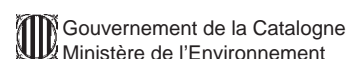
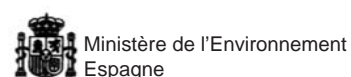


MÉDITERRANÉE

Prévention de la Pollution dans les Procédés de Mise en **Conserve des Aliments**

production PROPRE

Centre d'Activités Régionales pour la Production Propre (CAR/PP)
Plan d'Action pour la Méditerranée



Note : Cette publication peut être reproduite intégralement ou partiellement à des fins pédagogiques et non lucratives sans autorisation spéciale du Centre d'Activités Régionales pour la Production Propre (CAR/PP), à condition que sa source soit proprement mentionnée. Le CAR/PP serait reconnaissant de recevoir un exemplaire de toutes les publications qui ont utilisé ce matériel comme source.

Cette publication ne peut être vendue ni utilisée à quelque fin commerciale que ce soit sans autorisation préalable de la part du CAR/PP

Si vous trouvez quelque part de cette étude que peut être perfectionnée ou il y a quelque imprécision, nous vous serons très reconnaissants si vous pouviez nous informer.

Document fini au janvier 2000

Document publié au novembre 2000

Demande de copies supplémentaires ou d'informations peuvent être adressées à :

Centre d'Activités Régionales pour la Production Propre (CAR/PP)

C/ París, 184 – 3ª planta
08036 Barcelone (Espagne)
Tf. +34 93 415 11 12 – Fax +34 93 237 02 86
e-mail: cleanpro@cema-sa.org
Web page : <http://www.cema-sa.org>

SOMMARIE

CHAPITRE I

ANTÉCÉDENTS ET INTRODUCTION	9
1.1 CADRE	9
1.1.1 <i>Objectif</i>	9
1.1.2 <i>Portée</i>	9
1.2 MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE	10
1.3 STRUCTURE DU RAPPORT DE L'ÉTUDE	11
1.3.1 <i>Principaux aliments en conserve dans la région méditerranéenne</i>	11
1.3.2 <i>Procédés d'élaboration de conserves et aspects et impacts environnementaux</i>	12
1.3.3 <i>Opportunités de prévention de la pollution à la source</i>	12
1.3.4 <i>Propositions et conclusions finales</i>	12
1.4 L'ALIMENTATION ET L'INDUSTRIE DES CONSERVES EN RÉGION MÉDITERRANÉENNE	13

CHAPITRE II

PRINCIPAUX ALIMENTS EN CONSERVE DE LA RÉGION MÉDITERRANÉENNE	15
2.1 DESCRIPTION DES FAMILLES DE TRAITEMENT DES CONSERVES	15
2.1.1 <i>Familles dérivées des produits de la pêche</i>	15
2.1.1.1 Famille 1. Conserves de thonidés	15
2.1.1.2 Famille 2. Conserves de clupéiformes, maquereau et aiguille	16
2.1.1.4 Famille 4. Conserves de mollusques	16
2.1.1.5 Famille 5. Semi-conserves d'anchois frais et de clupéiformes	17
2.1.1.6 Famille 6. Autres conserves dérivées des produits de la pêche	17
2.1.2 <i>Familles dérivées des fruits</i>	17
2.1.2.1 Famille 7. Jus et nectars	18
2.1.2.2 Famille 8. Confitures et marmelades	18
2.1.2.3 Famille 9. Fruits au sirop	18
2.1.3 <i>Familles dérivées des légumes et autres végétaux</i>	18
2.1.3.1 Famille 10. Conserves de légumes et autres végétaux au naturel	18
2.1.3.2 Famille 11. Conserves de légumes et autres végétaux en saumure (conserves vinaigrées)	19
2.1.4 <i>Familles dérivées des champignons</i>	19
2.1.4.1 Famille 12. Conserves de champignons au naturel	19
2.1.5 <i>Familles dérivées des viandes</i>	19
2.1.5.1 Famille 13. Conserves de viande	19
2.1.6 <i>Autres</i>	20
2.1.6.1 Famille 14. Plats préparés en conserve	20
2.2 PRINCIPALES ZONES DE PRODUCTION ET CARACTÉRISTIQUES	22
2.2.1 <i>Situation générale du secteur agroalimentaire dans la Région Méditerranéenne</i>	22
2.2.2 <i>Zones de production et caractéristiques</i>	26
2.2.2.1 Albanie	26
2.2.2.2 Algérie	27
2.2.2.3 Bosnie-Herzégovine	27
2.2.2.4 Chypre	27
2.2.2.5 Croatie	28
2.2.2.6 Égypte	28
2.2.2.7 Slovénie	29
2.2.2.8 Espagne	29

2.2.2.9	France	30
2.2.2.10	Grèce	30
2.2.2.11	Israël	31
2.2.2.12	Italie	31
2.2.2.13	Liban	32
2.2.2.14	Libye	33
2.2.2.15	Malte	33
2.2.2.16	Maroc	33
2.2.2.17	Monaco	34
2.2.2.18	Syrie	34
2.2.2.19	Tunisie	35
2.2.2.20	Turquie	35

CHAPITRE III

PROCÉDÉS D'ÉLABORATION DES CONSERVES ET ASPECTS

ENVIRONNEMENTAUX	37
3.1 OPÉRATIONS UNITAIRES GÉNÉRALES	38
3.1.1 <i>Procédé général de l'industrie des conserves</i>	39
3.1.2 <i>Opérations unitaires et aspects environnementaux</i>	40
3.1.2.1 Nettoyage des récipients	40
3.1.2.2 Préparation liquide de couverture	41
3.1.2.3 Remplissage des récipients et élimination de l'air occlus	41
3.1.2.4 Fermeture des récipients	43
3.1.2.5 Stérilisation	44
3.1.2.6 Système de charges	44
3.1.2.7 Système en continu	46
3.1.2.8 Pasteurisation	49
3.1.2.9 Système LTLT pour produits conditionnés	49
3.1.2.10 Système HSTT	50
3.1.2.11 Conditionnement final (refroidissement, étiquetage, encaissement, palettisation)	52
3.2 TRAITEMENT DES CONSERVES DE POISSON	53
3.2.1 <i>Procédés</i>	53
3.2.1.1 Thonidés	53
3.2.1.2 Clupéiformes, maquereau et aiguille	56
3.2.1.2.1 Traitement du maquereau	56
3.2.1.3 Céphalopodes	58
3.2.1.4 Mollusques	60
3.2.2 <i>Opérations unitaires et aspects environnementaux</i>	63
3.2.2.1 Déchargement	63
3.2.2.2 Élimination des parties indésirables du poisson	64
3.2.2.3 Decoupage en filets	68
3.2.2.4 Séparation de la chair	68
3.2.2.5 Nettoyage du poisson	68
3.2.2.6 Cuisson	71
3.2.3 <i>Aspects environnementaux et impacts sur l'environnement</i>	72
3.2.3.1 Considération générales	72
3.2.3.2 Consommation d'eau	74
3.2.3.3 Consommation d'énergie	75
3.2.3.4 Émissions dans l'atmosphère	75
3.2.3.5 Eaux résiduelles	77
3.2.3.6 Déchets solides organiques	81
3.3 TRAITEMENT DES FRUITS ET LÉGUMES	82
3.3.1 <i>Procédés</i>	82

3.3.1.1	Nectars et jus	82
3.3.1.2	Confitures et marmelades	84
3.3.1.3	Conserves de fruits au sirop	87
3.3.1.4	Conserves de végétaux au naturel	89
3.3.1.4.1	Traitement des asperges	89
3.3.1.4.2	Traitement des poivrons en conserve	91
3.3.1.4.3	Traitement des cœurs d'artichaut en conserve	92
3.3.1.4.4	Traitement des haricots verts	94
3.3.1.5	Conserves de végétaux en saumure (conserves au vinaigre)	96
3.3.1.6	Conserves de champignons	97
3.3.2	<i>Opérations unitaires et aspects environnementaux</i>	99
3.3.2.1	Déchargement	99
3.3.2.2	Lavage	100
3.3.2.3	Inspection Tri	101
3.3.2.4	Classification ou calibrage	102
3.3.2.5	Pelage	108
3.3.2.6	Découpage	108
3.3.2.7	Échaudage	109
3.3.2.8	Concentration ou évaporation	112
3.3.3	<i>Aspects environnementaux et impacts sur l'environnement</i>	113
3.3.3.1	Considérations générales	113
3.3.3.2	Consommation d'énergie	114
3.3.3.3	Émissions dans l'atmosphère	115
3.3.3.4	Consommation d'eau	117
3.3.3.5	Eaux résiduaires	117
3.3.3.6	Déchets solides organiques	120
3.4	TRAITEMENT DES CONSERVES DE PRÉPARATIONS CARNÉES ET DES PLATS PRÉPARÉS	121
3.4.1	<i>Procédés</i>	121
3.4.1.1	Conserves de pâté	121
3.4.1.2	Charcuterie moulée cuite	123
3.4.2	<i>Opérations unitaires et aspects environnementaux</i>	126
3.4.2.1	Réception matières premières	126
3.4.2.2	Conditionnement des matières premières	127
3.4.2.3	Hachage et mélange	128
3.4.2.4	Moulage	129
3.4.2.5	Injection de saumure	130
3.4.2.6	Malaxage	131
3.4.2.7	Échaudage ou cuisson	132
3.4.3	<i>Aspects environnementaux et impacts sur l'environnement</i>	134
3.4.3.1	Considérations générales	134
3.4.3.2	Consommation d'énergie	136
3.4.3.3	Émissions dans l'atmosphère	136
3.4.3.4	Consommation d'eau	138
3.4.3.5	Eaux résiduaires	139
3.5	OPÉRATIONS AUXILIAIRES DANS L'ÉLABORATION DE CONSERVES ET ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX	140
3.5.1	<i>Nettoyages des structures</i>	140
3.5.1.1	Description de l'opération	140
3.5.1.2	Aspects environnementaux	141
3.5.2	<i>Production d'énergie</i>	142
3.5.2.1	Électricité	142
3.5.2.2	Combustibles fossiles	143
3.5.3	<i>Stockage réfrigéré et congélation des matières premières</i>	145
3.5.4	<i>Épuration des eaux résiduaires</i>	147

CHAPITRE IV

OPPORTUNITÉS DE PRÉVENTION DE LA POLLUTION À LA SOURCE	151
4.1 OPC 01. MINIMISER LA CONSOMMATION D'EAU LORS DU NETTOYAGE DE LA MATIÈRE PREMIÈRE OU DU PRODUIT INTERMÉDIAIRE	154
4.1.1 <i>Introduction</i>	154
4.1.2 <i>Aspects techniques et facteurs</i>	154
4.1.2.1 Optimisation des paramètres de l'opération	154
4.1.2.2 Prénettoyage à l'air comprimé et/ou par vibration	156
4.1.2.3 Recyclage de l'eau de nettoyage	157
4.1.2.4 Conception de l'opération en multiples étapes avec recyclage	159
4.1.3 <i>Améliorations</i>	160
4.1.4 <i>Exemples d'application</i>	160
4.2 OPC 02 ADAPTATION DES SYSTÈMES DE SÉPARATION DU PRODUIT	161
4.2.1 <i>Introduction</i>	161
4.2.2 <i>Aspects techniques et facteurs</i>	161
4.2.2.1 Catégorisation	162
4.2.2.2 Réglage du tranchage automatique du poisson	163
4.2.2.3 Éviscération automatique du poisson par succion	163
4.2.2.4 Réglage automatique de la machine	164
4.2.2.5 Utilisation du rejet du tranchage	165
4.2.3 <i>Améliorations</i>	166
4.2.4 <i>Exemples d'application</i>	167
4.3 OPC 03. SÉPARATION ET RECYCLAGE DES EAUX RÉSIDUAIRES ENTRE LES ÉTAPES DU PROPRE PROCESSUS	167
4.3.1 <i>Introduction</i>	167
4.3.2 <i>Aspects techniques et facteurs</i>	168
4.3.3 <i>Améliorations</i>	169
4.3.4 <i>Exemples d'application</i>	169
4.4 OPC 04. PELAGE ALCALIN À SEC	170
4.4.1 <i>Introduction</i>	170
4.4.2 <i>Aspects techniques et facteurs</i>	171
4.4.3 <i>Améliorations</i>	172
4.4.4 <i>Exemples d'application</i>	172
4.5 OPC 05. PELAGE THERMIQUE DE HAUTE EFFICACITÉ	173
4.5.1 <i>Introduction</i>	173
4.5.2 <i>Aspects techniques</i>	173
4.5.2.1 Vapeur à pression	173
4.5.2.2 Vapeur à pression et sous vide	174
4.5.2.3 Congélation	174
4.5.3 <i>Facteurs conditionnants</i>	174
4.5.4 <i>Améliorations</i>	175
4.6 OPC 06. AJUSTAGE DU DOSAGE DE SEL ET RÉUTILISATION DE SAUMURES	175
4.6.1 <i>Introduction</i>	175
4.6.2 <i>Aspects techniques</i>	175
4.6.2.1 Diminution de la concentration en sel	176
4.6.2.2 Régénération de saumures	176
4.6.3 <i>Facteurs conditionnants</i>	177
4.6.4 <i>Améliorations</i>	177
4.6.5 <i>Exemples d'application</i>	178
4.7 OPC 07. OPTIMISATION DE LA STÉRILISATION	179
4.7.1 <i>Introduction</i>	179
4.7.2 <i>Aspects techniques et facteurs</i>	179
4.7.3 <i>Améliorations</i>	181

