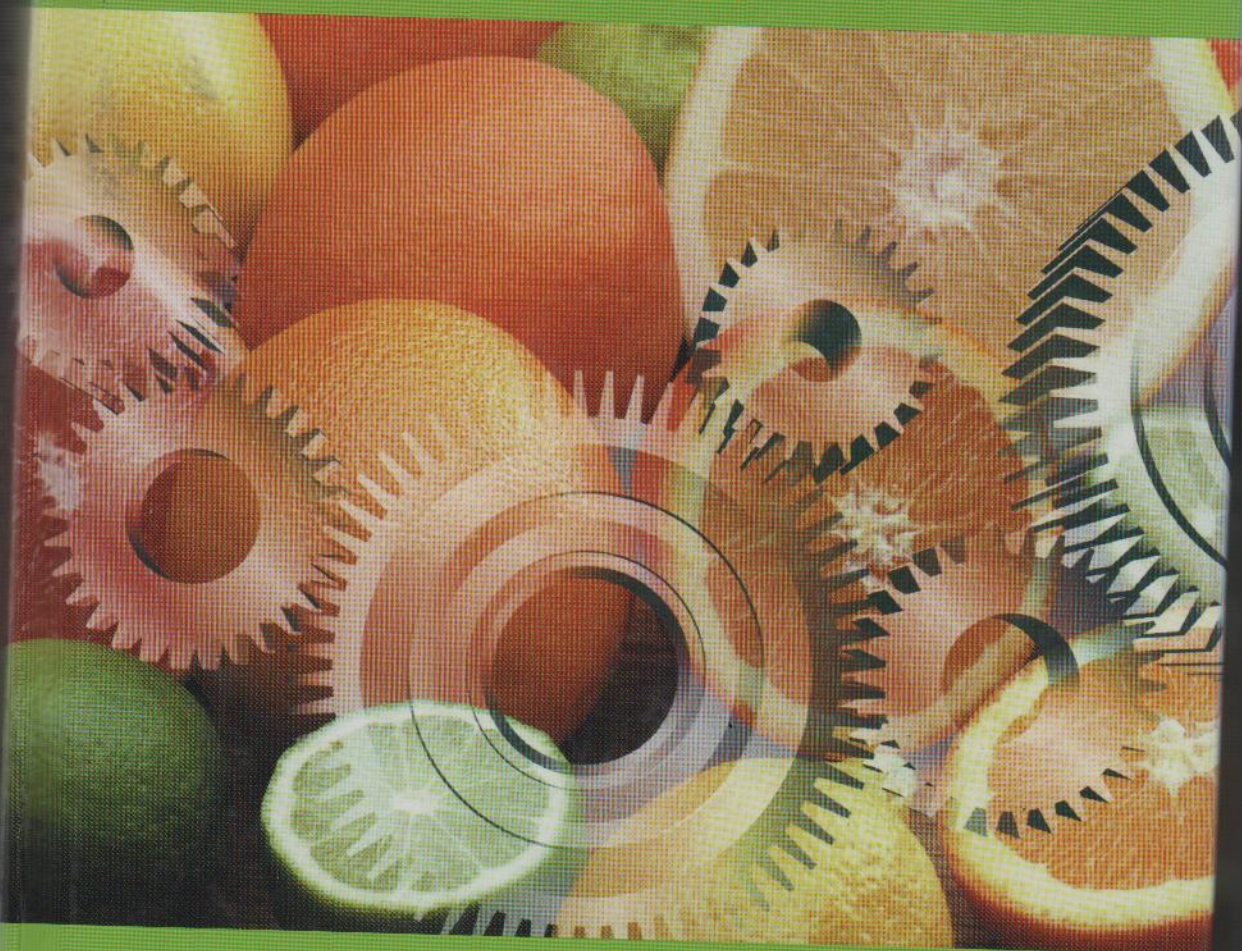


Guy Albagnac • Patrick Varoquaux
Jean-Claude Montigaud
coordonnateurs

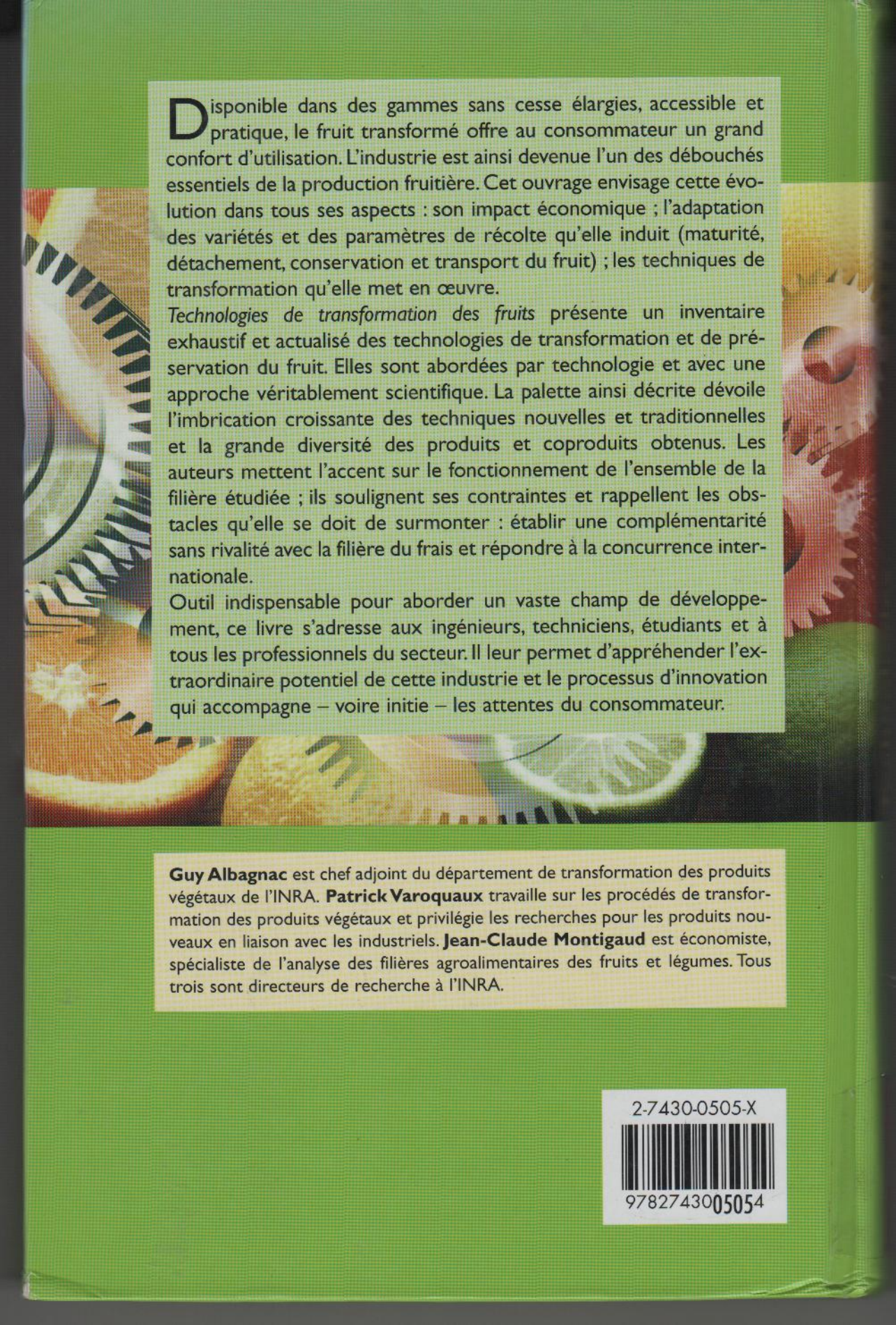


Technologies de transformation des fruits



COLLECTION
SCIENCES & TECHNIQUES
AGROALIMENTAIRES

Editions
TEC
& **DOC**



Disponible dans des gammes sans cesse élargies, accessible et pratique, le fruit transformé offre au consommateur un grand confort d'utilisation. L'industrie est ainsi devenue l'un des débouchés essentiels de la production fruitière. Cet ouvrage envisage cette évolution dans tous ses aspects : son impact économique ; l'adaptation des variétés et des paramètres de récolte qu'elle induit (maturité, détachement, conservation et transport du fruit) ; les techniques de transformation qu'elle met en œuvre.

Technologies de transformation des fruits présente un inventaire exhaustif et actualisé des technologies de transformation et de préservation du fruit. Elles sont abordées par technologie et avec une approche véritablement scientifique. La palette ainsi décrite dévoile l'imbrication croissante des techniques nouvelles et traditionnelles et la grande diversité des produits et coproduits obtenus. Les auteurs mettent l'accent sur le fonctionnement