

Table des matières

Avant-propos	1
Thierry BÉNÉZECH et Christine FAILLE	
Introduction	3
Thierry BÉNÉZECH et Christine FAILLE	
Chapitre 1. Contamination croisée des aliments par des surfaces contaminées.	7
Graziella MIDELET, Thomas BRAUGE et Christine FAILLE	
1.1. Contaminations de surface	9
1.1.1. Formes viables non cultivables (VNC)	9
1.1.2. Persistance de souches dans les environnements agro-industriels.	10
1.1.3. Contrôle de l'efficacité des procédures de N&D.	10
1.2. Exemples de toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) liées aux contaminations croisées	11
1.2.1. <i>Listeria monocytogenes</i>	12
1.2.2. Autres pathogènes impliqués dans des épidémies suite à des contaminations croisées.	13
1.3. Recherche des paramètres affectant les contaminations croisées	14
1.4. Conclusion	16
1.5. Bibliographie.	17
Chapitre 2. Mise en œuvre de l'HACCP : hygiène des surfaces	23
Nadia OULAHAL, Sylvie PERRET et Denis BORNUA	
2.1. Introduction.	23

2.2. Démarche HACCP : un système basé sur sept grands principes fondamentaux	27
2.3. Mise en œuvre de la démarche HACCP : 12 étapes	31
2.3.1. Étape 1 : équipe chargée de la sécurité des denrées alimentaires ou équipe HACCP	32
2.3.2. Étape 2 : description ou caractérisation du produit, le champ de l'étude.	33
2.3.3. Étape 3 : détermination de l'usage prévu	34
2.3.4. Étape 4 : établissement du diagramme des flux/opérations, diagramme de fabrication/enchaînement du processus	35
2.3.5. Étape 5 : confirmer le diagramme des opérations	36
2.3.6. Étape 6 : conduire une analyse des dangers potentiels et évaluer les risques	36
2.3.7. Étape 7 : déterminer les CCP et les PRPo.	36
2.3.8. Étape 8 : établir des limites critiques pour chaque CCP	36
2.3.9. Étape 9 : mise en place d'un plan de surveillance des CCP	37
2.3.10. Étape 10 : définir des mesures correctives.	37
2.3.11. Étape 11 : instaurer les procédures de vérification.	37
2.3.12. Étape 12 : établir un système documentaire.	37
2.4. Une étude de cas : application à une entreprise qui conditionne des poudres de plusieurs niveaux de sensibilité	38
2.4.1. Problématique	38
2.4.2. Approche proposée	39
2.5. Conclusion	40
2.6. Bibliographie.	41

Chapitre 3. Recherche des contaminations bactériennes de surface en industrie agroalimentaire

Thomas BRAUGE, Christine FAILLE et Graziella MIDELET

3.1. Introduction.	43
3.2. Flores microbiennes surfaciques dans l'industrie agroalimentaire.	44
3.3. Réglementation européenne, normes et guides sur les analyses de surface.	45
3.4. Outils de prélèvement de surface	47
3.4.1. Méthodes par empreinte	48
3.4.2. Méthodes par frottis	50
3.5. Méthodes d'analyse des prélèvements de surface	55
3.5.1. Méthodes culturales	62
3.5.2. Méthodes moléculaires.	64
3.5.3. Méthodes immunologiques	66

3.5.4. Méthodes alternatives	67
3.6. Conclusion	68
3.7. Bibliographie	68

Chapitre 4. Métaux et alliages dans les environnements alimentaires

71

Audrey ALLION-MAURER

4.1. Introduction	71
4.2. Matériaux métalliques	71
4.2.1. Familles d'aciers inoxydables et applications	71
4.2.2. Notions de corrosion et moyens de prévention	76
4.2.3. Autres matériaux métalliques	81
4.3. Aptitude au contact alimentaire	81
4.4. Durabilité des matériaux	83
4.4.1. Aptitude à l'encrassement et au nettoyage	83
4.4.2. Compatibilité chimique	84
4.5. Conclusion	84
4.6. Bibliographie	85

