

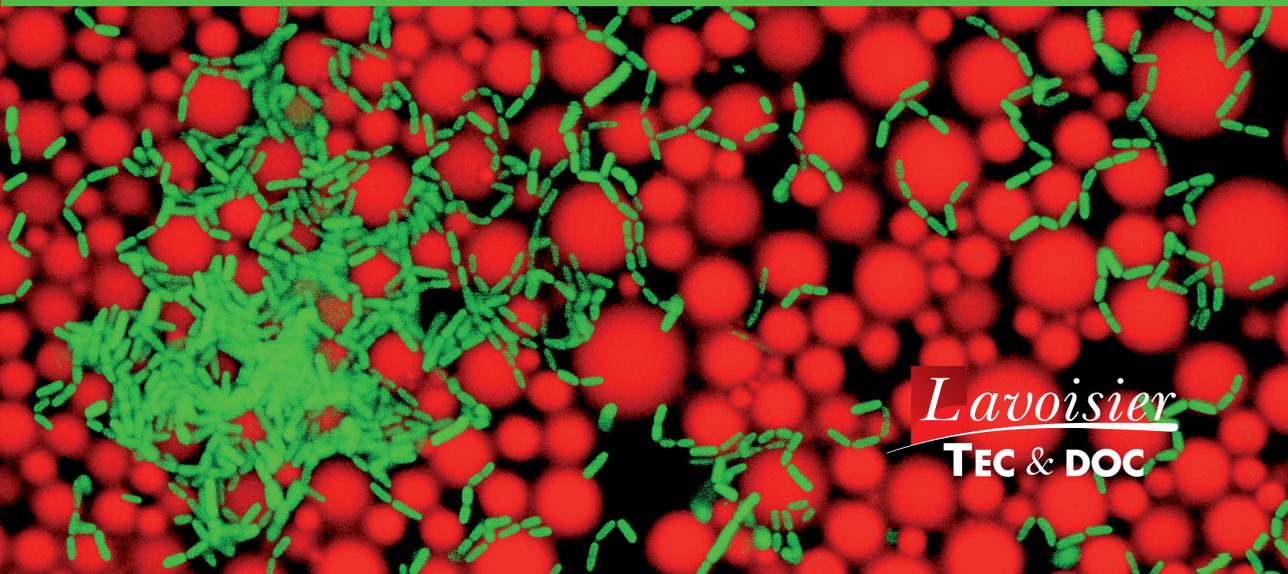
SCIENCES & TECHNIQUES
AGROALIMENTAIRES



Risques microbiologiques alimentaires

MURIELLE NAÏTALI, LAURENT GUILLIER
FLORENCE DUBOIS-BRISSENET

Coordonnateurs



Lavoisier
TEC & DOC

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 Naitali, maître de conférences, AgroParisTech (Massy)

Dans la même collection

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 éd., par B. de Reynal, J.-L. Multon (coord.), 2009

Évaluation sensorielle – Manuel méthodologique, 3^e éd., 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 éd., par B. Bertrand, E. Dufour (coord.), 2006

Gestion des problèmes environnementaux dans les industries agroalimentaires, 2^e éd., 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

Retrouvez tous les titres de la collection sur notre site : editions.lavoisier.fr

Pour plus d'informations sur nos publications :



SCIENCES & TECHNIQUES

AGROALIMENTAIRES



MURIELLE NAÏTALI

LAURENT GUILLIER

FLORENCE DUBOIS-BRISSONNET

Risques microbiologiques alimentaires

L*avoisier*
TEC & DOC

editions.lavoisier.fr

Direction éditoriale : Fabienne Roulleaux
Édition : Élodie Lecoquerre
Couverture : Isabelle Godenèche
Fabrication : Estelle Perez
Mise en pages : STDI, Lassay-Les-Châteaux

Photo de couverture : *Bacillus cereus sensu lato* (en vert) dans une matrice alimentaire multiphasique modèle (phase lipidique en rouge) (photo de Julien Deschamps, Institut Micalis INRA/AgroParisTech, équipe B2HM/plateforme MIMA2)

LISTE DES AUTEURS

Coordonnateurs

Murielle Naïtali

Docteur en microbiologie, ingénieur AgroParisTech
Maître de conférences en microbiologie, département Sciences et procédés des aliments et bioproduits (SPAB), AgroParisTech, Massy

Laurent Guillier

Docteur en microbiologie des aliments
Chargé de projets recherche, laboratoire de Sécurité des aliments, Anses, Maisons-Alfort

Florence Dubois-Brissonnet

Docteur en biologie et biochimie appliquées, ingénieur Montpellier SupAgro
Professeur de microbiologie et sécurité sanitaire des aliments, département Sciences et procédés des aliments et bioproduits (SPAB), AgroParisTech, Massy

Auteurs

Jean-Christophe Augustin

Docteur en microbiologie des aliments, habilité à diriger des recherches
Professeur, École nationale vétérinaire d'Alfort, Maisons-Alfort

Frédéric Auvray

Docteur en microbiologie, habilité à diriger des recherches
Chef d'unité adjoint (SBCL – staphylocoques, *Bacillus*, clostridies et lait), responsable de l'équipe staphylocoques, Anses, Maisons-Alfort

Eugénie Baril

Docteur en microbiologie des aliments
Chargée de projet, direction de l'évaluation des risques, Anses, Maisons-Alfort

Vincent Béringue

Docteur en microbiologie
Directeur de recherche, unité Virologie et immunologie moléculaires, INRA, Jouy-en-Josas

Isabelle Berta-Van Rullen

Épidémiologiste et toxicologue
Chef de projet surveillance épidémiologique, direction des laboratoires, unité de coordination et d'appui à la surveillance, Anses, Maisons-Alfort

Karine Boquet

Docteur vétérinaire, docteur en sciences économiques, corps des inspecteurs de la santé publique vétérinaire
Secrétaire interministérielle du Conseil national de l'alimentation, Paris

Marion Bordier

Docteur vétérinaire
Chargée d'études, Direction générale de l'alimentation (DGAL), ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt (MAAF), Paris

Abdelkader Boubetra

Ingénieur d'État et titulaire d'un Mastère spécialisé
Directeur scientifique et technique, Bipea, Paris, Expert près la Cour d'appel de Paris
et Expert auprès de l'AIEA, Vienne

Zineb Boumart

Docteur en microbiologie
Institut national de la recherche agroalimentaire (INRA), Nouzilly
Multi-chemical industry, santé animale (MCI), Mohammedia, Maroc

Olivier Boutou

DU Responsable qualité et sécurité des aliments
Expert AFNOR, Mérignac

Romain Briandet

Docteur en physico-chimie et qualité des produits, habilité à diriger des recherches
Directeur de recherche, INRA, Jouy-en-Josas

Frédéric Carlin

Docteur-ingénieur en sciences agronomiques
Directeur de recherche, INRA, Avignon

Corinne Danan

Docteur en microbiologie, ingénieur AgroParisTech
Adjoint chef de bureau d'appui à la surveillance de la chaîne alimentaire, Direction
générale de l'alimentation (DGAL), ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et
de la Forêt (MAAF), Paris

Henriette de Valk

Docteur en médecine
Responsable de l'unité Infections d'origine alimentaire, zoonoses et maladies à transmis-
sion vectorielle, InVS, Saint-Maurice

Shaynoor Dramsi

Docteur en microbiologie
Directrice de recherche et chef de groupe, unité de Biologie des bactéries pathogènes à
Gram positif, Institut Pasteur, Paris

Guillaume Duflos

Docteur ès sciences
Chef de l'unité des produits de la pêche et de l'aquaculture, laboratoire de Sécurité des ali-
ments, département des produits de la pêche et de l'aquaculture, Anses, Boulogne-sur-Mer

Michel Federighi

Docteur en microbiologie, habilité à diriger des recherches
Professeur, laboratoire de Sécurité des aliments et microbiologie, Oniris, Nantes

Carole Feurer

Docteur en écologie microbienne de l'INA-PG
Chargée de projets en microbiologie moléculaire, pôle viandes et charcuteries, IFIP –
Institut du porc, Le Rheu

Florence Forget-Richard

Docteur en biochimie
Directrice de recherche, directrice adjointe de l'UR Mycologie et sécurité des aliments,
INRA, Villenave d'Ornon

Christophe Gantzer

Docteur en biologie et santé

Professeur des universités, directeur adjoint du laboratoire de Chimie, physique et microbiologie pour l'environnement (LCPME), UMR 7564, CNRS/Université de Lorraine, faculté de Pharmacie, Nancy

Pascal Garry

Docteur en écologie microbienne

Cadre de recherche en microbiologie, Ifremer, Nantes

Muriel Gugger

Docteur en interactions toxiques dans les écosystèmes et biotechnologies liées aux toxines

Responsable du centre Collection des cyanobactéries à l'Institut Pasteur de Paris et curatrice de la Pasteur Culture Collection of Cyanobacteria (PCC)

Florence Guillier

Responsable du Laboratoire national de référence pour les staphylocoques à coagulase positive, laboratoire de Sécurité des aliments, Anses, Maisons-Alfort

Jacques-Antoine Hennekinne

Docteur ès sciences

Chef de l'unité SBCL (staphylocoques, *Bacillus*, clostridies et lait), Anses, Maisons-Alfort

Sabine Herbin

Docteur en biotechnologies et industries alimentaires

Responsable d'équipe, laboratoire de Sécurité des aliments, Anses, Maisons-Alfort

Dominique Hervio-Heath

Docteur en microbiologie, habilitée à diriger des recherches

Cadre de recherche en microbiologie, responsable adjoint du laboratoire Santé, Environnement et Microbiologie, Ifremer, Plouzané

Didier Hilaire

Docteur en microbiologie et chimie de l'eau

Expert confirmé en biologie, adjoint au chef de la division Biologie de DGA maîtrise NRBC, Vert-Le-Petit

Angélique Igel-Egalon

Docteur ès sciences

Chercheur, unité Virologie et immunologie moléculaires, INRA, Jouy-en-Josas

Gaëlle Inglebert

Ingénieur en biotechnologies et bio-industries

Technicienne, laboratoire de Sécurité des aliments, département des produits de la pêche et de l'aquaculture, Anses, Boulogne-sur-Mer

Renaud Lailler

Microbiologiste et épidémiologiste

Chef d'unité « *Listeria Salmonella E. coli* », laboratoire de Sécurité des aliments, Anses, Maisons-Alfort

Laurent Laloux

Ingénieur AgroParisTech

Directeur du laboratoire de Sécurité des aliments, Anses, Maisons-Alfort

Maryvonne Lassalle-de Salins

Ingénieur AgroParisTech, docteur en sciences de gestion
AgroParisTech, Paris

Alexandre Leclercq

Ingénieur, MSc
Responsable adjoint CNR/CCOMS des *Listeria*, unité de Biologie des infections, convenor
du CEN TC275/WG6 « Microbiologie de la chaîne alimentaire », Institut Pasteur, Paris

Aurélie Ledreux

Docteur en toxicologie environnementale
Postdoctoral Researcher, Knobel Institute for Healthy Aging, University of Denver,
Colorado, États-Unis

Bertrand Lombard

Docteur en microbiologie, ingénieur agronome
Chef de mission Coordination de la référence, laboratoire de Sécurité des aliments,
Anses, Maisons-Alfort

Estelle Loukiadis

Docteur en médecine vétérinaire
Chercheur en microbiologie, responsable du Laboratoire national de référence pour les
E. coli (y compris STEC), université de Lyon, VetAgro Sup, Marcy l'Étoile

Thomas Maignien

Docteur en neurosciences
Chargé de projets scientifiques et techniques, unité d'évaluation des risques liés aux
aliments, Anses, Maisons-Alfort

Soumaya Messaoudi

Docteur en microbiologie des aliments
Post-doctorat, laboratoire de Biotechnologie et molécules marines, Ifremer, Nantes

Laurent Montaut

Docteur vétérinaire
Inspecteur de santé publique vétérinaire, Direction générale de l'alimentation (DGAL),
ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt (MAAF), Paris

Élisabeth Morelli

Ingénieur AgroSupDijon

Valérie Morineaux

Ingénieur
Responsable du laboratoire Toxines, DGA maîtrise NRBC, Vert-Le-Petit

Fatémeh Namdari

Docteur en sciences de la vie et de la santé
Institut national de la recherche agroalimentaire (INRA), Nouzilly

Christophe Nguyen-The

Docteur en sciences agronomiques
Directeur de recherche, INRA, Avignon

Véronique Noël

Titulaire d'une maîtrise de biologie
Ingénieur d'études, laboratoire de Sécurité des aliments, Anses, Maisons-Alfort

Isabelle Oswald

Docteur en sciences biologiques
Directrice de recherche, directrice adjointe de l'UMR de Toxicologie alimentaire, INRA,
Toulouse

Pascal Piveteau

Docteur en microbiologie, habilité à diriger des recherches
Enseignant-chercheur, UMR Agroécologie, université de Bourgogne Franche-Comté,
Dijon

Michel Robert Popoff

Docteur vétérinaire, docteur ès sciences spécialité microbiologie
Directeur de recherche, unité des bactéries anaérobies et toxines, Institut Pasteur, Paris

Gérard Poumeyrol

Docteur vétérinaire de Maisons-Alfort

Christine Saura

Docteur en pharmacie
Responsable de la cellule de l'InVS Rhône-Alpes, InVS, Lyon

Véronique Vaillant

Docteur en médecine
Médecin épidémiologiste, InVS, Saint-Maurice

Philippe Velge

Docteur en sciences de la vie et de la santé
Directeur de recherche, Institut national de la recherche agroalimentaire (INRA), Centre
Val de Loire, Nouzilly

Isabelle Villena

Professeur des universités, praticien hospitalier
Chef de service du laboratoire de parasitologie-mycologie et directeur de l'EA 3800,
CHU Reims et université de Reims Champagne-Ardenne, Reims

Isabelle Virlogeux-Payant

Docteur en microbiologie
Directrice de recherche, Institut national de la recherche agroalimentaire (INRA), Nouzilly

LISTE DES SIGLES, ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

- A_f *Accuracy factor* (facteur de précision)
- AAF *Aggregative Adherence Fimbriae* (fimbriae d'adhésion et d'agrégation)
- AC Accord
- ACMSF *Advisory Committee on the Microbiological Safety of Foods*
(Comité consultatif sur la sécurité microbiologique des aliments)
- ActA *Actin Assembly-inducing protein* (protéine inductrice de l'assemblage d'actine)
- AD Acide domoïque
- ADH Arginine déshydrogénase
- ADN Acide désoxyribonucléique
- ADON Acétyl déoxynivalénol
- A/E Attachement/Effacement (phénotype, lésion d')
- AEEC *Attaching and Effacing Escherichia coli* (*E. coli* à phénotype d'attachement et d'effacement)
- AESA Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA en anglais)
- AF Aflatoxine
- AFLP *Amplified Fragment-Length Polymorphism* (polymorphisme de longueur des fragments amplifiés)
- AFNOR Agence française de normalisation
- AFSSA Agence française de sécurité sanitaire des aliments
(devenue l'Anses)
- AHAW *Animal Health And Welfare* (santé et bien-être des animaux)
- AHL N-Acyl homosérine lactone
- AI-2 *Auto-Inducer 2* (auto-inducteur de type 2)
- AIEA Agence internationale de l'énergie atomique
- AIEC *Adherent and Invasive Escherichia coli* (*E. coli* adhérent et invasif)
- Ala Alanine
- ALAT Alanine amino-transférase
- ALOP *Appropriate Level Of Protection* (DPA en français)
- AMM Autorisation de mise sur le marché
- AMPc Adénosine monophosphate cyclique
- ANR Agence nationale de la recherche
- Anses Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,
de l'environnement et du travail
- ANSM Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé
- AO Acide okadaïque
- AOAC *Association of Official Analytical Chemists* (Association des chimistes analytiques officiels)
- ARN Acide ribonucléique
- ARNm Acide ribonucléique messenger
- ARS Agence régionale de la santé
- ASP *Acid Shock Protein* (protéine de choc acide)
- ATCC® *American Type Culture Collection*® (collection américaine des cultures types)

