

Manfred Moll • Nicole Moll
coordonnateurs



**Sécurité alimentaire
du consommateur**
2^e édition



COLLECTION
SCIENCES & TECHNIQUES
AGROALIMENTAIRES

Editions
TEC
& **DOC**

2-664-29-1

COLLECTION
SCIENCES & TECHNIQUES
AGROALIMENTAIRES



Président du Directoire : J.-L. MULTON



Sécurité alimentaire du consommateur

2^e édition

Manfred Moll
Nicole Moll

Coordonnateurs



11, rue Lavoisier
75008 Paris

LONDRES - PARIS - NEW YORK

Table des matières

Lexique des abréviations et sigles	V
Abréviations	V
Organismes et institutions	VIII
Avertissement	XI
Introduction	XIII

Chapitre 1

Salmonelles et salmonelloses en France

(Philippe J.-M. Bouvet)	1
1. Introduction	1
2. Classification et nomenclature des <i>Salmonella</i>	2
3. Habitat et épidémiologie des <i>Salmonella</i>	5
4. Salmonelloses humaines non typhiques	7
5. Salmonelloses animales	10
6. Contamination des matières premières	11
6.1. <i>Salmonella</i> sérotype Enteritidis	11
6.1.1. Mesures de prévention prises en France pour lutter contre <i>Salmonella</i> Enteritidis	14
6.2. <i>Salmonella</i> sérotype Hadar	15
7. Prévention des toxi-infections alimentaires à <i>Salmonella</i>	16
7.1. Sérotype Enteritidis et œufs/ovoproduits	17
7.2. Sérotype Hadar et volailles (à l'occasion de l'augmentation du nombre d'isolements constatée à partir de 1995 en France)	18
7.3. <i>Salmonella</i> et viande hachée de bœuf (plusieurs foyers dus aux sérotypes Coeln, Typhimurium et Paratyphi B)	19
8. Surveillance des salmonelloses en France	19
8.1. Le Centre national de référence des <i>Salmonella</i> et des <i>Shigella</i> (CNRSS)	19

8.2. Objectifs de la surveillance effectuée par le CNRSS	21
8.3. Modalités de la surveillance	21
8.4. Analyse des données de surveillance et diffusion de l'information épidémiologique	21
8.5. Données du CNRSS pour 1999	22
8.6. Tendances évolutives des <i>Salmonella</i> isolées chez l'homme	22
9. Épidémies récentes	24
9.1. Vingt épidémies d'importances variables ont été détectées par le CNR des <i>Salmonella</i> et des <i>Shigella</i> de 1990 à 1999	24
9.2. Graphiques illustrant l'évolution au long terme de certains sérotypes de <i>Salmonella</i>	28
10. Conclusion	30
Références bibliographiques	31

Chapitre 2

Listeria et listériose humaine

(Christine Jacquet)	35
1. Introduction	35
2. Position phylogénétique, identification et classification des bactéries du genre <i>Listeria</i>	35
2.1. Phylogénie – taxonomie	35
2.2. Identification des espèces du genre <i>Listeria</i>	36
2.3. Typage de <i>L. monocytogenes</i>	36
2.3.1. Méthodes de typage phénotypique	38
2.3.2. Méthodes de typage moléculaire	38
2.3.3. Comparaison des méthodes de typage	39
3. Habitat naturel des <i>Listeria</i>	40
4. Caractéristiques des <i>Listeria</i>	40
5. <i>Listeria</i> et aliments	41
5.1. Lait et produits laitiers	41
5.2. Viandes et produits carnés	42
5.3. Produits de la pêche	43
5.4. Végétaux	43
6. Méthodes de détection et d'isolement des <i>Listeria</i>	43
6.1. Méthodes conventionnelles	44
6.2. Méthodes rapides	44
7. Pouvoir pathogène des <i>Listeria</i> et facteurs de virulence de <i>L. monocytogenes</i>	45
7.1. Pouvoir pathogène	45
7.2. Facteurs de virulence	46
8. Listériose humaine	47
8.1. Épidémiologie	47
8.1.1. Listérioses fœtomaternelles et néonatales	49
8.1.2. Listérioses de l'adulte	49
8.2. Listériose humaine en France	49
8.2.1. Cas sporadiques	50
8.2.2. Épidémies	50
9. Conclusion	51
Références bibliographiques	51