4.7.4 Exemples d'application	181
4.8 OPC 08. FERMER LES CIRCUITS DE REFROIDISSEMENT	182
4.8.1 Introduction	182
4.8.2 Aspects techniques et facteurs conditionnants	182
4.8.3 Améliorations	183
4.8.4 Exemples d'application	183
4.9 OPC 09. SYSTÈMES CIP (CLEANING IN PLACE) POUR LE NETTOYAGE D'ÉQUIPEMENTS ET DE CONDUITES	184
4.9.1 Introduction	184
4.9.2 Aspects techniques et facteurs	184
4.9.2.1 Utilisation du produit et élimination de la saleté en tant que déchet solide.	185
4.9.2.2 Utilisation des eaux de rinçage ou d'autres eaux propres pouvant être générées dans d'autres activités de l'installation.	185
4.9.2.3 Réutilisation des solutions alcalines et acides utilisées comme détergents	185
4.9.2.4 Récupération de l'énergie utilisée pour chauffer les solutions détergentes	186
4.9.3 Améliorations	186
4.10 OPC 10. ÉVITER L'ENTRÉE DANS L'AUTOCLAVE DE BOÎTES DE CONSERVE ENDOMMAGÉES	186
4.10.1 Introduction	186
4.10.2 Aspects techniques et facteurs conditionnants	187
4.10.3 Améliorations	187
4.10.4 Exemples d'application	188
4.11 OPC 11 UTILISER LE TRANSPORT PNEUMATIQUE AU LIEU D'UN CANAL D'EAU COMME SYSTÈME DE TRANSPORT DE PRODUIT	188
4.11.1 Introduction	188
4.11.2 Aspects techniques et facteurs conditionnants	189
4.11.2.1 Décharges de poisson	189
4.11.2.2 Transport sec	190
4.11.3 Améliorations	192
4.11.4 Exemples d'application	193
4.12 OPC 12. AUTOCONTRÔLE DU PROCESSUS AVEC LE HACCP	193
4.12.1 Introduction	193
4.12.2 Aspects techniques et facteurs conditionnants	194
4.12.3 Améliorations	195
4.12.4 Exemples d'application	196
4.13 OPC 13. NETTOYAGE STRUCTUREL AVEC UN SYSTÈME À BASSE PRESSION AVEC DE LA MOUSSE OU À HAUTE PRESSION.	196
4.13.1 Introduction	196
4.13.2 Aspects techniques et facteurs conditionnants	196
4.13.2.1 Nettoyage à haute pression	197
4.13.2.2 Nettoyage à basse pression	197
4.13.3 Améliorations	199
4.13.4 Exemples d'application	199
4.14 OPC 14. SÉCHAGE DE SAUMURES À L'ÉNERGIE SOLAIRE	200
4.14.1 Introduction	200
4.14.2 Aspects techniques et facterus conditionnants	200
4.14.3 Améliorations	202
4.14.4 Exemples d'application	203
4.15 OPC 15. BIOCONVERSION DE DÉCHETS DE PÊCHE PAR FERMENTATION ACIDE-LACTIQUE 1	203
4.15.1 Aspects techniques et facteurs conditionnants	204
4.15.2 Améliorations	204
4.16 OPC 16.ÉPURATION ANAÉROBIE D'EAUX RÉSIDUAIRES DE HAUTE CONCENTRATION ET UTILISATION DU BIOGAZ	205

4.16.1	<i>Introduction</i>	205
4.16.2	<i>Aspects techniques et facteurs conditionnants</i>	205
4.16.3	<i>Facteurs conditionnants</i>	207
4.16.4	<i>Améliorations</i>	207
4.16.5	<i>Exemples d'application</i>	207
4.17	OPC 17. COLLECTE DE LIQUIDES ET DE PARTICULES EN PROVENANCE DES INSTALLATIONS DU PROCÉDÉ AVANT QU'ILS NE TOMBENT PAR TERRE	208
4.17.1	<i>Introduction</i>	208
4.17.2	<i>Aspects techniques et facteurs conditionnants</i>	208
4.17.3	<i>Améliorations</i>	209
4.17.4	<i>Exemples d'application</i>	209
4.18	OPC 18 UTILISATION DE VAPEUR DANS DES ÉVAPORATEURS DE CONCENTRÉ DE FRUIT	210
4.18.1	<i>Introduction</i>	210
4.18.1.1	Évaporateurs de circulation naturelle	210
4.18.1.2	Évaporateurs de circulation forcée	210
4.18.2	<i>Aspects techniques et facteurs</i>	211
4.18.2.1	Multiplés effets	212
4.18.3	<i>Améliorations</i>	212
4.18.4	<i>Exemples d'application</i>	213
4.19	OPC 19. VALORISATION TRADITIONNELLE DE RESTES DE POISSON LORS DE L'ÉLABORATION DE LA FARINE DE POISSON	213
4.19.1	<i>Introduction</i>	213
4.19.2	<i>Aspects techniques et facteurs conditionnants</i>	214
4.19.3	<i>Améliorations</i>	215
4.19.4	<i>Exemples d'application</i>	215
4.20	OPC 20. OPTIMISATION DE L'APPROVISIONNEMENT EN MATIÈRES PREMIÈRES	216
4.20.1	<i>Introduction</i>	216
4.20.2	<i>Aspects techniques et facteurs conditionnants</i>	216
4.20.3	<i>Améliorations</i>	217
4.21	OPC 21. OPTIMISATION DU GÉNÉRATEUR ET DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION DE LA VAPEUR	218
4.21.1	<i>Introduction</i>	218
4.21.2	<i>Aspects techniques et facteurs conditionnants</i>	218
4.21.3	<i>Améliorations</i>	220
4.21.4	<i>Exemples d'application</i>	220
4.22	OPC 22. OPTIMISATION DE LA CUISSON	220
4.22.1	<i>Introduction</i>	220
4.22.2	<i>Aspects techniques et facteurs conditionnants</i>	221
4.22.3	<i>Améliorations</i>	222
4.22.4	<i>Exemples d'application</i>	222
4.23	OPC 23. VALORISATION DE DÉCHETS ORGANIQUES D'ORIGINE VÉGÉTALE	222
4.23.1	<i>Introduction</i>	222
4.23.2	<i>Aspects techniques et facteurs conditionnants</i>	223
4.23.2.1	Alimentation animale	223
4.23.2.2	Matière première pour l'obtention de combustibles et d'autres produits chimiques	224
4.23.2.3	Source d'ingrédients pour la consommation humaine	224
4.23.3	<i>Améliorations</i>	225
CHAPITRE V		
PROPOSITIONS ET CONCLUSIONS FINALES		227
ANNEXE I SOURCES D'INFORMATION		231
ANNEXE II ADRECEs WEB		237

CHAPITRE I ANTÉCÉDENTS ET INTRODUCTION

1.1 Cadre

1.1.1 Objectif

Le Centre d'Activités Régionales pour la Production Propre (CAR/PP) du Plan d'action pour la Méditerranée a réalisé cette étude sur la prévention de la pollution de l'environnement dans le conditionnement d'aliments en conserve en région méditerranéenne dans le but de rassembler les données pertinentes apportant des renseignements sur l'impact environnemental de l'activité de conditionnement d'aliments en conserve en région méditerranéenne et, notamment, de présenter des opportunités de prévention de la pollution applicables dans ce secteur.

On prétend par là fournir un outil de consultation et de réflexion à des experts et des industriels de la Méditerranée, qui les aidera à prendre les décisions visant l'incorporation de critères écologiques dans la gestion de l'entreprise.

1.1.2 Portée

Cette étude a été faite sur l'activité industrielle destinée à la production de conserves d'aliments aussi bien d'origine végétale que d'origine animale (poisson et viande).

Il existe des différences substantielles sur ce que l'on entend conventionnellement par conserve (aliment mis en boîte métallique ou en verre) et ce qu'est une conserve d'un point de vue technique. Le critère que l'on a suivi pour choisir les familles de produits n'est pas de nature cartésienne, on s'est plutôt fondé sur des considérations écologiques dans l'intention d'arriver à des processus qui seraient difficilement traités dans des études spécifiques. En ce sens, on a préféré réduire la portée de l'étude pour avoir une perspective le moins abstraite possible.

C'est pour les raisons exposées au paragraphe précédent que l'on n'a pas considéré, dans cette étude, les conserves de lait (lait stérilisé et lait UHT), l'activité des abattoirs, ainsi que les produits de la viande fumée, ceux-ci méritant une attention particulière.

1.2 Méthodologie de l'étude

La stratégie employée pour développer cette étude est résumée à travers les points suivants :

- Donner priorité à l'étude sur les produits les plus significatifs de chaque zone, et, en général, de toute la Région méditerranéenne.
- Établir des niveaux de données s'organisant autour de la zone et ayant supposé à chaque niveau un degré supérieur de profondeur jusqu'à arriver aux opportunités de prévention de la pollution.
- Tenir ouverts tous les niveaux de données pendant le projet et, à l'approche de la date de délivrance, procéder à une fermeture séquentielle par niveaux jusqu'à la consolidation du rapport.
- Fonder l'étude sur des sources documentaires, sur Internet et sur des consultations télématiques. Si les informations venaient à manquer, faites un travail de recherche directement sur le terrain.

Le projet a été structuré autour de la recherche des sept niveaux suivants :

N1. Types d'aliments et d'emballages (type de produit, de format et de matériel d'emballage).

N2. Technologies de conditionnement (transformation préalable de l'aliment, traitement de conservation et d'emballage proprement dit).

N3. Opérations auxiliaires aux technologies de conditionnement (vapeur, nettoyage, traitement d'eau, logistique du matériel).

N4. Caractéristiques des aspects environnementaux découlant des technologies de conditionnement et des opérations correspondantes auxiliaires.

N5. Impact environnemental des courants résiduels et problématique dans le cadre de la situation environnementale des pays de la Région méditerranéenne.

N6. Opportunités pour prévenir la pollution à la source des technologies identifiées en vantant la contribution à la diminution de l'impact environnemental.

Afin de compiler l'information efficacement, le processus de recherche a été divisé en deux grandes étapes :

Compilation générale d'information. Lors de ce processus, on a compilé l'information de tous les niveaux à partir des sources suivantes :

- Bibliothèques et fonds documentaires
- Organismes officiels et associations de fabricants
- Documents de fabricants d'équipements pour réaliser les opérations étudiées

Compilation spécifique. Sur la base de l'analyse de l'information obtenue, on a identifié les manques d'information. On a également identifié des points de consultation. Afin de pourvoir aux manques d'information, on a rédigé des questionnaires adressés aux points identifiés. Les points de consultation ont été les :

- Fabricants
- Associations de fabricants
- Associations de consommateurs
- Experts-conseils
- Fournisseurs d'équipements de technologie et d'emballage
- Entités liées à la qualité de l'environnement

Sur la base de ces données compilées, on a rédigé la présente étude.

1.3 Structure du rapport de l'étude

L'étude a été structurée en fonction des points suivants :

1.3.1 Principaux aliments en conserve dans la région méditerranéenne

On présente une vision générale de la production primaire d'aliments destinés aux conserves dans la région méditerranéenne, ainsi que les aspects les plus saillants de chaque état la composant.

Ensuite, les différents produits, qui seront la base de l'étude des chapitres à venir, sont classés par famille.

1.3.2 Procédés d'élaboration de conserves et aspects et impacts environnementaux

On revoie rapidement les principaux procédés d'élaboration pour chacune des familles, on énumère et quantifie les principaux aspects environnementaux et on évalue sur divers plans les impacts environnementaux de ce secteur. On analyse aussi de la même manière les opérations auxiliaires.

Ce point a été structuré suivant un schéma particulier qui est détaillé à l'introduction du chapitre afin de pouvoir décrire le plus fidèlement possible les aspects communs mais aussi les aspects spécifiques du secteur.

1.3.3 Opportunités de prévention de la pollution à la source

On a sélectionné intuitivement les opportunités de prévention de la pollution les plus significatives pour le secteur, en détaillant les procédés pour lesquels elles sont plus significatives.

On y décrit les opportunités décelées pour l'industrie des conserves qui, en général, minimiseront l'impact sur le milieu d'après le schéma suivant :

- Introduction
- Aspects techniques
- Conditions
- Améliorations
- Exemples d'application

1.3.4 Propositions et conclusions finales

On compile les principales propositions pour minimiser l'impact sur le milieu et on analyse les principaux défis et tendances de la prévention de la pollution pour ce secteur.

1.4 L'alimentation et l'industrie des conserves en région méditerranéenne

L'alimentation est une activité essentielle de l'espèce humaine. Le type d'alimentation est fortement lié aux ressources naturelles de chaque région. Au fil des années, le type d'alimentation a fini par faire partie de la culture des peuples, car c'est un des éléments culturels dont l'enracinement est très fort chez les individus d'une culture déterminée.

Ces dernières années, ce que l'on appelle la "diète méditerranéenne" a joui d'un grand prestige. De nombreuses études montrent que les Méditerranéens ont moins tendance à souffrir de certaines maladies et que la cause de ce singulier phénomène réside dans les aliments qui composent la diète de cette région, ou, pour être plus exacts, dans la bonne combinaison de ces aliments dans la diète.

Les conserves considérées dans le cadre de cette étude sont un aliment relativement moderne. L'être humain, depuis le début de son évolution, a toujours cherché des systèmes pour conserver dans le temps les ressources alimentaires que la nature lui offrait en surabondance à certaines périodes et lui refusait à d'autres. C'est alors qu'il découvrit la salaison, la maturation, la fumaison et la déshydratation ; mais tous ces procédés modifient sensiblement les caractéristiques de l'aliment frais d'origine. Il fallut attendre les découvertes d'Appert (combinaison de traitement thermique et d'emballage hermétique des aliments) pour pouvoir conserver les aliments dans un état relativement semblable à leur état frais. Quelques années plus tard, ces résultats furent améliorés avec l'introduction des techniques de congélation.

Les conserves constituent le grand apport du XVIII^e siècle au monde de l'alimentation. Grâce à celles-ci, le panorama de l'offre alimentaire s'est vu complètement modifié. Tout à coup, il est possible de conserver pendant des semaines et des mois la viande, le poisson et les végétaux dans un état très semblable à celui qu'ils ont à l'origine. Les conserves représentent toute une révolution pour ceux qui sont chargés d'approvisionner les armées ou pour les responsables d'alimenter les équipages des bateaux lors de leurs longs voyages.

De nos jours, dans les sociétés avancées, grâce à l'apparition des nouvelles technologies, les conserves n'ont plus cette fonction essentielle dans l'alimentation de certaines populations et constituent un aliment de plus dans le large éventail d'aliments qui sont mis à notre portée.

Dans la zone méditerranéenne, on peut trouver une infinité d'aliments commercialisés sous forme de conserves. Il s'agit d'aliments traditionnels de cette zone qui, à l'époque - lorsque les conserves apparurent comme la réponse aux besoins d'alimentation de la société -, furent transformés en conserves. L'industrie des conserves dans la zone méditerranéenne acquiert, au cours du XIX^e siècle et dans les deux premiers tiers du XX^e, un grand essor et un grand développement, qui s'est maintenu jusqu'à nos jours.

La technologie de base pour la production des conserves a peu évolué ces dernières années ; ce qui par contre a notablement changé, ce sont les équipements et les installations conçus pour cette fonction, ainsi que les types d'emballage et les matériaux utilisés.

L'industrie des conserves en Méditerranée est riche en diversité comme l'est elle-même la culture méditerranéenne, inégale quant à son emplacement, enracinée dans la tradition des saveurs particulières des conserves et en profonde transformation afin de donner réponse aux nouveaux défis de l'avenir.

