



# Alimentation des animaux et qualité de leurs produits

Coordonné par Valérie Berthelot

## **Chez le même éditeur**

*Conception et gestion différenciée des jardins – Pour des aménagements paysagers écologiques*  
F. Liorzou, 2017

*Les bases de l'agriculture – Comprendre la pratique, s'initier à l'agronomie*  
Ph. Prévost, 4<sup>e</sup> édition, 2016

*Productions fourragères*  
J. Maciejewski, B. Osson, 2015

*Les machines agricoles – Conduite et entretien*  
P. Lerat, 3<sup>e</sup> édition, 2015

*Index des prix et des normes agricoles 2014-2015*  
École d'Ingénieurs de Purpan, 25<sup>e</sup> édition, 2014

*Les filières animales françaises – Caractéristiques, enjeux et perspectives*  
M.-P. Ellies, 2014

*Les filières animales françaises – Chiffres-clés*  
M.-P. Ellies, S. Papillon, 2014

*Le guide de l'éleveur de chèvres – De la maîtrise à l'optimisation du système de production*  
M. Pradal, 2014

*Semences et plants*  
J. Maciejewski, 2<sup>e</sup> édition, 2013

*La transformation fromagère caprine fermière – Bien fabriquer pour mieux valoriser ses fromages de chèvre*  
M. Pradal, 2012

*Méthodes expérimentales en agronomie – Pratique et analyse*  
M. Vilain, 2<sup>e</sup> édition, 2012

*Gestion de l'exploitation agricole – Éléments pour la prise de décision à partir de l'étude de cas concrets*  
M. Gaudin, C. Jaffrès, A. Rethore, 3<sup>e</sup> édition, 2011

*Zootechnie générale*  
J.-P. Barret, 3<sup>e</sup> édition, 2011



# Alimentation des animaux et qualité de leurs produits

**Valérie Berthelot**

Docteur de l'Institut national agronomique Paris-Grignon,  
Maître de Conférences, AgroParisTech, Paris

Pour plus d'informations sur nos publications :



[newsletters.lavoisier.fr/9782743022754](https://newsletters.lavoisier.fr/9782743022754)

*Direction éditoriale* : Fabienne Roulleaux

*Édition* : Brigitte Peyrot

*Fabrication* : Estelle Perez-Le Du

*Couverture* : Isabelle Godenèche

*Composition* : Patrick Leleux PAO, Giberville

© 2018, Lavoisier, Paris

ISBN : 978-2-7430-22754

# Liste des collaborateurs

- Baéza Elisabeth, Ingénieur de Recherches sur la Qualité des viandes de volailles, Unité de Recherches avicoles, INRA Val-de-Loire, Nouzilly.
- Berri Cécile, Directrice de Recherches, Unité de Recherches avicoles, INRA Val-de-Loire, Nouzilly.
- Berthelot Valérie, Maître de Conférences, UMR Modélisation Systémique Appliquée aux Ruminants (MoSAR), AgroParisTech, Paris.
- Bonaudo Thierry, Maître de Conférences, UMR Sciences Action Développement-Activités Produits Territoires (SAD-APT), AgroParisTech, Paris.
- Chapoutot Patrick, Enseignant-Chercheur, UMR Modélisation Systémique Appliquée aux Ruminants (MoSAR), AgroParisTech, Paris.
- Chemaly Marianne, Chef d'unité Hygiène et Qualité des Produits Avicoles et Porcins, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, Laboratoire de Ploufragan-Plouzané, Ploufragan.
- Chesneau Guillaume, Directeur Recherche & Innovation, Valorex, Combourtillé.
- de Tonnac Auriane, Agrocampus Ouest, INRA UMR Physiologie, Environnement et Génétique pour l'Animal et les Systèmes d'Élevage (Pegase), Saint-Gilles.
- Domange Céline, Docteur Vétérinaire, Maître de Conférences, UMR Modélisation Systémique Appliquée aux Ruminants (MoSAR), AgroParisTech, Paris.
- Engel Erwan, Directeur de Recherches, Laboratoire Microcontaminants, Arôme et Sciences séparatives, Centre INRA Auvergne-Rhône-Alpes, Site de Theix, Saint Genès-Champanelle.
- Forano Evelyne, Directrice de Recherches, Unité de Microbiologie, Centre INRA Auvergne-Rhône-Alpes, Site de Theix, Saint Genès-Champanelle.
- Gruffat Dominique, Chargée de Recherches, UMR Herbivores, Équipe Biomarqueurs, Centre INRA Auvergne-Rhône-Alpes, Site de Theix, Saint Genès-Champanelle.
- Guilbaud Thomas, Ingénieur d'Études, Centre d'Étude et de Recherche sur l'Économie et l'Organisation des Productions Animales (CEREOPA), Paris.
- Guyot Marie, Directrice du Syndicat National des Labels Avicoles de France (SYNALAF), Paris.
- Jondreville Catherine, Ingénieur de Recherches, UR Animal et Fonctionnalités des Produits Animaux (AFPA), INRA Université de Lorraine, Vandœuvre-lès-Nancy.
- Kerhoas Nathalie, Directrice, Association Bleu-Blanc-Cœur, Combourtillé.
- Le Cadre Patricia, Directrice des études Alimentation et Productions animales, Centre d'Étude et de Recherche sur l'Économie et l'Organisation des Productions Animales (CEREOPA), Paris.
- Lossouarn Jean, Professeur honoraire, UFR Développement des Filières animales, AgroParisTech, Paris.
- Martin Bruno, Ingénieur de Recherches, UMR Herbivores, Centre INRA Auvergne-Rhône-Alpes, Site de Theix, Saint Genès-Champanelle.
- Métayer Luc, Ingénieur AgroParisTec, Paris. SVA Jean Rozé, Vitré.

