

**1. Stabilisation  
biologique et  
physico-chimique**

# Science des aliments

**Biochimie • Microbiologie • Procédés • Produits**

**Romain Jeantet**  
**Thomas Croguennec**  
**Pierre Schuck**  
**Gérard Brulé**  
coordonnateurs



**Lavoisier**  
**TEC & DOC**

# Table des matières

## Introduction

|                                                                                                |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Des procédés ancestraux de conservation à la naissance de l'industrie agroalimentaire. . . . . | 1 |
| D'une demande quantitative à des exigences qualitatives. . . . .                               | 3 |
| Des critères de qualité de mieux en mieux cernés . . . . .                                     | 5 |
| Satisfaire la demande qualitative, un défi pour l'industrie agroalimentaire. . . . .           | 9 |

## Première partie

### L'eau et les constituants des aliments

#### Chapitre 1

#### L'eau

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| Introduction . . . . .                     | 13 |
| 1. Structure et état de l'eau . . . . .    | 13 |
| 2. Propriétés de l'eau. . . . .            | 16 |
| 2.1. Activité de l'eau ( $a_w$ ) . . . . . | 18 |
| 2.1.1. Définition . . . . .                | 18 |
| 2.1.2. Mesure . . . . .                    | 20 |
| 2.1.3. Isotherme de sorption. . . . .      | 20 |
| 2.2. Transition vitreuse. . . . .          | 26 |
| 2.2.1. Principe. . . . .                   | 26 |
| 2.2.2. Mesure et calcul . . . . .          | 29 |
| 2.3. Diagramme de phase. . . . .           | 31 |

#### Chapitre 2

### Autres constituants des aliments

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 1. Glucides. . . . .                  | 33 |
| 1.1. Structure des glucides . . . . . | 34 |
| 1.2. Glucides en solution . . . . .   | 36 |
| 1.2.1. Mutarotation. . . . .          | 36 |

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| 1.2.2. Solubilité des sucres .....                      | 37 |
| 1.2.3. Cristallisation des sucres .....                 | 38 |
| 2. Protéines .....                                      | 40 |
| 2.1. Structure des protéines .....                      | 40 |
| 2.2. Solubilité des protéines .....                     | 42 |
| 3. Lipides .....                                        | 44 |
| 3.1. Composition de la fraction lipidique .....         | 45 |
| 3.1.1. Lipides neutres .....                            | 45 |
| 3.1.2. Phospholipides .....                             | 47 |
| 3.1.3. Lipides « non saponifiables » .....              | 48 |
| 3.2. Propriétés thermiques des lipides .....            | 49 |
| 3.2.1. Propriété de fusion .....                        | 49 |
| 3.2.2. Comportement de cristallisation .....            | 50 |
| 4. Vitamines .....                                      | 53 |
| Références bibliographiques de la première partie ..... | 55 |

## Deuxième partie

# Agents et mécanismes de modification des aliments

## Chapitre 3

### Altérations microbiennes

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 1. Profil microbien des aliments .....                       | 59 |
| 1.1. Origine des micro-organismes .....                      | 59 |
| 1.1.1. Origine endogène .....                                | 59 |
| 1.1.2. Origine exogène .....                                 | 61 |
| 1.2. Évolution des micro-organismes .....                    | 68 |
| 1.2.1. Structure de l'aliment .....                          | 68 |
| 1.2.2. Composition de l'aliment .....                        | 68 |
| 1.2.3. Activité de l'eau .....                               | 69 |
| 1.2.4. pH .....                                              | 70 |
| 1.2.5. Température .....                                     | 72 |
| 1.2.6. Potentiel d'oxydoréduction .....                      | 76 |
| 1.2.7. Composés antimicrobiens .....                         | 78 |
| 1.2.8. Phénomènes d'interactions .....                       | 78 |
| 2. Modifications entraînant l'altération des aliments .....  | 79 |
| 2.1. Modification de la texture et de la structure .....     | 80 |
| 2.1.1. Dégradation des protéines .....                       | 80 |
| 2.1.2. Production de gaz .....                               | 80 |
| 2.1.3. Production de polysaccharides .....                   | 80 |
| 2.2. Modifications de la flaveur .....                       | 81 |
| 3. Modifications entraînant un risque de pathogénicité ..... | 81 |
| 3.1. Toxi-infections alimentaires collectives .....          | 81 |
| 3.2. Principaux pathogènes et producteurs de toxine .....    | 85 |
| 3.2.1. Micro-organismes producteurs de toxines .....         | 85 |