Les nouveaux défis de l'avenir auxquels l'industrie alimentaire doit faire face, et résoudre rapidement, tiennent à la transformation des anciens systèmes de production des aliments - fondés sur l'ancienne perception de l'environnement - en systèmes moins agressifs vis-à-vis de l'environnement. Les principaux axes de cette transformation sont les suivants :

- Utilisation d'énergies renouvelables ne diminuant pas les réserves limitées d'énergie de la planète.
- Utilisation de ressources et de matières premières renouvelables ou soumises à des processus de récupération sûrs.
- Non émission ou rejet de substance susceptible de modifier ou de détériorer l'environnement naturel et la vie qui s'y développe.
- Ne pas élaborer de produits dont la consommation puisse occasionner une diminution des réserves naturelles ou causer une détérioration ou une modification de l'environnement naturel

Cette étude, en présentant une série de stratégies et d'opportunités pour prévenir la pollution et faciliter ainsi la gestion et la prise de décisions dans les entreprises de la Méditerranée consacrées au conditionnement d'aliments en conserve, prétend faire un pas en avant dans ce sens.

CHAPITRE II PRINCIPAUX ALIMENTS EN CONSERVE DE LA RÉGION MÉDITERRANÉENNE

Les aliments en conserve de la Région Méditerranéenne sont très diversifiés ; ils sont adaptés à la nature du produit et aux habitudes alimentaires du marché auquel ils sont destinés.

Afin de poser le problème environnemental de l'ensemble de l'industrie des conserves, nous nous sommes permis de rassembler les conserves en différentes catégories que nous appelons familles ; ces familles regroupent essentiellement des produits dont les matières premières, et les procédés de préparation et de conservation sont similaires. Les familles ainsi établies sont décrites page suivante (tableau 2.1.)

Dans les paragraphes suivants, nous décrivons brièvement les caractéristiques principales des diverses familles traitées.

2.1 Description des familles de traitement des conserves

2.1.1 Familles dérivées des produits de la pêche

2.1.1.1 Famille 1. Conserves de thonidés

Les conserves de thonidés sont des produits obtenus à partir de leurs espèces correspondantes, pratiquement sans écailles, sang, peau ou arêtes.

Afin de pouvoir être considérés comme des conserves, leurs produits sont mis en conserve dans des récipients métalliques hermétiques et sont stérilisés par traitement thermique. Les conserves de thonidés peuvent se présenter sous forme de préparations au vinaigre, à l'huile, ou être accompagnées de différents types de sauces.

Les industries qui élaborent ce type de conserves sont généralement situées sur la côte, même si on en trouve quelques-unes dans les terres. Les industries côtières ont la possibilité d'utiliser de l'eau de mer dûment traitée dans certaines phases de leur processus de production.

2.1.1.2 Famille 2. Conserves de clupéiformes, maquereau et aiguille

Produits obtenus à partir d'espèces comme la *Sardina pilchardus* (sardine), le *Scomber scombrus* (maquereau) ou la *Belone belone* (aiguille), qui sont décapitées et correctement éviscérées.

La mise en conserve se fait avec de l'huile d'olive ou d'autres huiles comestibles, également avec des sauces appropriées. Les récipients sont en métal, ils sont hermétiquement clos et stérilisés par traitement thermique.

La présentation de ces conserves est analogue à celle décrite pour les thonidés.

La majorité des industries qui élaborent des conserves de thonidés se consacrent également à cette famille : elles peuvent ainsi tirer parti des saisons de pêche des différentes espèces et élaborer les différents produits à des périodes précises.

2.1.1.3 Famille 3. Conserves de céphalopodes

Ces conserves sont préparées à partir d'espèces également très diverses, par exemple l'*Octopus sp.* ou *Eledone sp.* (poulpe), le *Loligo sp.* (calamar), le *Sepia officinalis* (sépia) et d'autres variétés analogues et leurs mélanges.

La mise en conserve se fait avec de la saumure, des huiles comestibles ou des sauces appropriées, avec ou sans addition d'encre, d'épices, d'aromatisants ou d'autres ingrédients comestibles, dans des récipients hermétiques et techniquement stérilisés par traitement thermique.

2.1.1.4 Famille 4. Conserves de mollusques

Voici des exemples d'espèces de mollusques utilisées pour l'élaboration des conserves : *Mytilus edulis* (moule), *Venerupis sp.*, *Spisula sp.* ou *Ruditapes sp.* (Clovisse), *Ensis ensis* (couteau), *Pecten maximus* (coquille Saint-Jacques), *Cerastoderma edule* (coque) et autres variétés analogues et leurs mélanges.

La mise en conserve se fait via les moyens de couverture adéquats, dans des récipients hermétiques et convenablement stérilisés par traitement thermique.

2.1.1.5 Famille 5. Semi-conserves d'anchois frais et de clupéiformes

On peut dire que la plupart du temps, l'élaboration de ces conserves est artisanale : en effet, les industries productrices sont souvent petites et peu mécanisées.

Afin d'obtenir des produits de qualité, il faut faire preuve d'une grande attention lors du processus d'élaboration des semi-conserves de poisson, et utiliser des matières premières fraîches aux caractéristiques technologiques homogènes. Ces produits étant des semi-conserves, ils ne sont pas soumis à un traitement thermique et doivent donc de préférence être conservés au froid jusqu'au moment de la consommation.

2.1.1.6 Famille 6. Autres conserves dérivées des produits de la pêche

Cette famille est composée de produits qu'il est difficile de classer dans les familles précédentes ; il faut cependant les prendre en considération étant donné leur importance au niveau de l'industrie et de la consommation.

L'une de ces conserves est le caviar : ce produit est élaboré à partir d'œufs de poissons de diverses espèces, dont l'esturgeon, l'une des plus appréciées. Le caviar est considéré comme un produit de luxe, que seules certaines bourses peuvent s'offrir ; en réalité, il existe une gamme étendue de variétés – les différences se font au niveau de l'espèce d'origine et de la qualité – qui peuvent faciliter son acquisition.

En ce qui concerne le pâté de poisson, ses caractéristiques varient en fonction de la zone de production, et même en fonction des différentes industries productrices faisant partie d'une même région. La base est toujours la même : pâte de poisson émulsionnée ou non, à laquelle on ajoute différents ingrédients, condiments et additifs qui lui donnent ses caractéristiques organoleptiques. Fortement manipulés et pouvant facilement s'altérer, ces produits sont mis en conserve dans des récipients en métal ou en verre et on leur applique un traitement thermique afin d'obtenir la conserve.

2.1.2 Familles dérivées des fruits

Le rôle des fruits est très important dans l'alimentation humaine de la Région Méditerranéenne : en effet, ils fournissent des minéraux et des vitamines essentiels et rendent le régime alimentaire moins monotone.

2.1.2.1 Famille 7. Jus et nectars

On obtient les jus de fruit à partir de procédés mécaniques de liquéfaction ; ainsi, le produit buvable obtenu possède la couleur, l'arôme et le goût caractéristiques des fruits dont il provient.

On obtient le nectar en ajoutant de l'eau et/ou des sucres au jus de fruit.

2.1.2.2 Famille 8. Confitures et marmelades

On entend par confiture le produit obtenu à partir du mélange des sucres et de la pulpe ou purée d'une ou plusieurs espèces de fruits. Le produit obtenu doit avoir une consistance gélifiée.

La marmelade est le produit obtenu par la cuisson de fruits entiers, coupés en morceaux, broyés, tamisés ou non, auxquels on incorpore des sucres jusqu'à l'obtention d'un produit semi-liquide ou épais.

2.1.2.3 Famille 9. Fruits au sirop

Ce sont les préparations obtenues par stérilisation des fruits et par ajout de sirop comme liquide de couverture. Les fruits pourront être entiers, coupés en deux ou en morceaux réguliers.

2.1.3 Familles dérivées des légumes et autres végétaux

Le cas des végétaux est similaire à celui des fruits : ils sont également très importants dans l'alimentation humaine de la Région Méditerranéenne car ils fournissent minéraux et vitamines essentiels et permettent un régime alimentaire plus varié.

2.1.3.1 Famille 10. Conserves de légumes et autres végétaux au naturel

Ce sont les préparations obtenues par stérilisation des végétaux avec ou sans liquide de couverture. Les légumes pourront être entiers ou coupés en morceaux.

Les légumes cuisinés en conserve sont des produits très courants : en plus de conserver toutes leurs propriétés nutritives, ils apportent une grande valeur ajoutée car ils permettent d'éviter le travail de préparation.

Dans le paragraphe sur les sauces sont incluses les conserves à base de végétaux broyés auxquels on ajoute fréquemment des condiments et d'autres ingrédients. L'exemple le plus courant est la sauce tomate, produit très utilisé dans la Région Méditerranéenne.

2.1.3.2 Famille 11. Conserves de légumes et autres végétaux en saumure (conserves vinaigrées)

Végétaux conservés dans la saumure et dans des récipients adéquats. On applique un traitement thermique ou tout autre méthode qui garantit leur conservation.

Les olives méritent une explication particulière : en effet, ce produit est très présent dans toute la Région Méditerranéenne. Le traitement appliqué (ajout de vinaigre) est quasiment le même pour tous les pays, la différence résidant dans les herbes aromatiques et autres condiments ajoutés avant et après la fermentation. La qualité des olives dépend de plusieurs facteurs, mais l'un des plus déterminants est le temps écoulé entre la cueillette du fruit et le début du processus de transformation.

2.1.4 Familles dérivées des champignons

2.1.4.1 Famille 12. Conserves de champignons au naturel

Leur préparation et leur méthode de conservation sont analogues à celles des légumes et autres végétaux au naturel.

La culture des champignons n'est pas courante dans l'agriculture, les producteurs sont peu nombreux et très spécialisés. De plus, les champignons se consomment habituellement frais : le volume de la production de champignons en conserve est donc relativement bas.

2.1.5 Familles dérivées des viandes

2.1.5.1 Famille 13. Conserves de viande

Les excédents de bétail sur pied et de viande obtenue, particulièrement dans les pays du sud, ont augmenté la nécessité de traiter les viandes afin d'optimiser leur utilisation et de réduire la génération de déchets.

Les conserves de cette famille sont obtenues grâce au mélange ou à l'assaisonnement de viandes bovines, porcines ou de volaille, avec ou sans addition d'autres substances autorisées; les préparations sont conservées dans des récipients appropriés, hermétiquement clos, et elles sont prêtes à la consommation directe.

On distingue dans cette famille les pâtés, qui ont pour base une pâte de foie et/ou de viande sous forme de mousse, à laquelle on peut ajouter toutes sortes d'ingrédients et de condiments, ce qui donne au produit ses caractéristiques organoleptiques finales.

D'autres produits tels que certaines charcuteries cuites en conserve (certains types de saucisses, par exemple) seront également pris en considération. Nous examinerons également rapidement le cas des produits carnés cuits en salaison, en raison de leur importance du point de vue des déchets et de la pollution.

2.1.6 Autres

2.1.6.1 Famille 14. Plats préparés en conserve

Le rapide changement de style de vie occasionné par l'urbanisation de tous les pays de la Région Méditerranéenne entraîne un besoin d'aliments simples et rapides à préparer à la qualité contrôlée. L'évolution des plats préparés en conserve va également dans ce sens.

On obtient ces produits grâce à un mélange ou un assaisonnement d'aliments d'origine animale et/ou végétale, avec ou sans addition d'autres substances autorisées ; les préparations obtenues sont conservées dans des récipients appropriés, hermétiquement clos, et elles sont prêtes à la consommation directe (il suffit de les réchauffer ; il est également possible de les accommoder.)

Nous entendons par plats préparés en conserve les seuls plats préparés et mis en conserve comme décrit plus haut et auxquels on applique un traitement thermique (le but de ce traitement est l'obtention d'une durée de vie étendue, c'est-à-dire une haute caducité.)

La qualité nutritive des plats préparés en conserve est favorisée si l'on parvient à éviter, par exemple, l'oxydation des substances nutritives se produisant au cours de la réfrigération d'un produit. Dans le cas contraire, le traitement thermique final auquel sont soumis ces plats peut affecter l'intégrité de certaines substances nutritives.

MATIÈRE PREMIÈRE	N° FAMILLE	DESCRIPTION FAMILLE	EXEMPLES DE PRODUITS	PRÉSENTATION	MÉTHODE DE CONSERVATION	TYPE DU RECIPIENT
PRODUITS DE LA PÊCHE	1	Conserves de thonidés	thon, bonito, sardine	À l'huile, au vinaigre, en sauce	Traitement thermique	Metálico
	2	Conserves de cupleiformés, maquereau et aiguille	sardine, harengs, maquereaux, aiguille	À l'huile, au vinaigre, en sauce	Traitement thermique	Metálico
	3	Conserves de céphalopodes	calamar, sépia, chipirón, poulpe	À l'huile, au vinaigre, en sauce, en encre	Traitement thermique	Metálico
	4	Conserves de mollusques	Moules, clovisse, couteau, coquille, coque	Au naturel, à l'huile, en vinaigre, en encre, en sauce	Traitement thermique	Metálico
	5	Semi-conserves d'anchois frais et de clupéiformes	Anchois, sardine, hareng	À l'huile, au vinaigre, salaison	saumure, maceración	Metálico, vidrio, plástico
	6	Autres produits	caviar, pâté de poisson	En naturel, à l'huile, en saumure	Traitement thermique	Metálico, vidrio, plástico
FRUIT	7	Jus et nectars	Jus et nectar, marmelade et confitures	Exprimiez, sucré, fruits au sirop, concentration	Traitement thermique	Vidrio, plástico, tetra-brick
	8	Confitures et marmelades				
	9	Fruits au sirop				
LÉGUMES ET AUTRES VÉGÉTAUX	10	Conserves de légumes et autres végétaux au naturel	Petits pois, artichaut, haricot vert, asperge, poivron, betterave, tomate, pomme de terre, oignons, poireau, citrouille, carotte, maïs, soja, légumes, ménestrel, sauces	En naturel	Traitement thermique	Metálico, vidrio, plástico, tetra-brick
	11	Conserves de légumes et autres végétales en saumure (conserves vinaigrées)	Olive, cornichons, chou, câpres	En saumure	Saumure (conserves vinaigrées)	Metálico, plástico, vidrio
CHAMPIGNONS	12	Conserves de champignons au naturel	Champignon	Al naturel	Traitement thermique	Metálico, vidrio
VIANDES	13	Conserves de viande	Viande estofada, pâte de viande, foie-gras, ding o pastel de carne, albóndigas, charcuterie moulée cuite	Chaque produit	Traitement thermique	Metálico
AUTRES	14	Plats préparés en conserve	autres	Chaque produit	Traitement thermique	Metálico, plástico, vidrio, tetra-brick

Source: ver Bibliographie

Tableau 2.1. Familles de traitement des conserves

2.2 Principales zones de production et caractéristiques

2.2.1 Situation générale du secteur agroalimentaire dans la Région Méditerranéenne

Le tableau 2.2 présente les indicateurs économiques généraux des pays dans le cadre de cette étude. A partir de ces données, on observe une nette différence entre les pays dont l'économie dépend essentiellement du secteur primaire et ceux dont l'économie est basée sur l'industrie.