- ATR *Acid Tolerance Response* (réponse de tolérance à l'acide)
 a_w *Activity of Water* (activité de l'eau)
 AZA Azaspiracide
 BEA Beauvéricine
 Bf *Bias factor* (facteur de biais)
 BHI *Brain Heart Infusion* (infusion cœur-cerveille)
 BIOHAZ *BIOlogical HAZards* (dangers biologiques)
 BLSE β -lactamases à spectre étendu
 BoNT *Botulinum NeuroToxin* (neurotoxine botulique)
 BP Bonnes pratiques
 BPA Bonnes pratiques agricoles
 BPD Bonnes pratiques de distribution
 BPF Bonnes pratiques de fabrication
 BPH Bonnes pratiques d'hygiène
 BPP Bonnes pratiques de production
 BPV Bonnes pratiques vétérinaires
 BPVe Bonnes pratiques de vente
 BRC *British Retail Consortium* (consortium britannique de vente au détail)
 BSH *Bile Salt Hydrolase* (hydrolase des sels biliaires)
 C Cytosine
 °C Degré Celsius
 CAC Commission du *Codex Alimentarius*
 CadF (adhésine) *Campylobacter Adhesion to Fibronectin (adhesin)* (facteur d'adhésion des *Campylobacter* à la fibronectine)
 Ca-DPA *Calcium Dipicolinic Acid*
 cAMP *Cyclic Adenosine MonoPhosphate* (adénosine monophosphate cyclique)
 CAP *Cold Acclimatation Protein* (protéine d'adaptation au froid)
 CAQ Composé d'ammonium quaternaire (QAC en anglais)
 CBD *Cell wall Binding Domains* (domaines de liaison des parois cellulaires)
 CBF *Campylobacter Binding Factor* (facteur de liaison de *Campylobacter*)
 CCI (milieu) *Chromogenic Cronobacter Isolation (medium)* (milieu chromogène d'isolement de *Cronobacter*)
 CCP *Critical Control Point* (point critique pour la maîtrise)
 CDC *Centers for Disease Control and Prevention* (Centres pour le contrôle et la prévention des maladies)
 CDT *Cytolethal Distending Toxin* (toxine cytolétale distendante)
 CE Communauté européenne
 CEE Communauté économique européenne
 CEN Comité européen de normalisation
 Cia *Campylobacter invasion antigen* (antigène d'invasion de *Campylobacter*)
 CIAB Convention d'interdiction des armes biologiques
 CIAC Convention d'interdiction des armes chimiques
 CIP *Cleaning In Place* (NEP en français)
 CIRE Cellule interrégionale d'épidémiologie
 CLHP Chromatographie liquide haute pression

| | |
|------------------|--|
| CLI | Chair et liquide intervalvaires |
| CLUP | Chromatographie liquide ultra haute pression |
| CMB | Concentration minimale bactéricide |
| CMI | Concentration minimale inhibitrice |
| CNA | Commission nationale de l'alimentation |
| CNR | Centre national de référence |
| CNRVC | Centre national de référence des vibrions et du choléra |
| CodY | <i>GTP-sensing transcriptional pleiotropic repressor</i> (régulateur transcriptionnel sous dépendance de la concentration en guanosine triphosphate) |
| COFRAC | Comité français d'accréditation |
| COVIS | <i>Cholera and Other Vibrio Illness Surveillance</i> (surveillance du choléra et des autres maladies à <i>Vibrio</i>) |
| CP | Critère de performance (PC en anglais) |
| CPE | <i>Clostridium perfringens Enterotoxin</i> (entérotoxine de <i>C. perfringens</i>) |
| CSB | <i>Cronobacter Screening Broth</i> (bouillon de criblage pour <i>Cronobacter</i>) |
| CSHPF | Conseil supérieur d'hygiène publique de France |
| CSMVSP | Comité scientifique des mesures vétérinaires en rapport avec la santé publique |
| CSP | <i>Cold Shock Protein</i> (protéine de choc froid) |
| CTCPA | Centre technique de la conservation des produits agricoles |
| CtsR | <i>Class three stress gene Repressor</i> (répresseur des gènes de réponse au stress de classe 3) |
| CTX | Ciguatoxine |
| Cyt K | Cytotoxine K |
| D | Temps de réduction décimale |
| DAEC | <i>Diffusely Adherent Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i> à adhésion diffuse) |
| DALY | <i>Disability-Adjusted Life Year</i> (années de vie corrigées de l'incapacité) |
| DDASS | Directions départementales des affaires sanitaires et sociales |
| DDCSPP | Direction départementale de la cohésion sociale et de la protection des populations |
| DDM | Date de durabilité minimale |
| DDPP | Directions départementales de protection des populations |
| DE | Dose émétique |
| DFD | <i>Dark, Firm and Dry</i> (sombre, ferme et sec) |
| DFI | <i>Druggan, Forsythe and Iversen</i> |
| DG SANTÉ | Direction générale santé et sécurité alimentaire |
| DGAL | Direction générale de l'alimentation |
| DGCCRF | Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes |
| DGDDI | Direction générale des douanes et droits indirects |
| DGS | Direction générale de la santé |
| DI | Dose infectieuse |
| DI ₅₀ | Dose infectieuse 50 % |
| DIRECCTE | Direction régionale des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi |
| DL | Dose létale |
| DL ₅₀ | Dose létale 50 % |
| DLC | Date limite de consommation |

| | |
|-------|--|
| DLUO | Date limite d'utilisation optimale |
| DME | Dose minimale efficace |
| DMI | Dose minimale infectieuse |
| DNEP | Dispositif national d'enquêtes programmées |
| DO | Densité optique (chapitre 4) <i>ou</i> Déclaration obligatoire (autres chapitres) |
| DON | Déoxynivalénol |
| DPA | Degré de protection approprié (ALOP en anglais) |
| Dps | <i>DNA-binding protein from starved cells</i> (protéine de liaison à l'ADN des cellules en carence nutritionnelle) |
| DRAAF | Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt |
| DTX | Dinophysistoxine |
| DVM | Durée de vie microbiologique |
| EAEC | <i>EnterAggregative Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i> entéro-agglutinant) |
| EAHEC | <i>EnterAggregative Haemorrhagic Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i> entéro-agglutinant et hémorragique) |
| EAT | Étude de l'alimentation totale |
| ECDC | <i>European Centre for Disease Prevention and Control</i> (Centre européen pour la prévention et le contrôle des maladies) |
| ECFF | <i>European Chilled Food Federation</i> (fédération européenne des produits réfrigérés) |
| EDTA | <i>Ethylene Diamine Tetraacetic Acid</i> (acide éthylène diamine tétraacétique) |
| EFSA | <i>European Food Safety Authority</i> (AESA en français) |
| EGF | <i>Epidermal Growth Factor</i> (facteur de croissance épidermique) |
| E/H | Eau dans huile |
| Eh | Électrode à hydrogène (potentiel d'oxydoréduction) |
| EHEC | <i>Enterohaemorrhagic Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i> entérohémorragique) |
| EIEC | <i>Enteroinvasive Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i> entéro-invasif) |
| EILA | Essais interlaboratoires d'aptitude |
| ELFA | <i>Enzyme-Linked Fluorescent Assay</i> (dosage enzymatique par fluorescence) |
| ELISA | <i>Enzyme-Linked Immunosorbent Assay</i> (dosage immuno-enzymatique sur support solide) |
| EMAP | <i>Equilibrium Modified Atmosphere Packaging</i> (emballage à atmosphère modifiée équilibrée) |
| ENHPB | <i>European Network for Highly Pathogenic Bacteria</i> (réseau européen des bactéries hautement pathogènes) |
| ENNS | Enniatines |
| EPA | <i>Environmental Protection Agency</i> (Agence de protection de l'environnement) |
| EPEC | <i>Enteropathogenic Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i> entéro-pathogène) |
| ES | Entérotoxine staphylococcique (SE en anglais) |
| ESB | Encéphalopathie spongiforme bovine |
| ESB H | Encéphalopathie spongiforme bovine <i>High</i> (haute) |
| ESB L | Encéphalopathie spongiforme bovine <i>Low</i> (basse) |
| ESF | Encéphalopathie spongiforme féline |
| ESIA® | <i>Enterobacter sakazakii Isolation Agar</i> ® (gélose d'isolement d' <i>Enterobacter sakazakii</i>) |

- ESPM *Enterobacter sakazakii* chromogenic Plating Medium (milieu gélosé chromogène pour *Enterobacter sakazakii*)
- ESST Encéphalopathie subaiguë spongiforme transmissible
- EST Encéphalopathie spongiforme transmissible
- ESV Encéphalopathie spongiforme du vison
- ETEC *Enterotoxigenic Escherichia coli* (*E. coli* entérotoxigène)
- EUURL *European Union Reference Laboratory* (laboratoire de référence de l'Union européenne)
- ExPEC *Extra-intestinal Pathogenic Escherichia coli* (*E. coli* pathogène extra-intestinal)
- F Valeur stérilisatrice
- FAO *Food and Agriculture Organization* (Organisation pour l'agriculture et l'alimentation)
- FB (ou FUM) Fumonisines B
- FD Fascicule de documentation
- FDA *Food and Drug Administration* (Agence américaine des produits alimentaires et médicamenteux)
- FIC *Fractional Inhibitory Concentration* (concentration inhibitrice fractionnaire)
- FIL Fédération internationale de la laiterie
- FRET *Fluorescence Resonance Energy Transfer* (transfert d'énergie de fluorescence par résonance)
- FSO *Food Safety Objective* (OSA en français)
- FUM (ou FB) Fumonisines B
- FVO Farine de viandes et d'os
- G Guanine
- GA Guide d'application
- GABA *Gamma-AminoButyric Acid* (acide gamma-aminobutyrique)
- GASP *Growth Advantage in Stationary Phase* (avantage de croissance en phase stationnaire)
- GATT *General Agreement on Tariffs and Trade* (Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce)
- Gb3 Globotriosylcéramide
- GBPH Guide des bonnes pratiques d'hygiène
- GEA Gastroentérite aiguë
- GMO *Genetically Modified Organism* (organisme génétiquement modifié)
- GMPc Guanosine monophosphate cyclique
- GRAS *Generally Recognized as Safe* (généralement reconnu comme sans danger)
- GSS Syndrome de Gerstmann-Straussler-Scheinker
- GTX Gonyautoxine
- GYM Gymnodimine
- HACCP *Hazard Analysis and Critical Control Points* (analyse des dangers et points critiques pour leur maîtrise)
- HBGA *Histo-Blood Group Antigens* (antigènes de groupes sanguins)
- HLB Hémolysine BL
- H/E Huile dans eau
- HP Hautes pressions
- Hpt Hexose phosphate transport

- HrcA *Heat regulation at controlling inverted-repeat chaperone expression element (CIRCE)* (régulation thermique au niveau de l'élément de répétition inversée contrôlant l'expression des protéines chaperonnes)
- HSP *Heat Shock Protein* (protéine de choc chaud)
- HTST *High Temperature-Short Time* (haute température, temps court)
- IARC *International Agency for Research on Cancer* (Agence internationale de la recherche sur le cancer)
- ICA Information de la chaîne alimentaire
- ICMSF *International Commission on Microbiological Specification for Foods* (Commission internationale sur les spécifications microbiologiques des aliments)
- ID *Illness Dose* (dose pour induire la maladie)
- IFF Insomnie familiale fatale
- IFS *International Food Standard* (référentiel d'audit certifiant les fournisseurs d'aliments des marques distributeurs)
- IMS *Immuno-Magnetic Separation* (séparation immunomagnétique)
- INCA (Étude) individuelle nationale des consommations alimentaires
- InI Internaline
- InVS Institut national de veille sanitaire
- IR Infrarouge
- IS *Insertion Sequence* (séquence d'insertion)
- ISO *International Standard Organisation* (Organisation internationale de normalisation)
- K_s Constante de saturation
- Lag *Lag phase* (temps de latence)
- LAP *Listeria Adhesion Protein* (protéine d'adhésion de *Listeria*)
- LDC Lysine décarboxylase
- LEE *Locus* d'effacement des entérocytes
- Leu Leucine
- LipA Lipide phosphatase A
- LLO Lystériolysine O
- LNR Laboratoire national de référence
- LntA *Listeria nuclear targeted protein A* (protéine de *Listeria* ciblant le noyau)
- LOD *Level Of Detection* (seuil de détection)
- LOQ *Level Of Quantification* (seuil de quantification)
- LPS Lipopolysaccharide
- LRUE Laboratoire de référence de l'Union européenne
- LT *ThermoLabile enteroToxin* (entérotoxine thermolabile)
- LysS Lystériolysine S
- MALDI-TOF *Matrix Assisted Laser Desorption Ionization-Time Of Flight* (désorption-ionisation laser assistée par matrice avec spectromètre de masse à temps de vol)
- MAP *Modified Atmosphere Packaging* (emballage sous atmosphère modifiée)
- max Maximal
- MBEC *Minimum Biofilm Eradication Concentration* (concentration minimale d'éradication des biofilms)

| | |
|-----------------|---|
| MCBL | Microscopie confocale à balayage laser |
| MCJ | Maladie de Creutzfeldt-Jakob |
| MDD | Marque de distributeur |
| min | Minimal |
| MIOA | Maladie infectieuse d'origine alimentaire |
| MIP | <i>Molecularly Imprinted Polymers</i> (polymères à empreintes moléculaires) |
| mLST (bouillon) | <i>Modified Lauryl Sulfate Tryptose (broth)</i> (bouillon modifié au lauryl sulphate et au tryptose) |
| MLST | <i>Multi Locus Sequence Typing</i> (typage par séquençage multilocus) |
| MLVA | <i>Multiple Loci Variable number tandem repeat Analysis</i> (analyse de plusieurs séquences répétées en tandem polymorphes) |
| MOA | Maladie d'origine alimentaire |
| MON | Moniliformine |
| MPN | <i>Most Probable Number</i> (NPP en français) |
| MRS | Matériels à risque spécifiés |
| μ | Vitesse spécifique de croissance |
| μ_{\max} | Vitesse maximale spécifique de croissance |
| MUS | Mission des urgences sanitaires |
| NASBA | <i>Nucleic Acid Sequence-Based Amplification</i> (amplification des séquences de nucléotides) |
| NCTC | <i>National Collection of Type Cultures</i> (collection nationale anglaise des cultures de référence) |
| néoSTX | Néosaxitoxine |
| NEP | Nettoyage en place (CIP en anglais) |
| NF | Norme française |
| NGS | <i>Next Generation Sequencing</i> (séquençage de nouvelle génération) |
| NHE | <i>Non Hemolytic Enterotoxin</i> (entérotoxine non hémolytique) |
| NIV | Nivalérol |
| NPP | Nombre le plus probable (MPN en anglais) |
| NTNH | <i>Non Toxic Non Hemagglutinin</i> (non toxique et non hémagglutinant) |
| NZFSA | <i>New Zealand Food Safety Agency</i> (Agence de sécurité sanitaire de Nouvelle-Zélande) |
| OatA | O-acétyltransférase A |
| OAV | Office alimentaire et vétérinaire |
| ODC | Ornithine décarboxylase |
| OK (gélose) | Oh et Kang (gélose) |
| OMS | Organisation mondiale de la Santé (WHO en anglais) |
| ONU | Organisation des Nations unies |
| ONUAA | Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO en anglais) |
| OP | Objectif de performance (PO en anglais) |
| opt | Optimal |
| OR | Oto-rhino-laryngologie |
| ORF | <i>Open Reading Frame</i> (cadre ouvert de lecture) |
| OSA | Objectif de sécurité des aliments (FSO en anglais) |
| OSCOUR | Organisation de la surveillance coordonnée des urgences |
| PAT | Protéines animales transformées |