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.2. Moisissures responsables de la production de mycotoxines ..... | 88 |
| 3.2.3. Autres micro-organismes pathogènes .....                       | 89 |
| 3.2.4. Virus .....                                                    | 92 |
| 3.2.5. Prions .....                                                   | 93 |

## Chapitre 4

### Oxydation des lipides

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Introduction .....                                                              | 95  |
| 1. Substrats lipidiques .....                                                   | 95  |
| 2. Mécanismes d'oxydation des lipides .....                                     | 96  |
| 2.1. Auto-oxydation des lipides .....                                           | 97  |
| 2.1.1. Initiation .....                                                         | 97  |
| 2.1.2. Propagation .....                                                        | 99  |
| 2.1.3. Terminaison .....                                                        | 100 |
| 2.2. Oxydation des lipides par oxygène singulet .....                           | 101 |
| 3. Principaux composés dérivés de l'oxydation des lipides .....                 | 102 |
| 4. Facteurs influençant l'oxydation des lipides .....                           | 104 |
| 4.1. Teneur en oxygène .....                                                    | 104 |
| 4.2. Catalyseurs de l'oxydation des lipides .....                               | 106 |
| 4.2.1. Radiations électromagnétiques .....                                      | 106 |
| 4.2.2. Métaux de transition .....                                               | 106 |
| 4.2.3. Catalyseurs enzymatiques .....                                           | 108 |
| 4.3. Inhibiteurs de l'oxydation des lipides .....                               | 109 |
| 4.3.1. Action antiradicalaire des antioxydants .....                            | 109 |
| 4.3.2. Action anticatalytique des antioxydants .....                            | 111 |
| 4.4. Facteurs physico-chimiques .....                                           | 111 |
| 4.4.1. Activité de l'eau .....                                                  | 111 |
| 4.4.2. pH .....                                                                 | 112 |
| 4.4.3. Température .....                                                        | 113 |
| 5. Évaluation de la susceptibilité à l'oxydation et du niveau d'oxydation ..... | 113 |
| 5.1. Mesure de la consommation des substrats d'oxydation .....                  | 115 |
| 5.2. Mesure des peroxydes formés .....                                          | 115 |
| 5.3. Mesure des produits de décomposition des peroxydes .....                   | 116 |
| 6. Contrôle et prévention de l'oxydation des lipides .....                      | 117 |
| 6.1. Stabilisation par l'emploi de moyens physiques .....                       | 118 |
| 6.2. Formulation .....                                                          | 119 |

## Chapitre 5

### Brunissement non enzymatique

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| Introduction .....                                          | 121 |
| 1. Substrats .....                                          | 122 |
| 2. Mécanisme du brunissement non enzymatique .....          | 123 |
| 2.1. Condensation .....                                     | 123 |
| 2.2. Réarrangement d'Amadori ou de Heyns .....              | 124 |
| 2.3. Décomposition des cétosamines .....                    | 126 |
| 2.3.1. Formation de composés carbonylés très réactifs ..... | 126 |

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| 2.3.2. Dégradation de Strecker .....                            | 128 |
| 2.3.3. Fragmentation des cétosamines .....                      | 130 |
| 2.4. Réactions de polymérisation .....                          | 131 |
| 3. Facteurs influençant la réaction de Maillard .....           | 131 |
| 3.1. Substrats .....                                            | 132 |
| 3.1.1. Nature des substrats .....                               | 132 |
| 3.1.2. Quantité de substrats .....                              | 132 |
| 3.2. Conditions physico-chimiques .....                         | 133 |
| 3.2.1. Température et temps de chauffage .....                  | 133 |
| 3.2.2. pH .....                                                 | 134 |
| 3.2.3. Activité de l'eau .....                                  | 134 |
| 3.3. Présence d'activateurs ou d'inhibiteurs .....              | 135 |
| 4. Conséquences du brunissement non enzymatique .....           | 135 |
| 4.1. Conséquences organoleptiques .....                         | 135 |
| 4.2. Conséquences fonctionnelles .....                          | 136 |
| 4.3. Conséquences nutritionnelles .....                         | 136 |
| 5. Évaluation du brunissement non enzymatique .....             | 138 |
| 6. Contrôle et prévention du brunissement non enzymatique ..... | 138 |
| 6.1. Élimination des substrats .....                            | 139 |
| 6.2. Facteurs physico-chimiques .....                           | 139 |
| 6.3. Formulation (inhibiteurs) .....                            | 140 |