Chapitre 5. Rôle des surfaces et phénomène microbien

87

Anthony J. SLATE, Joels S.T. WILSON-NIEUWENHUIS, Joshua H. SPALL
et Kathryn A. WHITEHEAD

5.1. Interaction complexe des propriétés de surface et de leurs modifications pour empêcher la fixation des bactéries	87
5.2. Introduction	88
5.3. Physicochimie des surfaces	89
5.3.1. Physicochimie des surfaces et interactions	89
5.3.2. Théories et méthodes de l'énergie de surface	89
5.3.3. Forces physicochimiques	90
5.3.4. Modification de l'énergie des surfaces	91
5.3.5. Physicochimie dans la fixation microbienne	91
5.4. Chimie des surfaces	95
5.4.1. Aciers inoxydables	95
5.4.2. Hétérogénéité des surfaces	96
5.4.3. Couche d'oxyde	97
5.4.4. Dioxyde de titane (TiO ₂)	97
5.4.5. Nouveaux revêtements de surface	98
5.4.6. Surfaces antimicrobiennes à libération	98
5.4.7. Surfaces antimicrobiennes par contact	99

5.4.8. Revêtements de surface antialissures par répulsion	99
5.4.9. Surfaces anticontacts à effet superhydrophobe.	100
5.4.10. L'effet du film conditionnant sur la chimie des surfaces	101
5.5. Topographie des surfaces.	102
5.5.1. Quantification de la topographie des surfaces	103
5.5.2. Surfaces à topographie non définie.	103
5.5.3. Surfaces texturées.	105
5.5.4. Topographies biomimétiques	107
5.6. Conclusion	110
5.7. Bibliographie.	111

Chapitre 6. Conception hygiénique : usine 127

John HOLAHA

6.1. Introduction.	127
6.2. Première barrière : le site.	130
6.3. Deuxième barrière : le bâtiment industriel.	132
6.4. Troisième barrière : passage d'une hygiène basique à moyenne et ségrégation interne.	134
6.5. Quatrième barrière : zones d'hygiène élevée	138
6.5.1. Structure	140
6.5.2. Ingrédients traités thermiquement	142
6.5.3. Décontamination et transfert d'ingrédients	143
6.5.4. Emballage	144
6.5.5. Personnel	145
6.5.6. Air	148
6.5.7. Ustensiles.	149
6.5.8. Déchets liquides et solides.	151
6.6. Cinquième barrière : la fermeture du produit	153
6.7. Bibliographie.	154

Chapitre 7. Conception hygiénique des lignes de traitement 157

Franck MOERMAN et John HOLAHA

7.1. Introduction.	157
7.2. Législation, normes et directives relatives à la conception hygiénique	158
7.2.1. Législation, normes et directives européennes	159
7.2.2. Législation, normes et directives américaines	159
7.3. Matériaux de construction	160
7.3.1. Recommandations générales	160
7.3.2. Métaux et alliages.	160