- Micol Didier†, Ingénieur de Recherches, UMR Herbivores, Centre INRA Auvergne-Rhône-Alpes, Site de Theix, Saint Genès-Champanelle.
- Minvielle Brice, Chef de projets en Qualité et Sécurité des Viandes, IFIP – Institut du Porc, Le Rheu.
- Mourot Jacques, Directeur de Recherches INRA, Environnement et Génétique pour l'Animal et les Systèmes d'Élevage (Pegase), Saint-Gilles.
- Nys Yves, Directeur de Recherches INRA, Recherches Avicoles, UR Fonctions et Régulation des Protéines de l'Œuf, Nouzilly.
- Picard Brigitte, Directrice de Recherches, UMR Herbivores, Centre INRA Auvergne-Rhône-Alpes, Site de Theix, Saint Genès-Champanelle.
- Ratel Jérémy, Ingénieur d'Études, Laboratoire Microcontaminants, Arôme et Sciences séparatives, Centre INRA Auvergne-Rhône-Alpes, Site de Theix, Saint Genès-Champanelle.
- Rémond Didier, Directeur de Recherches, Unité de Nutrition humaine, Centre INRA Auvergne-Rhône-Alpes, Site de Theix, Saint Genès-Champanelle.
- Renard Denise, Directrice Adjointe du Comité Interprofessionnel de Gestion du Comté (CIGC), Poligny.
- Roudaut Brigitte, Adjointe au Directeur du Laboratoire de Fougères, Anses, Fougères.
- Salvat Gilles, Directeur de la Santé animale et du Bien-être des animaux de l'Anses, Directeur de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, Laboratoire de Ploufragan-Plouzané, Ploufragan.
- Savant Daniel, Professeur Émérite, UMR Modélisation Systémique Appliquée aux Ruminants (MoSAR), AgroParisTech, Paris.
- Schmidely Philippe, Professeur, UMR Modélisation Systémique Appliquée aux Ruminants (MoSAR), AgroParisTech, Paris.
- Sibra Cécile, Ingénieur d'Études, INRA UMR Herbivores, Campus Agronomique de Clermont, Lempdes.
- Viste-Martin Caroline, Inspecteur de la Santé publique vétérinaire en formation complémentaire par la recherche (MAAF), Pôle de Recherche en Droit, AgroParisTech ; Institut de Recherche Juridique de la Sorbonne, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris.
- Wisner-Bourgeois Claude, Maître de Conférences retraitée, AgroParisTech, Paris.

# Table des matières

Liste des collaborateurs .....	V
Introduction : Qu'est-ce que la qualité ? (J. Lossouarn) .....	1