## Chapitre 6

### Brunissement enzymatique

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| Introduction .....                                                          | 143 |
| 1. Substrats et enzymes du brunissement .....                               | 144 |
| 1.1. Substrats phénoliques .....                                            | 144 |
| 1.2. Enzymes du brunissement .....                                          | 148 |
| 2. Mécanisme du brunissement enzymatique .....                              | 149 |
| 2.1. Formation de quinones .....                                            | 149 |
| 2.2. Réactions à partir de quinones .....                                   | 149 |
| 3. Facteurs influençant le brunissement enzymatique .....                   | 151 |
| 3.1. Substrats .....                                                        | 151 |
| 3.2. Conditions physico-chimiques et présence naturelle d'inhibiteurs ..... | 152 |
| 4. Conséquences du brunissement enzymatique .....                           | 153 |
| 5. Évaluation du brunissement enzymatique .....                             | 155 |
| 6. Contrôle, prévention du brunissement enzymatique .....                   | 155 |
| 6.1. Dénaturation ou inhibition des polyphénoloxydases .....                | 156 |
| 6.2. Modification ou élimination des substrats d'oxydation .....            | 157 |
| 6.3. Action sur les produits de réaction .....                              | 159 |

## Chapitre 7

### Dynamique moléculaire dans les matrices alimentaires

|                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------|-----|
| Introduction .....                                                     | 163 |
| 1. Migration de l'eau et modification de la qualité des aliments ..... | 163 |

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.1. Migration d'eau .....                                                   | 164 |
| 1.2. Mise en équilibre avec l'atmosphère environnante .....                  | 165 |
| 1.3. Mise en équilibre au sein d'un aliment « hétérogène » .....             | 165 |
| 1.4. Mise en équilibre suite à un changement d'état et/ou de structure ..... | 166 |
| 2. Contrôle et prévention .....                                              | 169 |
| 2.1. Facteurs thermodynamiques .....                                         | 169 |
| 2.2. Facteurs cinétiques .....                                               | 170 |
| Références bibliographiques de la deuxième partie .....                      | 173 |

### Troisième partie

## Traitements de stabilisation des aliments

### Chapitre 8

## Bases de la stabilisation biologique et physico-chimique des aliments

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| Introduction .....                            | 179 |
| 1. Stabilisation biologique .....             | 180 |
| 1.1. Destruction des agents biologiques ..... | 181 |
| 1.2. Inhibition par baisse d' $a_w$ .....     | 182 |
| 1.3. Inhibition chimique .....                | 182 |
| 2. Stabilisation physico-chimique .....       | 183 |

### Chapitre 9

## Les transferts, bases des opérations unitaires

|                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Introduction .....                                                                                            | 185 |
| 1. Transferts en mode conductif .....                                                                         | 186 |
| 1.1. Transferts de chaleur : loi de Fourier .....                                                             | 187 |
| 1.1.1. Établissement du régime stationnaire dans une plaque infinie .....                                     | 187 |
| 1.1.2. Transfert de chaleur dans une plaque infinie en régime stationnaire .....                              | 188 |
| 1.1.3. Transfert de chaleur dans une plaque composite en régime stationnaire ..                               | 188 |
| 1.1.4. Transfert de chaleur en régime non stationnaire .....                                                  | 190 |
| 1.2. Transferts de matière : loi de Fick .....                                                                | 195 |
| 1.3. Transferts de quantité de mouvement .....                                                                | 196 |
| 1.3.1. Loi de Newton .....                                                                                    | 196 |
| 1.3.2. Application au calcul des écoulements dans les conduites en régime laminaire : loi de Poiseuille ..... | 198 |
| 2. Transferts en mode convectif .....                                                                         | 200 |
| 2.1. Introduction à la similitude géométrique et physique : l'expérience de Reynolds ..                       | 200 |
| 2.2. Intérêt de la similitude .....                                                                           | 200 |
| 2.3. Similitude totale .....                                                                                  | 202 |
| 2.4. Similitude partielle .....                                                                               | 203 |
| 2.4.1. Invariants de similitude dans le domaine de la dynamique .....                                         | 203 |
| 2.4.2. Invariants de similitude dans le domaine énergétique .....                                             | 204 |