Chapitre 3

Hormones, substances anabolisantes et résidus de traitements vétérinaires en relation avec la sécurité alimentaire

<i>(Guy Maghuin-Rogister)</i>	65
Introduction	65
1. Hormones et substances anabolisantes	66
1.1. Classification	67
1.1.1. Stéroïdes anabolisants	67
1.1.2. Hormone et facteurs de croissance	71
1.1.3. β -agonistes	71
1.1.4. Glucocorticoïdes	71
1.1.5. Thyrostatiques	72
1.1.6. Antimicrobiens	72
1.2. Dangers pour la santé	74
1.2.1. Stéroïdes anabolisants	74
1.2.2. β -agonistes	77
1.2.3. Glucocorticoïdes	77
1.2.4. Thyrostatiques	77
1.2.5. Antimicrobiens	77
1.2.6. Cas des sites d'injection	78
1.3. Législation et problèmes économiques	78
1.4. Influence de ces substances sur la qualité de la viande	78
2. Résidus de médicaments vétérinaires	79
2.1. Généralités	79
2.1.1. Antibiotiques	79
2.1.2. Tranquillisants et β -bloquants	81
2.1.3. Antiparasitaires	82
2.2. Risques pour la santé publique	84
2.2.1. Réactions allergiques	84
2.2.2. Influence sur la flore intestinale	84
2.3. Risques d'ordre technologique	86
3. Législation	86
4. Contrôles	87
4.1. Stratégie de détection de résidus	87
4.2. Hormones anabolisantes et substances apparentées	88
4.3. Tests de détection des antibiotiques	89
5. Bonnes pratiques vétérinaires	90
Références bibliographiques	91

Chapitre 4

Les OGM au regard de la sécurité alimentaire

<i>(Francine Casse)</i>	93
Introduction	93
1. Rappels de biologie moléculaire	94
1.1. Structure de l'ADN	95
1.2. Expression de l'ADN	95
1.3. Couper/Coller l'ADN	99

2. Rappels sur la génétique	100
2.1. Stabilité de l'information génétique	100
2.2. Inconstance de l'information génétique	101
2.3. Échanges d'information génétique	101
3. Micro-organismes	103
3.1. Applications aux micro-organismes des méthodes classiques de reproduction	103
4. Végétaux	103
4.1. Objectifs de l'amélioration des plantes	103
4.2. Applications aux végétaux des méthodes classiques de reproduction	104
4.3. Biotechnologies de la reproduction végétale	105
5. Animaux	106
5.1. Applications aux animaux des méthodes classiques de reproduction	106
5.2. Biotechnologies de la reproduction animale	106
6. Applications du génie génétique	107
6.1. Qu'est-ce que le génie génétique ?	107
6.1.1. Étapes de la transformation génétique	107
6.1.2. Caractéristiques de la transgénèse	110
6.2. Applications du génie génétique aux micro-organismes	110
6.2.1. Produits dérivés de MGM	110
6.2.2. Micro-organismes génétiquement modifiés	112
6.3. Applications du génie génétique aux végétaux	113
6.3.1. Quelles plantes transformer ?	113
6.3.2. Comment obtenir des PGM ?	113
6.3.3. Quels gènes transférer ?	114
6.3.4. Produits dérivés de plantes transgéniques	116
6.3.5. Risques de fuites de transgènes	118
6.4. Applications du génie génétique aux animaux	120
6.4.1. Animaux transgéniques	120
6.4.2. Produits dérivés d'animaux transgéniques	121
7. OGM et allergies alimentaires	121
8. Réglementation et étiquetage	122
9. Mise sur le marché des nouveaux aliments	125
10. Conclusions	126

Chapitre 5

Les mycotoxines : contaminants omniprésents dans l'alimentation animale et humaine