| | |
|------------------------|---|
| PbTX | Brévétotoxine |
| PC | <i>Performance Criterion</i> (CP en français) |
| PC-PLC | Phosphatidylcholine phospholipase C |
| PCR | <i>Polymerase Chain Reaction</i> (réaction de polymérisation en chaîne) |
| PCR-RFLP | <i>Polymerase Chain Reaction – Restriction Fragment Length Polymorphism</i> (réaction de polymérisation en chaîne – polymorphisme de longueur des fragments de restriction) |
| PCT | Peste-Charbon-Tularémie |
| PDCA | <i>Plan Do Act Check</i> (planifier, faire, agir, vérifier) |
| $P_{\text{décès}}$ | Probabilité de décès |
| $P_{\text{décès/mal}}$ | Probabilité de décès sachant la maladie |
| PFGE | <i>Pulsed Field Gel Electrophoresis</i> (électrophorèse en champ pulsé) |
| PgdA | Peptidoglycane N-acétylglucosamine déacétylase |
| pHe | pH extracellulaire |
| pHi | pH intracellulaire |
| PIA | <i>Polysaccharide Intercellular Adhesin</i> (adhésine polysaccharidique intercellulaire) |
| P_{inf} | Probabilité d'infection |
| PI-PLC (ou PLcA) | Phosphatidylinositol phospholipase C |
| pKa | Constante d'acidité |
| PLcA (ou PI-PLC) | Phosphatidylinositol phospholipase C |
| PLcB | Phosphatidylcholine phospholipase C |
| PLH | <i>PLant Health</i> (santé des plantes) |
| PITX | Palytoxine |
| P_{mal} | Probabilité de maladie |
| $P_{\text{mal/inf}}$ | Probabilité de maladie sachant l'infection |
| PMA-PCR | <i>Propidium MonoAzyde-Polymerase Chain Reaction</i> (réaction de polymérisation en chaîne avec du propidium monoazyde) |
| PMS | Plan de maîtrise sanitaire |
| PNNS | Programmes nationaux nutrition santé |
| PO | <i>Performance Objective</i> (OP en français) |
| PP | Préparation en poudre |
| PRA | <i>Probabilistic Risk Analysis</i> (analyse de risque probabiliste) |
| PrfA | <i>Positive regulator factor A</i> (facteur A de régulation positive) |
| PRP | <i>PreRequisite Program</i> (programme de prérequis) |
| PrP ^C | Conformère physiologique de la protéine prion |
| PRPo | PRP opérationnel |
| PrP ^{Sc} | Conformère pathogène de la protéine prion |
| PS/PC | Plan de surveillance/plan de contrôle |
| PSM | <i>Phénol-Soluble Modulín</i> (moduline soluble dans le phénol) |
| PTS | <i>PhosphoTransferase phosphoenolpyruvate dependant System</i> (système de phosphotransférases dépendant du phosphoénolpyruvate) |
| PTT | Purpura thrombotique thrombocytopénique |
| PTX | Pecténotoxine |
| pX | Probabilité de croissance de X % |
| QAC | <i>Quaternary Ammonium Compound</i> (composé d'ammonium quaternaire ou CAQ) |
| qPCR | <i>Quantitative Polymerase Chain Reaction</i> (réaction de polymérisation en chaîne quantitative) |

| | |
|--------------|--|
| QPS | <i>Qualified Presumed as Safe</i> (qualifié de présumé sûr) |
| qRT-PCR | <i>Quantitative Reverse Transcriptase-Polymerase Chain Reaction</i> (réaction de polymérisation en chaîne quantitative avec transcription inverse) |
| RAPD | <i>Random Amplified Polymorphic DNA</i> (amplification aléatoire d'ADN polymorphe) |
| RASFF | <i>Rapid Alert System for Food and Feed</i> (système d'alerte rapide pour l'alimentation humaine et animale) |
| RFID | <i>Radio-Frequency IDentification</i> (identification par radiofréquence) |
| RNS | Réseau national de surveillance |
| ROS | <i>Reactive Oxygen Species</i> (espèces chimiques réactives dérivées de l'oxygène) |
| RPF | <i>Rabbit Plasma Fibrinogen</i> (fibrinogène de plasma de lapin) |
| Rpf | <i>Resuscitation-promoting factor</i> (facteur induisant la revivification) |
| RT-PCR | <i>Reverse Transcriptase-Polymerase Chain Reaction</i> (réaction de polymérisation en chaîne avec transcription inverse) |
| SAM | <i>Self Assembled Monolayer</i> (monocouche auto-assemblée) |
| Sap | <i>Stress acclimation protein</i> (protéine d'adaptation au stress) |
| SASP | <i>Small Acid Soluble Protein</i> (petite protéine soluble en milieu acide) |
| SCL | Service commun des laboratoires |
| SCN | Staphylocoque à coagulase négative |
| SCP | Staphylocoque à coagulase positive |
| SCV | <i>Salmonella Containing Vacuole</i> (vacuole à <i>Salmonella</i>) |
| SDC | Système à deux composants |
| SE | <i>Staphylococcal Enterotoxin</i> (ES en français) |
| SEA | <i>Staphylococcal Enterotoxin type A</i> (entérotoxine staphylococcique de type A) |
| SEB | <i>Staphylococcal Enterotoxin type B</i> (entérotoxine staphylococcique de type B) |
| SEI | <i>Staphylococcal Enterotoxin-like</i> (entérotoxine similaire à l'entérotoxine staphylococcique) |
| SHU | Syndrome hémolytique et urémique |
| SIDA | Syndrome d'immunodéficience acquise |
| SM | Spectrométrie de masse |
| SMAC | Sorbitol MacConkey |
| SNARE | <i>Soluble N-ethylmaleimide-sensitive-factor Attachment protein REceptors</i> (récepteurs membranaires des protéines solubles d'attachement du facteur sensible au N-éthylmaléimide) |
| SNP | <i>Single Nucleotide Polymorphism</i> (polymorphisme d'un seul nucléotide) |
| SOD | Superoxyde dismutase |
| SPI | <i>Salmonella Pathogenicity Island</i> (îlot de pathogénicité de <i>Salmonella</i>) |
| SPS (accord) | <i>Sanitary and PhytoSanitary (agreement)</i> (accord sanitaire et phytosanitaire) |
| SRAS | Syndrome respiratoire aigu sévère |
| Ssp | <i>Salt shock proteins</i> (protéines de stress salin) |
| SSR | <i>Starvation-Stress Response</i> (réponse au stress nutritionnel) |
| SST3 | Système de sécrétion de type III |

| | |
|---------------|--|
| ST | <i>ThermoStable enteroToxin</i> (entérotoxine thermostable) |
| STEC | <i>Shiga-toxin Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i> producteur de Shiga-toxine) |
| STP | Sérine/thréonine phosphatase |
| STX | Saxitoxine |
| Stx | <i>Shiga-like toxin</i> (toxine similaire à la Shiga-toxine) |
| t_d | Temps de doublement |
| t_{det} | Temps de détection |
| t_g | Temps de génération |
| TCBS | Thiosulfate-citrate-bile-saccharose |
| TCT | Trichothécènes |
| TDH | <i>Thermostable Direct Hemolysin</i> (hémolysine directe thermostable) |
| TEF | <i>Toxicity Equivalent Factor</i> (facteur d'équivalence toxique) |
| TIAC | Toxi-infection alimentaire collective |
| TN | Tâches nationales |
| TRH | <i>Thermostable direct hemolysin-Related Hemolysin</i> (hémolysine apparentée avec l'hémolysine directe thermostable) |
| TS | <i>Technical Specification</i> (spécification technique) |
| TSA | <i>Tryptone Soy Agar</i> (gélose tryptone soja) |
| TSP | Trisodium phosphate |
| TSST | <i>Toxic Shock Syndrome Toxin</i> (toxine du syndrome de choc toxique) |
| UE | Union européenne |
| UFC | Unité formant colonie |
| UHT | Ultra haute température |
| USDA | <i>United States Department of Agriculture</i> (Département américain de l'agriculture) |
| UV | Ultraviolet |
| VP | Valeur pasteurisatrice |
| VACCP | <i>Vulnerability Analysis and Critical Control Points</i> (analyse de la vulnérabilité et points critiques pour la maîtrise) |
| Val | Valine |
| V(B)NC | <i>Viable (But) Non Culturable</i> (viable (mais) non cultivable) |
| VHA | Virus de l'hépatite A |
| VIH | Virus de l'immunodéficience humaine |
| VirR | <i>Virulence Regulator</i> (régulateur de virulence) |
| VLP | <i>Virus Like Particule</i> (particules modélisant des virus) |
| vMCJ | Variant de la maladie de Creutzfeldt-Jakob |
| VNC | Viable non cultivable |
| VP | <i>Viral Protein</i> (protéine virale) |
| VRBG (gélose) | <i>Violet Red Bile Glucose (agar)</i> (gélose glucosée au cristal violet et au rouge neutre) |
| VSM | Viandes séparées mécaniquement |
| VTEC | <i>Vero Toxin Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i> producteur de véro-toxine) |
| WGS | <i>Whole Genome Sequencing</i> (séquençage du génome entier) |
| WHO | <i>World Health Organization</i> (OMS en français) |
| XLD | Xylose Lysine Désoxycholate |
| XP | Norme expérimentale |
| YLD | <i>Years Lived with Disability</i> (années de vie vécues avec une incapacité) |

| | |
|-----|--|
| YLL | <i>Years of Life Lost due to premature mortality</i> (potentielles années de vie perdues en raison d'une mortalité prématurée) |
| Yop | <i>Yersinia outer proteins</i> (protéines de la membrane externe de <i>Yersinia</i>) |
| YTX | Yessotoxine |
| ZEA | Zéaralénone |

SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| Liste des auteurs | V |
| Liste des sigles, abréviations et acronymes | XI |
| Introduction (Murielle Naïtali, Laurent Guillier, Florence Dubois-Brissonnet) | 1 |

Microorganismes pathogènes et aliments

CHAPITRE 1

Dangers microbiologiques alimentaires : habitats, modes de transmission à l'Homme et expression du pouvoir pathogène (Florence Dubois-Brissonnet, Shaynoor Dramsi, Laurent Guillier)

| | |
|--|----|
| 1. Les réservoirs des bactéries pathogènes alimentaires et voies de transmission à l'Homme | 8 |
| 1.1. Les réservoirs de bactéries pathogènes alimentaires | 8 |
| 1.1.1. Les animaux d'élevage | 8 |
| 1.1.2. Les animaux sauvages, les nuisibles et les animaux domestiques | 10 |
| 1.1.3. L'Homme | 10 |
| 1.1.4. L'environnement | 11 |
| 1.1.5. Les ateliers de production alimentaire | 12 |
| 1.2. Les voies d'exposition de l'Homme <i>via</i> les aliments | 12 |
| 1.2.1. La part des aliments dans la transmission des pathogènes | 12 |
| 1.2.2. Les méthodologies utilisées pour apprécier les modes de transmission alimentaires | 13 |
| 1.2.3. Les principaux aliments couples « dangers/aliments » en France | 14 |
| 2. Les maladies infectieuses bactériennes d'origine alimentaire | 16 |
| 2.1. Caractéristiques générales | 16 |
| 2.2. Les défenses de l'hôte | 17 |
| 2.2.1. Le piège gastrique | 18 |
| 2.2.2. La muqueuse intestinale | 18 |
| 2.2.3. Le système immunitaire | 18 |
| 2.2.4. La disponibilité des nutriments | 19 |
| 2.3. Les mécanismes de pathogénie : grandes étapes de pénétration chez l'hôte | 19 |
| 2.3.1. Les mécanismes d'accession des bactéries jusqu'à la muqueuse épithéliale | 19 |
| 2.3.2. Les mécanismes d'adhésion aux cellules épithéliales | 20 |
| 2.3.3. Des exemples où la bactérie reste en position extracellulaire | 21 |
| 2.3.4. Les mécanismes d'entrée chez l'hôte | 23 |
| 2.3.5. Les mécanismes de survie et de développement dans les cellules hôtes | 26 |
| 2.3.6. Les mécanismes de dissémination dans la circulation | 27 |
| 2.4. Des similitudes et différences entre bactéries infectieuses alimentaires | 27 |
| 2.5. Les facteurs de virulence et leur expression | 28 |
| 2.5.1. Les îlots de pathogénicité et plasmides de virulence | 28 |
| 2.5.2. La régulation des gènes de virulence | 28 |
| 3. Les intoxications | 29 |
| 3.1. Les toxines affectant la transmission des influx nerveux | 30 |
| 3.2. Les toxines émétiques | 31 |
| 4. Conclusion | 31 |

CHAPITRE 2

Développement des microorganismes pathogènes dans les aliments (Murielle Naïtali, Florence Dubois-Brissonnet)

| | |
|--|----|
| 1. Les principales phases de la croissance bactérienne | 37 |
| 1.1. La latence | 38 |

| | |
|--|----|
| 1.2. La croissance exponentielle | 39 |
| 1.3. La phase stationnaire immédiate | 42 |
| 1.4. La phase stationnaire « à long terme » | 42 |
| 2. Les facteurs de maîtrise de la croissance | 43 |
| 2.1. Les facteurs abiotiques extrinsèques | 45 |
| 2.1.1. La température | 45 |
| 2.1.2. Les atmosphères : oxygène et CO ₂ | 48 |
| 2.2. Les facteurs abiotiques intrinsèques | 53 |
| 2.2.1. Le pH | 53 |
| 2.2.2. L' <i>a_w</i> | 58 |
| 2.2.3. Les huiles essentielles | 62 |
| 2.2.4. Les nitrites | 65 |
| 2.3. Les facteurs biotiques | 65 |
| 2.3.1. Les principales interactions microbiennes permettant la maîtrise des pathogènes | 66 |
| 2.3.2. Les moyens de conservation associés | 69 |
| 2.4. La structure des aliments | 71 |
| 2.4.1. Les barrières biologiques des aliments non transformés | 71 |
| 2.4.2. Les matrices alimentaires structurées | 73 |
| 2.5. La conservation multifactorielle | 75 |
| 3. Les facteurs de maîtrise de la toxigenèse | 76 |
| 4. Conclusion | 77 |

