'est-à-dire l'équilibre entre les pièces nobles et les pièces de moins bonne qualité destinées principalement au steak haché) et l'adéquation entre l'offre et les attentes des industriels ou des consommateurs (chapitre 8). Pour répondre à ces attentes, des filières de qualité supérieure se sont développées avec l'apparition de labels officiels liés à l'origine du produit ou garantissant sa qualité gustative (chapitre 9) ou sa valeur nutritionnelle (filiale Bleu-Blanc-Cœur par exemple), de produits certifiés et de marques d'acteurs commerciaux.

Outre le plaisir gustatif et convivial qu'éprouve l'homme à manger de la viande, il est nécessaire de prendre en considération une autre dimension basée sur des considérations symboliques, religieuses, éthiques et morales qui sont en l'occurrence spécifiques du produit viande. En effet, l'homme tue des animaux pour manger, donc pour vivre. Ceci se reflète dans l'étymologie du mot viande qui vient de *vivenda* signifiant en latin « ce qui sert à la vie ». Le fait de mettre à mort pour vivre (comme les prédateurs) alimente ainsi un débat permanent. Aujourd'hui, le consommateur urbain, éloigné des animaux d'élevage et qui consomme un produit standard (tel que le burger), a parfois oublié que la viande vient d'un animal, et donc d'un être vivant. Pour certaines personnes, il devient de moins en moins concevable de manger de la viande, laissant ainsi la place au développement d'autres sources de protéines comme, par exemple, les steaks contenant des protéines végétales ou encore les protéines issues de l'élevage d'insectes (chapitre 13), ce qui nous rappelle les débuts de l'humanité.

De plus, le simple fait de mettre dans son propre corps un élément externe (en l'occurrence n'importe quel produit alimentaire) implique une très grande confiance dans le produit qu'on ingère et en celui qui nous propose ce produit (ici, dans le cas des viandes, l'éleveur et le boucher). C'est pourquoi les crises sanitaires qui ont frappé la filière viande ne peuvent qu'avoir de fortes conséquences sur les habitudes de consommation. Ainsi, suite notamment à la crise de l'ESB, la filière s'est complètement réorganisée pour 1) accroître les contrôles et inspections des animaux, et 2) assurer une traçabilité totale des carcasses et des viandes, afin de prévenir au mieux les crises sanitaires et assurer une réactivité maximale en cas de problème (chapitre 3).

Évolution de la qualité de la viande

Tous les éléments précédents de réflexion et d'évolution peuvent nous faire oublier que manger de la viande est un plaisir pour une large majorité de la population. Ainsi, la viande a toute sa place dans « le repas gastronomique des Français » inscrit au patrimoine de l'Unesco : *« Le repas gastronomique des Français a été inscrit en 2010 sur la Liste représentative du patrimoine culturel immatériel de l'humanité. Il s'agit d'un repas festif dont les convives pratiquent, pour cette occasion, l'art du 'bien manger' et du 'bien boire'. Le repas gastronomique met l'accent sur le fait d'être bien ensemble, le plaisir du goût, l'harmonie entre l'être humain et les productions de la nature. [...] Le repas gastronomique doit respecter un schéma bien arrêté : il commence par*

un apéritif et se termine par un digestif, avec entre les deux au moins quatre plats, à savoir une entrée, du poisson et/ou de la viande avec des légumes, du fromage et un dessert ».

Par ailleurs, l'homme est un omnivore et la viande participe à son équilibre biologique. En effet, la viande bovine contient de 26 à 31 % de protéines alors que sa teneur moyenne en lipides est faible : seulement 5 % en moyenne avec quelques morceaux maigres (2-4 %) et d'autres plus gras (7-9 %) (Bauchart *et al.*, 2008). La viande bovine apporte aussi des acides aminés indispensables, des vitamines dont la vitamine B₁₂, des oligoéléments tels que le zinc, le cuivre et surtout le fer héminique (chapitre 16). Ainsi, la viande, par sa richesse en protéines et en minéraux, a toute sa place dans l'équilibre alimentaire. Les besoins sont différents selon les âges, les situations physiologiques comme la grossesse et le niveau d'activité physique. Il semble difficile de couvrir les besoins, en particulier ceux en fer, si l'on exclut totalement et durablement la viande de son alimentation. Le Programme National Nutrition Santé (PNNS) a émis des recommandations de consommation allant dans ce sens. Les personnes les plus à risques sont les femmes dès l'apparition des menstruations, certains sportifs et les personnes âgées (Bauchart *et al.*, 2008 ; Tomé, 2008 ; Soucheyre, 2008).