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.5. Analyse dimensionnelle .....                                              | 205 |
| 2.5.1. Théorème $\pi$ .....                                                    | 205 |
| 2.5.2. Déplacement d'une sphère dans un fluide sous l'action d'une force ..... | 205 |
| 2.5.3. Perte de charge dans une conduite cylindrique .....                     | 206 |
| 2.5.4. Détermination des coefficients de transfert de chaleur .....            | 209 |

## Chapitre 10

### Opérations de stabilisation biologique

|                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Réfrigération et congélation .....                                                     | 211 |
| 1.1. Définitions et principes d'action .....                                              | 211 |
| 1.1.1. Définitions .....                                                                  | 211 |
| 1.1.2. Influence de la température sur les réactions biochimiques<br>et biologiques ..... | 212 |
| 1.1.3. Immobilisation de l'eau .....                                                      | 212 |
| 1.2. Formation de la glace .....                                                          | 213 |
| 1.2.1. Nucléation et croissance des cristaux .....                                        | 213 |
| 1.2.2. Température de congélation des aliments .....                                      | 214 |
| 1.3. Mise en œuvre .....                                                                  | 217 |
| 1.3.1. Bilan énergétique de congélation et cinétique de refroidissement .....             | 217 |
| 1.3.2. Cinétique de congélation et influence sur les produits .....                       | 218 |
| 1.3.3. Modifications des aliments pendant la congélation<br>et au cours du stockage ..... | 221 |
| 1.3.4. Décongélation .....                                                                | 223 |
| 2. Concentration par évaporation .....                                                    | 224 |
| 2.1. Évaporation simple effet .....                                                       | 226 |
| 2.1.1. Principe .....                                                                     | 226 |
| 2.1.2. Production de vide .....                                                           | 228 |
| 2.2. Réduction de la consommation d'énergie .....                                         | 228 |
| 2.2.1. Évaporation multiple effet .....                                                   | 229 |
| 2.2.2. Compression des buées : thermocompression et recompression<br>mécanique .....      | 230 |
| 3. Déshydratation .....                                                                   | 233 |
| 3.1. Séchage par ébullition .....                                                         | 234 |
| 3.1.1. Principe .....                                                                     | 234 |
| 3.1.2. Énergie .....                                                                      | 234 |
| 3.1.3. Matériel .....                                                                     | 235 |
| 3.2. Séchage par entraînement .....                                                       | 236 |
| 3.2.1. Thermodynamique de l'air humide .....                                              | 236 |
| 3.2.2. Construction du diagramme enthalpique de l'air humide .....                        | 238 |
| 3.2.3. Propriétés du diagramme enthalpique .....                                          | 240 |
| 3.2.4. Cinétiques de séchage .....                                                        | 241 |
| 3.2.5. Matériel .....                                                                     | 243 |
| 3.3. Lyophilisation .....                                                                 | 248 |
| 3.3.1. Principe .....                                                                     | 248 |
| 3.3.2. Étapes .....                                                                       | 249 |
| 4. Stabilisation par inhibition chimique .....                                            | 252 |

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.1. Additifs conservateurs (antibactériens, antifongiques) . . . . .          | 252 |
| 4.1.1. Généralités . . . . .                                                   | 253 |
| 4.1.2. Salage . . . . .                                                        | 254 |
| 4.1.3. Sucrage . . . . .                                                       | 256 |
| 4.1.4. Fumage . . . . .                                                        | 257 |
| 4.1.5. Autres molécules antiseptiques . . . . .                                | 259 |
| 4.2. Fermentations . . . . .                                                   | 260 |
| 5. Séparation : décantation et filtration . . . . .                            | 265 |
| 5.1. Décantation . . . . .                                                     | 265 |
| 5.1.1. Loi de Stokes . . . . .                                                 | 265 |
| 5.1.2. Décantation centrifuge . . . . .                                        | 267 |
| 5.2. Filtration tangentielle . . . . .                                         | 268 |
| 5.2.1. Lois de transfert de solvant . . . . .                                  | 269 |
| 5.2.2. Influence des paramètres de filtration . . . . .                        | 272 |
| 6. Traitements thermiques . . . . .                                            | 275 |
| 6.1. Destruction des micro-organismes à température constante . . . . .        | 277 |
| 6.1.1. Cinétique de destruction microbienne à température constante . . . . .  | 277 |
| 6.1.2. Influence de la température . . . . .                                   | 278 |
| 6.1.3. Influence du milieu : ordre de grandeurs de $D_0$ et $z$ . . . . .      | 281 |
| 6.2. Cinétique d'altération des constituants à température constante . . . . . | 282 |
| 6.3. Traitements thermiques à température variable . . . . .                   | 285 |
| 6.4. Mise en œuvre des traitements thermiques . . . . .                        | 288 |
| 6.4.1. Valeurs pasteurisatrices ou stérilisatrices objectifs . . . . .         | 288 |
| 6.4.2. Traitement en vrac . . . . .                                            | 289 |
| 6.4.3. Traitement après conditionnement . . . . .                              | 295 |
| 7. Ionisation . . . . .                                                        | 299 |
| 7.1. Principe . . . . .                                                        | 299 |
| 7.2. Destruction des micro-organismes . . . . .                                | 300 |
| 7.3. Domaines d'application . . . . .                                          | 301 |
| 7.4. Détection des aliments ionisés . . . . .                                  | 302 |
| 8. Traitements couplés . . . . .                                               | 303 |