de l'ensemble de la filière étudiée ; ils soulignent ses contraintes et rappellent les obstacles qu'elle se doit de surmonter : établir une complémentarité sans rivalité avec la filière du frais et répondre à la concurrence internationale.

Outil indispensable pour aborder un vaste champ de développement, ce livre s'adresse aux ingénieurs, techniciens, étudiants et à tous les professionnels du secteur. Il leur permet d'appréhender l'extraordinaire potentiel de cette industrie et le processus d'innovation qui accompagne – voire initie – les attentes du consommateur.

Guy Albagnac est chef adjoint du département de transformation des produits végétaux de l'INRA. **Patrick Varoquaux** travaille sur les procédés de transformation des produits végétaux et privilégie les recherches pour les produits nouveaux en liaison avec les industriels. **Jean-Claude Montigaud** est économiste, spécialiste de l'analyse des filières agroalimentaires des fruits et légumes. Tous trois sont directeurs de recherche à l'INRA.

2-7430-0505-X



9782743005054

Table des matières

Chapitre 1

Filière fruits : approche technico-économique

(Jean-Claude Montigaud)

	1
Introduction	1
1. Brève description de la filière fruits	4
1.1. Chiffres clefs	4
1.1.1. Sous-filière fruits frais	4
1.1.2. Sous-filière fruits transformés	7
1.2. Aperçu du fonctionnement de la filière fruits	11
1.2.1. Deux sous-filières autonomes	11
1.2.2. ... Parfois complémentaires et concurrentes	12
1.2.3. ... Avec un centre-moteur constitué par le rayon ultra-frais ...	14
2. Dynamique de la filière fruits	15
2.1. Relations industrie-grande distribution	15
2.1.1. Les offreurs peuvent différencier leurs produits de plusieurs façons	16
2.1.2. Conséquences du processus	18
2.1.3. Éléments d'explication	20
2.2. Apparition d'un « nouveau » consommateur	25
2.2.1. Évolution comparée des consommations à base de fruits	25
2.2.2. « Nouveaux » consommateurs	26
2.2.3. Vers de nouvelles approches marketing pour les fournisseurs et distributeurs de fruits frais	28
2.3. Processus d'innovation	29
2.3.1. Grandes tendances de l'innovation dans les IAA	30
2.3.2. Filière fruits à travers le concept de trajectoire technologique .	31
2.3.3. Rappel sur les technologies utilisées	34
Éléments de conclusion et présentation du contenu de l'ouvrage	36
Remerciements	38
Références bibliographiques	39

Chapitre 2

Sélection des cultivars en relation avec la transformation*(Andrea Maestrelli et Jean-Marc Chourot)*