(*Marcel Castegnaro et Annie Pfohl-Leszkowicz*) 127

1. Introduction	127
2. Formation des mycotoxines	128
3. Contamination de la chaîne alimentaire de l'homme	130
3.1. Aflatoxines	130
3.2. Ochratoxine A	137
3.3. Fumonisines	141
3.4. Zéaralénone	143
3.5. Patuline	145

4. Risques pour la santé animale et humaine	146
5. Toxicité animale	147
5.1. Aflatoxines	147
5.1.1. Toxicité aiguë	147
5.1.2. Hépatotoxicité	147
5.1.3. Tératogénicité	148
5.1.4. Immunotoxicité	149
5.2. Ochratoxine	149
5.2.1. Toxicité aiguë et subaiguë	149
5.2.2. Néphrotoxicité	149
5.2.3. Immunotoxicité et myélotoxicité	150
5.2.4. Tératogénicité	151
5.3. Fumonisines	151
5.3.1. Embryotoxicité et tératogénèse	152
5.3.2. Immunotoxicité	153
5.4. Zéaralénone	153
5.4.1. Toxicité aiguë	153
5.4.2. Toxicité chronique	154
5.4.3. Effets sur la reproduction	154
5.4.4. Tératogénèse	155
5.5. Patuline	155
5.5.1. Toxicité aiguë	155
5.5.2. Toxicité subaiguë	155
5.5.3. Tératogénèse et embryotoxicité	157
6. Toxicité chez l'homme	157
6.1. Mycotoxicoses	157
6.2. Mycotoxines et cancer	158
7. Législation concernant les mycotoxines	160
8. Conclusion	162
Références bibliographiques	163

Chapitre 6

Phytoplankton, phycotoxines et intoxications alimentaires par les produits de la pêche

(Martial Ledoux)	181
Introduction	181
1. Intoxication neurologique par fruits de mer (INFM)	182
1.1. Toxines	182
1.2. Source	184
1.3. Distribution	184
1.4. Vecteurs	185
1.5. Symptômes	185
1.6. Mode d'action	186
1.7. Détection	186
1.8. Réglementation	187
2. Ciguatera	187
2.1. Toxines	187
2.2. Source	188

2.3. Distribution	188
2.4. Vecteurs	189
2.5. Symptômes	189
2.6. Mode d'action	191
2.7. Détection	191
2.8. Réglementation	191
3. Intoxication amnésique par fruits de mer (IAFM)	192
3.1. Toxines	192
3.2. Source	192
3.3. Distribution	192
3.4. Vecteurs	193
3.5. Symptômes	194
3.6. Mode d'action	194
3.7. Détection	194
3.8. Réglementation	195
4. Intoxication diarrhéique par fruits de mer (IDFM)	195
4.1. Toxines	195
4.2. Source	198
4.3. Distribution	199
4.4. Vecteurs	200
4.5. Symptômes	200
4.6. Mode d'action	200
4.7. Détection	201
4.7.1. Test biologique	201
4.7.2. Chromatographie liquide	201
4.7.3. Tests immunochimiques et cytotoxiques	202
4.7.4. Tests d'inhibition de PP2A	203
4.8. Réglementation	204
5. Intoxication paralytique par fruits de mer (IPFM)	204
5.1. Toxines	204
5.2. Source	205
5.3. Distribution	205
5.4. Vecteurs	207
5.5. Symptômes	207
5.6. Mode d'action	208
5.7. Détection	208
5.7.1. Test biologique	208
5.7.2. Chromatographie liquide haute performance (CLHP)	208
5.7.3. Tests immunochimiques et cytotoxiques	211
5.7.4. Tests cytotoxiques	211
5.8. Réglementation	212
6. Surveillance et perspectives	212
7. Conclusion	215
Remerciements	215
Références bibliographiques	216