CHAPITRE 3

Inactivation des microorganismes pathogènes dans les aliments et les environnements industriels agroalimentaires (Murielle Naïtali, Florence Dubois-Brissonnet)

| | |
|--|-----|
| 1. L'inactivation des microorganismes : concepts généraux communs | 88 |
| 1.1. Modèle primaire d'inactivation | 88 |
| 1.2. Notions de stérilisation, de pasteurisation et de désinfection | 89 |
| 1.3. Mécanismes d'inactivation et facteurs d'influence | 91 |
| 1.3.1. Méthodes d'étude | 92 |
| 1.3.2. Résistances microbiennes aux traitements d'inactivation | 92 |
| 1.3.3. « Efficacité apparente » de l'inactivation en fonction de la méthode d'évaluation des survivants | 93 |
| 2. L'inactivation thermique | 94 |
| 2.1. Mode d'action des traitements thermiques | 94 |
| 2.2. Quantification de l'efficacité des traitements thermiques | 94 |
| 2.2.1. Impact de la température : modèle secondaire d'inactivation thermique | 94 |
| 2.2.2. Valeurs stérilisatrice et pasteurisatrice : <i>F</i> et <i>VP</i> | 95 |
| 2.2.3. Conséquences pratiques | 96 |
| 2.3. Résistance naturelle des microorganismes aux traitements thermiques et impact des conditions physiologiques | 97 |
| 2.4. Autres facteurs influençant l'efficacité d'une inactivation thermique | 99 |
| 2.4.1. Facteurs liés au procédé | 99 |
| 2.4.2. Facteurs liés à l'aliment | 99 |
| 2.4.3. Hiérarchisation des différents facteurs d'influence | 100 |
| 2.5. Inactivation des toxines microbiennes par des traitements thermiques | 101 |
| 3. D'autres traitements physiques d'inactivation microbienne | 101 |
| 3.1. Contexte législatif | 102 |
| 3.2. Ionisation | 102 |
| 3.3. UV et lumière pulsée | 105 |
| 3.4. Hautes pressions | 107 |
| 4. La désinfection avec des composés chimiques | 110 |
| 4.1. Mode d'action des désinfectants | 110 |
| 4.2. Réglementation et substances autorisées | 111 |

| | |
|---|-----|
| 4.3. Quantification de l'efficacité des désinfectants | 114 |
| 4.3.1. Impact de la concentration en désinfectant : modèle secondaire d'inactivation chimique | 114 |
| 4.3.2. Méthodes de détermination de l'activité bactéricide des désinfectants | 116 |
| 4.4. Résistances intrinsèque et acquise des bactéries aux désinfectants | 117 |
| 4.5. Grandes étapes du nettoyage-désinfection des surfaces d'ateliers de production | 118 |
| 4.5.1. Nettoyage | 118 |
| 4.5.2. Désinfection | 119 |
| 4.5.3. Procédés industriels | 120 |
| 4.5.4. Méthodes de vérification de la désinfection | 120 |
| 5. Des procédés alternatifs de nettoyage-désinfection avec des composés naturels | 121 |
| 5.1. Enzymes favorisant le nettoyage | 121 |
| 5.2. Molécules naturelles à activité bactéricide | 122 |
| 5.3. Bactériophages en décontamination des surfaces | 123 |
| 6. Le concept de traitement minimal | 123 |
| 7. Conclusion | 125 |

CHAPITRE 4

| | |
|---|------------|
| Prévoir le comportement des bactéries pathogènes dans les aliments (Laurent Guillier, Eugénie Baril, Jean-Christophe Augustin) | 133 |
| 1. L'acquisition de données et les plans d'expérience | 134 |
| 1.1. Préambule à l'acquisition de données et la conception d'un plan d'expérience | 134 |
| 1.1.1. Le nombre de données et les plans d'expérience | 135 |
| 1.1.2. Les données issues de méta-analyses | 136 |
| 1.2. Le choix des conditions expérimentales : aliments ou milieu de culture ? | 136 |
| 1.2.1. L'étude du comportement microbien dans les aliments | 136 |
| 1.2.2. Les milieux de culture | 137 |
| 1.2.3. Un compromis à trouver entre aliments et milieux de culture ? | 137 |
| 1.3. Les méthodes utilisées pour suivre l'évolution de la densité microbienne | 138 |
| 1.3.1. Les unités formant colonies (UFC) | 138 |
| 1.3.2. La densité optique (DO) | 138 |
| 1.3.3. Les autres techniques | 140 |
| 2. Les modèles primaires | 141 |
| 2.1. Les modèles primaires de croissance | 141 |
| 2.1.1. Les modèles déterministes de croissance | 142 |
| 2.1.2. Les modèles stochastiques de croissance | 144 |
| 2.2. Les modèles primaires d'inactivation | 144 |
| 2.2.1. Le modèle log-linéaire | 144 |
| 2.2.2. Le modèle de Weibull | 145 |
| 2.2.3. D'autres modèles primaires d'inactivation | 146 |
| 3. Les modèles secondaires | 146 |
| 3.1. Les modèles secondaires pour le taux de croissance | 146 |
| 3.1.1. Les modèles polynomiaux | 147 |
| 3.1.2. L'approche progressive | 147 |
| 3.1.3. Les autres modèles secondaires pour le taux de croissance | 150 |
| 3.2. Les modèles secondaires pour le temps de latence | 150 |
| 3.3. La modélisation des interactions entre espèces bactériennes | 151 |
| 3.3.1. Les différentes approches de modélisation des interactions | 151 |
| 3.3.2. Le cas particulier des modèles d'interaction de type « Jameson » | 152 |
| 3.4. Les modèles secondaires pour l'inactivation | 153 |
| 3.4.1. La modélisation de l'influence de la température | 153 |
| 3.4.2. La modélisation de l'influence d'autres facteurs environnementaux | 153 |
| 3.4.3. La combinaison de facteurs | 154 |
| 3.4.4. L'influence du milieu de recouvrement des cellules ayant subi un traitement d'inactivation | 154 |
| 3.4.5. L'influence des conditions environnementales antérieures au traitement d'inactivation | 154 |

| | |
|---|-----|
| 3.5. Les modèles décrivant l'interface croissance/non-croissance | 155 |
| 3.6. La validation des modèles secondaires | 156 |
| 4. Les modèles tertiaires et les applications de la microbiologie prévisionnelle | 156 |
| 4.1. Les modèles tertiaires | 156 |
| 4.1.1. Le bilan des modèles tertiaires existants | 156 |
| 4.1.2. Des perspectives | 159 |
| 4.2. Les domaines d'application de la microbiologie prévisionnelle | 159 |
| 4.2.1. La microbiologie prévisionnelle et l'appréciation quantitative des risques | 159 |
| 4.2.2. L'utilisation par l'industrie alimentaire | 160 |
| 5. Conclusion | 162 |

CHAPITRE 5

Adaptation au stress, tolérance et persistance des bactéries pathogènes dans les environnements alimentaires (Florence Dubois-Brissonnet, Murielle Naitali, Romain Briandet)

| | |
|--|-----|
| 1. Le stress microbien | 172 |
| 1.1. Définition du stress et des traitements générateurs | 172 |
| 1.2. Mécanismes généraux de réaction au stress | 173 |
| 1.3. Conséquences du stress bactérien | 176 |
| 1.3.1. Induction de tolérance | 176 |
| 1.3.2. Problème de détectabilité des cellules stressées | 176 |
| 1.3.3. Génération d'une hétérogénéité cellulaire par mutagenèse adaptative | 178 |
| 1.3.4. Modification de la virulence | 178 |
| 1.4. Stress thermique : mécanismes spécifiques de réponse | 179 |
| 1.4.1. Réponses physiologiques | 179 |
| 1.4.2. Thermotolérance et autres tolérances induites | 180 |
| 1.5. Stress acide : mécanismes spécifiques de réponse | 181 |
| 1.5.1. Réponses physiologiques | 181 |
| 1.5.2. Induction de tolérance à l'acide | 183 |
| 1.6. Stress osmotique : mécanismes spécifiques de réponse | 183 |
| 1.7. Stress oxydatif et chimique : mécanismes spécifiques de réponse | 184 |
| 1.8. Stress nutritionnel : mécanismes spécifiques de réponse | 185 |
| 2. Les bactéries viables mais non cultivables | 185 |
| 2.1. Caractéristiques générales de l'état VNC | 186 |
| 2.2. Entrer et sortir de l'état VNC | 187 |
| 2.3. Des formes de persistance potentiellement pathogènes ? | 188 |
| 3. Les spores bactériennes | 189 |
| 3.1. Structure et composition des spores | 190 |
| 3.2. Sporulation et germination | 190 |
| 3.3. Conséquences de l'état sporal | 192 |
| 3.3.1. Des formes de résistance | 192 |
| 3.3.2. Des formes de dissémination | 194 |
| 3.3.3. Une virulence conservée | 195 |
| 4. Les biofilms | 195 |
| 4.1. Biofilms et sécurité microbiologique des aliments | 195 |
| 4.2. Formation d'un biofilm microbien | 196 |
| 4.3. Résistance des bactéries en biofilm | 199 |
| 4.4. Biofilms et pathogénie microbienne | 202 |
| 5. Conclusion | 203 |

CHAPITRE 6

Évolution des risques microbiologiques (Florence Dubois-Brissonnet)

| | |
|--|-----|
| 1. Un peu d'histoire | 214 |
| 2. Évolution des microorganismes | 215 |
| 2.1. Acquisition de nouveaux facteurs de virulence | 215 |
| 2.2. Souches multirésistantes aux antibiotiques | 215 |

| | |
|--|-----|
| 2.3. Tolérance au stress et persistance des pathogènes | 216 |
| 3. Changements de voies de contamination des aliments | 218 |
| 3.1. La production primaire | 218 |
| 3.1.1. Les changements climatiques | 218 |
| 3.1.2. L'évolution des pratiques agricoles | 219 |
| 3.1.3. Les animaux comme vecteurs de pathogènes | 220 |
| 3.2. Les procédés technologiques et les modes de consommation | 221 |
| 3.2.1. Les modes de production | 221 |
| 3.2.2. Les modes de conservation | 222 |
| 3.2.3. Les modes de consommation | 222 |
| 3.3. La globalisation du commerce et des échanges internationaux | 223 |
| 4. Facteurs démographiques et de sensibilité des populations | 224 |
| 5. Surveillance et détection précoce des dangers émergents | 225 |
| 6. Conclusion | 225 |

CHAPITRE 7

| | |
|--|------------|
| Bioterrorisme et risque alimentaire (Didier Hilaire, Valérie Morineaux) | 231 |
| 1. Exemples d'utilisation malveillante d'agents biologiques | 232 |
| 2. Aliments et risque biologique intentionnel | 232 |
| 2.1. Risque biologique intentionnel | 232 |
| 2.2. Risque biologique alimentaire intentionnel | 233 |
| 2.2.1. Objectifs et cibles | 233 |
| 2.2.2. Contamination de la chaîne de production des aliments | 234 |
| 3. Agents biologiques du risque intentionnel | 236 |
| 3.1. Propriétés des agents biologiques : critères de Rosebury | 236 |
| 3.2. Classification des agents biologiques | 237 |
| 3.2.1. Classification du groupe Australie | 237 |
| 3.2.2. Classification américaine | 237 |
| 3.2.3. Classification française | 238 |
| 3.3. Agents biologiques du risque intentionnel alimentaire | 238 |
| 3.3.1. Propriétés particulières des agents biologiques liés au vecteur aliment | 238 |
| 3.3.2. Agents biologiques susceptibles d'être utilisés pour un vecteur aliment | 240 |
| 3.4. Disponibilité des agents biologiques | 242 |
| 3.5. Mise en œuvre des agents biologiques | 242 |
| 4. Mesures de prévention et de gestion du risque intentionnel | 243 |
| 4.1. Mesures générales | 243 |
| 4.1.1. Le « livre vert » et ses conséquences | 243 |
| 4.1.2. Les plans nationaux | 244 |
| 4.2. Mesures liées à la filière alimentaire | 244 |
| 4.2.1. Le Paquet Hygiène, le PMS et l'HACCP | 244 |
| 4.2.2. Le guide interministériel et la VACCP | 245 |
| 4.3. Détection et identification des agents biologiques lors d'un événement intentionnel | 246 |
| 5. Conclusion | 247 |

Outils de gestion du risque microbiologique alimentaire

CHAPITRE 8

| | |
|--|------------|
| Réglementations régissant la sécurité sanitaire des aliments (Laurent Guillier) | 253 |
| 1. Contexte général | 253 |
| 1.1. Premières bases de la réglementation actuelle | 253 |
| 1.2. Crises alimentaires et <i>Livre blanc</i> | 253 |
| 1.3. Objectif général et structure des textes du Paquet Hygiène | 254 |

| | |
|--|-----|
| 2. Le règlement (CE) n° 178/2002 dit <i>Food Law</i> | 255 |
| 2.1. Les prescriptions générales du règlement | 255 |
| 2.1.1. Objectif : mettre sur le marché un produit sûr | 255 |
| 2.1.2. La responsabilité des exploitants | 256 |
| 2.1.3. La traçabilité | 257 |
| 2.2. L'Autorité européenne de sécurité des aliments (AESAs) | 258 |
| 2.2.1. Son origine et ses missions | 258 |
| 2.2.2. Son fonctionnement | 258 |
| 2.2.3. Ses apports | 259 |
| 2.3. Les systèmes d'alerte, la gestion de crises et les situations d'urgence | 260 |
| 2.3.1. Le système d'alerte rapide pour les denrées alimentaires et aliments pour animaux | 260 |
| 2.3.2. Les mesures d'urgence et de gestion de crises | 261 |
| 3. Les règlements relatifs aux obligations des professionnels | 262 |
| 3.1. Le règlement (CE) n° 852/2004 | 263 |
| 3.1.1. Les dispositions générales et spécifiques | 263 |
| 3.1.2. L'application des principes de l'HACCP et les guides de bonnes pratiques d'hygiène | 263 |
| 3.1.3. L'enregistrement des entreprises | 264 |
| 3.2. Le règlement (CE) n° 853/2004 | 264 |
| 3.2.1. Les obligations générales | 264 |
| 3.2.2. Les obligations spécifiques | 265 |
| 3.3. Les règlements d'application et la réglementation nationale | 265 |
| 3.4. Le plan de maîtrise sanitaire comme outil de mise en place des règlements du Paquet Hygiène | 266 |
| 4. Les règlements relatifs aux services de contrôle | 267 |
| 4.1. Le règlement (CE) n° 882/2004 | 267 |
| 4.1.1. L'organisation des contrôles officiels en France | 267 |
| 4.1.2. La programmation des inspections | 268 |
| 4.1.3. L'inspection du PMS | 269 |
| 4.1.4. Les réseaux de laboratoires | 269 |
| 4.2. Le règlement (CE) n° 854/2004 | 270 |
| 4.2.1. L'inspection des viandes | 271 |
| 4.2.2. Les autres denrées alimentaires d'origine animale | 271 |
| 5. Conclusions et perspectives | 272 |