Les pays dotés d'un PIB faible et qui consacrent un fort pourcentage de celui-ci à l'agriculture et à la pêche indiquent que la production est destinée à une autoconsommation essentiellement basée sur la subsistance. Par conséquent, ces pays ne possèdent pas de structure industrielle développée pour ces produits.

PAYS	ANNÉE	PIB (EN MILLIARDS EURO, 1998)	AGRICULTURE ET PÊCHE (%PIB)	INDUSTRIE (%PIB)
Albanie	1998	2,60	54,4	24,5
Algérie	1998	39,73	13,4	52,4
Bosnie-Herzégovine	1998	1,85	—	—
Chypre	1998	7,56	—	—
Croatie	1998	17,56	8,9	32,4
Égypte	1998	69,47	17,5	32,3
Slovénie	1998	16,38	4,0	38,6
Espagne	1995	470,06	3,0	—
France	1995	1058,40	2,4	26,6
Grèce	1995	97,44	10,6	17,7
Israël	1998	105,00	—	—
Italie	1995	924,00	2,9	31,5
Liban	1998	14,44	12,4	26,5
Libye	—	—	—	—
Malte	1995	2,94	—	—
Maroc	1998	13,94	32,0	—
Monaco	—	—	—	—
Syrie	1998	14,62	—	—
Tunisie	1998	16,80	12,4	28,4
Turquie	1998	166,99	17,6	25,4

Source : Banque Mondiale

Tableau 2.2. Indicateurs économiques généraux des pays dans le cadre de l'étude

Par ailleurs, certains pays sont dotés d'un PIB fort et consacrent un faible pourcentage de celui-ci au secteur primaire ; de plus, ils possèdent un fort potentiel industriel. En valeurs absolues, ces pays sont les principaux producteurs de matières premières alimentaires, et ils consacrent une large partie de leur production au secteur des produits transformés tels que les conserves.

En conclusion, nous sommes ici en présence de deux groupes de pays bien distincts : dans le premier, l'industrie alimentaire est abondante (en tête, la France, l'Espagne, l'Italie, la Turquie et l'Égypte) ; dans le deuxième, l'industrie agroalimentaire ne joue pas un rôle capital dans l'économie du pays. Les pays du premier groupe se distinguent par leur production de conserves.

Sur un autre plan, il est important de noter que l'industrie alimentaire en général, et l'industrie des conserves en particulier, a dû opérer une restructuration afin de répondre aux modifications sociales de la majeure partie des pays de la Région Méditerranéenne. Nous citerons ici deux modifications particulièrement importantes : la concentration dans les villes d'une grande partie de la population et l'arrivée des femmes sur le marché du travail. Ces modifications ont sans doute entraîné des changements dans l'industrie agroalimentaire.

Le Tableau 2.3, page suivante, présente un bilan de production des matières premières que nous considérons importantes pour l'élaboration des conserves. Cette production est reflétée de manière relativement importante dans la carte de la Figure 2.1. A partir de ces données, on peut établir les considérations suivantes :

- Concernant la pêche, des pays comme la France, l'Espagne, ou le Maroc réalisent les prises les plus importantes de toute la Région Méditerranéenne pour des raisons historiques et de tradition. Il faut cependant tenir compte du fait que ces pays concentrent leur puissante flotte dans les eaux de l'Atlantique et même dans des zones plus lointaines comme le Pacifique, au moyen de grands navires-usines. Le Maroc est un cas particulier, il possède une faible structure industrielle mais détient quelques zones de pêche très riches, ce qui lui permet de réaliser des prises abondantes.
- Des pays comme l'Italie, la Turquie et l'Égypte réalisent en Méditerranée des prises de pêche non négligeables, également grâce à des flottes bien préparées. Les prises en Mer Méditerranée sont basées sur la pêche côtière, de coquillages et de mollusques. Les bancs ne sont pas très importants et les problèmes de surexploitation et de pollution ne permettent pas d'effectuer de grandes prises. L'Italie possède également de grands bateaux de pêche qui naviguent loin de la Méditerranée.

- En ce qui concerne les végétaux et les fruits, la production est fortement conditionnée par les conditions climatiques et la disponibilité en eau de la zone concernée. Ainsi, nous pouvons faire une grande distinction entre les pays de la zone nord de la Méditerranée, qui connaissent peu de problèmes à ce niveau, et ceux de la zone sud et du Proche-Orient, dont la disponibilité en eau ne permet pas de mettre en place une importante production de végétaux et de fruits.
- La structuration des exploitations est également importante pour les végétaux et les fruits. Dans la zone nord (essentiellement l'Espagne, la France, l'Italie, la Grèce, et la Turquie), les exploitations sont généralement importantes et dotées d'un haut rendement, grâce aux conditions de terrain, de climat, et à une forte mécanisation. Dans le sud et au Proche-Orient, c'est tout le contraire, les exploitations sont modestes, le plus souvent familiales, et le rendement est faible. L'Égypte fait cependant exception, car les eaux du Nil permettent l'obtention d'une production abondante de végétaux et de fruits sur le versant tout entier.
- La production de viande est concentrée dans les pays les plus développés, là où la production intensive de bétail est déjà bien établie (France, Espagne et Italie.) De plus, il s'avère que ces pays sont ceux qui possèdent la plus grande tradition de conserves de viande, élaborées le plus souvent à partir de porc. Les pays africains, de tradition islamique, basent leur production de viande sur le bétail ovin et caprin.

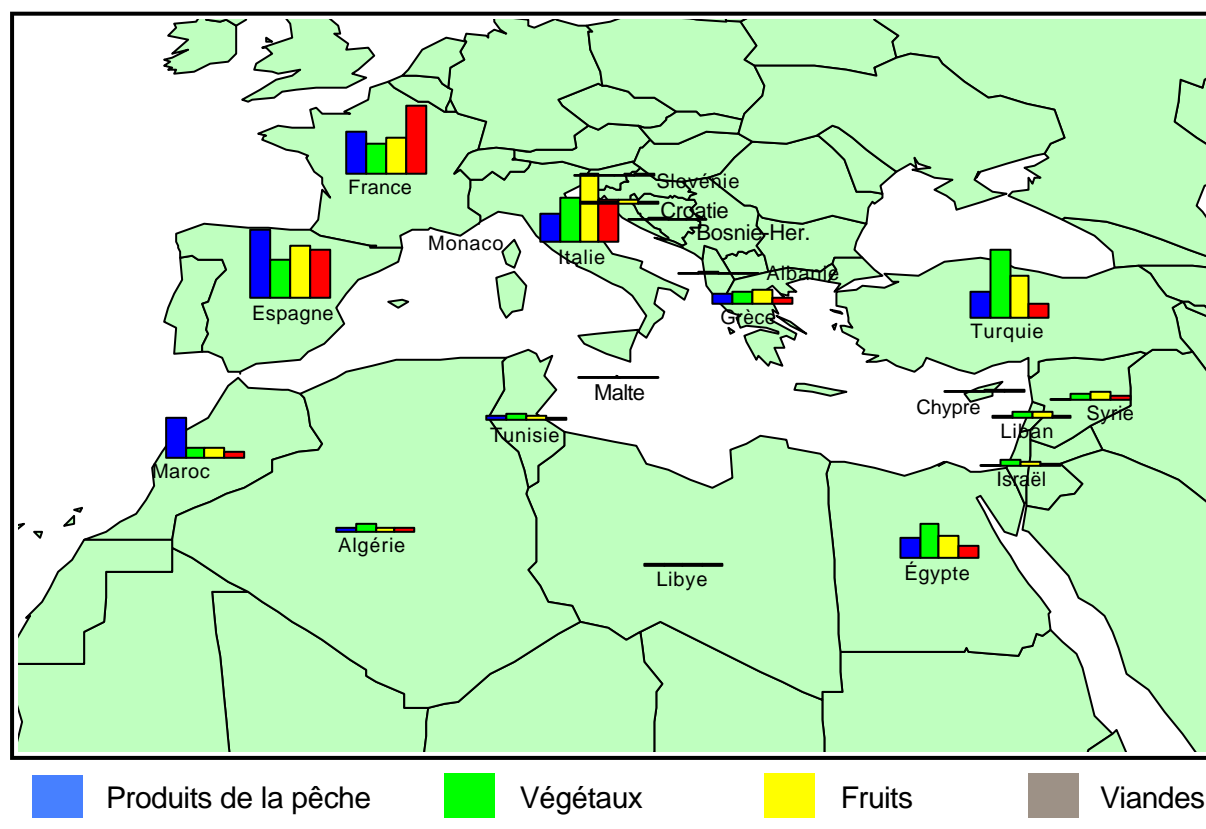


Figure 2.1 carte de production de matières premières.1998

unité: 1.000 Tn métriques

PAYS	PRODUIT DE POISSON			FRUITS			VÉGÉTAUX			VIANDE								
	Production	%	Import	Export	Production	%	Import	Export	Production	%	Import	Export						
Albanie	1	0,02	7	2	168	0,19	69	0	1096	0,77	35	10						
Algérie	99	2,01	5	1	1588	1,84	15	10	4096	2,9	67	4						
Bosnia-Herzégovine	3	0,06	6	0	121	0,14	53	22	1143	0,81	44	16						
Cypr	3	0,06	51	0	298	0,35	26	81	259	0,18	16	29						
Croatie	20	0,41	105	23	776	0,9	164	28	826	0,58	139	19						
Égypte	419	8,5	272	1	7051	8,17	101	286	17577	12,43	12	354						
Espagne	1341	27,19	1790	827	16046	18,6	1146	6607	19070	13,48	677	7165						
France	830	16,83	1889	549	11291	13,09	6555	2849	14972	10,58	4056	2949						
Grèce	214	4,34	322	73	4336	5,03	384	1880	6168	4,36	188	1116						
Israël	23	0,47	238	1	1601	1,86	169	683	2836	2	75	398						
Italie	562	11,39	1413	223	21059	24,41	2514	5287	23255	16,44	1691	4954						
Liban	4	0,08	39	0	1756	2,04	37	197	2266	1,6	223	55						
Libye	33	0,67	29	6	468	0,53	41	1	1314	0,93	390	35						
Malte	3	0,06	26	2	27	0,03	61	0	84	0,06	16	0						
Maroc	786	15,94	49	267	3088	3,58	24	583	5656	4	13	387						
Monaco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Slovénie	3	0,06	32	3	269	0,31	152	38	175	0,12	129	12						
Syrie	0	0	0	0	2269	2,63	70	174	3107	2,2	0	337						
Tunisie	89	1,8	11	16	1171	1,36	23	52	2867	2,03	84	84						
Turquie	499	10,12	276	61	12887	14,94	188	2373	34680	24,52	39	1426						
TOTALES	4932	100			86259	100			141447	100			20888	100			362	406

Source : FAO
Tableau 2.3 Balance de Matière première en 1998

2.2.2 Zones de production et caractéristiques

Voici les vingt pays inclus dans cette étude et qui composent le littoral méditerranéen :

Albanie	Égypte	Israël	Maroc
Algérie	Slovénie	Italie	Monaco
Bosnie-Herzégovine	Espagne	Liban	Syrie
Chypre	France	Libye	Tunisie
Croatie	Grèce	Malte	Turquie

Nous allons maintenant détailler les caractéristiques de ces vingt pays du point de vue de la production primaire, de l'industrie agroalimentaire en général et de l'industrie des conserves en particulier.

2.2.2.1 Albanie

60% de la population du pays se consacre à l'agriculture, ce qui prouve l'importance du secteur. Voici les principales cultures : agrumes, raisins, olives, pommes de terre, betterave à sucre, maïs, et végétaux en général. L'utilisation des excédents du marché "frais" comme matière première est fréquente, il n'existe pratiquement aucune culture destinée à ce type d'industrie.

A l'instar des industries d'élaboration de conserves de poisson et de mollusques, les industries de traitement des fruits et végétaux en conserve sont présentes sur tout le territoire, bien que leur production globale ne soit pas abondante.

Voici les principales zones de production de fruits et végétaux en conserve : Vlora, Fier, Shijak, Elbasan et Shkoder.

En ce qui concerne les poissons et mollusques en conserve, il faut noter que les industries qui se consacrent à cette activité sont équipées de machines relativement obsolètes provenant le plus souvent des Pays de l'Est. Ce facteur joue un rôle énorme du point de vue de la génération de déchets provoquée par ces entreprises. Voici les principales zones de production de ce type de conserves : Vlora, Durres, Lezha, Saranda et Korca.

La transformation du reste des familles décrites n'est pas très importante, car le problème d'équipement (machines obsolètes) que connaît le pays est le même que celui de la majorité des industries des conserves. Il faut également noter que jusqu'à maintenant, l'Albanie a été un important pays exportateur de produits en conserve vers les Pays de l'Est.

2.2.2.2 Algérie

Les principales cultures à partir desquelles on produit les conserves sont les agrumes, les olives, les dattes et les végétaux en général. Il est à noter qu'une forte proportion des dattes produites est destinée à l'exportation, bien qu'il soit impossible de les considérer comme des conserves au sens strict (d'après notre définition de départ.)

On note dans le pays une augmentation de la production des sauces et des jus de tomate, si bien que dernièrement, l'ensemencement et la récolte de ce légume est en augmentation.

En Algérie, l'industrie des conserves spécialisée dans les produits de la pêche reste sous-développée malgré le grand territoire maritime contrôlé par le pays. Afin d'améliorer la situation et d'exploiter la richesse de ses eaux, l'Algérie a passé des alliances avec des industries mauritaniennes ou sénégalaises. Le pays tente également de moderniser ses ports afin d'accroître leur efficacité, mais les résultats ne sont absolument pas satisfaisants.

2.2.2.3 Bosnie-Herzégovine

On considère que l'industrie alimentaire est le secteur le plus important du pays. Après la guerre, ce secteur est celui qui a été le plus développé et l'on pense qu'il couvre en ce moment 65 % des nécessités internes.

Suivant des données de 1999, 58 industries consacrées à la conservation des aliments sont actuellement en fonctionnement dans ce pays. Ces industries se concentrent surtout dans les zones de grandes villes telles que Sarajevo, Mostar, Tuzla ou Zenica.

2.2.2.4 Chypre

Quasiment 47% de la superficie de Chypre est cultivée, et l'agriculture et l'élevage assurent la subsistance de la majorité de la population. Néanmoins, malgré l'investissement rural, la production agricole est insuffisante pour répondre à la demande intérieure ; par conséquent, les produits alimentaires font partie des principales importations.