7.3.3. Utilisation de matières plastiques	161
7.3.4. Caoutchouc.	162
7.3.5. Autres matériaux	162
7.3.6. Compatibilité des matériaux de construction.	163
7.4. Finition des surfaces : exigences de conception hygiénique	163
7.4.1. Surfaces en contact avec les produits	163
7.4.2. Surfaces sans contact avec les produits	164
7.5. Assemblage hygiénique des matériaux de construction.	164
7.5.1. Joints soudés.	164
7.5.2. Joints amovibles.	166
7.6. Montage et démontage des équipements.	171
7.7. Pas d'accumulation ni de pénétration de liquides, de résidus alimentaires et de bactéries.	171
7.7.1. Éviter les surfaces horizontales.	172
7.7.2. Éviter les zones creuses	172
7.7.3. Éviter les zones mortes.	172
7.7.4. Éviter les pièces en T trop longues.	173
7.8. Fixation correcte des capteurs	176
7.9. Utilisation des tuyaux souples.	176
7.10. Aptitude à la vidange des surfaces et des composants de l'équipement	177
7.10.1. Aptitude à la vidange des surfaces des équipements.	177
7.10.2. Aptitude à la vidange de la tuyauterie	177
7.10.3. Aptitude à la vidange des équipements	178
7.11. Accès suffisant pour l'inspection, le nettoyage et la désinfection . . .	180
7.12. Cadre de travail.	181
7.13. Extrémités inférieures des pieds.	182
7.14. Conception hygiénique des convoyeurs à bande	184
7.15. Conception hygiénique des récipients ouverts (conteneurs, poubelles, tanks)	187
7.15.1. Conception hygiénique des récipients ouverts	187
7.15.2. Installation hygiénique d'agitateurs dans des cuves ouvertes . .	188
7.16. Conception hygiénique des récipients fermés	189
7.16.1. Récipients entièrement vidangeables avec coins incurvés . . .	189
7.16.2. Couvercles et capots	190
7.16.3. Orifices de réservoir nettoyables	192
7.16.4. Installation d'agitateurs par le haut.	193
7.16.5. Conception hygiénique des agitateurs permanents.	195
7.17. Bonnes pratiques d'isolation	196
7.18. Conception hygiénique des vannes	196
7.19. Moteurs	198

7.20. Conception et installation hygiéniques de boîtiers et de panneaux de contrôle	200
7.20.1. Conception hygiénique des boîtiers de maintenance.	200
7.20.2. Conception hygiénique des panneaux de contrôle	202
7.21. Couvercles et protections	203
7.21.1. Couvercles	203
7.21.2. Protections	207
7.22. Installation de l'équipement de transformation des aliments dans l'usine alimentaire	208
7.23. Plateformes, passerelles, escaliers et échelles	209
7.24. Conclusion	212
7.25. Bibliographie	213

Chapitre 8. Conception hygiénique : rôle sur la maîtrise de l'hygiène des surfaces 217

Thierry BÉNÉZECH et Christine FAILLE

8.1. Introduction.	217
8.2. Contamination des surfaces	218
8.2.1. Contamination des surfaces immergées	218
8.2.2. Contamination des interfaces air/liquide/matériau.	220
8.3. Nettoyage des surfaces	222
8.4. Remerciements.	225
8.5. Bibliographie.	225

Chapitre 9. Les opérations de nettoyage : état de la pratique 229

Hein TIMMERMAN

9.1. Introduction.	229
9.2. Souillures	230
9.3. Bonnes pratiques de nettoyage et de désinfection	230
9.4. Problèmes courants de nettoyage et de désinfection	234
9.5. Tendances en matière de nettoyage et de désinfection	235
9.5.1. Optimisation du prélavage.	235
9.5.2. Désinfection sans rinçage en tendance	236
9.5.3. Importance croissante des acides organiques.	236
9.5.4. Production de biocides <i>in situ</i>	236
9.5.5. IdO	236
9.6. Conclusion	237

Chapitre 10. Méthodes de nettoyage novatrices	239
Heni DALLAGI, Piyush KUMAR JHA, Christine FAILLE et Thierry BÉNÉZECH	
10.1. Introduction	239
10.2. Action mécanique	241
10.2.1. Flux pulsé.	241
10.2.2. Flux d'eau sous pression	241
10.2.3. Nettoyage assisté par ultrasons	242
10.2.4. Décapage à la glace humide/glace sèche	244
10.2.5. Nettoyage à la mousse	245
10.2.6. Plasma non thermique (PNT)/plasma froid	248
10.3. Méthodes de nettoyage chimique et biologique	249
10.3.1. Eau électrolysée	249
10.3.2. Nettoyage enzymatique.	250
10.3.3. Biosurfactants	252
10.4. Conclusion	253
10.5. Remerciements	254
10.6. Bibliographie	254
Chapitre 11. Désinfection des surfaces : état de l'art	259
Susana FERNANDES, Isabel OLIVEIRA, Inês B. GOMES et Manuel SIMÕES	
11.1. Introduction	259
11.2. Biocides pour l'application industrielle	260
11.2.1. Composés libérant des halogènes	262
11.2.2. Composés à base de peroxydes	266
11.2.3. Composés organiques à base d'acide.	268
11.2.4. Composés à base d'aldéhydes	269
11.2.5. Composés d'ammonium quaternaire	270
11.2.6. Composés à base d'alcool	271
11.2.7. Association de biocides et procédés	272
11.3. Biofilm comme forme de résistance aux biocides	274
11.4. Conclusion	276
11.5. Remerciements	277
11.6. Bibliographie	277
Chapitre 12. Désinfection des surfaces : nouvelles approches.	289
Isabel OLIVEIRA, Susana FERNANDES, Manuel SIMÕES et Inês B. GOMES	
12.1. Introduction	289
12.2. Nouveaux désinfectants	291