CHAPITRE 9

| | |
|--|------------|
| PMS et HACCP (Olivier Boutou) | 275 |
| 1. Le plan de maîtrise sanitaire | 275 |
| 1.1. Les exigences réglementaires relatives à la sécurité sanitaire | 275 |
| 1.2. Des outils d'aide à l'élaboration du PMS | 276 |
| 1.2.1. Les Guides de bonnes pratiques d'hygiène et d'application des principes HACCP | 277 |
| 1.2.2. Des normes et autres textes ISO et AFNOR | 277 |
| 1.2.3. Des codes d'usage du <i>Codex Alimentarius</i> | 279 |
| 1.3. Au-delà du PMS : des démarches contractuelles ou volontaires | 279 |
| 2. Les programmes prérequis du PMS | 280 |
| 2.1. Phase de planification des PRP | 281 |
| 2.2. Phase de mise en œuvre des PRP | 283 |
| 2.3. Phase de contrôle, vérification des PRP | 283 |
| 2.4. Phase d'amélioration des PRP | 284 |
| 3. L'HACCP | 284 |
| 3.1. Les 7 principes et 12 étapes de l'HACCP | 286 |
| 3.2. Les 12 étapes de l'HACCP | 286 |
| 3.2.1. Étape 1 : constituer l'équipe HACCP | 286 |
| 3.2.2. Étape 2 : décrire le produit | 287 |
| 3.2.3. Étape 3 : identifier l'usage prévu pour le produit | 287 |
| 3.2.4. Étape 4 : construire le diagramme du procédé | 288 |

| | |
|--|------------|
| 3.2.5. Étape 5 : confirmer le diagramme sur le site | 288 |
| 3.2.6. Étape 6 : dresser la liste de tous les dangers potentiellement liés à chaque étape, faire l'analyse des dangers et étudier les mesures de maîtrise des dangers identifiés. | 289 |
| 3.2.7. Étape 7 : identification des PRPo et des CCP | 292 |
| 3.2.8. Étape 8 : établir les limites critiques pour chaque CCP | 294 |
| 3.2.9. Étape 9 : établir un système de surveillance pour chaque PRPo et chaque CCP | 294 |
| 3.2.10. Étape 10 : établir les corrections et actions correctives | 295 |
| 3.2.11. Étape 11 : établir les procédures de vérification | 295 |
| 3.2.12. Étape 12 : établir la documentation et l'archivage | 296 |
| 4. La traçabilité des produits alimentaires | 297 |
| 5. Conclusion | 297 |
| CHAPITRE 10 | |
| HACCP en pratique : aspects managériaux et études de cas (Maryvonne Lassalle-de Salins, Elisabeth Morelli, Véronique Noël, Gérard Poumeyrol, Florence Dubois-Brissonnet) | 299 |
| 1. Aspects managériaux et organisationnels de l'étude HACCP | 300 |
| 1.1. Les choix initiaux : le périmètre et la structure de l'étude, les participants | 300 |
| 1.2. Un travail pluridisciplinaire à organiser | 301 |
| 1.3. La définition collective de ce qui est « acceptable » : l'établissement de critères et la fixation des limites critiques | 302 |
| 1.4. Les ressources à mettre en œuvre | 304 |
| 2. Étude de cas : terrine de viande | 305 |
| 2.1. Préparation à l'analyse des dangers | 306 |
| 2.2. Analyse des dangers | 306 |
| 2.2.1. Identification des dangers | 306 |
| 2.2.2. Évaluation des dangers | 307 |
| 2.3. Définitions des mesures de maîtrise | 308 |
| 2.4. Établissement des actions de surveillance | 310 |
| 3. Étude de cas : biscuit à la cuillère | 310 |
| 3.1. Préparation à l'analyse des dangers | 310 |
| 3.2. Analyse des dangers | 310 |
| 3.2.1. Identification des dangers | 310 |
| 3.2.2. Évaluation des dangers | 311 |
| 3.2.3. Définitions des mesures de maîtrise pertinentes | 312 |
| 3.3. Établissement des actions de surveillance | 313 |
| 4. Conclusion | 313 |
| CHAPITRE 11 | |
| Dispositif de surveillance des microorganismes dans la chaîne alimentaire : finalités et organisation en France (Bertrand Lombard, Corinne Danan, Marion Bordier, Laurent Montaut, Isabelle Berta-Van Rullen, Renaud Lailler, Laurent Laloux) | 317 |
| 1. Notions relatives au dispositif de surveillance | 318 |
| 1.1. Définition et objectifs de la surveillance | 318 |
| 1.2. Enjeux de l'organisation de la surveillance | 318 |
| 1.3. Organisation de la surveillance | 318 |
| 1.3.1. Étapes de la surveillance | 318 |
| 1.3.2. Systèmes de recueil des données | 319 |
| 1.3.3. Mutualisation et exploitation des données | 320 |
| 1.4. Représentation schématique du dispositif de surveillance en France | 321 |
| 2. Contrôles officiels | 322 |
| 2.1. Cadre réglementaire | 323 |
| 2.1.1. Règlements (CE) n° 882/2004 et 854/2004 relatifs aux contrôles officiels | 323 |
| 2.1.2. Règlement (CE) n° 2073/2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires | 323 |
| 2.1.3. Directive 2003/99/CE sur la surveillance des zoonoses et des agents zoonotiques. | 324 |

| | |
|---|-----|
| 2.2. Plans de surveillance et de contrôle de la DGAL et de la DGCCRF | 324 |
| 2.2.1. Définitions et objectifs | 324 |
| 2.2.2. Plans de surveillance et de contrôle de la DGAL | 325 |
| 2.2.3. Plans de surveillance et de contrôle de la DGCCRF | 327 |
| 2.3. Contrôles officiels d'inspection ou d'investigation | 328 |
| 3. Autocontrôles effectués par les exploitants du secteur alimentaire | 328 |
| 3.1. Contexte | 328 |
| 3.2. Choix des autocontrôles | 329 |
| 3.3. Mise en œuvre des autocontrôles et exploitation | 329 |
| 4. Réseaux d'épidémiologie : exemples de <i>Salmonella</i> et <i>Listeria monocytogenes</i> | 330 |
| 4.1. Contexte européen | 330 |
| 4.2. Des éléments structurants | 331 |
| 4.3. Harmonisation des référentiels | 332 |
| 4.4. Qualité des données | 333 |
| 4.5. Représentativité des données | 333 |
| 5. Mise en place de l'Observatoire de l'alimentation | 333 |
| 6. Conclusion | 334 |

CHAPITRE 12

Méthodes d'analyse pour le contrôle microbiologique des aliments : cas des bactéries

| | |
|---|------------|
| pathogènes (Murielle Naïtali, Abdelkader Boubetra) | 337 |
| 1. Le contexte réglementaire de l'analyse microbiologique des aliments : le règlement européen (CE) n° 2073/2005 | 338 |
| 1.1. Les plans d'échantillonnage | 338 |
| 1.2. L'interprétation des résultats et ses limites | 340 |
| 2. Les méthodes de référence et les méthodes alternatives validées | 340 |
| 3. La recherche des bactéries pathogènes | 343 |
| 3.1. Le rôle et les améliorations actuelles des différentes étapes d'une méthode de recherche | 343 |
| 3.1.1. Le pré-enrichissement | 344 |
| 3.1.2. L'enrichissement sélectif | 345 |
| 3.1.3. La détection | 346 |
| 3.1.4. La confirmation | 352 |
| 3.2. Des méthodes de recherche en perpétuelle évolution | 352 |
| 3.2.1. Détecter les microorganismes émergents | 352 |
| 3.2.2. Intégrer les progrès scientifiques et techniques | 354 |
| 4. Le dénombrement sélectif des faibles nombres | 355 |
| 4.1. La revivification associée au dénombrement | 357 |
| 4.2. Le dénombrement des faibles nombres en milieu liquide | 358 |
| 4.3. Le dénombrement des faibles nombres en milieu solide | 359 |
| 5. Conclusion | 361 |

CHAPITRE 13

Systèmes français de surveillance des maladies d'origine alimentaire : sources, méthodes, apports, limites (Véronique Vaillant, Christine Saura, Henriette de Valk)

| | |
|---|-----|
| 1. La déclaration obligatoire | 367 |
| 2. La surveillance par les Centres nationaux de référence | 370 |
| 3. Les autres systèmes de surveillance et de signalement | 372 |
| 3.1. Les réseaux volontaires de surveillance | 372 |
| 3.2. Les autres dispositifs contribuant au signalement | 373 |
| 4. Conclusion | 374 |

CHAPITRE 14

Analyse des risques microbiologiques (Laurent Guillier)

| | |
|--|-----|
| 1. L'appréciation quantitative des risques | 378 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| 1.1. L'identification des dangers | 379 |
| 1.2. L'appréciation de l'exposition | 380 |
| 1.2.1. Les données relatives à la consommation | 380 |
| 1.2.2. Les données de prévalence et de concentration du danger | 380 |
| 1.2.3. L'influence de la chaîne de production, de la conservation et de la préparation sur l'exposition | 381 |
| 1.3. La caractérisation du danger | 383 |
| 1.3.1. La relation dose-réponse | 383 |
| 1.3.2. Les données utiles à l'établissement d'une relation dose-réponse | 385 |
| 1.3.3. La caractérisation des dangers en l'absence de relation dose-réponse ou pour les dangers responsables d'intoxication | 386 |
| 1.4. La caractérisation des risques | 386 |
| 1.4.1. Les appréciations qualitative et quantitative des risques | 386 |
| 1.4.2. L'incertitude et la variabilité | 387 |
| 1.4.3. Les sorties de la caractérisation du risque dans un contexte quantitatif | 387 |
| 2. La gestion du risque | 388 |
| 2.1. Un cadre pour la gestion du risque | 389 |
| 2.2. Les activités préliminaires à la gestion des risques (phase 1) | 389 |
| 2.2.1. L'identification d'un problème de santé publique | 389 |
| 2.2.2. Le profil de risque | 390 |
| 2.2.3. La définition d'une politique d'évaluation des risques | 391 |
| 2.2.4. L'évaluation des risques | 391 |
| 2.3. La définition, la mise en œuvre et le suivi des options de gestion du risque (phases 2, 3 et 4) | 392 |
| 2.4. Un nouveau cadre de gestion des risques microbiologiques | 392 |
| 2.4.1. Le niveau approprié de protection | 393 |
| 2.4.2. L'objectif de sécurité sanitaire | 393 |
| 2.4.3. Les objectifs et les critères de performance | 394 |
| 2.4.4. Les critères de procédé ou de produit | 394 |
| 2.4.5. Les approches pour déterminer un OP et un CP à partir d'un OSA | 394 |
| 3. La communication sur le risque | 395 |
| 3.1. Qu'est-ce que la communication sur le risque ? | 395 |
| 3.2. Des éléments pratiques sur la communication | 396 |
| 3.3. Des exemples de communication sur le risque | 396 |
| 4. Conclusion | 396 |

CHAPITRE 15

Gestion d'une crise sanitaire : récit d'un épisode relatif à *E. coli* O157:H7 fin 2005

| | |
|---|-----|
| (Maryvonne Lassalle-de Salins, Karine Boquet) | 403 |
| 1. Les principales étapes de la crise liée à une souche d' <i>E. coli</i> entérohémorragique en octobre 2005 : des premiers signalements de malades à l'identification des produits contaminés | 404 |
| 1.1. L'épidémie et l'identification des cas | 404 |
| 1.2. L'identification des produits contaminés et de leur circuit | 405 |
| 2. La gestion de la crise par les autorités sanitaires et les entreprises concernées | 406 |
| 2.1. Le rôle des pouvoirs publics pendant la crise | 406 |
| 2.2. La gestion de la crise par la chaîne de grande distribution | 407 |
| 2.3. La gestion de la crise par l'abattoir à l'origine de la contamination | 408 |
| 3. La gestion post-crise | 408 |
| 3.1. Les conséquences économiques à court et à moyen terme | 409 |
| 3.2. Les décisions de l'administration : recommandations et surveillance tout au long de la filière | 409 |
| 3.2.1. La mise en place de la surveillance et de l'évaluation quantitative des risques | 409 |
| 3.2.2. Des recommandations pour la restauration collective et les consommateurs : la cuisson comme mesure de maîtrise | 410 |
| 3.2.3. L'encadrement des autocontrôles | 411 |
| 3.3. Du côté du transformateur impliqué | 411 |
| 3.3.1. Des mesures pour améliorer la maîtrise des risques | 411 |

| | |
|---|-----|
| 3.3.2. Mieux comprendre et informer | 412 |
| 3.4. L'influence d'autres acteurs de la filière | 412 |
| 4. Conclusion : quelques enseignements de cette crise | 412 |

Agents infectieux et/ou toxigènes avérés, émergents et réémergents

CHAPITRE 16

Salmonella enterica (Zineb Boumart, Fatémeh Namdari, Isabelle Virlogeux-Payant, Philippe Velge) . 419

| | |
|---|-----|
| 1. Nature et principales caractéristiques de l'agent pathogène | 419 |
| 1.1. Nature de l'agent et taxonomie | 419 |
| 1.2. Habitat, réservoir du pathogène et persistance chez les animaux | 420 |
| 1.3. Principales caractéristiques physiologiques de croissance et de résistance aux traitements technologiques | 422 |
| 2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 423 |
| 2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 423 |
| 2.2. Surveillance dans les aliments | 423 |
| 2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 424 |
| 3. Maladie humaine | 426 |
| 3.1. Nature de la maladie | 426 |
| 3.1.1. Voies d'infection de l'Homme | 427 |
| 3.1.2. Mécanisme de virulence | 427 |
| 3.2. Relations dose-réponse | 429 |
| 3.3. Diagnostic et traitement médical | 429 |
| 3.4. Épidémiologie et évolution du risque dans le temps | 430 |
| 4. Conclusion | 432 |

CHAPITRE 17

***Escherichia coli* producteurs de Shiga-toxines (STEC)** (Estelle Loukiadis) 437

| | |
|--|-----|
| 1. Nature et principales caractéristiques de l'agent pathogène | 437 |
| 1.1. Nature et taxonomie de l'agent | 437 |
| 1.2. Habitat et réservoir du pathogène | 439 |
| 1.3. Principales caractéristiques physiologiques de croissance | 440 |
| 1.4. Caractéristiques de résistance aux traitements de stabilisation et de destruction | 441 |
| 2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 443 |
| 2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 443 |
| 2.2. Surveillance dans les aliments | 444 |
| 2.2.1. Organisation de la surveillance en Europe | 444 |
| 2.2.2. Méthodes de détection des STEC | 445 |
| 2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 447 |
| 2.3.1. Stratégies de prévention lors de l'élevage | 447 |
| 2.3.2. Stratégies à l'abattoir et lors de la traite | 448 |
| 2.3.3. Stratégies à la distribution et chez le consommateur | 449 |
| 3. Maladie humaine | 449 |
| 3.1. Nature de la maladie : mécanisme de pathogénie et effets sur l'Homme | 449 |
| 3.2. Relations dose-réponse | 451 |
| 3.3. Diagnostic et traitement médical | 452 |
| 3.4. Épidémiologie | 453 |
| 4. Conclusion | 454 |