## Partie I

### Alimentation animale, formulation des régimes et réglementation

#### Chapitre 1

#### Nutrition et alimentation animale : évolution des connaissances et des concepts (D. Sauvant)

1. Préhistoire de l'alimentation des animaux.....	11
2. Accélération des progrès au cours des deux derniers siècles.....	13
2.1. Les premiers progrès scientifiques en période révolutionnaire .....	13
2.2. Principales évolutions du XIX <sup>e</sup> siècle.....	13
2.3. Première moitié du XX <sup>e</sup> siècle, dernières découvertes de base .....	15
2.4. L'après-guerre et les « Trente Glorieuses », explosion des progrès .....	16
2.4.1. A.M. Leroy, le pionnier .....	16
2.4.2. Création de l'INRA .....	17
2.4.3. Les gains impressionnants de productivité des élevages .....	17
2.4.4. Progrès des systèmes d'unités alimentaires.....	19
2.4.5. Développement de l'industrie de la nutrition animale .....	21
2.4.6. Évolution du paysage rural français.....	21
2.5. Fin du XX <sup>e</sup> et début du XXI <sup>e</sup> siècle : de nouveaux défis et une nécessaire adaptation .....	21
2.5.1. Des doutes, des crises et des nouveaux défis à relever. Des besoins aux lois de réponses multiples, le nouveau paradigme de la nutrition animale .....	21
2.5.2. Naissance et développement du concept de qualité des produits .....	22
2.5.3. Préoccupations liées à l'environnement .....	24
2.5.4. Questions sanitaires et d'hygiène .....	25
2.5.5. Bien-être animal .....	25
2.5.6. Rôles des consommateurs et du maillon aval des filières .....	25
2.5.7. Conséquences de la mondialisation .....	26
2.5.8. Conséquences de l'approche « lois de réponses » sur la caractérisation et le choix des ressources alimentaires pour les différentes espèces animales...	26
3. Conclusion .....	27

**Chapitre 2****Intégration des contraintes de qualité des produits animaux  
dans la formulation des régimes**

(P. Chapoutot, D. Sauvant, P. Le Cadre, T. Guilbaud)

1. Introduction : place de la formulation en alimentation animale . . . . .	29
2. Concepts de la formulation . . . . .	30
2.1. Principes de la formulation par programmation linéaire . . . . .	30
2.1.1. Contraintes nutritionnelles . . . . .	30
2.1.2. Contraintes environnementales. . . . .	31
2.1.3. Contraintes alimentaires . . . . .	31
2.1.4. Contraintes de réalisme . . . . .	32
2.1.5. Matières premières. . . . .	32
2.1.6. Modèle de formulation par programmation linéaire . . . . .	32
2.1.7. Autres méthodes de formulation . . . . .	34
2.2. Analyse de sensibilité de la solution optimale . . . . .	34
2.2.1. Incidence de la variation du prix des matières premières . . . . .	35
2.2.2. Variations du niveau des contraintes. . . . .	35
2.2.3. Notion de prix d'intérêt des matières premières . . . . .	39
3. Applications de la formulation à la qualité des produits animaux. . . . .	40
3.1. Principes généraux . . . . .	40
3.2. Description des modèles de formulation utilisés . . . . .	41
3.3. Formulation et coloration du jaune d'œuf. . . . .	41
3.3.1. Sources de pigments disponibles et niveaux de contraintes dans les formules « poudeuse » . . . . .	41
3.3.2. Prise en compte de contraintes de pigments dans les formules « poudeuse »	41
3.4. Formulation et qualité diététique des viandes . . . . .	44
3.4.1. Problématique autour des acides gras de type oméga 3 et oméga 6 . . . . .	44
3.4.2. Incidence de la formulation sur les teneurs en C18:2 et C18:3 des formules « Porc » . . . . .	45
3.5. Formulation et qualité technologique des viandes . . . . .	47
3.6. Formulation et qualité du lait chez les ruminants. . . . .	50
3.6.1. Qualité du lait chez les ruminants . . . . .	50
3.6.2. Conception de rations pour ruminants par optimisation économique . . . . .	52
4. Conclusion . . . . .	59

**Chapitre 3****Encadrement réglementaire de la sécurité sanitaire des aliments pour animaux  
producteurs de denrées alimentaires**

(C. Viste-Martin, P. Schmidely)

1. Principes fondateurs de la réglementation européenne concernant la sécurité sanitaire des aliments pour animaux . . . . .	63
1.1. Règlement (CE) n° 178/2002 . . . . .	64
1.1.1. Principes généraux . . . . .	65
1.1.2. Prescriptions générales . . . . .	66
1.2. Règlement (CE) n° 882/2004 . . . . .	70
1.3. Règlement (CE) n° 183/2005, établissant des exigences en matière d'hygiène des aliments pour animaux . . . . .	70



2. Panorama des catégories d'aliments pour animaux producteurs de denrées et de leur réglementation .....	72
2.1. Principales définitions .....	72
2.2. Principes et prescriptions générales concernant la mise en circulation des aliments pour animaux .....	75
2.3. Les catégories d'aliments pour animaux soumises à des réglementations spécifiques .....	77
2.3.1. Matières premières .....	77
2.3.2. Additifs (procédure d'autorisation préalable - liste positive) .....	79
2.3.3. Aliments pour animaux visant des objectifs nutritionnels particuliers (Parnut) .....	81
2.3.4. Aliments médicamenteux. ....	82
2.3.5. Modes de production encadrés : Bio – OGM .....	83
2.3.6. Substances interdites, résidus et substances indésirables .....	85
2.4. (Auto)Contrôles et sanctions. ....	87
2.4.1. Rôle central de l'autocontrôle .....	87
2.4.2. Organisation des contrôles officiels .....	88
2.4.3. Certification, suivi de GBPH (apport de preuves). ....	89
2.4.4. Sanctions .....	90
3. Conclusion .....	90

