



Alimentation des animaux et qualité de leurs produits

Coordonné par **Valérie Berthelot**

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 ^e siècle	13
2.3. Première moitié du XX ^e 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 ^e et début du XXI ^e 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

A. Qualité nutritionnelle, sensorielle et technologique de la viande de volailles (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. Qualité microbiologique de la viande de volailles de chair (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

A. Spécificités de la viande bovine (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. Qualités nutritionnelles de la viande bovine	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
C. Qualités sensorielles de la viande bovine (B. Picard, D. Micol)	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
D. Point sur l'évolution de la couleur de la viande bovine de veau et sa maîtrise par l'alimentation (L. Métayer)	262
E. Qualité sanitaire microbiologique de la viande bovine (E. Forano)	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

A.	Exemple des volailles fermières Label Rouge en France (M. Guyot)	367
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.	Construction biotechnique et sociale de la qualité – L'exemple du comté, un élevage pour et par le territoire (T. Bonaudo, D. Renard, V. Berthelot)	375
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
C. Bleu-Blanc-Cœur : un nouveau modèle agricole basé sur une démarche de filière dédiée à la santé de la terre, des animaux et des hommes (G. Chesneau, N. Kerhoas)	384
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

Index	411
------------------------	------------

Planche couleur	417
----------------------------------	------------