CHAPITRE 18

***Campylobacter jejuni* et autres *Campylobacter* thermotolérants responsables d'intoxications alimentaires** (Soumaya Messaoudi, Michel Federighi) 461

| | |
|--|-----|
| 1. Nature et principales caractéristiques de l'agent pathogène | 461 |
| 1.1. Taxonomie | 461 |
| 1.2. Nature de l'agent | 463 |

| | |
|--|-----|
| 1.2.1. Caractéristiques générales..... | 463 |
| 1.2.2. Principales caractéristiques biochimiques et typages | 463 |
| 1.3. Habitat et réservoir du pathogène..... | 464 |
| 1.4. Principales caractéristiques physiologiques de croissance..... | 464 |
| 1.5. Comportement de <i>Campylobacter jejuni</i> vis-à-vis de traitements technologiques physiques et chimiques..... | 465 |
| 1.5.1. Traitements physiques | 465 |
| 1.5.2. Traitements chimiques : molécules naturelles et de synthèse | 467 |
| 2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 468 |
| 2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 469 |
| 2.2. Surveillance dans les aliments | 471 |
| 2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 472 |
| 3. Maladie humaine..... | 473 |
| 3.1. Nature de la maladie : étiopathogénie et effets sur l'Homme | 473 |
| 3.1.1. Pénétration dans le mucus intestinal | 474 |
| 3.1.2. Adhésion aux cellules intestinales | 474 |
| 3.1.3. Invasion des cellules intestinales | 474 |
| 3.1.4. Autres facteurs intervenant dans la pathogénie | 475 |
| 3.2. Relation dose-réponse | 475 |
| 3.3. Diagnostic et traitement médical | 475 |
| 3.4. Épidémiologie | 476 |
| 4. Conclusion | 477 |
| CHAPITRE 19 | |
| <i>Listeria monocytogenes</i> (Pascal Piveteau) | 481 |
| 1. Nature et principales caractéristiques de l'agent pathogène | 481 |
| 1.1. Nature de l'agent et taxonomie | 481 |
| 1.2. Habitat et réservoir du pathogène..... | 482 |
| 1.3. Principales caractéristiques physiologiques de croissance..... | 483 |
| 1.4. Caractéristiques de résistance aux traitements de destruction | 484 |
| 2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 485 |
| 2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 485 |
| 2.2. Surveillance dans les aliments | 488 |
| 2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 490 |
| 3. Maladie humaine..... | 490 |
| 3.1. Nature de la maladie : mécanisme de pathogénie et effets sur l'Homme | 490 |
| 3.2. Relations dose-réponse | 493 |
| 3.3. Diagnostic et traitement médical | 493 |
| 3.4. Épidémiologie | 493 |
| 3.5. Évolution du risque dans le temps..... | 494 |
| 4. Conclusion | 495 |
| CHAPITRE 20 | |
| <i>Yersinia enterocolitica</i> et <i>Yersinia pseudotuberculosis</i> (Carole Feurer, Laurent Guillier) | 503 |
| 1. Nature et caractéristiques de l'agent pathogène | 503 |
| 1.1. Nature et taxonomie | 503 |
| 1.2. Habitat et réservoir du pathogène..... | 504 |
| 1.3. Principales caractéristiques physiologiques de croissance..... | 505 |
| 1.4. Caractéristiques de résistance aux traitements de destruction | 506 |
| 2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 507 |
| 2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 507 |
| 2.1.1. Modes de transmission..... | 507 |
| 2.1.2. Prévalence dans les aliments | 508 |
| 2.2. Surveillance dans les aliments | 509 |
| 2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 509 |

| | |
|---|-----|
| 3. Maladie humaine..... | 510 |
| 3.1. Nature de la maladie : mécanisme de pathogénie et effets sur l'Homme | 510 |
| 3.2. Relation dose-réponse | 511 |
| 3.3. Diagnostic et traitement médical | 512 |
| 3.3.1. Diagnostic | 512 |
| 3.3.2. Traitement médical | 512 |
| 3.4. Épidémiologie | 512 |
| 4. Conclusion | 513 |

CHAPITRE 21

| | |
|---|------------|
| <i>Cronobacter</i> spp. (<i>Enterobacter sakazakii sensu lato</i>) (Alexandre Leclercq)..... | 519 |
| 1. Nature et principales caractéristiques de l'agent pathogène | 519 |
| 1.1. Nature de l'agent et taxonomie | 519 |
| 1.2. Habitat et réservoir du pathogène | 521 |
| 1.3. Principales caractéristiques physiologiques de croissance..... | 523 |
| 1.4. Caractéristiques de survie et de résistance aux traitements technologiques | 523 |
| 2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 525 |
| 2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 525 |
| 2.1.1. Définition des préparations en poudre | 526 |
| 2.1.2. Fabrication des préparations en poudre | 527 |
| 2.1.3. Contamination des préparations en poudre | 528 |
| 2.2. Réglementation et surveillance dans les aliments..... | 529 |
| 2.2.1. Réglementation..... | 529 |
| 2.2.2. Méthodes de détection | 530 |
| 2.2.3. Méthode de typage moléculaire..... | 535 |
| 2.2.4. Surveillance | 535 |
| 2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 535 |
| 2.3.1. Au niveau des ingrédients | 537 |
| 2.3.2. Au niveau de l'hygiène de production..... | 537 |
| 2.3.3. Au niveau des préparations reconstituées | 538 |
| 3. Maladie humaine..... | 538 |
| 3.1. Nature de la maladie | 538 |
| 3.1.1. Effets sur l'Homme..... | 538 |
| 3.1.2. Mécanisme de pathogénie..... | 539 |
| 3.2. Relations dose-réponse et dose-effet | 540 |
| 3.3. Diagnostic et traitement médical | 541 |
| 3.4. Épidémiologie | 541 |
| 4. Conclusion | 542 |

CHAPITRE 22

| | |
|--|------------|
| <i>Vibrio</i>, espèces pathogènes (Dominique Hervio-Heath, Pascal Garry)..... | 547 |
| 1. Nature et principales caractéristiques de l'agent pathogène | 548 |
| 1.1. Nature de l'agent et taxonomie | 548 |
| 1.2. Habitat et réservoir du pathogène..... | 549 |
| 1.3. Principales caractéristiques physiologiques de croissance..... | 549 |
| 1.4. Caractéristiques de résistance aux traitements de destruction | 549 |
| 2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 550 |
| 2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 550 |
| 2.2. Surveillance dans les aliments | 551 |
| 2.2.1. Réglementation relative au danger <i>Vibrio</i> | 551 |
| 2.2.2. Méthodes de détection et de dénombrement | 552 |
| 2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 553 |
| 2.3.1. Recommandations aux opérateurs | 553 |
| 2.3.2. Recommandations aux consommateurs | 553 |
| 3. Maladie humaine..... | 553 |

| | |
|--|-----|
| 3.1. Nature de la maladie : mécanisme de pathogénie et effet sur l'Homme | 553 |
| 3.2. Relation dose-réponse | 555 |
| 3.3. Diagnostic et traitement médical | 555 |
| 3.4. Épidémiologie | 556 |
| 3.4.1. Modalités de surveillance | 556 |
| 3.4.2. Données épidémiologiques | 556 |
| 4. Conclusion | 556 |
| CHAPITRE 23 | |
| <i>Bacillus cereus</i> (Christophe Nguyen-The, Frédéric Carlin) | 561 |
| 1. Nature et principales caractéristiques de l'agent pathogène | 561 |
| 1.1. Nature de l'agent et taxonomie | 561 |
| 1.1.1. Caractéristiques générales | 561 |
| 1.1.2. Situation taxonomique | 562 |
| 1.1.3. Autres espèces de <i>Bacillus</i> agents d'intoxications alimentaires | 565 |
| 1.2. Habitat et réservoir du pathogène | 565 |
| 1.3. Principales caractéristiques physiologiques | 566 |
| 1.3.1. Caractéristiques de croissance | 566 |
| 1.3.2. Conditions de production des toxines exogènes | 568 |
| 1.3.3. Conditions de sporulation | 569 |
| 1.3.4. Conditions de germination des spores | 569 |
| 1.4. Caractéristiques de résistance aux traitements de destruction | 570 |
| 1.4.1. Résistance des spores | 570 |
| 1.4.2. Résistance des cellules végétatives | 571 |
| 1.4.3. Résistance des toxines préformées dans l'aliment | 571 |
| 2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 572 |
| 2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 572 |
| 2.2. Surveillance dans les aliments | 573 |
| 2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 574 |
| 3. Maladie humaine | 574 |
| 3.1. Nature de la maladie : mécanisme de pathogénie et effets sur l'Homme | 574 |
| 3.2. Maladie diarrhéique | 574 |
| 3.3. Maladie émétique | 575 |
| 3.4. Relations dose-réponse | 575 |
| 3.5. Diagnostic et traitement médical | 576 |
| 3.6. Épidémiologie | 576 |
| 4. Conclusion | 577 |
| CHAPITRE 24 | |
| <i>Clostridium perfringens</i> (Michel Robert Popoff) | 585 |
| 1. Nature et principales caractéristiques de l'agent pathogène | 586 |
| 1.1. Nature de l'agent et taxonomie | 586 |
| 1.1.1. Caractéristiques générales | 586 |
| 1.1.2. Génétique des <i>C. perfringens</i> | 586 |
| 1.1.3. Entérotoxine de <i>C. perfringens</i> | 587 |
| 1.2. Habitat et réservoir du pathogène | 589 |
| 1.3. Principales caractéristiques physiologiques | 589 |
| 1.3.1. Caractéristiques de croissance | 589 |
| 1.3.2. Conditions de sporulation et de germination des spores | 589 |
| 1.4. Principales caractéristiques de résistance aux traitements de destruction | 590 |
| 2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 591 |
| 2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 591 |
| 2.2. Surveillance dans les aliments | 591 |
| 2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 592 |
| 3. Maladie humaine | 593 |

| | |
|--|-----|
| 3.1. Nature de la maladie : mécanisme de pathogénie et effet sur l'Homme | 593 |
| 3.1.1. Cas général | 593 |
| 3.1.2. Cas particulier : l'entérite nécrosante | 595 |
| 3.2. Relations dose-réponse | 595 |
| 3.3. Diagnostic et traitement médical | 595 |
| 3.4. Épidémiologie | 597 |
| 4. Conclusion | 598 |

CHAPITRE 25

***Clostridium botulinum* et autres *Clostridium* producteurs de neurotoxines botuliques**

| | |
|--|-----|
| (Michel Robert Popoff) | 601 |
| 1. Nature et principales caractéristiques des agents pathogènes | 602 |
| 1.1. Nature des agents et taxonomie | 602 |
| 1.1.1. Situation taxonomique | 602 |
| 1.1.2. Caractéristiques générales | 604 |
| 1.1.3. Génétique | 605 |
| 1.2. Habitat et réservoir du pathogène | 607 |
| 1.3. Principales caractéristiques physiologiques | 607 |
| 1.3.1. Caractéristiques de croissance et de production de toxine | 607 |
| 1.3.2. Conditions de sporulation et de germination des spores | 608 |
| 1.4. Principales caractéristiques de résistance aux traitements de destruction | 609 |
| 1.4.1. Résistance des spores | 609 |
| 1.4.2. Résistance des toxines botuliques | 610 |
| 2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 611 |
| 2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 611 |
| 2.2. Surveillance dans les aliments | 612 |
| 2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 612 |
| 3. Maladie humaine | 613 |
| 3.1. Nature de la maladie : mécanisme de pathogénie et effet sur l'Homme | 613 |
| 3.1.1. Mode d'action des toxines botuliques | 613 |
| 3.1.2. Symptômes du botulisme humain | 614 |
| 3.1.3. Formes de botulisme d'origine alimentaire chez l'Homme | 615 |
| 3.2. Relations dose-réponse | 616 |
| 3.3. Diagnostic et traitement médical | 616 |
| 3.3.1. Diagnostic | 616 |
| 3.3.2. Traitement médical | 618 |
| 3.4. Épidémiologie | 619 |
| 4. Conclusion | 620 |

CHAPITRE 26

***Staphylococcus aureus* et autres staphylocoques producteurs d'entérotoxines**

| | |
|--|-----|
| (Jacques-Antoine Hennekinne, Florence Guillier, Sabine Herbin, Frédéric Auvray) | 625 |
| 1. Nature et principales caractéristiques de l'agent pathogène | 626 |
| 1.1. Nature de l'agent | 626 |
| 1.1.1. Taxonomie et caractéristiques générales | 626 |
| 1.1.2. Entérotoxines staphylococciques | 627 |
| 1.2. Habitat et réservoir du pathogène | 629 |
| 1.3. Facteurs influençant la croissance et la production d'entérotoxines staphylococciques par <i>S. aureus</i> | 630 |
| 1.4. Caractéristique de résistance à la destruction de <i>S. aureus</i> et des entérotoxines dans l'aliment et chez l'hôte | 631 |
| 2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 632 |
| 2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 632 |
| 2.2. Surveillance dans les aliments | 632 |
| 2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 633 |

| | |
|--|------------|
| 3. Maladie humaine..... | 634 |
| 3.1. Nature de la maladie : mécanisme de pathogénie et effets sur l'Homme..... | 634 |
| 3.2. Relations dose-réponse..... | 635 |
| 3.3. Diagnostic et traitement médical..... | 636 |
| 3.4. Épidémiologie..... | 636 |
| 4. Conclusion..... | 636 |
| CHAPITRE 27 | |
| Histamine et bactéries histaminogènes (Guillaume Duflos, Gaëlle Inglebert)..... | 639 |
| 1. Nature et principales caractéristiques de l'histamine..... | 640 |
| 1.1. Nature, origine et fonction de l'histamine..... | 640 |
| 1.2. Origine et fonction de l'histamine dans l'organisme humain..... | 640 |
| 1.3. Origine et production de l'histamine dans les aliments..... | 640 |
| 1.4. Flore histaminogène et décarboxylases microbiennes..... | 641 |
| 1.4.1. Flore histaminogène des aliments non fermentés..... | 642 |
| 1.4.2. Flore histaminogène des aliments fermentés..... | 643 |
| 1.4.3. Rôle des décarboxylases chez les microorganismes..... | 644 |
| 1.4.4. Facteurs influençant l'activité des décarboxylases..... | 645 |
| 2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment..... | 645 |
| 2.1. Principaux aliments impliqués..... | 645 |
| 2.2. Surveillance dans les aliments..... | 647 |
| 2.2.1. Réglementation..... | 647 |
| 2.2.2. Méthodes de détection et de quantification..... | 647 |
| 2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène..... | 648 |
| 2.3.1. Cas des poissons..... | 648 |
| 2.3.2. Cas des aliments fermentés..... | 649 |
| 3. Maladie humaine..... | 650 |
| 3.1. Nature de la maladie..... | 650 |
| 3.1.1. Effet sur l'Homme..... | 650 |
| 3.1.2. Mécanisme de pathogénie..... | 650 |
| 3.1.3. Facteurs d'influence sur les effets..... | 652 |
| 3.2. Diagnostic et traitement médical..... | 653 |
| 3.3. Épidémiologie..... | 653 |
| 4. Conclusion..... | 653 |
| CHAPITRE 28 | |
| Virus pathogènes alimentaires (Christophe Gantzer)..... | 659 |
| 1. Nature et principales caractéristiques des agents pathogènes..... | 659 |
| 1.1. Nature et taxonomie..... | 659 |
| 1.2. Réplication des virus..... | 661 |
| 1.3. Habitat et réservoir du pathogène..... | 662 |
| 1.4. Principales caractéristiques de survie..... | 663 |
| 1.4.1. Méthodes d'études..... | 663 |
| 1.4.2. Survie dans l'environnement et chez l'hôte..... | 663 |
| 1.5. Caractéristiques de résistance aux traitements technologiques de destruction..... | 664 |
| 2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment..... | 665 |
| 2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence..... | 666 |
| 2.2. Surveillance dans les aliments..... | 667 |
| 2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène..... | 667 |
| 3. Maladie humaine..... | 668 |
| 3.1. Nature de la maladie : mécanisme de pathogénie et effets sur l'Homme..... | 668 |
| 3.2. Relations dose-réponse..... | 669 |
| 3.3. Diagnostic et traitement médical..... | 670 |
| 3.4. Épidémiologie..... | 671 |
| 4. Conclusion..... | 672 |