12.2.1. Enzymes	291
12.2.2. Bactériophages et endolysines.	292
12.2.3. Inhibiteurs de <i>quorum sensing</i>	294
12.2.4. Huiles essentielles et produits phytochimiques.	294
12.2.5. Métabolites des micro-organismes	295
12.2.6. Nanoparticules	297
12.3. Optimisation des procédures de désinfection	298
12.3.1. Brumisation ou aérosolisation	299
12.3.2. Systèmes de vapeur de peroxyde d'hydrogène	300
12.3.3. Ozone gazeux	300
12.3.4. Rayonnement ultraviolet (UV)	301
12.3.5. Lumière de haute intensité à spectre étroit (405 nm)	301
12.3.6. Procédés d'oxydation avancés (POA)	302
12.4. Surfaces autodésinfectantes	302
12.4.1. Nanotechnologies dans les surfaces en contact avec les aliments	303
12.4.2. Surfaces contenant/libérant des agents antimicrobiens	307
12.5. Remerciements	308
12.6. Bibliographie	308

Chapitre 13. La sécurité des aliments dans les chaînes d'approvisionnement 321

Marc MAUERMANN, Andre BOYE, Max HESSE, Enrico FUCHS,
Roman MURCEK, Vincent EISENRAUCH, Tilman KLAEGER et Jialiang YIN

13.1. Conteneur pour le transport des aliments.	322
13.1.1. Conception hygiénique d'un conteneur de transport de denrées alimentaires	323
13.1.2. Nettoyage des conteneurs de transport de denrées alimentaires	326
13.2. Approches technologiques et innovation au service de la sécurité des aliments	334
13.2.1. Contrôle des procédés de nettoyage	334
13.2.2. Dispositifs de nettoyage adaptables	339
13.2.3. Processus de nettoyage cyberphysique (PNCP)	345
13.2.4. Demande en recherche et développement	350
13.3. Bibliographie	351

Chapitre 14. Prévention des risques liés à la sécurité des aliments au niveau des consommateurs	355
Gyula KASZA et Tekla IZSÓ	
14.1. Rôle des consommateurs dans la prévention des risques : la dernière étape de la chaîne alimentaire	355
14.1.1. Perception par les consommateurs des risques liés à la sécurité des aliments	357
14.2. Aperçu des connaissances, de la prise de conscience et des attitudes en relation avec le comportement des consommateurs	359
14.2.1. Connaissances	360
14.2.2. Sensibilisation	361
14.2.3. Attitudes	362
14.2.4. Paradigmes de la communication des risques.	363
14.3. Communication préventive des risques dans la pratique	365
14.3.1. Préparation des courses.	365
14.3.2. Bonnes pratiques lors des achats	366
14.3.3. Transport des denrées alimentaires vers les ménages	368
14.3.4. Stockage des aliments à domicile	368
14.3.5. Préparation des aliments, cuisson et service	370
14.3.6. Traitement des restes	373
14.3.7. Conseils pour les producteurs alimentaires	374
14.4. Solutions futures pour réduire les risques au niveau du consommateur	375
14.5. Bibliographie	376
Liste des auteurs.	383
Index	387