Les principales cultures sont les pommes de terre, les raisins, les agrumes, l'orge, le blé, les caroubes et les olives. Notons l'importance de l'élevage, principalement l'élevage ovin et caprin, bien que le pays pratique également l'élevage porcin, bovin, etc. Les produits lactés comme le fromage et le yaourt ont pour origine le lait de brebis et de chèvre. Par ailleurs, la pêche n'est pas une source de richesse significative.

Malgré sa taille modeste, le pays possède également une structure industrielle consacrée aux aliments en conserve. La production étant presque exclusivement destinée à la consommation interne, l'exportation de ces produits est rare.

On note une baisse de la production des conserves à partir de 1995. Cette année-là, la production atteignait 9,5 t ; en 1998, le total diminuait approximativement de moitié (4,7 t).

2.2.2.5 Croatie

La pacification de cette zone de l'ex - Yougoslavie en 1995 a supposé d'importants progrès et a permis l'affluence de capitaux étrangers, la reprise de la consommation et l'augmentation de la production industrielle.

En ce qui concerne les cultures, il faut dire qu'en Croatie le poids de l'agriculture est faible, et cette situation n'a fait qu'empirer ces dernières années. Les principales cultures sont le blé, le maïs, la betterave à sucre, l'orge, et le tournesol.

La pêche est une activité très importante, les prises atteignent environ 20000 t par an (voir tableau de bilan des matières premières) ; de même, la production de pêche en viviers est en plein développement.

Cette industrie, ainsi que l'industrie minière, fournit actuellement 20% du PIB, bien que l'industrie alimentaire ne fasse pas partie des secteurs les plus saillants : la Croatie est clairement un pays importateur de produits alimentaires manufacturés. 80% de l'industrie est concentrée dans la région centrale de Zagreb-Sisak-Karlovak.

2.2.2.6 Égypte

L'industrie agroalimentaire égyptienne est un secteur en pleine ascension : le pays fait actuellement de gros efforts pour réduire les excédents présents sur les marchés de produits frais.

Voici les principaux produits mis en conserve en Égypte : fruits, jus et concentrés de fruits, végétaux (particulièrement les légumes et les dérivés de la tomate), poisson en conserve et semi-conserves de hareng (aliments fumés.)

Une vaste gamme de fruits est traitée (jus, concentrés, marmelades, confitures, et sirop.) Leur production est saisonnière, comme dans les autres pays de la Région Méditerranéenne. Les légumes et autres végétaux suivent le même mode de production.

Les industries de traitement des aliments égyptiens sont pour la plupart situées dans la zone de Sharkia, Cairo et Guiza, et leur volume de production est modeste/moyen.

L'Égypte connaît actuellement une lente croissance de la production de son industrie alimentaire; ce facteur est facilité par une capacité productive que le pays n'exploitait pas dans sa totalité jusqu'à maintenant.

2.2.2.7 Slovénie

Ce pays se consacre par-dessus tout à l'agriculture, et sa structure industrielle est faible. La production laitière et l'élevage de bétail dominent le secteur agricole. Les principales cultures sont le maïs, les pommes de terre et le blé.

L'industrie slovène constitue 38,89% du PIB. Les principales industries de la République sont l'électronique, les machines électriques, métallurgiques et les véhicules à moteur ; l'industrie alimentaire n'est donc pas l'un des principaux secteurs du pays.

Concernant les conserves, les principaux produits de cette catégorie sont les jus de fruits et les végétaux ; à la deuxième place, on trouve les viandes transformées.

2.2.2.8 Espagne

L'Espagne est l'un des plus grands producteurs de conserves de la Région Méditerranéenne avec la France, l'Italie, le Maroc ou la Turquie.

Par tradition, l'Espagne est un pays agricole ; elle reste aujourd'hui l'un des plus grands producteurs en Europe occidentale. Les principales cultures du pays sont le blé, l'orge, la betterave à sucre, le maïs, les pommes de terre, le seigle, l'avoine, le riz, les tomates et les oignons. L'Espagne possède également d'importants vignobles ainsi que des vergers d'agrumes et des oliveraies.

L'industrie des conserves espagnole comprend tout aussi bien des petites entreprises artisanales que des grandes multinationales de l'alimentation dotées d'une grande capacité productive et de développement. Son potentiel s'exprime dans deux secteurs : les produits de la pêche et les végétaux et fruits. Ces industries sont le plus souvent situées en Murcie, Navarre, Galicie ou Catalogne.

L'industrie de la pêche est importante pour l'économie espagnole. Les prises consistent principalement en thon, calamars, poulpes, colins, sardines, anchois, maquereaux, merlans, et moules. Ces dernières années, l'industrie des conserves de ce secteur s'est vue affectée par la

diminution progressive des prises. Ce manque a dû être compensé par une augmentation des importations des matières premières. On espère malgré tout que la production de ces produits va continuer à augmenter comme elle l'a fait jusqu'à maintenant.

2.2.2.9 France

C'est en France, au XVIII^{ème} siècle, que l'on a étudié pour la première fois la conservation des aliments par la chaleur et en récipients clos ; on considère que Nicolas Appert a été le premier à faire des recherches sur cette méthode et à la mettre en pratique.

35,4% de la superficie totale du pays est cultivable, et 5% de la population active travaille dans l'agriculture, la sylviculture ou la pêche.

Les principales récoltes sont les céréales, le blé, la betterave à sucre, le maïs, l'orge, et les pommes de terre. Voici d'autres produits importants : le seigle, l'avoine, les navets, les artichauts, le lin, le chanvre, et le tabac. Avec une production de 11 millions de tonnes en 1998, la culture des fruits est importante pour l'économie du pays : on y cultive d'importantes quantités de pommes, de poires, de prunes, de pêches, d'abricots, de cerises, d'olives, d'agrumes et de fruits secs.

La flotte de pêche française est importante, elle permet d'obtenir de grandes prises, principalement des huîtres et des coquillages. Les poissons commerciaux les plus importants sont la morue, le merlan et le thon.

La France peut être considérée comme le principal producteur d'aliments en conserve de la Région Méditerranéenne. Le pays a une grande tradition d'industrie des conserves et dispose d'une grande variété de produits. De nombreuses techniques d'élaboration des conserves utilisées dans d'autres pays sont originaires de la France (ces techniques sont adaptées aux caractéristiques des produits de chaque zone.)

Les conserves de viande dominant clairement, et le nombre des matières premières et des méthodes de transformation est infini. Ces produits, qui ont beaucoup de succès en France, ont franchi les frontières du pays (l'exemple qui nous vient immédiatement à l'esprit est celui des pâtés.)

2.2.2.10 Grèce

La Grèce est un marché aux contrastes importants : membre de l'Union Européenne, elle ne rencontre pas d'obstacles au niveau commercial, mais sa position géographique, ainsi que d'autres facteurs, font que les modes d'opération de secteurs comme celui de l'industrie

agroalimentaire se situent à mi-chemin entre ceux d'un pays du sud de l'UE comme l'Italie ou l'Espagne et ceux d'un pays situé en bordure sud de la Méditerranée ou au Proche-Orient.

L'agriculture constitue une part importante du PIB, mais sa productivité est inférieure à celle que l'on pouvait attendre de la part de ce secteur de l'économie. A cet égard, la sécheresse et l'érosion des sols ont une énorme influence. Les cultures les plus importantes sont le tabac, le blé, les fruits (particulièrement les oranges et le raisin), les légumes verts, le maïs, les oléagineux, les pommes de terre, et le coton.

La pêche est limitée, les éponges sont les principaux produits de la mer destinés à l'exportation et l'industrie des conserves des produits de la pêche est rare.

L'industrie alimentaire ne constitue pas une part importante du secteur de la manufacture. Les industries des conserves ne sont donc pas très présentes. La majorité de l'industrie est concentrée dans la zone d'Athènes.

2.2.2.11 Israël

Par tradition, l'agriculture joue un rôle très important dans l'économie d'Israël ; cependant, le secteur primaire ne représente actuellement que 2,6% du PIB, et 20% de la production agricole est exportée. Les principaux produits du pays sont les agrumes, les légumes, les fruits et les graines.

L'agriculture couvre environ les trois-quarts des besoins du pays, et certains produits, particulièrement les agrumes et les oeufs, sont exportés. Le pays produit surtout des fruits (oranges, pommes, melons, avocats, et raisin), des pommes de terre et du blé.

Les prises de produits de la pêche sont loin d'être négligeables, il apparaît qu'environ la moitié de celles-ci consistent en des poissons d'eau douce élevés en établissements piscicoles.

L'ensemble du secteur industriel suppose 34,1% de l'économie, mais le rôle de l'industrie alimentaire est très peu important. Tout comme les secteurs de l'électronique, les produits chimiques ou les télécommunications sont en plein développement, l'industrie alimentaire expérimente la situation inverse ; par conséquent, Israël est clairement un pays importateur de produits alimentaires manufacturés, et notamment de conserves.

2.2.2.12 Italie

L'Italie compte parmi les premiers producteurs mondiaux d'olives et d'huile d'olive. Les autres produits agricoles importants sont les légumes verts, la betterave à sucre, le maïs, le blé, les

pommes de terre, et le riz. Le pays produit également, en moindres quantités, de l'orge, du seigle, des artichauts, des piments rouges et des pastèques. Les produits maraîchers les plus importants sont les olives, les pommes, les oranges, les figues, les dattes, et les noix.

En ce qui concerne l'industrie de la pêche, on note la prédominance des moules et autres mollusques, des crevettes, des gambas, des sardines, des truites, des rougets, des calamars, et des anchois frais.

Le pays élabore des conserves avec la majorité des familles décrites dans cette étude. La structure de son industrie des conserves comprend des petites entreprises artisanales tout comme des grandes industries alimentaires.

Les alliances et accords entre entreprises sont courants : nombreuses sont les industries qui se consacrent à la production de conserves de viande, de poisson ou de végétaux et qui ont recours à ce type de modalités.

Les industries des conserves sont le plus souvent localisées dans des zones comme la Lombardie, l'Émilie, la Sicile ou la Campanie, entre autres. Ce sont les zones du sud qui ont la plus grande tradition liée aux conserves et, comme c'est le cas pour la France, les conserves de viande y occupent une place de choix.

2.2.2.13 Liban

La plaine côtière libanaise est fortement cultivée et produit du tabac et des produits fruitiers et maraîchers, en particulier des oranges, des bananes, du raisins, des figues, et des melons. Dans la vallée de Bekaa, partiellement irriguée, on pratique la culture des céréales et des légumes. Les zones plus fraîches produisent des pommes, des cerises, des prunes, des pommes de terre, du blé, et de l'orge.

Le Liban n'est pas une zone de production de conserves particulièrement importante, car le pays est très peu industrialisé et base son économie sur l'agriculture et l'élevage (les quelques industries agroalimentaires qu'on y trouve sont majoritairement modestes, familiales et artisanales.) Il existe une structure pour l'industrie dite "légère", mais les produits les plus importants restent la soie, les textiles en coton, les chaussures, les allumettes et le savon ; l'industrie alimentaire n'occupe pas une place importante.

Le Liban, on le sait, a toujours exporté une grande partie de sa production de conserves (de 50 à 70%). Dernièrement, la fraction exportée a beaucoup diminuée : cette situation est due à la compétitivité avec d'autres zones productrices telles que l'Arabie Saoudite, les Émirats Arabes ou la Syrie.

2.2.2.14 Libye

En ce qui concerne l'agriculture, la zone la plus importante est la zone Tripolitaine, mais les provinces de l'est commencent à relever la tête. De manière générale, le pays connaît des difficultés de production dues à la rareté de l'eau, et il est fortement dépendant des pluies. Les produits importants sont les céréales, les fruits, les légumes et les oléagineux.

La Libye est considérée comme autosuffisante en termes de produits alimentaires. L'industrie alimentaire étant rare, la majorité de la production agricole est destinée à la consommation domestique.

Les eaux côtières libyennes fournissent de petites quantités de thon et de sardines, et on pratique la pêche à l'éponge sur le littoral. L'industrie des produits de la pêche est également peu importante, on consomme surtout des produits frais et des semi-conserves de type artisanal (poisson séché/salaison).

2.2.2.15 Malte

L'agriculture joue un rôle important dans l'économie maltaise.

Comme dans le cas de Chypre, Malte est un petit pays quant à superficie et population, ce qui fait que son influence dans l'industrie des conserves va être faible. Le secteur de l'industrie des aliments et des boissons occupe 16 % de la population active.

Les industries alimentaires du pays sont petites et ont un personnel réduit, ce qui sous-entend un niveau technologique faible en raison de problèmes de modernisation.

Parmi les rares industries des conserves du pays, celles qui se consacrent aux produits de la pêche sont les plus importantes. Malgré cela, le secteur est confronté à un grave problème : en effet, les eaux maritimes du pays sont très polluées (pollution due à l'impact de diverses industries), ce qui a un impact négatif sur la qualité du poisson et des autres produits.

2.2.2.16 Maroc

Les principales cultures marocaines sont les céréales, les pommes de terre, le raisin, la canne à sucre, et la betterave sucrière. On y cultive également d'autres fruits et légumes.

L'industrie alimentaire se concentre surtout dans la zone de Casablanca. Il s'agit pour la plupart de petites et moyennes entreprises.

Etant donné les prises énormes réalisées dans les eaux atlantiques marocaines, l'importance de l'industrie des conserves des produits de la pêche du pays va de soi. Les espèces présentes en abondance dans les eaux marocaines sont les sardines, le thon, les maquereaux, les anchois, et les coquillages. L'industrie de la pêche constitue le principal type d'industrie alimentaire du pays.

Les industries des conserves de fruits et de végétaux sont également importantes, tout comme les entreprises des dérivés de la viande.

2.2.2.17 Monaco

L'économie monégasque dépend en grande partie des industries de services, en particulier du tourisme et des secteurs bancaires et financiers.

Le secteur alimentaire n'est pas un secteur industriel clé, la fabrication de produits pharmaceutiques et chimiques, l'équipement électronique, les cosmétiques, le papier, les textiles et l'habillement sont à la base de l'économie industrielle de ce petit pays.

2.2.2.18 Syrie

Malgré des inconvénients climatiques, la Syrie dispose d'une vaste gamme de cultures ; certaines d'entre elles sont assez abondantes pour être exportées. Les principales cultures sont les céréales, le coton, le tabac, le raisin, les olives, les agrumes, et les légumes.

Les textiles constituent la seule grande industrie de la manufacture, bien que des secteurs comme celui des aliments transformés soient en plein essor.