## Partie II

# Déterminants alimentaires et non alimentaires en élevage de la qualité des produits

## Chapitre 4

### Maitrise en élevage des qualités du lait, du beurre et du fromage

(C. Sibra, P. Schmidely, B. Martin)

1. Spécificités de la filière laitière en France .....	93
2. Comment définir et mesurer la qualité du lait, du beurre ou du fromage ? .....	94
2.1. Qualité technologique .....	95
2.2. Qualité organoleptique .....	96
2.3. Qualité nutritionnelle .....	96
2.4. Qualité sanitaire .....	99
3. Relations entre alimentation des animaux et qualité du lait, du beurre ou du fromage .....	100
3.1. Effets du niveau des apports alimentaires .....	100
3.2. Effets des fourrages. ....	101
3.2.1. Herbe pâturée <i>versus</i> fourrages conservés. ....	102
3.2.2. Fourrages conservés. ....	108
3.2.3. Composition, diversité botanique et stade de l'herbe pâturée et conservée. .	115
3.3. Effet du concentré (nature et proportion). ....	118
3.3.1. Qualité technologique .....	119
3.3.2. Qualité organoleptique .....	120
3.3.3. Qualité nutritionnelle .....	120

3.4. Effet des graines oléagineuses et des huiles . . . . .	122
3.4.1. Qualité technologique . . . . .	122
3.4.2. Qualité organoleptique . . . . .	123
3.4.3. Qualité nutritionnelle . . . . .	125
3.5. Effet des aliments minéraux vitaminisés ou des extraits végétaux . . . . .	128
3.5.1. Qualité organoleptique . . . . .	129
3.5.2. Qualité nutritionnelle . . . . .	129
3.6. Aliments alternatifs. . . . .	130
3.6.1. Qualité technologique . . . . .	131
3.6.2. Qualité organoleptique . . . . .	131
3.6.3. Qualité nutritionnelle . . . . .	133
3.6.4. Qualité sanitaire. . . . .	133
4. Relations entre facteurs autres qu'alimentaires et qualité des produits. . . . .	133
4.1. Effet des caractéristiques de l'animal . . . . .	133
4.1.1. Race . . . . .	135
4.1.2. Individu . . . . .	139
4.1.3. Stade de lactation . . . . .	143
4.1.4. Parité (ou rang de lactation) . . . . .	145
4.1.5. Troubles sanitaires . . . . .	146
4.2. Effets de la saison et de la température . . . . .	147
4.2.1. Saison . . . . .	147
4.2.2. Température . . . . .	148
4.3. Effet des pratiques et de l'environnement de traite . . . . .	149
4.3.1. Monotraite . . . . .	149
4.3.2. Suppression d'une traite par semaine . . . . .	150
4.3.3. Réduction de l'intervalle entre traites. . . . .	150
4.3.4. Robot de traite . . . . .	151
4.3.5. Conduite et environnement de traite . . . . .	151
5. Conclusion . . . . .	153

## *Chapitre 5*

### **Qualité de la viande de porc**

(J. Mourot, A. de Tonnac, B. Minvielle)

1. Qualité technologique . . . . .	172
1.1. Critères . . . . .	172
1.2. Origine des défauts de qualité technologique. . . . .	173
2. Qualité nutritionnelle . . . . .	174
2.1. Critères . . . . .	174
2.2. Effet de l'alimentation et des autres facteurs d'élevage sur la qualité nutritionnelle . . . . .	176
2.2.1. Effet des facteurs d'élevage propres à chaque animal . . . . .	176
2.2.2. Effet de l'alimentation du porc. . . . .	176
2.3. Quel est l'intérêt d'améliorer la qualité nutritionnelle de la viande de porc ? . . . . .	178
2.4. Valeurs nutritionnelles des produits transformés de porc . . . . .	181
3. Qualité organoleptique . . . . .	181
3.1. Aspect visuel . . . . .	181
3.2. Tendreté et flaveur . . . . .	182

3.3. Odeurs sexuelles . . . . .	182
4. Qualités sanitaires et hygiéniques . . . . .	183
4.1. Agents physiques . . . . .	184
4.2. Agents biologiques . . . . .	184
4.2.1. Les dangers parasitaires . . . . .	184
4.2.2. Les dangers bactériens . . . . .	185
4.2.3. Les virus . . . . .	187
4.3. Dangers chimiques . . . . .	187
5. Qualités « image » . . . . .	188
6. Conclusion . . . . .	190