	41
Introduction	41
1. Les fruits : définition et facteurs d'aptitude technologique	42
1.1. Définition du fruit : de la fleur à la transformation	42
1.2. Définition du fruit parfait pour la transformation	43
2. Multiplication des plantes et sélection de variétés	44
2.1. Multiplication végétative	45
2.2. Croisements	45
2.3. Greffage	45
2.4. Problèmes posés par les techniques classiques	45
2.5. Micropropagation	47
2.6. Techniques du génie génétique au service de l'amélioration des espèces	47
3. Contraintes de production et facteurs externes influençant la qualité des fruits transformés	50
3.1. Contraintes agroéconomiques	50
3.2. Contraintes agroclimatiques	52
3.3. Contraintes technologiques	52
3.3.1. Résistance mécanique des fruits	53
3.3.2. Morphologie	54
3.3.3. Texture	54
3.3.4. Couleur	56
3.3.5. Exemple d'intégration entre les contraintes imposées par les fruits et la fabrication de produits intermédiaires d'intérêt stratégique	58
3.4. Facteurs organosensoriels et nutritionnels	62
4. Mesures et techniques d'évaluation des variétés de fruits pour la trans- formation	64
4.1. Évaluation de l'aptitude des fruits à la transformation	64
4.1.1. Évaluation des caractéristiques organosensorielles	64
4.1.2. Morphométrie	66
4.1.3. Texture	67
4.1.4. Couleur	70
4.1.5. Indice réfractométrique	71
4.1.6. Autres méthodes d'analyse d'intérêt pour l'évaluation de la qualité	73
4.2. Mémorisation du cultivar	74
Conclusion	74
Remerciements	75
Références bibliographiques	75

Chapitre 3

Maturation des fruits (Jean-Claude Pech, Mondher Bouzayen
et Alain Latché)

Introduction	79
1. Fruits climactériques et non climactériques	80
2. Biosynthèse et action de l'éthylène	81
2.1. Biosynthèse	81
2.2. Mode d'action de l'éthylène : perception et transduction du signal ...	82
3. Développement de l'aptitude à mûrir	84
4. Régulation de la maturation des fruits non climactériques	87
5. Mutants et génotypes à maturation altérée ou modifiée	88
6. Contrôle de la maturation par la biotechnologie	89
7. Effet des facteurs externes sur la maturation	92
7.1. Effets de la température	92
7.2. Rôle de l'oxygène	93
7.3. Effets du CO ₂	93
7.4. Effets combinés de bas niveaux d'O ₂ et de niveaux élevés de CO ₂	94
7.5. Effets d'autres gaz	94
7.6. Importance de l'humidité relative de l'atmosphère	94
7.7. Effets des rayonnements	95
7.8. Effets d'autres stress	95
Conclusion	95
Références bibliographiques	96

Chapitre 4

Récolte des fruits (Francis Sévila)	103
1. Une mécanisation plus ou moins aboutie	103
1.1. Une mécanisation souhaitée	103
1.2. Une approche systémique nécessaire	104
1.3. Effort de recherche et de développement industriel ancien et significatif : des résultats variables selon les conditions de production	104
2. Généralités techniques sur la récolte mécanisée des fruits	105
2.1. Aides mécaniques à la récolte	105
2.2. Détachement des fruits	106
2.3. Sélectivité en récolte des fruits	107
2.4. Stockage au champ et transport	107
2.5. Qualité des fruits	108
3. Aspects économiques d'une mécanisation de la récolte des fruits	109
4. Exemples de systèmes de récolte mécanisée des arbres fruitiers	110
4.1. Vibreurs de tronc d'arbres fruitiers	110
4.2. Machines de récolte des fruits avec vibreurs	114
4.3. Récolte fruit par fruit des arbres fruitiers	115
4.3.1. Systèmes d'aide mécanique à la récolte	115

4.3.2. Systèmes prototypes de récolte robotisée	115
5. Récolte des baies et du raisin	116
Références bibliographiques	118