Les produits alimentaires ont une valeur qui, dans notre société, est réellement marchande en raison de leurs vertus nutritionnelles et aussi du plaisir qu'ils procurent lors de leur consommation. La question qui se pose au producteur et au fournisseur de viande est donc d'être en mesure d'assurer ce plaisir et cette valeur nutritionnelle et, plus généralement, de répondre aux attentes des consommateurs en leur proposant un produit au juste prix. Cette problématique a tout d'abord généré le développement de critères de qualité des carcasses qui sont encore aujourd'hui à la base de la rémunération des éleveurs et des acteurs de la filière (chapitres 10 et 11). Toutefois, alors que la filière a été très efficace en matière de traçabilité et de sécurité sanitaire (chapitre 3), elle l'est encore insuffisamment pour garantir la qualité gustative et nutritionnelle de la viande au consommateur. Cette approche fait encore l'objet de nombreuses recherches avec le développement d'approches innovantes pour prédire la qualité sensorielle de la viande (chapitre 11) et plus généralement ses qualités intrinsèques (c'est-à-dire liées au produit lui-même, comme les qualités non seulement sensorielles mais aussi nutritionnelles ou technologiques). Cependant, les attentes des consommateurs évoluent et se diversifient de façon très importante en considérant aujourd'hui de nombreuses qualités extrinsèques d'ordre sociétal, comme l'impact carbone de la production de viande, le bien-être animal, un élevage durable, y compris économiquement rentable, etc. Toutes ces attentes (dont certaines peuvent apparaître contradictoires sans vraiment l'être) doivent être satisfaites conjointement (revue de Hocquette *et al.*, 2014). Ce sont des enjeux que la filière viande doit encore relever (chapitres 10, 11 et 14).

Dans ce contexte, et dans le cadre des règles du monde économique dans lequel nous vivons, se pose la question de la valeur-client des produits carnés, c'est-à-dire ce qu'un consommateur est prêt à payer au maximum pour acheter un produit (ici, la viande). Ce point fait spécifiquement l'objet du chapitre 12 de cet ouvrage. Bien que la valeur-client ne corresponde pas au prix du produit, elle lui est associée car si la valeur-client que le consommateur attribue au produit est supérieure à son prix, il va l'acheter. Dans le cas contraire (où la valeur-client serait inférieure au prix), il renonce à l'achat. Ce point est d'autant plus important qu'aucune relation nette n'a été mise en évidence entre le prix de vente du produit « viande » et sa qualité sensorielle, ici, dans le cas de la viande, la tendreté (Normand *et al.*, 2014), qui est le premier critère (parmi d'autres) de satisfaction du mangeur de viande.

En réalité, tout cela renvoie à la caractérisation du produit « viande » acheté par le consommateur. Et cette caractérisation (c'est-à-dire l'intégration des qualités du produit,

qu'elles soient intrinsèques ou extrinsèques) doit être très rapide car le consommateur a peu de temps pour faire ses achats. De fait, cette caractérisation des produits offerts dépend étroitement des modalités de leur mise en vente. En plus de la sécurité sanitaire qui est un prérequis, la satisfaction des attentes et des besoins des acheteurs de viande s'appuie sur la marque, les labels, l'image véhiculée et l'usage (chapitre 9). Pour conforter les actes d'achat, il est donc nécessaire de séduire le consommateur, ce qui implique aujourd'hui de véritables démarches marketing et commerciales actuellement insuffisamment développées dans les filières viandes (Gouin, 2014). Ceci est d'autant plus vrai que lorsqu'il n'y a pas convergence entre les caractéristiques désirées par le consommateur au moment de l'achat et celles perçues au moment de son usage (préparation et/ou consommation), le poids de l'information donnée au consommateur au moment de la vente (pour une caractérisation rapide et juste du produit) devient très important, voire souvent prédominant. De plus, il est nécessaire de tenir compte des facteurs psychologiques, sensoriels (principalement par la vue du produit au moment de l'acte d'achat) et de marketing qui influencent les consommateurs en termes de préférence, de comportement et de perception vis-à-vis de la viande et des produits carnés (Font-i-Furnols et Guerrero, 2015).

La viande aujourd'hui

Aujourd'hui, les consommateurs ont peu de temps et prennent leur repas de moins en moins souvent à leur domicile. De ce fait, ils recherchent souvent des produits pratiques et rapides à préparer, ce qui n'est pas toujours le cas de la viande de boucherie. Par ailleurs, la structure traditionnelle du repas (entrée, plat, fromage ou dessert servis à table) s'effiloche au profit de nouvelles formes de repas plus modernes et innovantes telles que le buffet ou l'apéritif dinatoire notamment. Les produits carnés, sauf la charcuterie, ne sont pas adaptés à ces nouveaux modes de consommation. Le burger à base de steak haché a toutefois une part de marché en constante croissance. Enfin, les consommateurs sont plus soucieux du prix (facteur n°1 de l'acte d'achat), mais ont en parallèle des attentes fortes en termes de bien-être animal, d'élevage extensif « traditionnel », de valeur santé des viandes ou encore d'environnement. Or, ces différents aspects sont parfois peu compatibles entre eux : la viande peu chère est associée à l'élevage industriel, généralement présenté comme très critiquable par les médias.