## Chapitre 6

### Viande de volailles

<b>A. Qualité nutritionnelle, sensorielle et technologique de la viande de volailles</b> (E. Baéza, C. Berri) . . . . .	193
1. Qualité nutritionnelle . . . . .	195
1.1. Protéines et acides aminés . . . . .	195
1.1.1. Teneur et composition . . . . .	195
1.1.2. Facteurs de variation . . . . .	195
1.2. Matières minérales . . . . .	196
1.3. Lipides et acides gras . . . . .	196
1.3.1. Teneur en lipides et facteurs de variation . . . . .	196
1.3.2. Composition en acides gras et facteurs de variation . . . . .	198
1.4. Micronutriments . . . . .	201
2. Qualité organoleptique . . . . .	202
2.1. Couleur et facteurs de variation . . . . .	202
2.2. Jutosité et facteurs de variation . . . . .	204
2.3. Tendreté et facteurs de variation . . . . .	205
2.4. Flaveur, goût et facteurs de variation . . . . .	208
3. Qualité technologique . . . . .	209
3.1. Aptitude à la transformation et facteurs de variation . . . . .	209
3.2. Aptitude à la conservation et facteurs de variation . . . . .	211
4. Conclusion . . . . .	213
<b>B. Qualité microbiologique de la viande de volailles de chair</b> (M. Chemaly, G. Salvat) . . . . .	220
1. <i>Campylobacter</i> . . . . .	221
2. <i>Salmonella</i> . . . . .	223
3. <i>Listeria monocytogenes</i> . . . . .	224
4. Conclusion . . . . .	225

## Chapitre 7

### Viande bovine

<b>A. Spécificités de la viande bovine</b> (D. Micol) . . . . .	229
1. Production de viande bovine . . . . .	229
2. Les divers types de production et leur conduite alimentaire . . . . .	229
3. Les produits de la viande bovine et leur consommation . . . . .	232

<b>B. Qualités nutritionnelles de la viande bovine</b> .....	233
1. Protéines alimentaires et qualité nutritionnelle des protéines (D. Rémond) .....	233
1.1. Protéines alimentaires. ....	233
1.1.1. Besoins globaux en protéines .....	233
1.1.2. Besoins en acides aminés particuliers .....	234
1.1.3. Qualité nutritionnelle des protéines .....	234
1.1.4. Place des protéines animales dans notre alimentation .....	236
1.2. Qualité nutritionnelle des protéines de la viande bovine .....	237
1.2.1. Teneurs en protéines et en acides aminés de la viande bovine .....	237
1.2.2. Digestion des protéines de la viande bovine .....	240
2. Déterminants de la qualité nutritionnelle des lipides (D. Gruffat) .....	241
2.1. Qualités nutritionnelles de la viande bovine .....	242
2.2. Facteurs de variations de la qualité nutritionnelle des lipides de la viande bovine .....	243
2.2.1. Effets des facteurs liés aux animaux .....	243
2.2.2. Effets des facteurs d'élevage .....	244
2.2.3. Stabilité des lipides de la viande .....	248
2.2.4. Influence de la cuisson sur les qualités nutritionnelles de la viande bovine ..	249
2.3. Conclusion .....	250
<b>C. Qualités sensorielles de la viande bovine (B. Picard, D. Micol)</b> .....	253
1. Caractérisation des qualités sensorielles .....	253
2. Facteurs de variations des qualités sensorielles .....	255
2.1. Type d'animal. ....	255
2.2. Influence de l'alimentation .....	256
2.2.1. Niveau énergétique de la ration. ....	257
2.2.2. Restriction alimentaire .....	257
2.2.3. Croissance compensatrice .....	258
2.2.4. Nature de l'alimentation .....	258
<b>D. Point sur l'évolution de la couleur de la viande bovine de veau et sa maîtrise par l'alimentation (L. Métayer)</b> .....	262
<b>E. Qualité sanitaire microbiologique de la viande bovine (E. Forano)</b> .....	266
1. Principales espèces bactériennes pathogènes présentes dans la viande bovine ...	266
2. Facteurs influençant la qualité sanitaire de la viande bovine .....	267
2.1. Conduite d'élevage et alimentation des animaux .....	267
2.2. Traitements à l'abattoir .....	268
3. Le cas des EHEC. ....	269
3.1. Portage animal des STEC/EHEC .....	269
3.2. Effet du régime alimentaire .....	270
3.3. Stratégies de lutte .....	271
3.4. Les EHEC dans la viande .....	271
4. Conclusion .....	272

### Chapitre 8

#### La qualité de la viande de petits ruminants

(V. Berthelot, C. Domange)

