

**L'USINE
NOUVELLE**

SÉRIE | CHIMIE

Farid Chemat

ÉCO-EXTRACTION DU VÉGÉTAL

Procédés innovants
et solvants alternatifs



DUNOD

TABLE DES MATIÈRES

Préface	V
1 • Éco-extraction : contexte et innovation	1
1.1 Une opération ancienne, de nouveaux modèles économiques	1
1.2 Des savoir-faire et des technologies dans un nouveau contexte	2
1.3 Les six principes de l'éco-extraction	3
1.4 Vers un label « éco-extrait »	25
1.5 Références	25
2 • Intensification des procédés d'extraction par détente instantanée contrôlée DIC	27
2.1 Introduction	27
2.2 Techniques de texturation	28
2.3 Analyse de la DIC	32
2.4 Applications technologiques de la détente instantanée contrôlée DIC	40
2.5 Conclusion	45
2.6 Références	46
3 • Champs électriques pulsés (CEP)	51
3.1 Introduction	51
3.2 Mécanismes des traitements par CEP	52
3.3 Extraction de jus et de solutés	57
3.4 Traitements des suspensions biologiques	67
3.5 Consommation énergétique	70
3.6 Réalisations de traitements CEP à l'échelle pilote	70
3.6 Couplage des CEP avec d'autres traitements physiques	75
3.7 CEP et sécurité alimentaire	75
3.8 Conclusion	76
3.9 Références	77

4 • Extraction assistée par ultrasons	91
4.1 Introduction	91
4.2 Ultrasons et cavitation acoustique	92
4.3 Sonochimie, sonoluminescence et phénomène de cavitation hétérogène	94
4.4 Applications des ultrasons dans l'industrie	98
4.5 Les réacteurs à ultrasons : du laboratoire au pilote industriel	103
4.6 Applications de l'extraction par ultrasons aux produits naturels	105
4.7 Applications industrielles de l'extraction assistée par ultrasons	111
4.8 Coût, investissement et impact environnemental	114
4.9 Références	115
5 • Extraction assistée par micro-ondes	119
5.1 Introduction	119
5.2 Généralités sur les micro-ondes	119
5.3 Applications industrielles du chauffage micro-ondes	130
5.4 Les différentes techniques d'extraction par micro-ondes	133
5.5 Applications de l'extraction micro-ondes dans les produits naturels	139
5.6 Compréhension de l'extraction assistée par micro-ondes	144
5.7 Applications de l'extraction micro-ondes en industrie	148
5.8 Références	149
6 • Extraction assistée par induction thermomagnétique directe (ITMD)	155
6.1 Introduction	155
6.2 Principe	156
6.3 Mise en œuvre de l'extracteur assisté par induction thermomagnétique directe	156
6.4 Changement structural des tissus de la graine et ITMD	161
6.5 Conclusions et perspectives	165
6.6 Matériel utilisé	165
6.7 Références	166
7 • Les agrosolvants en extraction	169
7.1 Introduction	169
7.2 Panorama des agrosolvants	170
7.3 Les paramètres de solubilité : une approche prédictive de la performance des agrosolvants	181
7.4 Les hydrotropes ou solvo-surfactants	190
7.5 Conclusion	197
7.6 Références	197

8 • Extraction par flash-détente	207
8.1 Principe	207
8.2 Matériel et méthodes de chauffage	209
8.3 Applications	213
8.4 Références	227
9 • Extraction par fluide supercritique	231
9.1 Introduction	231
9.2 L'extraction par fluide supercritique	239
9.3 Applications industrielles	245
9.4 Aspects économiques	253
9.5 Conclusion	255
9.6 Références	257
10 • Extraction par eau subcritique	259
10.1 Introduction	259
10.2 Les propriétés de l'eau subcritique	260
10.3 Mise en œuvre du procédé au laboratoire	262
10.4 Étapes de l'extraction et modélisation	264
10.5 Influence des paramètres opératoires	269
10.6 Extraction par eau subcritique de composés d'intérêt d'origine végétale	273
10.7 Références	283
11 • Extraction, séparation et purification : du végétal à l'éco-extrait	289
11.1 Opérations unitaires complémentaires de l'extraction	290
11.2 Productions d'extraits à partir de végétaux tropicaux à l'échelle pilote et par des PME du Sud	300
11.3 Combinaison des techniques d'extraction	309
11.4 Conclusion générale	316
11.5 Références	316
Index	321