2. Formation des CNO	262
2.1. Nitrosation à partir du nitrite en milieu acide	262
2.1.1. Nitrosation des amines secondaires	262
2.1.2. Nitrosation des amides et composés assimilés	263
2.1.3. Nitrosation des autres composés azotés	264
2.2. Nitrosation par les oxydes d'azote	264
2.3. Catalyse et inhibition de la N-nitrosation	265
2.3.1. Catalyseurs	265
2.3.2. Inhibiteurs	265
2.4. Trans-nitrosation	266
2.5. Nitrosation en milieu neutre ou alcalin	267
2.5.1. À partir du nitrite	267
2.5.2. À partir du peroxy-nitrite	268
3. Distribution des CNO dans l'alimentation	268
3.1. Viandes	269
3.1.1. Nitrosamines et nitrosaminoacides	269
3.1.2. CNO totaux	274
3.2. Poissons et crustacés	274
3.3. Produits laitiers	275
3.3.1. Nitrosamines et nitrosaminoacides	275
3.3.2. CNO totaux	276
3.4. Bière et autres boissons	276
3.4.1. Nitrosamines et nitrosaminoacides	276
3.4.2. CNO totaux dans le malt et la bière	278
3.5. Autres produits alimentaires	279
3.6. Contamination indirecte des aliments par les nitrosamines	279
3.7. Contamination alimentaire par les CNO : conclusions générales	281
4. Contrôle et réduction des CNO dans l'alimentation	281
5. Conclusion	283
Annexe : Abréviations des composés nitrosés	284
Références bibliographiques	284

Chapitre 9

Résidus de pesticides

(Guy Jamet)	291
1. Avant-propos	291
2. Aspects généraux des pesticides	292
2.1. Maladies des plantes	292
2.2. Maladies des carences et les maladies virales	292
2.3. Maladies cryptogamiques	292
2.4. Maladies bactériennes	293
2.5. Ravageurs phytophages	293
2.6. Adventices	293
2.7. Vecteurs transportant des maladies	293
2.8. Préjudices	293
2.9. Méthodes de protection des cultures et de lutte contre les parasites	294
2.10. Pesticides	294

4. Risques liés à la contamination des aliments par le mercure	343
4.1. Relation entre le niveau d'exposition et les effets adverses	343
4.2. Contamination des denrées alimentaires	345
4.3. Apport alimentaire et doses tolérables	345
5. Risques liés aux autres métaux toxiques	346
5.1. Aluminium	346
5.2. Arsenic	349
5.3. Étain	350
6. Conclusion	350
Références bibliographiques	351

Chapitre 11

Migration des emballages plastiques vers les aliments

Évaluation de l'exposition des consommateurs

(Alexandre Feigenbaum)

355

1. Généralités : migration à partir d'emballages plastiques	355
1.1. Introduction	355
1.2. Définitions	356
1.3. Migrants potentiels	357
2. Réglementation et sécurité alimentaire	358
2.1. Pourquoi réglementer la migration ?	358
2.2. Organismes réglementaires	359
2.3. Textes réglementaires	360
2.4. Limites réglementaires pour la migration en Europe	361
2.4.1. Limite de migration spécifique (LMS)	361
2.4.2. Limite de migration globale (LMG) : 60 mg migrant/kg aliment (ou 10 mg/dm ² de matériau)	362
2.4.3. Concentration maximale dans le matériau d'emballage (QM dans les directives européennes)	362
2.4.4. Concentration maximale par unité d'aire d'emballage (QMA)	363
2.4.5. Restrictions R	363
2.5. Évaluation de la migration	364
2.5.1. Prédire la migration par le calcul	364
2.5.2. Approches expérimentales : les tests réglementaires	365
3. Migration et exposition du consommateur	368
3.1. Critères européens d'évaluation de l'exposition liée aux emballages et matériaux plastiques	368
3.1.1. Nécessité d'une approche conventionnelle	368
3.1.2. Approche européenne générale	370
3.1.3. Particularité française : le niveau d'exposition théorique (NET)	372
3.1.4. Évolution de l'approche européenne	372
3.2. Approche américaine d'évaluation de l'exposition du risque	375
3.2.1. Cas des polyoléfinés	375
3.2.2. Comparaison des calculs d'exposition pour d'autres matériaux	376
3.3. Approche néerlandaise d'évaluation du risque pour les objets en caoutchouc et élastomères	379
4. Une démarche d'assurance qualité des emballages est-elle possible ?	379