1. Spécificités des filières viande de petits ruminants .....	275
---	-----

1.1. Production ovine et caprine . . . . .	275
1.2. Les différents systèmes de production et types d'agneaux ou chevreaux produits . . .	276
1.2.1. Les agneaux . . . . .	276
1.2.4. Les chevreaux. . . . .	277
1.3. Produits de la viande ovine et caprine et leur consommation. . . . .	277
2. Qualité nutritionnelle . . . . .	278
2.1. Protéines et acides aminés . . . . .	279
2.1.1. Teneur et composition . . . . .	279
2.1.2. Facteurs de variation . . . . .	279
2.2. Lipides et acides gras. . . . .	279
2.2.1. Teneurs en lipides et facteurs de variation . . . . .	280
2.2.2. Composition en acides gras et facteurs de variation . . . . .	282
2.3. Minéraux et vitamines . . . . .	288
3. Qualité sensorielle . . . . .	289
3.1. Présentation : les défauts du gras de couverture chez l'agneau et les facteurs de variation . . . . .	290
3.2. Couleur et facteurs de variation . . . . .	292
3.2.1. Facteurs de variation autres qu'alimentaires. . . . .	292
3.2.2. Facteurs de variation alimentaires . . . . .	293
3.3. Jutosité et facteurs de variation. . . . .	293
3.4. Odeur/flaveur et facteurs de variation . . . . .	294
3.4.1. Facteurs de variation autres qu'alimentaires. . . . .	295
3.4.2. Facteurs de variation alimentaires . . . . .	295
3.5. Tendreté et facteurs de variation . . . . .	296
3.5.1. Facteurs de variation autres qu'alimentaires. . . . .	297
3.5.2. Facteurs de variation alimentaires . . . . .	297
4. Qualité technologique . . . . .	298
4.1. Aptitude à la conservation et facteurs de variation . . . . .	298
4.2. Aptitude à la transformation et facteurs de variation . . . . .	299
5. Qualité sanitaire. . . . .	300
5.1. Risques biologiques. . . . .	300
5.1.1. Bactériologie des denrées carnées issues de petits ruminants. . . . .	300
5.1.2. Parasites et qualité sanitaire des denrées carnées issues de petits ruminants . . . . .	300
5.1.3. Traces de mycotoxines au sein de la viande . . . . .	304
5.2. Contaminants chimiques de la viande de petits ruminants. . . . .	306
5.2.1. Résidus en élevage ou en production végétale . . . . .	306
5.2.2. Contaminants en élevage ou en production végétale . . . . .	306
6. Conclusion . . . . .	307

## **Chapitre 9**

### **Qualités des œufs de consommation**

(Y. Nys, C. Jondreville, M. Chemaly, B. Roudaut)

1. Production et consommation d'œufs. . . . .	316
2. Constance et variabilité de la valeur nutritionnelle de l'œuf . . . . .	317
2.1. Composition globale de l'œuf . . . . .	317

2.1.1. Stabilité des constituants majeurs . . . . .	317
2.1.2. Modification de la matière sèche de l'œuf . . . . .	318
2.2. Protéines de l'œuf . . . . .	320
2.3. Lipides de l'œuf . . . . .	320
2.3.1. Profil lipidique de l'œuf . . . . .	320
2.3.2. Profil en acides gras de l'œuf : dépendance vis-à-vis de l'alimentation de la poule . . . . .	321
2.3.3. Cholestérol de l'œuf . . . . .	322
2.4. Minéraux de l'œuf . . . . .	322
2.4.1. Composition de l'œuf en minéraux . . . . .	322
2.4.2. Enrichissement de l'œuf en oligoéléments . . . . .	323
2.4.3. Vitamines de l'œuf : possibilité d'enrichissement de l'œuf en vitamines . . . . .	324
2.5. Dépendance alimentaire de la couleur du jaune et de sa teneur en caroténoïdes . . . . .	326
3. Qualité sanitaire des œufs . . . . .	326
3.1. Contamination chimique . . . . .	326
3.1.1. Cadre réglementaire . . . . .	327
3.1.2. Modalités de transfert des contaminants chimiques vers l'œuf . . . . .	328
3.1.3. Origine des contaminations des œufs au-delà des valeurs réglementaires . . . . .	329
3.2. Contamination microbienne . . . . .	330
4. Autre facteurs influençant la qualité nutritionnelle et sanitaire des œufs . . . . .	331
4.1. Génétique . . . . .	331
4.2. Influence de l'élevage sur la composition, la qualité nutritionnelle et qualité sanitaire de l'œuf . . . . .	332
5. Conclusion . . . . .	333