CHAPITRE 29

| | |
|---|------------|
| Parasites alimentaires (Isabelle Villena) | 675 |
| 1. Parasites contaminant les aliments | 675 |
| 2. <i>Entamoeba histolytica</i> | 676 |
| 2.1. Nature et principales caractéristiques de l'agent pathogène | 676 |
| 2.1.1. Nature de l'agent | 676 |
| 2.1.2. Habitat et réservoir du pathogène | 677 |
| 2.1.3. Caractéristiques de résistance aux traitements de destruction et de conservation | 677 |
| 2.2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 677 |
| 2.2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 677 |
| 2.2.2. Surveillance dans les aliments | 677 |
| 2.2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 677 |
| 2.3. Maladie humaine | 678 |
| 2.3.1. Nature de la maladie : mécanisme de pathogénie et effets sur l'Homme | 678 |
| 2.3.2. Relations dose-réponse | 678 |
| 2.3.3. Diagnostic et traitement médical | 678 |
| 2.3.4. Épidémiologie | 679 |
| 3. <i>Cryptosporidium</i> | 679 |
| 3.1. Nature et principales caractéristiques de l'agent pathogène | 679 |
| 3.1.1. Nature de l'agent | 679 |
| 3.1.2. Habitat et réservoir du pathogène | 679 |
| 3.1.3. Caractéristiques de résistance aux traitements de destruction et de conservation | 680 |
| 3.2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 680 |
| 3.2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 680 |
| 3.2.2. Surveillance dans les aliments | 680 |
| 3.2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 680 |
| 3.3. Maladie humaine | 681 |
| 3.3.1. Nature de la maladie : mécanisme de pathogénie et effets sur l'Homme | 681 |
| 3.3.2. Relations dose-réponse | 681 |
| 3.3.3. Diagnostic et traitement médical | 681 |
| 3.3.4. Épidémiologie | 682 |
| 4. <i>Giardia duodenalis</i> | 682 |
| 4.1. Nature et principales caractéristiques de l'agent pathogène | 682 |
| 4.1.1. Nature de l'agent | 682 |
| 4.1.2. Habitat et réservoir du pathogène | 682 |
| 4.1.3. Caractéristiques de résistance aux traitements de destruction et de conservation | 683 |
| 4.2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 684 |
| 4.2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 684 |
| 4.2.2. Surveillance dans les aliments | 684 |
| 4.2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 684 |
| 4.3. Maladie humaine | 685 |
| 4.3.1. Nature de la maladie : mécanisme de pathogénie et effets sur l'Homme | 685 |
| 4.3.2. Relations dose-réponse | 685 |
| 4.3.3. Diagnostic et traitement médical | 685 |
| 4.3.4. Épidémiologie | 685 |
| 5. <i>Cyclospora</i> | 686 |
| 5.1. Nature et principales caractéristiques de l'agent pathogène | 686 |
| 5.1.1. Nature de l'agent | 686 |
| 5.1.2. Habitat et réservoir du pathogène | 686 |
| 5.1.3. Caractéristiques de résistance aux traitements de destruction et de conservation | 686 |
| 5.2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 686 |
| 5.2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 686 |
| 5.2.2. Surveillance dans les aliments | 687 |
| 5.2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 687 |
| 5.3. Maladie humaine | 687 |

| | |
|---|-----|
| 5.3.1. Nature de la maladie : mécanisme de pathogénie et effets sur l'Homme | 687 |
| 5.3.2. Relations dose-réponse | 687 |
| 5.3.3. Diagnostic et traitement médical | 688 |
| 5.3.4. Épidémiologie | 688 |
| 6. <i>Toxoplasma gondii</i> | 688 |
| 6.1. Nature et principales caractéristiques de l'agent pathogène | 688 |
| 6.1.1. Nature de l'agent | 688 |
| 6.1.2. Habitat et réservoir du pathogène | 688 |
| 6.1.3. Caractéristiques de résistance aux traitements de destruction et de conservation | 689 |
| 6.2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 689 |
| 6.2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 689 |
| 6.2.2. Surveillance dans les aliments | 689 |
| 6.2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 690 |
| 6.3. Maladie humaine | 690 |
| 6.3.1. Nature de la maladie : mécanisme de pathogénie et effets sur l'Homme | 690 |
| 6.3.2. Relations dose-réponse | 691 |
| 6.3.3. Diagnostic et traitement médical | 691 |
| 6.3.4. Épidémiologie | 691 |
| 7. <i>Anisakis</i> | 692 |
| 7.1. Nature et principales caractéristiques de l'agent pathogène | 692 |
| 7.1.1. Nature de l'agent | 692 |
| 7.1.2. Habitat et réservoir du pathogène | 692 |
| 7.1.3. Caractéristiques de résistance aux traitements de destruction et de conservation | 692 |
| 7.2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 692 |
| 7.2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 692 |
| 7.2.2. Surveillance dans les aliments | 693 |
| 7.2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 693 |
| 7.3. Maladie humaine | 693 |
| 7.3.1. Nature de la maladie : mécanisme de pathogénie et effets sur l'Homme | 693 |
| 7.3.2. Relations dose-réponse | 694 |
| 7.3.3. Diagnostic et traitement médical | 694 |
| 7.3.4. Épidémiologie | 694 |
| 8. <i>Trichinella</i> | 695 |
| 8.1. Nature et principales caractéristiques de l'agent pathogène | 695 |
| 8.1.1. Nature de l'agent | 695 |
| 8.1.2. Habitat et réservoir du pathogène | 695 |
| 8.1.3. Caractéristiques de résistance aux traitements de destruction et de conservation | 695 |
| 8.2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 695 |
| 8.2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 695 |
| 8.2.2. Surveillance dans les aliments | 696 |
| 8.2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 696 |
| 8.3. Maladie humaine | 696 |
| 8.3.1. Nature de la maladie : mécanisme de pathogénie et effets sur l'Homme | 696 |
| 8.3.2. Relations dose-réponse | 697 |
| 8.3.3. Diagnostic et traitement médical | 697 |
| 8.3.4. Épidémiologie | 698 |
| 9. <i>Fasciola hepatica</i> | 698 |
| 9.1. Nature et principales caractéristiques de l'agent pathogène | 698 |
| 9.1.1. Nature de l'agent | 698 |
| 9.1.2. Habitat et réservoir du pathogène | 698 |
| 9.1.3. Caractéristiques de résistance aux traitements de destruction et de conservation | 698 |
| 9.2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 699 |
| 9.2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 699 |
| 9.2.2. Surveillance dans les aliments | 699 |
| 9.2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 699 |

| | |
|---|-----|
| 9.3. Maladie humaine | 700 |
| 9.3.1. Nature de la maladie : mécanisme de pathogénie et effets sur l'Homme | 700 |
| 9.3.2. Relations dose-réponse | 700 |
| 9.3.3. Diagnostic et traitement médical | 700 |
| 9.3.4. Épidémiologie | 700 |
| 10. <i>Taenia saginata</i> | 701 |
| 10.1. Nature et principales caractéristiques de l'agent pathogène | 701 |
| 10.1.1. Nature de l'agent | 701 |
| 10.1.2. Habitat et réservoir du pathogène | 701 |
| 10.1.3. Caractéristiques de résistance aux traitements de destruction et de conservation .. | 701 |
| 10.2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 702 |
| 10.2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 702 |
| 10.2.2. Surveillance dans les aliments | 702 |
| 10.2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 702 |
| 10.3. Maladie humaine | 702 |
| 10.3.1. Nature de la maladie : mécanisme de pathogénie et effets sur l'Homme | 702 |
| 10.3.2. Relations dose-réponse | 703 |
| 10.3.3. Diagnostic et traitement médical | 703 |
| 10.3.4. Épidémiologie | 703 |
| 11. <i>Taenia solium</i> | 703 |
| 11.1. Nature et principales caractéristiques de l'agent pathogène | 703 |
| 11.1.1. Nature de l'agent | 703 |
| 11.1.2. Habitat et réservoir du pathogène | 703 |
| 11.1.3. Caractéristiques de résistance aux traitements de destruction et de conservation .. | 704 |
| 11.2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 704 |
| 11.2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 704 |
| 11.2.2. Surveillance dans les aliments | 704 |
| 11.2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 704 |
| 11.3. Maladie humaine | 705 |
| 11.3.1. Nature de la maladie : mécanisme de pathogénie et effets sur l'Homme | 705 |
| 11.3.2. Relations dose-réponse | 705 |
| 11.3.3. Diagnostic et traitement médical | 705 |
| 11.3.4. Épidémiologie | 705 |
| 12. <i>Diphyllobothrium</i> | 706 |
| 12.1. Nature et principales caractéristiques de l'agent pathogène | 706 |
| 12.1.1. Nature de l'agent | 706 |
| 12.1.2. Habitat et réservoir du pathogène | 706 |
| 12.1.3. Caractéristiques de résistance aux traitements de destruction et de conservation .. | 706 |
| 12.2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 706 |
| 12.2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 706 |
| 12.2.2. Surveillance dans les aliments | 707 |
| 12.2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 707 |
| 12.3. Maladie humaine | 707 |
| 12.3.1. Nature de la maladie : mécanisme de pathogénie et effets sur l'Homme | 707 |
| 12.3.2. Relations dose-réponse | 707 |
| 12.3.3. Diagnostic et traitement médical | 707 |
| 12.3.4. Épidémiologie | 708 |
| 13. <i>Echinococcus multilocularis</i> | 708 |
| 13.1. Nature et principales caractéristiques de l'agent pathogène | 708 |
| 13.1.1. Nature de l'agent | 708 |
| 13.1.2. Habitat et réservoir du pathogène | 708 |
| 13.1.3. Caractéristiques de résistance aux traitements de destruction et de conservation .. | 708 |
| 13.2. Mode de transmission à l'Homme par l'aliment | 709 |
| 13.2.1. Principaux aliments impliqués et prévalence | 709 |
| 13.2.2. Surveillance dans les aliments | 709 |

| | |
|--|-----|
| 13.2.3. Moyens de maîtrise et bonnes pratiques d'hygiène | 710 |
| 13.3. Maladie humaine | 710 |
| 13.3.1. Nature de la maladie : mécanisme de pathogénie et effets sur l'Homme | 710 |
| 13.3.2. Relations dose-réponse | 710 |
| 13.3.3. Diagnostic et traitement médical | 710 |
| 13.3.4. Épidémiologie | 711 |
| 14. Conclusion | 711 |
| | |
| CHAPITRE 30 | |
| Prion : un agent infectieux de nature protéique (Angélique Igel-Egalon, Vincent Béringue, Thomas Maignien) | 717 |
| 1. Nature et principales caractéristiques de l'agent pathogène | 717 |
| 1.1. Nature de l'agent pathogène | 717 |
| 1.2. Propagation chez l'hôte | 719 |
| 1.3. Effets chez l'hôte | 721 |
| 1.4. Habitats et réservoirs du pathogène | 722 |
| 2. Transmission d'une EST à l'Homme par l'aliment : cas de la variante de la maladie de Creutzfeldt-Jakob | 723 |
| 2.1. Apparition du vMCJ chez l'Homme | 723 |
| 2.2. Progression de l'ESB à l'origine du vMCJ | 724 |
| 2.3. Risque ESB chez les petits ruminants | 724 |
| 2.4. Bilan actuel de l'épidémie de vMCJ, un bilan définitif ? | 725 |
| 3. Principales mesures de maîtrise du risque EST | 726 |
| 3.1. Destruction des prions | 726 |
| 3.2. Interdiction de l'utilisation des farines de viandes et d'os en alimentation animale | 727 |
| 3.3. Retrait et destruction des tissus les plus infectieux : matériels à risque spécifiés | 728 |
| 3.4. Surveillance des EST | 730 |
| 3.5. Police sanitaire relative aux EST | 731 |
| 4. Évolution épidémiologique de l'ESB classique : une résultante des mesures de maîtrise | 732 |
| 5. Problématiques des EST animales autres que l'ESB classique | 732 |
| 5.1. Découverte d'autres souches d'ESB | 732 |
| 5.2. Risque zoonotique des autres maladies à prion animales | 733 |
| 6. Perspectives sur les mesures de gestion du risque EST | 735 |
| 7. Conclusion | 736 |
| | |
| CHAPITRE 31 | |
| Mycotoxines et moisissures toxigènes (Florence Forget-Richard, Isabelle Oswald) | 743 |
| 1. Nature et origine de la contamination des denrées alimentaires par des mycotoxines | 744 |
| 1.1. Principales mycotoxines susceptibles d'être retrouvées dans l'alimentation et moisissures toxigènes associées | 744 |
| 1.2. Structure chimique des mycotoxines et voie de biosynthèse | 747 |
| 1.2.1. Mycotoxines issues de la voie des polyacétates | 748 |
| 1.2.2. Mycotoxines dérivées des acides aminés | 748 |
| 1.2.3. Mycotoxines dérivées des terpènes | 749 |
| 1.3. Conditions conduisant à la contamination des denrées alimentaires | 749 |
| 1.3.1. Conditions de croissance des moisissures toxigènes | 750 |
| 1.3.2. Conditions de production des mycotoxines | 751 |
| 2. Exposition de l'Homme aux mycotoxines | 752 |
| 2.1. Voies d'exposition | 752 |
| 2.2. Réglementations | 753 |
| 2.3. Moyens de maîtrise | 755 |
| 2.3.1. Plans de surveillance et méthodes analytiques | 755 |
| 2.3.2. Prévention de la contamination (plein champ et stockage) | 757 |
| 2.3.3. Décontamination des produits alimentaires | 759 |

| | |
|---|-----|
| 3. Conséquences toxicologiques des mycotoxines | 760 |
| 3.1. Toxicité des mycotoxines « majeures » | 760 |
| 3.2. Toxicité des « autres » mycotoxines | 762 |
| 3.3. Problème de l'évaluation de la toxicité des mélanges | 763 |
| 4. Conclusion | 763 |

CHAPITRE 32

Toxines produites par les microalgues et cyanobactéries (Muriel Gugger, Aurélie Ledreux) 767

| | |
|--|-----|
| 1. Cyanotoxines dans les eaux de boisson et récréatives | 769 |
| 1.1. Diversité des cyanotoxines et des organismes producteurs | 769 |
| 1.2. Neurotoxines | 771 |
| 1.2.1. Anatoxines-a | 771 |
| 1.2.2. Anatoxine-a(S) | 772 |
| 1.2.3. Saxitoxines | 772 |
| 1.3. Hépatotoxines et cytotoxines | 773 |
| 1.3.1. Microcystines et nodularines | 773 |
| 1.3.2. Cylindrospermopsines | 774 |
| 2. Toxines de microalgues et dérivés dans la chaîne trophique | 774 |
| 2.1. Diversité chimique des phycotoxines et organismes producteurs | 774 |
| 2.2. Toxines hydrophiles | 775 |
| 2.2.1. Saxitoxines | 775 |
| 2.2.2. Acide domoïque et ses dérivés | 777 |
| 2.2.3. Palytoxines et analogues | 777 |
| 2.3. Toxines lipophiles | 779 |
| 2.3.1. Toxines diarrhéiques | 779 |
| 2.3.2. Azaspiracides | 780 |
| 2.3.3. Yessotoxines | 780 |
| 2.3.4. Brévéttoxines | 781 |
| 2.3.5. Ciguatoxines | 782 |
| 2.3.6. Imines cycliques | 783 |
| 3. Réglementation sur les phycotoxines et cyanotoxines dans notre alimentation | 784 |
| 3.1. Recommandations liées aux cyanotoxines | 784 |
| 3.2. Réglementations et méthodes officielles d'analyses pour les phycotoxines | 784 |
| 4. Conclusion | 786 |

| | |
|--------------------|------------|
| Index | 793 |
|--------------------|------------|

INTRODUCTION

MURIELLE NAÏTALI, LAURENT GUILLIER, FLORENCE DUBOIS-BRISSONNET

Cet ouvrage propose une nouvelle approche de la dernière édition des deux tomes du livre *Microbiologie alimentaire* de 1996 (Bourgeois *et al.*, 1996 ; Bourgeois et Larpent, 1996). Il a été choisi de ne plus traiter conjointement des deux aspects de la microbiologie alimentaire, à savoir les flores technologiques et les contaminants microbiens, mais de consacrer un ouvrage complet aux risques microbiologiques dans les aliments. Celui-ci traite des dangers microbiologiques alimentaires majeurs (microorganismes infectieux ou toxines d'origine microbienne) et du risque associé (fonction de la gravité du danger et de la probabilité d'apparition des effets délétères) pour l'Homme.