Enfin, la viande, jadis réservée aux catégories favorisées, est désormais davantage consommée dans le bas de l'échelle sociale. En effet, le comportement social répond à un double mouvement de mimétisme et de différenciation. Les catégories les moins favorisées tendent à imiter les catégories sociales les plus aisées en mangeant plus de viande. Mais les catégories les plus aisées cherchent à se différencier des plus pauvres en modifiant leur consommation de viande. Et ce sont aussi les catégories les plus aisées qui sont le plus sensibles aux causes nobles concernant le bien-être animal et l'environnement par exemple. Les pratiques alimentaires sont conditionnées par l'appartenance à une catégorie sociale ou un niveau de revenu. Elles continueront demain d'être de puissants marqueurs sociaux (Laisney, 2013).

La consommation française de viande a atteint son maximum en 1998, avec 94 kg en équivalent carcasse (kgec) de viandes consommées par habitant et par an. La tendance s'est inversée avec une baisse significative de la consommation de viande en raison des différents facteurs ci-dessus. Parallèlement, dans les pays développés, il y a environ 5 % de végétariens,

soit entre 1-3 % (France, USA) et 12 % (Royaume-Uni), mais il y a deux fois plus de végétariens chez les jeunes. Une tendance qui se développe est le flexitarisme qui correspond à une réduction irrégulière et occasionnelle de la consommation de viande, par rapport à une norme occidentale dans laquelle la viande est traditionnellement au centre du repas (Laisney, 2016 et chapitre 17). Au contraire de la situation des pays développés, la consommation de viande devrait s'accroître de +70 % de 2010 à 2050 au niveau mondial, ce qui est cohérent avec les besoins nutritionnels de l'humanité (Le Mouël *et al.*, 2016). Dans de nombreuses régions du monde, l'élevage est irremplaçable pour lutter contre la pauvreté et la famine.

La tendance à consommer moins de viande qui est spécifique des pays développés explique que le marché des substituts de viande a doublé en 10 ans, les substituts de viande comprenant principalement les produits à base de tofu, mais aussi à base de protéines de céréales, de champignons ou de protéines végétales texturées (chapitre 13). Plus récemment, les médias se sont fait l'écho de la possibilité de produire de la viande artificielle par culture de cellules. Le principe consiste à faire se reproduire un très grand nombre de fois des cellules souches dites non différenciées (c'est-à-dire non matures) avant qu'elles se transforment en cellules musculaires. La viande artificielle s'appuie à la fois sur les valeurs positives véhiculées par la viande (bonne qualité nutritionnelle, symbolique de la force, plaisir à consommer) tout en insistant sur certains aspects négatifs de la production de viande conventionnelle (notamment la dégradation de l'environnement ou la souffrance animale). Cependant, cette innovation présente de nombreuses limites d'ordre technologique, économique, environnemental, éthique et sociétal (revue de Hocquette, 2016). D'autres initiatives plus lointaines ou plus difficilement acceptables ont été proposées : ainsi, un scientifique japonais purifie des protéines à partir des boues d'épuration de la ville de Tokyo (riches en excréments humains) pour les rendre comestibles. Ces initiatives s'appuient sur les arguments du mouvement anti-viande : le mal-être animal supposé dans certains élevages notamment intensifs, la nécessité du respect de la vie animale, la réduction de la dégradation de l'environnement, la nécessité de nourrir 9 milliards d'individus en 2050, les critiques indiquant que la viande ne serait pas bonne pour la santé, etc. À travers les différents chapitres de cet ouvrage (notamment le chapitre 2 relatif à l'abattage, l'état des lieux des services rendus par l'élevage établi au chapitre 14, ou encore les témoignages recensés aux chapitres 15 à 18), les lecteurs vont se rendre compte de la faiblesse de certains de ces arguments.

En résumé, cet ouvrage, d'une part, revisite et actualise en première partie les méthodes de production et de transformation de la viande. D'autre part, il a pour ambition d'apporter des informations sur le marché de la viande (deuxième partie), ainsi que sur les perceptions et les attentes des consommateurs (troisième partie). Il évoque dans les chapitres 15 à 18 (quatrième partie) et en conclusion le lien entre élevage, viande et société, incitant ainsi le lecteur à poursuivre ses réflexions sur le sujet.