### Partie III

## Qualité des produits animaux et attente des consommateurs : intégration du volet alimentation et mise en œuvre par les acteurs des filières

### Chapitre 10

#### Les attentes des consommateurs

(C. Wisner-Bourgeois)

1. La consommation alimentaire : un mot simple pour un contenu complexe . . . . .	342
1.1. La consommation alimentaire : un vaste domaine . . . . .	343
1.2. Derrière des tendances générales, diversité des logiques individuelles . . . . .	344
1.2.1. Un même mot mais des significations différentes selon les consommateurs . . . . .	344
1.2.2. Des consommateurs « pluriels » . . . . .	345
2. Les attentes des consommateurs, une évidence qui ne va pas de soi . . . . .	346
2.1. Des études nombreuses et renouvelées : un domaine apparemment bien connu . . . . .	346
2.2. Diversité des définitions d'une attente . . . . .	347
2.3. Dans la problématique de cet ouvrage, les attentes des consommateurs renvoient aux besoins de l'amont . . . . .	347

3.	Pour mieux comprendre : s'intéresser à la manière dont s'élaborent ces attentes . . . . .	349
3.1.	Les consommateurs d'aujourd'hui dans un nouvel univers alimentaire . . . . .	349
3.2.	Dans un même contexte, des consommateurs différents . . . . .	351
3.3.	La construction de la demande dans la relation marchande . . . . .	351
4.	Conclusion . . . . .	352

## Chapitre 11

### Comment répondre aux attentes des consommateurs ?

#### Regard sur l'élaboration et la garantie de la qualité dans le contexte des filières

(J. Lossouarn)

1.	Attentes des consommateurs, élaboration et garantie de la qualité . . . . .	355
1.1.	Élaboration de la qualité . . . . .	356
1.2.	Garantie de la qualité . . . . .	356
2.	Cadre de la filière, contexte politique et d'organisation . . . . .	356
2.1.	Contexte politique et réglementaire . . . . .	357
2.2.	Instruments et mise en œuvre . . . . .	358
2.2.1.	Procédures . . . . .	358
2.2.2.	Signes officiels de qualité . . . . .	360
2.3.	Risque : appréciation, gestion, communication . . . . .	361
3.	Mise en perspective . . . . .	363

## Chapitre 12

### Exemples de démarches qualité/SIQR/mention valorisante au sein d'une filière donnée

<b>A.</b>	<b>Exemple des volailles fermières Label Rouge en France (M. Guyot) . . . . .</b>	<b>367</b>
1.	Histoire de la création des volailles fermières Label Rouge . . . . .	367
2.	Spécificités et qualités des volailles fermières Label Rouge . . . . .	368
2.1.	Grands principes du mode de production des volailles fermières Label Rouge . . . . .	368
2.2.	Résultat : les qualités des volailles fermières Label Rouge . . . . .	369
3.	Un développement par des filières organisées au sein de bassins de productions . . . . .	371
3.1.	Une organisation collective . . . . .	371
3.2.	Un développement au sein de bassins de production . . . . .	371
4.	Une garantie et des contrôles officiels . . . . .	372
4.1.	Une garantie officielle importante . . . . .	372
4.2.	De nombreux contrôles à tous les stades de production . . . . .	372
5.	Développement et importance des volailles fermières Label Rouge aujourd'hui . . . . .	373
6.	Conclusion, perspectives et nouveaux défis . . . . .	374
<b>B.</b>	<b>Construction biotechnique et sociale de la qualité – L'exemple du comté, un élevage pour et par le territoire (T. Bonaudo, D. Renard, V. Berthelot) . . . . .</b>	<b>375</b>
1.	Une histoire séculaire et une reconnaissance en AOC et AOP . . . . .	375
2.	Spécificité et qualité du produit : éléments clés du cahier des charges et liens entre terroir et qualité du produit . . . . .	376
2.1.	Une diversité de terroirs . . . . .	376
2.2.	Un cahier des charges qui garantit les liens au terroir et la qualité des produits . . . . .	376
2.2.1.	Production . . . . .	376