De nombreuses entreprises de traitement des aliments en conserve sont publiques, bien que le secteur privé gagne de plus en plus de terrain. La majorité des exportations de produits alimentaires ne dépassent pas la Jordanie et le Liban.

Le traitement des végétaux et des fruits n'est pas particulièrement pratiqué, on préfère généralement les consommer frais. D'autre part, la Syrie est un grand producteur d'agrumes ; une partie de sa production est donc exclusivement destinée à l'élaboration des jus. Le pays compte six industries se consacrant à cette activité.

2.2.2.19 Tunisie

Le secteur primaire représente environ 15% du PIB du pays ; son poids spécifique dans l'économie est donc important. Les taux annuels de récoltes fluctuent en raison des fréquentes périodes de sécheresse et du manque de moyens d'irrigation extensive.

Les principales cultures sont les céréales, les fruits, les légumes verts et les oléagineux. La zone la plus productive est située dans les plaines fertiles du nord, dans la péninsule du cap Bon, la culture des oranges est particulièrement importante ; dans les régions semi-arides du centre, on cultive surtout les olives, et dans les oasis de la région du Sahara, les dattes. La Tunisie est l'un des plus grands producteurs et exportateurs d'huile d'olive.

Les prises de produits de la pêche sont importantes en ce qui concerne les sardines, les saurels, le thon, et diverses espèces de poisson blanc. Le secteur de la pêche s'oriente de plus en plus vers le développement de l'industrie de la transformation comme les conserves. Les industries de ce type sont concentrées dans la zone de Sfax.

2.2.2.20 Turquie

La diversité climatologique de la Turquie permet l'obtention de cultures spécialisées, comme c'est le cas pour le thé. Les principales cultures sont le blé, l'orge, le maïs, la betterave à sucre, les tomates, les melons, le raisin, les pommes, les oignons, les aubergines, les noix, le chou, les pommes de terre, le seigle, l'avoine, le coton, le tabac, les olives, et les agrumes.

Les prises de poisson sont importantes, et l'anchois frais occupe plus de la moitié de celles-ci. Les eaux de pêche sont celles de la Méditerranée, mais également de l'Égée et de la Mer Noire. Les autres espèces importantes sont le maquereau, la sardine, le rouget et la carpe.

L'industrie de traitement des aliments turque se caractérise par une croissance soutenue et une forte diversification de la production. Ce développement a été rendu possible grâce à l'augmentation de la compétitivité et des investissements étrangers. A l'instar d'autres pays, le changement des habitudes alimentaires de la population a rendu nécessaire la présence de produits comme les conserves, c'est-à-dire des produits faciles et rapides à préparer.

La structure de l'industrie des conserves turque comprend à la fois des petites entreprises unipersonnelles (artisanales) et des grandes multinationales de l'alimentation dotées d'une grande capacité productive et de développement.

Le type plus important d'industrie des conserves du pays est celui qui se consacre aux produits de la pêche (ce type d'entreprise produit en majorité des crustacés et des mollusques.) Les produits de la pêche en conserve sont les produits les plus exportés par le secteur de la pêche turc.

Un autre secteur important sur le plan de la conservation des produits est celui des fruits et des végétaux. Grâce à ses caractéristiques de climat et de sol, la Turquie brille par sa capacité à traiter des produits avec les infinies variétés de fruits et de végétaux récoltés dans le pays. Ce facteur a également pour résultat une structure de l'industrie des conserves de ces produits très présente sur tout le territoire, et une opérativité très efficace.

L'un des produits en conserve les plus produits est la sauce tomate. La majorité des usines se consacrant à ce produit sont situées dans les zones de Bursa et de Marmara. La plupart de ces industries se consacrent également à d'autres produits (autres végétaux et fruits, plats préparés, marmelades et confitures), ce qui leur permet de tirer parti des différentes saisons de récoltes.

CHAPITRE III

PROCÉDÉS D'ÉLABORATION DES CONSERVES ET ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX

Ce chapitre décrit les différents procédés de production de l'ensemble de l'industrie des conserves ; il présente les technologies appliquées ainsi que les aspects environnementaux et les impacts sur l'environnement qui en découlent.

L'élaboration de conserves à partir de végétaux, de poissons et de viandes présente des opérations principales communes (par exemple, le traitement thermique de conservation) et des opérations principales caractéristiques du type de matière première traitée (éviscération, pelage, hachage). De plus, ces trois types d'industries ont en commun des opérations auxiliaires qui complètent les installations et l'équipement du processus principal (production de vapeur).

Afin d'éviter les répétitions, qui n'apporteraient rien de plus à cette étude, nous avons choisi de structurer ce chapitre selon le schéma suivant :

PARAGRAPHES	Procédé	Opération unitaires	Aspects impacts environnement
3.1 Opérations unitaires générales	✓	✓	
3.2 Traitement des conserves de poisson	✓	✓	✓
3.3 Traitement des conserves de fruits et légumes	✓	✓	
3.4 Traitement des conserves de produits carnes et plats	✓	✓	
3.5 Opérations auxiliaires générales		✓	

Voici le contenu des différents paragraphes possibles pour chaque domaine décrit :

- **Procédé** : Description du procédé de transformation. Inclut un schéma du procédé. Concrètement, les paragraphes 3.2, 3.3 et 3.4 détaillent les procédés de transformation de la totalité des familles décrites au chapitre 2.

- **Opérations unitaires** : Détail des technologies utilisées et des aspects environnementaux pour chacune des principales opérations unitaires qui constituent les procédés.
- **Aspects environnementaux et impacts sur l'environnement du procédé** : A partir de l'analyse des principaux aspects environnementaux possibles, quantification de ces derniers pour différents procédés, puis évaluation des possibles impacts sur l'environnement.

3.1 Opérations unitaires générales

Les processus de production de l'industrie alimentaire comprennent généralement les phases suivantes : nettoyage de la matière première, élimination de la partie non comestible, préparation du produit alimentaire et mise en conserve.

Ces phases de processus peuvent s'appliquer à tout type d'industrie des conserves ; les facteurs qui rendent ces phases caractéristiques (par rapport aux autres industries alimentaires) sont le traitement thermique, la stérilisation ou la pasteurisation réalisée après la mise en conserve et dont l'objectif est la destruction microbienne.

L'élaboration des conserves commence avec la matière première : fruits, légumes, poisson ou viande, elle est conditionnée par différents traitements tels que le nettoyage, le pelage ou la découpe. Une fois le produit prêt, il est mis en conserve dans des récipients métalliques ou en verre, et on lui ajoute la plupart du temps un liquide de couverture qui l'optimise et le protège contre le traitement postérieur.

Les périodes de récolte des légumes et des fruits et les saisons des produits de la pêche étant courtes, de nombreuses usines sont conçues pour élaborer plusieurs types de produits. Ceci donne lieu à de grandes différences au niveau des quantités de déchets générés tout au long de l'année, ce qui complique leur traitement.

Voici les caractéristiques de base d'une industrie d'élaboration de conserves :

- Activité simple et ne dépendant pas de la chaîne du froid. En n'étant pas dépendant de la chaîne du froid, via la conservation, nous parvenons à augmenter la durée de vie du produit et à réduire les coûts.
- Efficience élevée du point de vue énergétique.
- Aident à dépasser les limitations de la production saisonnière.
- Réduisent les pertes de produit dues à un manque de moyens de conservation adéquats.

3.1.1 Procédé général de l'industrie des conserves

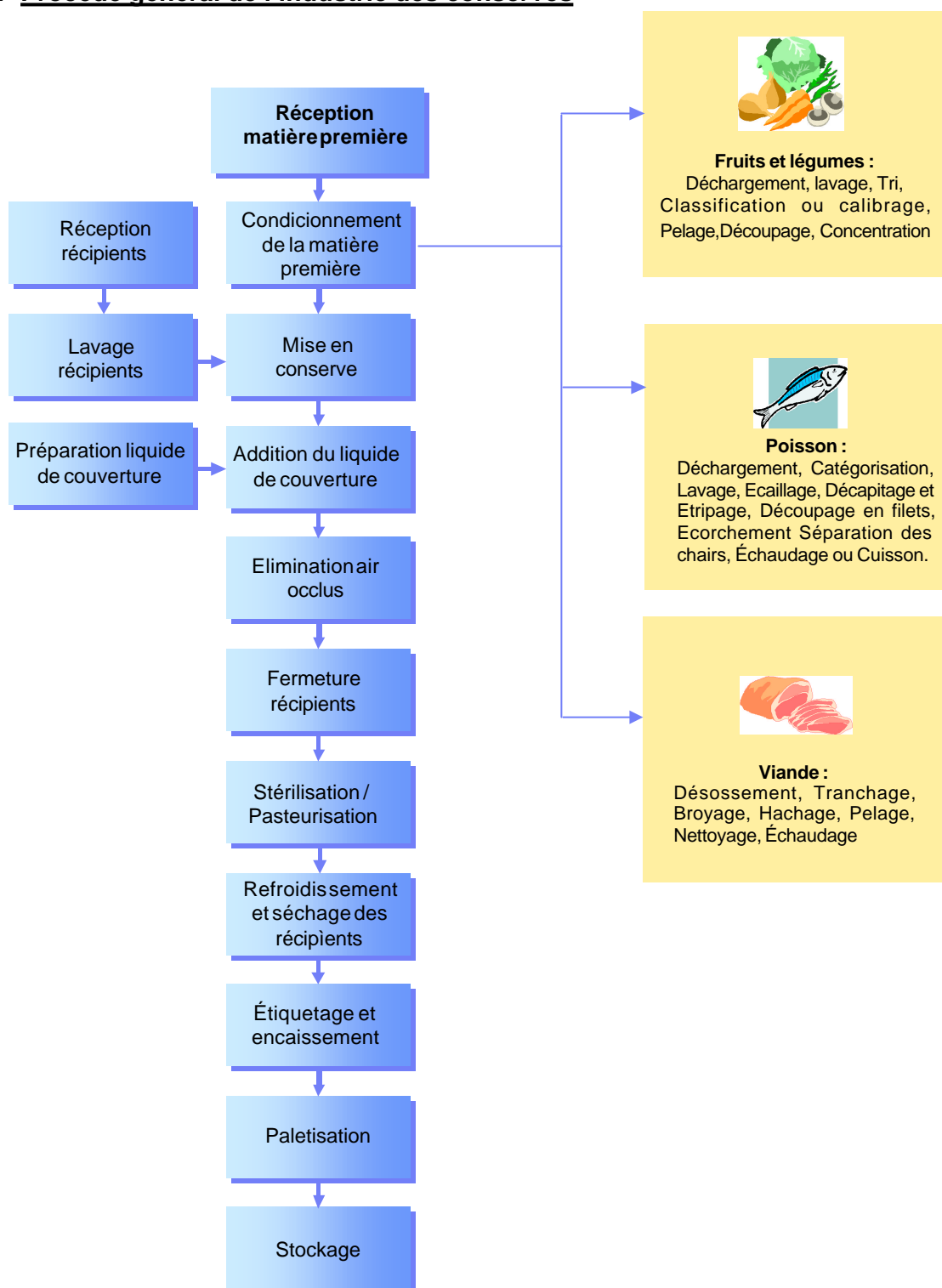


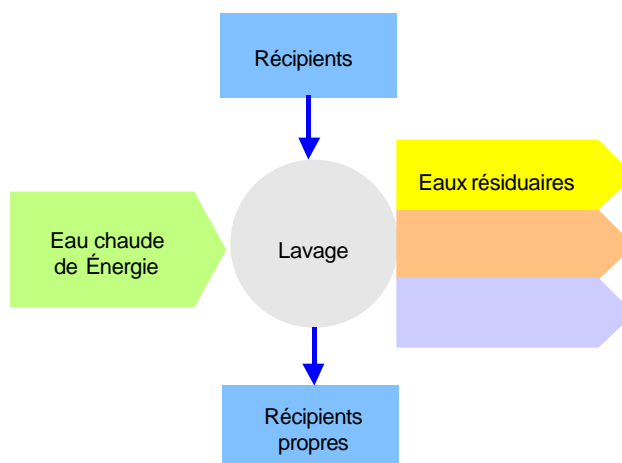
Figure 3.1 Processus de l'industrie des conserves

3.1.2 Opérations unitaires et aspects environnementaux

3.1.2.1 Nettoyage des récipients

Avant de procéder au remplissage des récipients, et même si ceux-ci sont normalement propres, il est souvent nécessaire de les nettoyer. Pour être effectif, ce nettoyage doit être effectué par des jets d'eau chaude, et le récipient doit être positionné à l'envers : en effet, un jet de vapeur ne suffit pas à obtenir un nettoyage correct.

La propreté du récipient est un facteur important car il joue un rôle fondamental ; en effet, il accompagne le produit pendant toute sa durée de vie, et contribue à celle-ci de manière significative.



Entrée		Sortie	
Produit	Quantité	Produit	Quantité
Récipients	1 000 kg	Récipients	1 000 kg
Eau	0,1-0,5 m3	Eaux résiduaires	0,1-0,5 m3
Énergie	30-50 kw/h		

Tableau 3.1 Bilan de matières et d'énergie, nettoyage des récipients

3.1.2.2 Préparation liquide de couverture

On verse sur la majorité des produits mis en conserve des solutions chaudes de sirops sucrés, des saumures (sel plus un peu de sucre) ou des sauces ; leur température doit être la plus élevée possible au moment de leur incorporation. Cette opération contribue à optimiser le processus de stérilisation, car de cette manière, la température initiale du récipient est élevée dès le départ ; de plus, l'élimination de l'air compris dans l'espace de tête du récipient est facilitée.

Pour les légumes, on utilise une solution de saumure à 2% qui contient un peu de sucre afin d'intensifier le goût.

La majorité des fruits, à l'exception des pommes, sont mis en conserve dans du sirop. Ce sirop sucre le fruit, facilite le maintien de la fermeté de la texture et permet d'empêcher la perte de couleur potentielle du fruit due à la dégradation des pigments anthocyaniques.

Ce processus génère uniquement des eaux résiduelles de nettoyage.

3.1.2.3 Remplissage des récipients et élimination de l'air occlus

Une fois les récipients nettoyés, on procède au remplissage ; celui-ci s'effectuera de façon uniforme, avec une quantité de produit appropriée, afin d'expulser les gaz indésirables, et particulièrement l'oxygène. C'est à ce moment que l'on ajoute le liquide de couverture, qui selon le type de conserve concerné sera une saumure, une sauce, un jus, ou un sirop.

Il existe sur le marché différentes machines de remplissage : des semi-automatiques, et des automatiques ; cependant, pour des produits tels que les asperges, il est nécessaire de procéder à un remplissage à la main.