## Chapitre 11

### Opérations de stabilisation physico-chimique

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Aliments complexes : généralités sur les systèmes dispersés . . . . . | 305 |
| 1.1. Définitions . . . . .                                               | 305 |
| 1.1.1. Émulsions . . . . .                                               | 305 |
| 1.1.2. Mousses et émulsions foisonnées . . . . .                         | 305 |
| 1.2. Stabilité des émulsions . . . . .                                   | 306 |
| 1.2.1. Sédimentation ou crémage . . . . .                                | 306 |
| 1.2.2. Flocculation ou aggrégation . . . . .                             | 308 |
| 1.2.3. Coalescence . . . . .                                             | 310 |
| 1.3. Stabilité des mousses . . . . .                                     | 311 |
| 1.3.1. Mûrissement d'Ostwald . . . . .                                   | 312 |
| 1.3.2. Drainage . . . . .                                                | 312 |
| 1.3.3. Désorption de l'agent moussant . . . . .                          | 312 |

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2. Production des émulsions .....                                        | 313 |
| 2.1. Mécanismes de fractionnement/coalescence .....                      | 313 |
| 2.1.1. Aspects thermodynamiques et énergétiques .....                    | 313 |
| 2.1.2. Cassage des gouttelettes .....                                    | 314 |
| 2.1.3. Rôle des tensioactifs .....                                       | 314 |
| 2.2. Mise en œuvre .....                                                 | 316 |
| 2.2.1. Procédés d'émulsification .....                                   | 316 |
| 2.2.2. Influence de l'augmentation de température .....                  | 318 |
| 2.2.3. Effets du traitement dynamique hautes pressions .....             | 319 |
| 3. Stabilisation des systèmes dispersés .....                            | 320 |
| 3.1. Macromolécules de nature glucidique ou protéique .....              | 320 |
| 3.1.1. Origine, propriétés et applications .....                         | 320 |
| 3.1.2. Propriétés épaississantes et gélifiantes des macromolécules ..... | 321 |
| 3.1.3. Propriétés interfaciales des macromolécules .....                 | 328 |
| 3.2. Émulsifiants de faibles poids moléculaires .....                    | 331 |
| 3.2.1. Origine et structure chimique .....                               | 331 |
| 3.2.2. Caractéristiques et fonctions des émulsifiants .....              | 332 |
| Références bibliographiques de la troisième partie .....                 | 338 |