4.1. Principes physicochimiques de la migration	380
4.1.1. Influence de la nature du migrant	380
4.1.2. Effet de la nature de l'aliment	380
4.1.3. Influence de la durée de conservation et de la DLC	380
4.1.4. Influence de la température (pasteurisation, stérilisation)	381
4.2. Guide pratique pour la maîtrise de la migration	381
5. Barrières fonctionnelles et recyclage	383
6. Emballages actifs	386
7. Emballages à base de biopolymères	388
8. Conclusion	388
9. Glossaire	388
Références bibliographiques	390

Chapitre 12

Concept, bases scientifiques du « threshold of toxicological concern » et application dans l'évaluation du risque des matériaux destinés au contact alimentaire

(Jean-Claude Lhuguenot)

Introduction	393
1. Seuils toxicologiques	394
1.1. Dose seuil en cancérogenèse	394
1.2. Dose seuil hors cancérogenèse	395
1.3. Dose seuil en toxicité lors du développement	395
1.4. Dose seuil lors du développement du système nerveux	396
1.5. Dose seuil en neurotoxicité chez l'adulte	396
1.6. Dose seuil en immunotoxicité	396
1.7. Dose seuil en toxicité endocrine	396
1.8. Conclusion sur le concept de « threshold »	396
1.9. Commentaires	398
2. Application dans l'évaluation du risque des matériaux destinés au contact alimentaire	399
2.1. Nécessité d'une approche cohérente	399
2.2. Niveau d'exposition	399
2.3. Risque lié aux matériaux au contact des aliments	399
2.4. Relation entre niveau d'exposition et ration alimentaire	400
2.5. Évaluation du risque en France	400
3. Conclusion	402
Références bibliographiques	402

Chapitre 13

Ingrédients protéiques et OGM : risque allergique et sécurité alimentaire

(Genevieve Anne Moneret-Vautrin)

Introduction	405
1. Caractéristiques de l'alimentation actuelle du point de vue allergologique	406
1.1. Modifications de l'allergénicité induites par les préparations industrielles	406
1.1.1. Traitements agronomiques	406

1.1.2. Le chauffage modifie la structure des protéines	407
1.1.3. Le stockage modifie aussi l'allergénicité	407
2. Ingrédients protéiques, allergènes masqués	407
2.1. Protéines alimentaires	407
2.2. Hydrolysats de protéines	409
2.3. Huiles végétales	409
2.4. Contaminants protéiques	409
3. Organismes génétiquement modifiés : leur risque allergénique potentiel	410
3.1. Lorsque la source du gène est une plante allergénique connue	410
3.2. Lorsque la source du gène est un végétal dont l'allergénicité est absente ou inconnue	411
3.3. Le troisième niveau de vérification s'adresse à la plante génétiquement modifiée	411
4. Axes de la sécurité alimentaire	413
5. Conclusion	415
Références bibliographiques	416

Chapitre 14

Intolérance et hypersensibilité aux additifs et auxiliaires technologiques

<i>(Gisèle Kanny)</i>	421
1. Nosologie	422
2. Réactions d'intolérance ou pseudoallergie	423
2.1. Interférence avec le système nerveux central et périphérique	423
2.2. Réactions par histaminolibération non spécifique	424
2.3. Interférence avec le métabolisme de l'acide arachidonique	424
2.4. Phénomènes d'inhibition enzymatique	424
3. Réactions d'hypersensibilité et immunotoxicité	425
3.1. Réactions allergiques IgE dépendantes	425
3.1.1. Mécanismes	425
3.1.2. Tableaux cliniques	425
3.1.3. Principaux allergènes identifiés	425
3.1.4. Dose réactogène	427
3.2. Réaction d'hypersensibilité retardée	427
3.3. Réaction dysimmunitaire	428
4. Conclusion	428
Références bibliographiques	428

Index	433
--------------------	-----