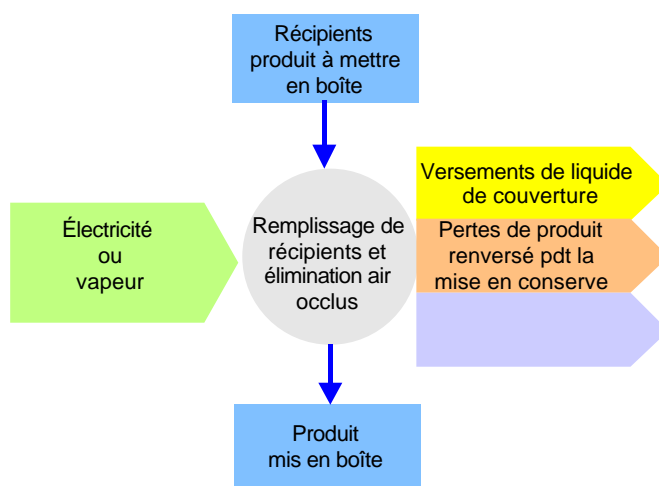
Normalement, on utilise des remplisseuses solide/liquide dans le cas de produits constitués de petits morceaux tels que les haricots verts, fèves additionnées d'un liquide de couverture. On introduit les récipients dans la machine à l'aide d'un petit transporteur à bande, et ils sont directement transférés vers la tête remplisseuse de solides au moyen d'un feeder synchronisé. Pendant leur avancée, les récipients reçoivent la quantité de produit préfixée ; ils passent ensuite à la tête remplisseuse de liquide et sont placés sur des plate-formes élévatrices qui les mènent à l'endroit du remplissage. Ils sont alors remplis par gravité, en laissant libre un espace de tête prédéterminé.

Les remplisseuses à piston sont constituées d'un réservoir cylindrique doté de cylindres de mesure externes dans lesquels le produit est drainé à mesure que le réservoir tourne.

Les récipients sont à présent remplis, et ils n'ont toujours pas été fermés ; on les préchauffe alors afin d'éliminer l'air occlus présent à l'intérieur, d'obtenir un vide partiel qui empêchera les altérations lors du stockage, et de réduire le temps de stérilisation ; la pression interne du récipient pendant la phase de stérilisation diminue également.

Avec certains aliments acides, par exemple les fruits en boîte, de l'hydrogène apparaît à l'intérieur de la conserve en raison de l'attaque des acides à la base en acier du fer-blanc. Une fois qu'une bonne quantité d'hydrogène a été produite, le récipient peut éclater si l'on n'a pas laissé suffisamment de vide à l'intérieur.

Il existe une autre alternative : on effectue le remplissage avec le produit ou le liquide de couverture chaud ; on choisira surtout cette solution dans le cas de récipients de petit format, et il faudra procéder à l'application de jets de vapeur au moment de la fermeture.



Entrée		Sortie	
Produit	Quantité	Produit	Quantité
Produit	1 000 kg	Produit mis en boîte	1 145-1190 kg
Liquide de couverture	100-750 kg	Versements liquide de couverture	0-25 kg
Récipients	100-250 kg	Pertes produit mis en boîte	10-30 kg
Vapeur	0-25 kg		

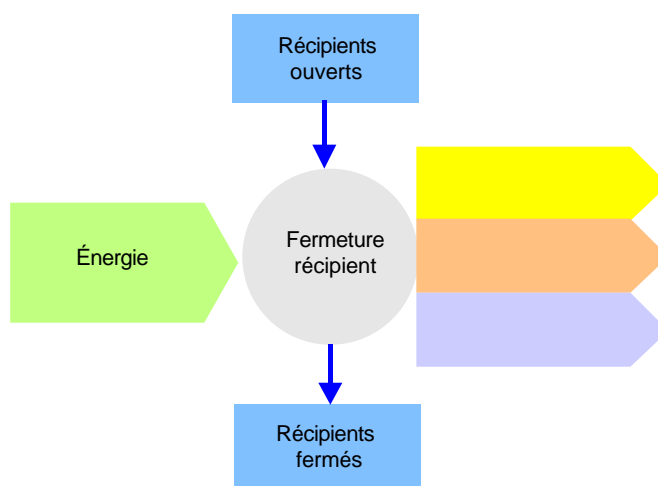
Tableau 3.2 Bilan de matières et d'énergie, remplissage des récipients

3.1.2.4 Fermeture des récipients

La fermeture des récipients est un point capital du processus de mise en boîte ; effectivement, une fermeture incorrecte donnerait lieu à une nouvelle contamination de l'aliment après la stérilisation.

Il existe diverses alternatives de fermeture, applicables en fonction du type de récipient. Ainsi, les récipients en cristal se ferment généralement sous vide, et on pourra fermer les boîtes en fer-blanc en réalisant une double rivure semblable à celle utilisée pour l'autre extrémité de la boîte, également sous vide.

La fermeture pourra s'effectuer au moyen d'appareils manuels, mais également à l'aide de machines très modernes et efficaces dotées d'une vitesse de fermeture d'un minimum de mille boîtes à la minute.



Entrée		Sortie	
Produit	Quantité	Produit	Quantité
Produit mis en boîte ouvert	1 000 Kg	Produit mis en boîte fermé	1 000 kg
Énergie	5-6 kw/h		

Tableau 3.3. Bilan de matières et d'énergie, fermeture des récipients

3.1.2.5 Stérilisation

Le traitement thermique est l'opération la plus importante du processus de fabrication des produits en conserve : l'aliment est chauffé à une température suffisamment élevée et pendant un temps suffisamment long pour détruire l'activité microbienne et enzymatique qu'il contient (ceci permet d'allonger la durée de vie du produit.)

Nicolas Appert fut le premier à expérimenter le procédé de stérilisation (1809) et à obtenir des conserves stables enfermées dans des pots en verre scellés. Depuis cette époque, le système n'a cessé d'évoluer, avec des machines plus efficaces et qui permettent l'application de traitements les plus homogènes et les plus appropriés possible.

Actuellement, on classe les différents mécanismes de stérilisation en deux systèmes : le système par charges et le système en continu. La différence entre les deux tient à ce que pour le premier, on utilise des autoclaves et un système discontinu qui complique l'automatisation de la ligne de production, et pour le deuxième, des stérilisateur en continu qui font que le produit devient circulaire à différentes zones et à différentes températures (celles-ci resteront constantes pendant toute la durée de marche du stérilisateur). Ce dernier système implique :

- Des économies énergétiques
- Un traitement uniforme du produit

L'inconvénient du système par charges peut être évité en montant divers autoclaves en parallèle ainsi qu'un système d'alimentation mécanisé chargé de placer les récipients dans les paniers, de les transporter jusqu'à l'autoclave prêt à démarrer l'opération, de les y introduire, et, une fois le processus terminé, de les extraire de l'autoclave et des paniers.

Voici les critères de sélection du système à utiliser selon le produit et la production de l'industrie:

3.1.2.6 Système par charges

Par charges : si l'usine produit un nombre considérable d'aliments distincts, avec des récipients différents et de tailles variées ; en effet, ce système est suffisamment flexible pour réagir de manière efficace aux variations de temps et de températures qu'exige ce type de production.

1. Réchauffement par vapeur d'eau saturée

Principe : Le produit est stérilisé à l'intérieur d'autoclaves en utilisant la vapeur d'eau saturée et sans air comme fluide de chauffe.

Ce type d'autoclave à section circulaire, correctement disposé en position verticale ou horizontale, est amplement utilisé dans l'industrie des conserves.

Il est possible de procéder au refroidissement des récipients à l'intérieur ou à l'extérieur des autoclaves. Dans le premier cas, le refroidissement qui se met en route fait que la pression de l'enceinte se trouve brusquement réduite, et la pression à l'intérieur du récipient reste élevée en raison du traitement thermique. Cette différence de pression exige des récipients à la résistance mécanique élevée, propriété possédée par les seuls récipients en fer-blanc.

2. Réchauffement par mélange de vapeur eau - air

Principe : Ce système est basé sur le même principe que celui du système de réchauffement par vapeur d'eau saturée ; la différence réside en ce que les machines disposent de systèmes d'injection à air comprimé, variante qui permet à la pression de l'enceinte de rester supérieure à celle de l'intérieur du récipient tout au long du processus.

Dans ces conditions, la stérilisation des produits est possible avec tout type de récipient, et la résistance mécanique de ces derniers n'est plus un facteur limitatif.

Schéma :

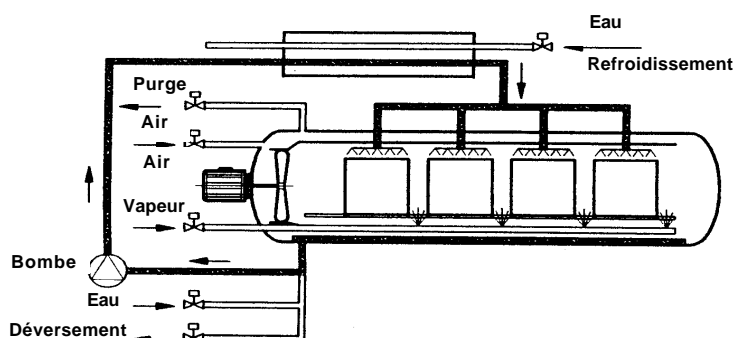


Figure 3.2. Schéma de fonctionnement d'un autoclave horizontal, chauffé par mélange vapeur/air.

(Source: voir Réf. 78)

3. Réchauffement par eau surchauffée

Principe : Le produit est stérilisé à partir d'eau surchauffée qui, dans l'autoclave, est maintenue à une pression supérieure à celle de saturation de la vapeur à la température de travail. Ici, on obtient le réchauffement du produit par un échange de chaleur sensible au coefficient de transfert de chaleur bien plus faible que dans le cas de la condensation de vapeur.

La température de l'eau diminue à mesure que l'eau parcourt la superficie à chauffer, ce qui implique une stratification par densité. L'eau doit donc en permanence être en mouvement, et sa vitesse de circulation doit rester la même pendant toute l'opération.

4. Chauffe par immersion

Principe : Le moyen de chauffe utilisé pour la stérilisation est l'immersion des récipients dans de l'eau surchauffée. Afin d'éviter que la stratification naturelle de l'eau due aux températures à l'intérieur de l'autoclave n'empêche le traitement homogène du produit, on procède à une agitation du produit ou on fait à nouveau circuler l'eau.

Schéma :

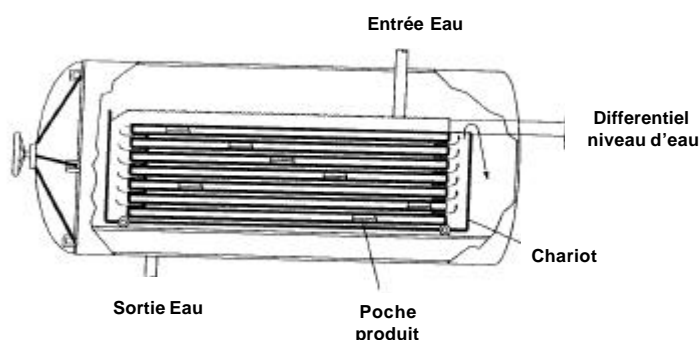


Figure 3.3. Convenience Food Sterilizer (FMC) (Source: voir Réf. 78)

5. Chauffe par pluie

Principe : Ici, on réalise la chauffe au moyen d'un important volume d'eau surchauffée qui se déverse sur les paniers remplis de récipients. Le volume total de l'eau est bien inférieur à celui utilisé dans les systèmes précédents, et l'eau est chauffée par injection directe de vapeur ou par réchauffement indirect dans un échangeur de chaleur approprié.

3.1.2.7 Système en continu

En continu : utilisé dans le cas d'importantes séries d'un même produit dans un même type de récipient.

1. Stérilisateurs hydrostatiques

Principe : Ces stérilisateurs sont composés d'une chambre à vapeur partiellement remplie d'eau qui reste à basse pression grâce à deux colonnes hydrostatiques (mesurant de 12 à 18 mètres de haut) auxquelles elle est connectée. Dans ces conditions, la température de la chambre à vapeur est celle de la vapeur saturée à la pression à laquelle elle se trouve, et qui correspond au déséquilibre entre le niveau d'eau de la chambre à vapeur et dans les deux colonnes hydrostatiques.

La pression intérieure du récipient étant supérieure à celle de l'enceinte lorsque le refroidissement débute, ce système de stérilisation ne convient pas aux produits mis en boîte à l'aide de matériaux ou de types de fermeture ne résistant pas à cette pression interne.

Schéma :

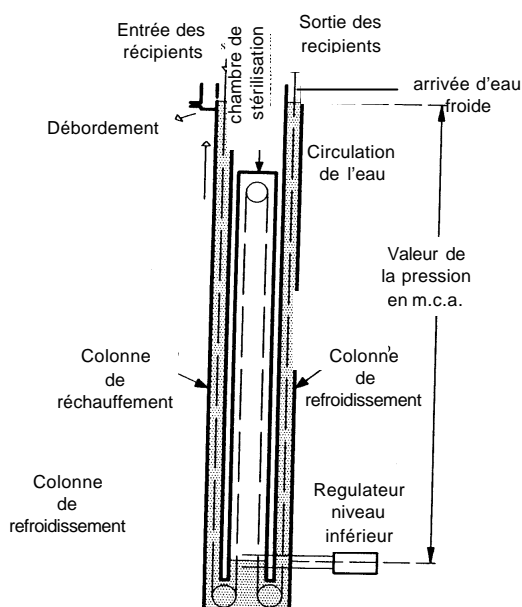


Figure 3.4. Schéma d'un stérilisateur hydrostatique (Source: voir Réf. 78)

2. Stérilisateurs pneumo-hydrostatiques

Principe : Ce système de stérilisation a été créé pour combler le vide laissé par le système précédent ; en effet, ce dernier ne permettait pas d'appliquer la stérilisation hydrostatique aux récipients semi-rigides ou déformables.

Le principe est le même que pour le système précédent ; l'unique variation est qu'on utilisera dans ce cas de l'eau surchauffée au lieu de vapeur d'eau.

3. Stérilisateurs continus

Principe : Composés d'un minimum de deux carcasses horizontales cylindriques, disposées en séries, dans lesquelles se produisent successivement le réchauffement et le refroidissement pour tous les récipients.

Dans la première carcasse, on procède à la stérilisation avec de la vapeur d'eau ; dans les suivantes, on réalise le refroidissement à surpression ou à pression atmosphérique par immersion partielle dans l'eau. Le transfert des récipients s'effectue au moyen d'une écluse qui permet de passer d'une carcasse à l'autre.