BIBLIOGRAPHIE

- 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. Cahiers de Nutrition et de Diététique, 43 : 29-39.
- Font-i-Furnols M, Guerrero L (2015). Déterminismes de la consommation de viande. Viandes Prod Carnés, VPC-2015-31-3-5.

- Gouin S (2014). Qualité des produits carnés : quelle démarche marketing pour créer de la valeur ajoutée ? Viandes Prod Carnés, VPC-2014-30-6-8. Disponible sur : http://www.viandesetproduitscarnes.fr/phocadownload/vpc_vol_30/3068_gouin_qualite_produits_animaux_et_marketing.pdf
- Hocquette JF (2016). Is in vitro meat the solution for the future? Meat Sci, 120 : 167-76.
- Hocquette JF, Botreau R, Legrand I, Polkinghorne R, Pethick DW, Lherm M, *et al.* (2014). Win-win strategies for high beef quality, consumer satisfaction, and farm efficiency, low environmental impacts and improved animal welfare. Animal Production Science, 54 (10) : 1537-48.
- Laisney C (2013). Les différences sociales en matière d'alimentation. Centre d'Études et de Prospective. Analyse, 64 : 1-4.
- Laisney C (2016). Flexitarisme, végétarisme. Une tendance émergente ? Viandes Prod Carnés, VPC-2016-32-4-2.
- Le Mouël C, Mora O, de Lattre-Gasquet M (coord.) (2016). Prospective Agrimonde-Terra Inra-Cirad : Usage des terres et sécurité alimentaire mondiale en 2050. Disponible sur : <http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Prospectives/Toutes-lesactualites/Prospective-Agrimonde-Terra> et <http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Prospectives/Toutes-lesactualites/Prospective-Agrimonde-Terra>
- 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, VPC-2014-30-5-2. http://www.viandesetproduitscarnes.fr/phocadownload/vpc_vol_30/3052_normand_enquete_nationale_tendrete.pdf.
- Patou-Mathis M (2009). Mangeurs de viande. De la préhistoire à nos jours. Paris, Éditions Perrin, 408 pages.
- Soucheyre V (2008). Teneur et biodisponibilité du fer héminique et non héminique dans la viande et les abats de bœuf : influence de la conservation et de la cuisson. Cahiers de Nutrition et de Diététique, 43 : HS1, 46-51.
- Tomé D (2008). Qualité nutritionnelle des protéines de la viande. Cahiers de Nutrition et de Diététique, 43 : HS1, 40-5.
- Unesco (2010). Disponible sur : <http://www.unesco.org/culture/ich/fr/RL/le-repas-gastronomique-des-francais-00437>

Les produits alimentaires ont une valeur qui, dans notre société, est réellement marchande en raison de leurs vertus nutritionnelles et du plaisir qu'ils procurent lors de leur consommation. La question qui se pose au producteur et au fournisseur de viande est donc d'être en mesure d'assurer ce plaisir et cette valeur nutritionnelle et, plus généralement, de répondre aux attentes des consommateurs.

La chaîne de la viande bovine fait le point sur la filière viande bovine : production, transformation et marché de la viande, mais aussi sur les perceptions et attentes des consommateurs et le lien entre élevage, viande et société. Après un chapitre introductif permettant de positionner les viandes dans l'histoire, l'ouvrage a donc été structuré en quatre grandes parties, visant à aborder l'ensemble de ces thématiques :

- Production et transformation de la viande bovine
- Marché de la viande bovine
- Perceptions et attentes des consommateurs
- Témoignages sur le thème « élevage, viande et société »

L'ouvrage est destiné aux étudiants des filières agricoles et agroalimentaires et aux enseignants de productions animales ; il intéressera également les ingénieurs et techniciens des services de Recherche et Développement, les chercheurs, vétérinaires et autres acteurs de l'élevage, ainsi que les éleveurs eux-mêmes.

MARIE-PIERRE **ELLIES-OURY** est Ingénieur agronome, Maître de conférences en Productions animales et Qualité des Produits à Bordeaux Sciences Agro ; Chercheur associé à l'Unité Mixte de Recherche sur les Herbivores (UMRH, INRA - VetAgro Sup).

JEAN-FRANÇOIS **HOCQUETTE** est Ingénieur agronome et Directeur de recherche INRA rattaché à l'UMRH ; conseiller scientifique du Haut Conseil d'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (HCERES) ; éditeur scientifique de la revue *Viandes et Produits Carnés* ; membre des conseils d'administration de l'Académie de la viande et de l'Association Française de Zootechnie (AFZ) ; responsable du « Cattle network » de la Fédération Européenne des Sciences Animales.

Ils se sont entourés d'une trentaine de co-auteurs, personnalités reconnues du monde de la recherche et éminents spécialistes en zootechnie, viande bovine et nutrition.