Chapitre 5

Fruits frais prêts à l'emploi dits de « 4^e gamme »

(Patrick Varoquaux)

Introduction	119
1. Grands types d'altération, symptômes et prévention	121
1.1. Altérations d'origine physiologique	121
1.1.1. Respiration	121
1.1.2. Sénescence et éthylène	121
1.1.3. Déviation métabolique	123
1.1.4. Maladies physiologiques du froid	123
1.2. Altérations d'origine enzymatique	123
1.2.1. Altération de la couleur	123
1.2.2. Altération de la texture	130
1.2.3. Altération de l'arôme	135
1.3. Altérations d'origine microbiologique et risques hygiéniques	136
1.3.1. Contamination microbienne naturelle des fruits	136
1.3.2. Prévention de la prolifération des micro-organismes	137
2. Fabrication	143
2.1. Lavage et désinfection des fruits entiers	143
2.2. Parage	145
2.3. Lavage – Rinçage	145
2.4. Égouttage	146
2.5. Conditionnement	146
2.5.1. Mélange (cas des salades de fruits) et pesage	147
2.5.2. Conditionnement	147
2.5.3. Injection de gaz	147
2.6. Conservation sous atmosphère modifiée	148
Conclusion	150
Références bibliographiques	151

Chapitre 6

Technologies « douces » de pasteurisation et de stérilisation

(Bernard Cuq et Patrick Varoquaux)

Introduction	159
1. Traitements thermiques de pasteurisation	160
1.1. Traitements thermiques par « effet Joule »	160
1.1.1. Tube à passage de courant (TPC)	160
1.1.2. Chauffage ohmique	164

1.2.	Pasteurisation sous vide et traitements combinés	167
1.2.1.	Pasteurisation de type 5° gamme	167
1.2.2.	Pasteurisation en vrac à la vapeur et sous vide : flash pasteurisation	169
1.2.3.	Traitement par le CO ₂	171
1.2.4.	Traitements flash vapeur et CO ₂	175
2.	Traitements non thermiques de pasteurisation	175
2.1.	Traitements d'ionisation	175
2.1.1.	Radiations ionisantes	176
2.1.2.	Actions des radiations ionisantes	177
2.1.3.	Installations d'ionisation	179
2.1.4.	Applications pour le traitement des fruits	181
2.1.5.	Détection des produits ionisés et réglementation	183
2.1.6.	Conclusion	185
2.2.	Pascalisation	185
2.2.1.	Traitements haute pression	185
2.2.2.	Hautes pressions	185
2.2.3.	Actions des hautes pressions	186
2.2.4.	Équipements de pressurisation	189
2.2.5.	Applications pour le traitement des fruits et produits dérivés	192
2.2.6.	Autres applications	193
2.2.7.	Conclusion	194
2.3.	Champs électriques pulsés	194
2.3.1.	Introduction	194
2.3.2.	Actions des champs électriques	195
2.3.3.	Équipements de traitements par des champs électriques pulsés	201
2.3.4.	Applications des champs électriques pulsés	202
2.3.5.	Conclusion	203
	Références bibliographiques	204

Chapitre 7

Séchage (<i>Jean-Jacques Bimbenet</i>)	209
1. Sécher des fruits : pourquoi ?	209
1.1. Conserver, alléger et créer des propriétés nouvelles	209
1.2. À quoi servent les fruits séchés ?	210
1.3. Quelles sont les qualités recherchées ?	210
1.4. Quelques données économiques sur les fruits secs	211
2. Bases physiques du séchage et du stockage	212
2.1. L'eau et le fruit	212
2.2. Modes de séchage	214
2.2.1. Ébullition	214
2.2.2. Entraînement	215
2.3. Transferts de chaleur et de matière – Cinétiques de séchage	216
2.4. Aspects énergétiques – Bilans de matière et de chaleur	219
2.5. Stockage	220