2.2.2. Collecte et transformation . . . . .	377
2.2.3. Qualité organoleptique des produits . . . . .	378
2.3. Traçabilité et contrôles officiels . . . . .	378
2.3.1. Traçabilité . . . . .	378
2.3.2. Contrôles internes et externes à la filière . . . . .	378
3. Un développement porté par toute une filière, régulée et coordonnée. . . . .	379
3.1. La filière Comté . . . . .	379
3.2. L'organisation collective . . . . .	380
3.2.1. Régulation de la production : le plan de campagne. . . . .	380
3.2.2. Du producteur de lait à la vente de comté : transparence et fixation d'une rémunération juste. . . . .	381
3.2.3. La qualité du fromage : un vecteur puissant de la collaboration entre acteurs . .	381
3.2.4. Le CIGC : un acteur essentiel de la collaboration au quotidien et de la vision partagée . . . . .	381
3.3. Développement et importance de l'AOP. . . . .	382
4. Un développement par et pour le territoire : l'AOP facteur d'emploi et de développement rural . . . . .	382
5. Conclusion et perspectives . . . . .	383
<b>C. Bleu-Blanc-Cœur : un nouveau modèle agricole basé sur une démarche de   filrière dédiée à la santé de la terre, des animaux et des hommes (G. Chesneau,   N. Kerhoas) . . . . .</b>	<b>384</b>
1. L'association Bleu-Blanc-Cœur : son objet et ses objectifs . . . . .	384
2. Filières et produits . . . . .	385
3. Des cahiers des charges basés sur une double obligation de moyens et de résultats . .	386
4. Un socle scientifique . . . . .	388
5. Conclusion : bien nourrir les animaux pour mieux nourrir les hommes . . . . .	390

### Chapitre 13

#### Authentification de l'alimentation des animaux d'élevage

(E. Engel, J. Ratel)

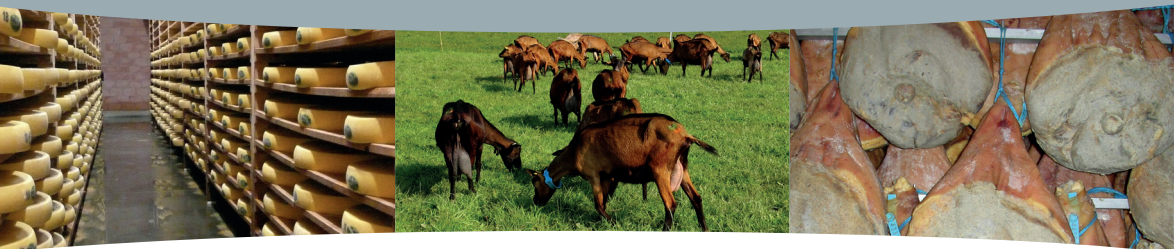
1. Réponse à une demande sociétale croissante de garanties sur la qualité . . . . .	393
2. Marqueurs candidats pour authentifier l'alimentation animale . . . . .	394
2.1. Marqueurs candidats provenant de l'alimentation animale. . . . .	395
2.1.1. Caroténoïdes . . . . .	395
2.1.2. Polyphénols . . . . .	396
2.1.3. Terpènes . . . . .	396
2.1.4. Acides gras . . . . .	397
2.1.5. Isotopes stables . . . . .	398
2.1.6. Conclusions sur la recherche de constituants de la ration. . . . .	401
2.2. Marqueurs candidats issus du métabolisme animal : cas des composés volatils. .	402
2.2.1. Méthodes de dosage. . . . .	402
2.2.2. Applications . . . . .	403
3. Conclusion et perspectives . . . . .	406

<b>Index . . . . .</b>	<b>411</b>
------------------------	------------

<b>Planche couleur . . . . .</b>	<b>417</b>
----------------------------------	------------







Les produits animaux occupent une place importante dans notre régime alimentaire en apportant des nutriments indispensables à notre équilibre physiologique. Au-delà de cette **qualité nutritionnelle**, ils doivent aussi répondre à des objectifs de **qualité sanitaire, sensorielle et de service** ainsi qu'aux **attentes des consommateurs**.

L'objectif de cet ouvrage est de faire la synthèse des connaissances scientifiques sur les relations entre ces différentes qualités et l'alimentation des animaux. La formulation des régimes alimentaires a évolué pour assurer une qualité optimale des produits issus des élevages tout en satisfaisant au mieux les besoins des animaux.

Après un chapitre introductif sur la notion de qualité et son sens actuel, **Alimentation des animaux et qualité de leurs produits** aborde en 13 chapitres les thématiques suivantes :

- Alimentation animale, formulation des régimes et réglementation
- Déterminants alimentaires et non alimentaires en élevage de la qualité des produits
- Qualité des produits animaux et attente des consommateurs : intégration du volet alimentation et mise en œuvre par les acteurs des filières.

Cet ouvrage est destiné aux étudiants, enseignants et chercheurs en sciences agronomiques, ainsi qu'aux acteurs professionnels, éleveurs et industriels de l'alimentation animale et de la transformation des produits.

**Valérie Berthelot**, ingénieur agronome et enseignante-chercheuse à AgroParisTech, a fait appel, pour la rédaction de ce livre, à plus de 30 spécialistes de l'élevage et des produits animaux, enseignants-chercheurs, chercheurs ou professionnels de différentes filières.