## Quatrième partie

# Maîtrise et évaluation de la qualité

## Chapitre 12

# Maîtrise de la qualité des aliments

|                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Réglementation .....                                                               | 343 |
| 1.1. Réglementation nationale .....                                                   | 343 |
| 1.2. Réglementation de l'Union européenne .....                                       | 343 |
| 1.2.1. Directive 93/43/CEE du 14 juin 1993 « Hygiène des denrées alimentaires » ..... | 343 |
| 1.2.2. Règlement CE 178/2002 .....                                                    | 344 |
| 2. Outils .....                                                                       | 344 |
| 2.1. Guide des bonnes pratiques .....                                                 | 344 |
| 2.2. Méthode HACCP .....                                                              | 344 |
| 2.2.1. Constitution de l'équipe .....                                                 | 346 |
| 2.2.2. Description du produit .....                                                   | 346 |
| 2.2.3. Utilisation attendue .....                                                     | 346 |
| 2.2.4. Description du procédé de fabrication .....                                    | 346 |
| 2.2.5. Vérification du procédé de fabrication .....                                   | 347 |
| 2.2.6. Analyse des dangers .....                                                      | 347 |
| 2.2.7. Identification des points critiques pour la maîtrise (CCP) .....               | 347 |
| 2.2.8. Établissement pour chaque CCP des valeurs cibles et des tolérances .....       | 348 |
| 2.2.9. Système de surveillance et actions correctives .....                           | 348 |
| 2.2.10. Vérification .....                                                            | 348 |
| 2.2.11. Documentation de la démarche HACCP .....                                      | 348 |
| 2.3. Système d'Assurance qualité .....                                                | 349 |

## Chapitre 13

## Évaluation des caractéristiques physico-chimiques et de la qualité des aliments

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Évaluation microbiologique .....                            | 352 |
| 1.1. Choix des micro-organismes à rechercher .....             | 352 |
| 1.1.1. Micro-organismes indicateurs .....                      | 353 |
| 1.1.2. Micro-organismes pathogènes .....                       | 356 |
| 1.2. Méthodes .....                                            | 356 |
| 1.2.1. Dénombrement après culture : méthode classique .....    | 356 |
| 1.2.2. Dénombrement : méthodes alternatives .....              | 358 |
| 1.2.3. Détection : méthodes classiques et rapides .....        | 359 |
| 1.3. Limites de l'évaluation microbiologique .....             | 364 |
| 2. Analyse physico-chimique et biochimique .....               | 364 |
| 2.1. Analyse de la texture par les méthodes rhéologiques ..... | 364 |
| 2.1.1. Définitions .....                                       | 364 |
| 2.1.2. Comportements rhéologiques .....                        | 365 |
| 2.1.3. Méthodes de mesure .....                                | 368 |
| 2.2. Analyse de la couleur .....                               | 370 |
| 2.3. Analyse de la composition des aliments .....              | 373 |
| Références bibliographiques de la quatrième partie .....       | 377 |
| <b>Index</b> .....                                             | 379 |

La maîtrise de la qualité des aliments et le développement de nouveaux produits en adéquation avec les multiples exigences du marché impliquent de la part des responsables techniques du secteur agroalimentaire une démarche de plus en plus rigoureuse. Celle-ci s'appuie notamment sur les acquis scientifiques en microbiologie et physico-chimie des aliments, et sur les technologies mises en œuvre dans leur élaboration et leur conservation.

**Science des aliments** — Biochimie • Microbiologie • Procédés • Produits expose l'ensemble des fondements biologiques et physico-chimiques nécessaires à la maîtrise de l'élaboration des aliments et de leur évolution suivant les conditions de conservation, ainsi que les bases thermodynamiques des procédés mis en œuvre.

► **Le volume 1, « Stabilisation biologique et physico-chimique »** décrit les phénomènes microbiologiques, biochimiques et physico-chimiques impliqués dans l'évolution de la qualité des aliments, ainsi que les procédés et moyens technologiques permettant d'en assurer la stabilité biologique et physico-chimique.

► **Le volume 2, « Technologie des produits alimentaires »** présente les bases biologiques, physico-chimiques et technologiques de l'élaboration des principaux aliments d'origine animale et végétale, ainsi que les perspectives en matière de technologie d'assemblage qu'offre le développement des ingrédients alimentaires.

Cet ouvrage, par son approche synthétique et didactique, s'adresse aux techniciens supérieurs et aux ingénieurs de l'ensemble des secteurs agroalimentaires. Il apporte également une contribution utile à la formation des étudiants des filières agroalimentaires ou biotechnologiques (BTS, IUT, licences, masters et écoles d'ingénieurs).

**Romain Jeantet, Thomas Croguennec et Gérard Brulé** sont tous les trois enseignants chercheurs au sein du département agroalimentaire d'Agrocampus Rennes. **Pierre Schuck** est ingénieur au laboratoire de recherche en technologie laitière du centre INRA de Rennes.

Ils ont également participé à la rédaction d'*Initiation à la technologie fromagère*, *Les produits industriels laitiers* et *Génie des procédés appliqué à l'industrie laitière*, parus aux éditions Tec & Doc.