Les maladies humaines infectieuses ou toxiques d'origine alimentaire sont pour la plupart des anadémies, c'est-à-dire des maladies épidémiques non contagieuses contractées à partir d'une source commune. Le nombre de cas par foyer est généralement faible, entre 3 et 30 (InVS, 2016), mais il peut être beaucoup plus important dans certaines circonstances particulières. Par exemple, 10 000 cas au Japon ont été constatés en 2000 lors d'une intoxication liée à une entérotoxine de *Staphylococcus aureus* dans du lait reconstitué (Ikeda *et al.*, 2005). Les maladies d'origine alimentaire sont généralement peu mortelles mais peuvent avoir un impact économique important, d'une part à cause du coût lié aux soins et d'autre part par les répercussions au niveau de la filière concernée (chute des ventes, fermeture d'usines, etc.). Les maladies dues à des agents biologiques entéropathogènes sont regroupées sous le nom de toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) et sont soumises à une déclaration obligatoire commune si au moins deux personnes sont atteintes à partir d'une même source alimentaire. Depuis une dizaine d'années, le nombre de TIAC en France est relativement constant avec environ 10 000 cas/an (12 109 cas en 2014 parmi lesquels 2 997 seulement ont permis la confirmation de l'agent impliqué) (InVS, 2016). Les maladies provoquées par des agents non entéropathogènes sont généralement déclarées séparément (listériose, botulisme, etc.). D'après les estimations du rapport *Morbidité et mortalité dues aux maladies infectieuses d'origine alimentaire en France* publié en 2004 par l'InVS et l'Afssa, les chiffres correspondant aux maladies déclarées seraient largement sous-évalués. Le nombre réel de maladies bactériennes d'origine alimentaire en France se situerait plus probablement entre 52 000 et 82 000 cas/an, auxquels on peut ajouter environ 70 000 cas liés à des virus et 117 000 cas liés aux parasites, ce qui donne un total d'environ 250 000 cas (InVS et Anses, 2004). Des travaux récents sur l'estimation de l'incidence « réelle » dans la population générale des infections à *Campylobacter* et *Salmonella* réalisés à partir de différentes sources de données (telles que des bases médico-administratives et des systèmes de surveillance) indiquent que le nombre de cas pourrait être encore plus élevé (Van Cauteren *et al.*, 2015).

La première partie du livre fait le point sur les notions fondamentales relatives aux dangers microbiologiques en lien avec les aliments. Nous avons tenté de répondre aux questions suivantes :

- Comment l'ingestion d'un aliment peut-elle provoquer une maladie d'origine microbienne ? Ceci amène à traiter du cycle de contamination depuis l'habitat/réservoir des microorganismes pathogènes à l'origine de la contamination des aliments jusqu'à l'Homme où ils expriment leur pouvoir pathogène (chapitre 1).

- Quels sont les moyens permettant la maîtrise des microorganismes pathogènes durant la transformation et la conservation des aliments ? Cette maîtrise peut passer par une inhibition du développement microbien (chapitre 2) ou par une inactivation des microorganismes pathogènes (chapitre 3). La maîtrise est souvent multifactorielle et combine ces deux aspects. La microbiologie prévisionnelle qui modélise la croissance et l'inactivation, et les bases de données associées sont des outils supplémentaires qui se sont considérablement développés ces dernières années (chapitre 4). Ils aident notamment à la détermination de la durée de vie microbiologique des aliments qui constitue un élément fondamental de maîtrise du risque microbiologique.
- Comment les microorganismes peuvent-ils engendrer un risque pour la sécurité des aliments malgré les moyens de maîtrise mis en place ? Trois axes de réponse à cette question sont abordés. Le chapitre 5 concerne des aspects de physiologie microbienne relatifs à la persistance des bactéries pathogènes dans les environnements agro-industriels, à savoir le stress microbien (réponse adaptative des cellules végétatives à des conditions sub-optimales) et la formation de structures particulières unicellulaires ou pluricellulaires de résistance (cellules viables non cultivables, spores et biofilms). Le chapitre 6 explique les facteurs d'évolution du risque microbiologique en intégrant des notions liées aux microorganismes, aux modes de transformation, de conservation ou de consommation des aliments et à la sensibilité des consommateurs. Enfin, le risque alimentaire peut parfois être d'origine intentionnelle (bio-terrorisme), ce qui nécessite des moyens de maîtrise et de gestion particuliers (chapitre 7).

Cette première partie reprend ainsi des notions fondamentales de microbiologie générale, de physiologie microbienne et de modélisation, en les appliquant aux microorganismes pathogènes des aliments et en y intégrant les dernières connaissances relatives à ces sujets.

La deuxième partie présente les outils de gestion du risque microbiologique au niveau européen et français. La mise sur le marché de denrées alimentaires passe par des décisions politiques (traduites par des textes juridiques et la mise en place de structures étatiques) basées sur des connaissances scientifiques (issues d'avis d'experts) (Debure, 2012). Différentes crises sanitaires chimiques et biologiques ont conduit l'Union européenne à mettre en œuvre un nouveau fonctionnement se traduisant par la mise en place d'institutions (telles que l'Autorité européenne de sécurité des aliments) et de réglementations (*Food Law*, Paquet Hygiène) pour assurer la qualité sanitaire, notamment microbiologique, des aliments ; celles-ci sont présentées dans le chapitre 8. Pour permettre des échanges internationaux, des méthodes de sécurité sanitaire sont définies par des organisations internationales intergouvernementales ou privées telles que la Commission du *Codex Alimentarius* (CAC, *Codex Alimentarius Commission*) (Debure, 2012). Cette dernière a promulgué le développement de la méthode d'analyse des dangers et des points critiques pour leur maîtrise (HACCP, *Hazard Analysis and Critical Control Points*) (Debure, 2012). Intégrée dans le Paquet Hygiène, c'est un des trois points, avec les bonnes pratiques d'hygiène et la traçabilité, de ce qui est nommé en France le plan de maîtrise sanitaire (PMS). Le PMS et l'HACCP sont présentés dans le chapitre 9. Le chapitre 10 traite des aspects managériaux de l'HACCP et décrit deux exemples concrets d'application.

Pour tenter de maîtriser la sécurité microbiologique des aliments et de prévenir les crises sanitaires alimentaires, la surveillance des microorganismes depuis la production primaire jusqu'à la distribution des denrées alimentaires, en passant par la transformation, est indispensable. Elle nécessite des organisations institutionnelles et la mise en place de plans de contrôle et de surveillance qui sont décrits, en ce qui concerne la France, dans le chapitre 11. En pratique, cette surveillance est basée en partie sur l'utilisation de méthodes d'analyses microbiologiques normalisées ou validées (chapitre 12). Ces méthodes sont également utilisées pour vérifier et valider le bon fonctionnement des plans HACCP mis

en place par l'exploitant. La surveillance des maladies d'origine alimentaire est un autre moyen d'évaluer l'efficacité des mesures préventives adoptées tout au long de la chaîne de production alimentaire et de les faire évoluer le cas échéant. Le chapitre 13 décrit ce système de surveillance tel qu'il est mis en place en France.

Le chapitre 14 explicite l'analyse et la gestion des risques, promues depuis une dizaine d'années par la CAC afin de ne pas entraver injustement le commerce international, et intégrées dans la *Food Law*. Celles-ci permettent de lier les actions mises en place pour la sécurité sanitaire à des objectifs en termes de santé publique (EFSA, 2007). Le chapitre 15 quant à lui analyse les différents aspects de gestion d'une crise sanitaire alimentaire d'origine microbienne à travers un exemple national.

Un des piliers de la gestion des risques microbiologiques est la connaissance la plus complète possible des dangers. La troisième partie de ce livre est donc constituée de monographies de microorganismes avérés ou émergents d'intérêt, qu'ils soient infectieux et/ou toxigènes. Ceux-ci incluent non seulement les principales bactéries pathogènes alimentaires (chapitres 16 à 26) dont les microorganismes histaminogènes (chapitre 27), mais également des virus (chapitre 28), des parasites (chapitre 29) et des prions (chapitre 30). Les moisissures (chapitre 31), les cyanobactéries et les micro-algues (chapitre 32) toxigènes sont abordées bien que les myco-, phyco- et cyanotoxines soient habituellement considérées dans le cadre des dangers chimiques. La plupart de ces agents pathogènes est classée dans les groupes de pathogénie 2 et 3 tels que définis à l'article R. 4421-3 du Code du travail. Cet article fixe les niveaux croissants de pathogénie de 1 à 4 en fonction de la possibilité d'engendrer une maladie chez l'Homme, de se disséminer dans l'environnement et de l'existence de moyens prophylactiques ou thérapeutiques (Anonyme, 2008). La liste des agents pathogènes (groupes 2 à 4) est donnée par l'arrêté du 18 juillet 1994 modifié par l'arrêté 17 avril 1997 et celui du 30 juin 1998 (Anonyme, 1994, 1997, 1998). Les monographies présentées traitent des microorganismes pathogènes ou des métabolites d'origine microbienne les plus importants en termes de prévalence et/ou d'effet sur la santé. Elles ne sont pas exhaustives et ne considèrent par exemple ni *Shigella* ni les *Escherichia coli* entéropathogènes autres que ceux producteurs de Shiga-toxines.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Anonyme (1994). Arrêté du 18 juillet 1994 fixant la liste des agents pathogènes. *JORF* n° 175 du 30/07/1994, 11078-11081.

Anonyme (1997). Arrêté du 17 avril 1997 relatif à la liste des agents pathogènes et modifiant l'arrêté du 18 juillet 1994. *JORF* n° 98 du 26/04/1997, 6361-6362.

Anonyme (1998). Arrêté du 30 juin 1998 relatif à la liste des agents pathogènes et modifiant l'arrêté du 18 juillet 1994. *JORF* n° 167 du 22/07/1998, 11207.

Anonyme (2008). Article R. 4421-3 créé par décret n° 2008-244 du 7 mars 2008 – Article V. Code du travail, partie réglementaire, 4^e partie, livre IV, titre II, chapitre I^{er}.

Bourgeois CM, Mesclé JF, Zucca J (1996). *Microbiologie alimentaire. Tome 1 – Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments*. Lavoisier Tec&Doc, Paris.

Bourgeois CM, Larpent JP (1996). *Microbiologie alimentaire. Tome 2 – Aliments fermentés et fermentations alimentaires*. Lavoisier Tec&Doc, Paris.

Debure A (2012). Crédibiliser pour expertiser : le *Codex Alimentarius* et les comités d'experts FAO-OMS dans la production réglementaire internationale de sécurité sanitaire des aliments. Thèse de doctorat en sociologie. École des hautes études en sciences sociales, Paris.

EFSA (2007). Microbiological criteria and targets based on risk analysis. *EFSA J*, **4**(2) : 1-29.

- Ikeda T, Tamate N, Yamaguchi K, Makin S (2005). Mass outbreak of food poisoning disease caused by small amounts of staphylococcal enterotoxins A and H. *Appl Environ Microbiol*, **71** : 2793-2795.
- InVS (2016). Surveillance des toxi-infections alimentaires collectives. Données de la déclaration obligatoire en 2014. Disponible en ligne sur : <http://www.invs.sante.fr/Dossiers-thematiques/Maladies-infectieuses/Maladies-a-declaration-obligatoire/Toxi-infections-alimentaires-collectives/Donnees-epidemiologiques>.
- InVS, Anses (2004). Morbidité et mortalité dues aux maladies infectieuses d'origine alimentaire en France. Disponible en ligne sur : http://www.invs.sante.fr/publications/2004/inf_origine_alimentaire/inf_origine_alimentairepdf.
- Van Cauteren D, De Valk H, Sommen C *et al.* (2015). Community incidence of campylobacteriosis and non-typhoidal salmonellosis, France, 2008-2013. *Foodborne Path Dis*, **12** : 664-666.

La collection Sciences & Techniques AgroAlimentaires accompagne tous les acteurs de l'agroalimentaire afin de leur apporter les connaissances et savoir-faire indispensables à leur pratique professionnelle. Elle fait appel à de nombreux experts pour proposer des ouvrages de référence et des guides pratiques centrés sur les grandes filières et les principaux domaines de recherche de l'agroalimentaire. Chaque ouvrage offre une synthèse complète d'un sujet présentant les dernières innovations et est illustré de nombreux exemples et cas pratiques. La collection est dirigée par Marie-Noëlle Bellon-Fontaine, professeur à AgroParisTech.

Pour garantir et maîtriser la sécurité microbiologique des aliments et prévenir les crises sanitaires alimentaires, la connaissance et la surveillance des microorganismes pathogènes depuis la production primaire jusqu'à la distribution des denrées alimentaires en passant par la transformation, sont indispensables.

Cet ouvrage de référence traite des dangers microbiologiques alimentaires majeurs (microorganismes infectieux ou toxines d'origine microbienne) et des risques associés pour l'Homme.

Illustré de nombreux schémas et tableaux de synthèse, il fait un point complet sur **les notions fondamentales de microbiologie générale, de physiologie microbienne et de modélisation**, en les appliquant aux microorganismes pathogènes des aliments et en y intégrant les dernières avancées. Il présente ensuite **les outils de gestion du risque microbiologique** mis en place au niveau européen et français. Enfin, les microorganismes avérés ou émergents d'intérêt font l'objet de **monographies claires et détaillées** permettant de bien les connaître pour mieux les maîtriser.

Cet ouvrage s'adresse aux managers, ingénieurs et techniciens des industries agroalimentaires (des secteurs qualité-hygiène, production, achats, recherche et développement...), aux professionnels du contrôle sanitaire et de la gestion du risque (laboratoires d'analyses et instances officielles) ainsi qu'aux enseignants-chercheurs et aux étudiants dans le domaine de la microbiologie appliquée à l'agroalimentaire et des risques sanitaires.

MURIELLE NAÏTALI est maître de conférences en microbiologie à AgroParisTech, département Sciences et procédés des aliments et bioproduits (Massy).

LAURENT GUILLIER est chargé de projets recherche au Laboratoire de sécurité des aliments de l'Anses (Maisons-Alfort).

FLORENCE DUBOIS-BRISONNET est professeur de microbiologie et sécurité sanitaire des aliments à AgroParisTech, département Sciences et procédés des aliments et bioproduits (Massy).