Schéma:

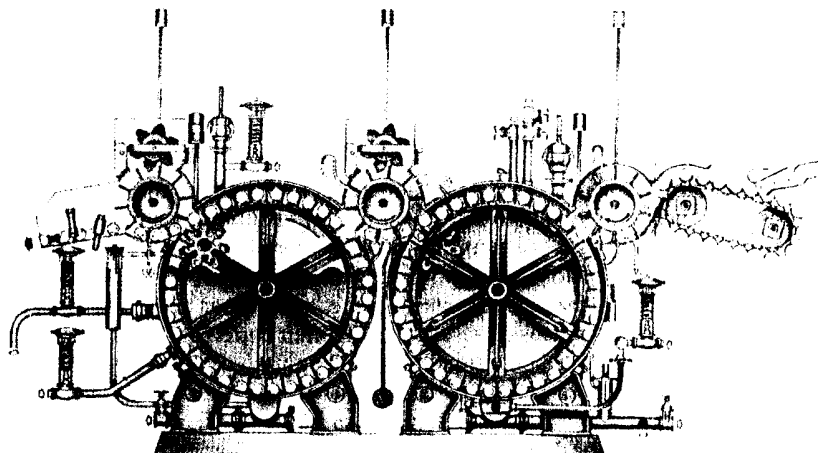
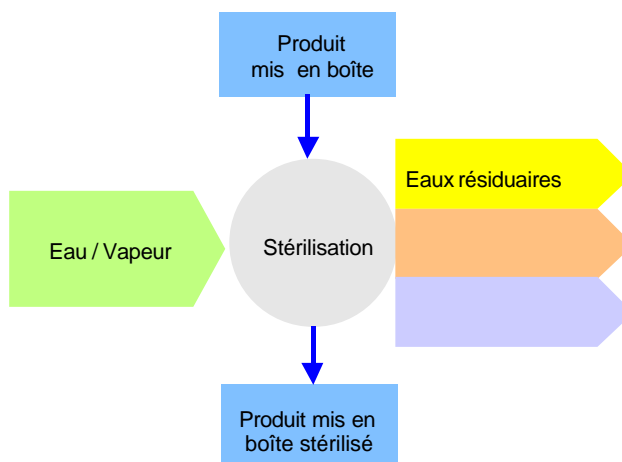


Figure 3.5. Section du stérilisateur Stirilmatic (FMC) (Source: voir Réf. 78)

4. Stérilisateurs par inflammation directe

Principe : Ce système est basé sur le principe suivant : la vitesse de pénétration de la chaleur est directement proportionnelle à la différence de températures entre le produit et le milieu de chauffe.

Les récipients sont préchauffés à la vapeur vive, afin de pouvoir supporter par la suite un réchauffement intense par contact avec les flammes de plusieurs brûleurs à gaz à 1.100 °C. et un réchauffement à la flamme plus doux pendant la durée nécessaire à la stérilisation du produit. Le refroidissement des récipients s'effectue postérieurement, au moyen de douches d'eau froide.



Entrée		Sortie	
Produit	Quantité	Produit	Quantité
Produit mis en boîte	1 000 kg	Produit mis en boîte stérilisé	1 000 kg
Vapeur	300-750 kg		
Eau	3-7 m3	Eaux résiduaires	3-7 m3

Tableau 3.4. Bilan de matières et d'énergie, stérilisation

3.1.2.8 Pasteurisation

Ce traitement correspond à l'application de températures inférieures à la stérilisation (inférieures à 100 °C) à basse intensité ; il a pour objectif une stabilisation du produit qui respecte ses qualités organoleptiques.

En ce qui concerne les jus de fruit, (type de conserve étant soumis à ce traitement), il n'est pas nécessaire de procéder à un traitement à une température supérieure, ce qui est le cas pour la stérilisation, car avec les aliments acides, la croissance de spores bactériennes est impossible.

Il existe deux systèmes de pasteurisation :

- **Basse température sur une longue durée (LTLT : low temperature-long time).** Ce système peut fonctionner par charges ou en continu, et peut s'appliquer à tout type de présentation du produit (liquide ou solide, en vrac, mis en boîte.)
- **Haute température sur une courte durée (HTST : high temperature-short time).** Ce système ne s'applique qu'à des produits liquides, dans des processus continus.

3.1.2.9 Système LTLT pour produits conditionnés

Dans le premier système (**LTLT**), et dans le cas de produits mis en boîte, le réchauffement du produit s'effectue par immersion ou par pulvérisation d'eau chaude.

1. Immersion en bain d'eau

Caractéristiques : Utilisée pour la pasteurisation des produits carnés, le pasteurisateur est constitué de deux sections, une section de réchauffement et une de refroidissement ; toutes deux sont composées de récipients rectangulaires remplis d'eau à température appropriée.

Ces récipients sont parcourus par des transporteurs chargés de déplacer les produits à l'intérieur du bain. A la sortie du second bain, celui de refroidissement, on dispose d'une section de refroidissement à l'air qui permet également de sécher superficiellement le récipient.

2. Pluie d'eau

Caractéristiques : Utilisée dans le cas de conserves en pots de verre ; elle comprend un tunnel calorifuge à l'intérieur duquel se déplacent les conserves. Le pasteurisateur est constitué de différentes zones : zone de préchauffage, de pasteurisation, et de refroidissement.

Ces équipements comprennent des systèmes de récupération de la chaleur, car l'eau générée après le refroidissement du produit est recueillie et utilisée pour le préchauffage.

3.1.2.10 Système HSTT

Le noyau central de l'équipement nécessaire à la pasteurisation au moyen du système **HTST** est l'échangeur de chaleur, soit des zones au sein desquelles s'effectue l'échange thermique. La chaleur nécessaire est fournie par de l'eau chaude, car la température de travail ne requiert pas l'utilisation de vapeur d'eau.

Le refroidissement final du produit s'effectue également à l'aide d'eau froide ou glacée selon la température souhaitée pour le produit à la fin du processus.

Les échangeurs de chaleur possèdent deux options : flux à contre-courant et flux en parallèle. Dans le premier cas, le liquide à pasteuriser et le fluide thermique circulent en sens contraire ; dans le second, ils circulent dans le même sens.

Dans le cas du flux à contre-courant, le produit peut être chauffé jusqu'à atteindre une température légèrement inférieure à celle d'entrée du fluide thermique ; avec le flux en parallèle, il est impossible d'atteindre un réchauffement du produit supérieur à celui que l'on obtiendrait en le mélangeant physiquement au fluide de chauffe.

Il existe différents modèles d'échangeurs de chaleur :

1. Échangeurs de chaleur tubulaires

Caractéristique : La superficie d'échange est formée de tubes, ce qui permet de traiter des liquides de basse, moyenne et même haute viscosité ; en fonction du diamètre des tubes, on pourra même traiter des particules solides ne dépassant pas une certaine taille.

Schéma :

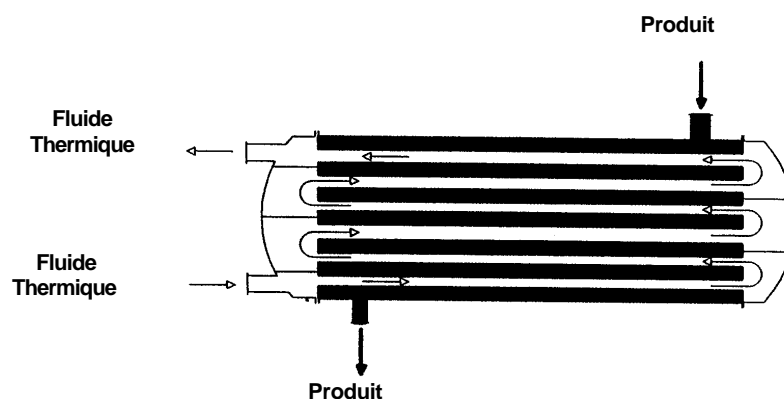


Figure 3.6. Échangeur de chaleur multitubulaire à tubes rectilignes (Source: voir Réf. 78)

2. Echangeurs de chaleur à plaques

Caractéristique : Équipement composé d'un ou plusieurs paquets de plaques en acier inoxydable ; on l'utilise pour la pasteurisation de produits liquides de basse viscosité.

Chaque paire de plaques adjacentes forme un canal et les deux fluides (le produit et le fluide thermique) circulent par des canaux alternatifs. Par conséquent, chaque plaque sera en contact avec les deux fluides, qui passeront chacun par une de ses faces.

Schéma :

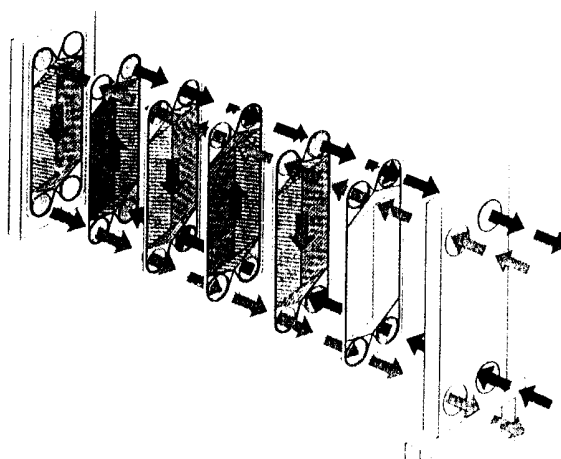
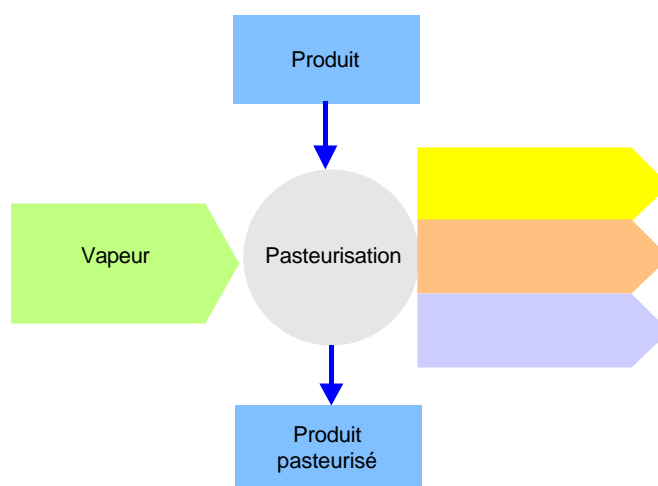


Figure 3.7. Circulation des fluides à l'intérieur d'un échangeur à plaques (Alfa-Laval)
(Source : voir Réf.78)



Entrée		Sortie	
Produit	Quantité	Produit	Quantité
Produit	1 000 Kg	Produit pasteurisé	1 000 Kg
Vapeur	60-150 Kg		

Tableau 3.5. Bilan de matières et d'énergie, pasteurisation

3.1.2.11 Conditionnement final (refroidissement, étiquetage, encaissement, palettisation)

Après avoir été soumis au traitement thermique, le produit est refroidi. L'objectif de cette opération est d'éviter les effets dangereux d'un excès de cuisson, c'est-à-dire un amollissement excessif de l'aliment et des modifications négatives du goût ou de la couleur.

Un grand nombre de systèmes de traitement thermique présentés dans le paragraphe précédent effectuent eux-mêmes le refroidissement du produit.

L'eau utilisée pour ce refroidissement est chlorée et n'est pas microbiologiquement polluée. Le récipient atteint les 38-40 °C et retient suffisamment de chaleur pour sécher (un récipient mouillé peut être dangereux.)

Une fois secs, les récipients sont étiquetés, encaissés et palettisés.

3.2 Traitement des conserves de poisson

3.2.1 Procédés

3.2.1.1 Thonidés

Les usines de traitement reçoivent le poisson réfrigéré ou congelé. La pêche s'étalant sur de longues périodes, les bateaux de pêche devront obligatoirement disposer de réservoirs de réfrigération en saumure ou de systèmes de congélation, afin de préserver au maximum les propriétés du poisson frais. L'opération de déchargement et de réception peut être effectuée manuellement ou automatiquement.

Dans le cas du poisson congelé, le processus débute par une phase de décongélation. On introduit le thon dans des bacs remplis d'eau à température ambiante jusqu'à obtention de la température adéquate. Une fois décongelé, le poisson possède des caractéristiques équivalentes à celles du poisson réfrigéré original.

L'opération suivante consiste à éliminer la fraction la plus importante des parties indésirables dans le produit final, soit la tête et les viscères. Il existe sur le marché des machines une vaste gamme de possibilités pour réaliser cette opération manuellement ou automatiquement. Il est fréquent que l'inspection visant à éliminer les poissons abîmés ait lieu lors de cette étape.

Les pièces décapitées et éviscérées sont nettoyées au moyen d'eau sous pression ; on les place ensuite dans des bacs d'eau, où elles restent un certain temps afin de se vider de leur sang.

Dans le but d'éliminer environ 65 % du taux d'humidité du poisson, ce qui permettra d'empêcher la dilution de la sauce ou de l'huile (cette dilution a pour cause la stérilisation, qui dégage de la chaleur et libère donc de l'eau), on soumet les pièces à un traitement thermique au moyen de vapeur, jusqu'à obtention d'une température finale de la colonne vertébrale de 71 °C (344K).

Ce procédé s'effectue dans des fours de cuisson, et les pièces sont placées sur les grilles du four. La cuisson terminée, on sort les grilles pour les refroidir. On enlève le produit des grilles et on élimine la peau, la queue, les nageoires et la chair sombre de chaque pièce. Enfin, on sépare la chair des arêtes et on la découpe en filets ou en morceaux divers.

Avant la mise en conserve, les boîtes et les pots sont rincés avec de l'eau sous pression ou de la vapeur, ce qui élimine les microorganismes ; sans cette opération, la charge bactérienne initiale du produit augmenterait.

En ce qui concerne la majorité des présentations de thon en boîte, le remplissage s'effectue mécaniquement. Les filets de thon sont mis en boîte en « pavés » ou « farce » compacte. Les morceaux les plus petits et les brisures de chair sont généralement mis en boîte en «miettes » après pressage à l'intérieur de moules.

On ajoute ensuite le reste de la "farce", par exemple de l'eau, de la saumure, de l'huile végétale, de la tomate, de la moutarde ou des sauces diverses. On contrôle alors le poids, afin d'éviter un remplissage excessif qui peut entraîner un traitement incorrect de l'aliment, un gonflement des deux faces de la boîte ou même une explosion des sutures, et on élimine l'air de tête de la boîte par injection de vapeur ou de vide, puis on ferme la boîte. Enfin, on nettoie les boîtes closes afin d'éliminer les restes de "farce" : il est temps de passer à la stérilisation.

La stérilisation s'effectue dans des conditions optimales de température qui garantissent un niveau commercial de stérilité suffisant et la préservation des propriétés nutritives du produit. En fonction de la quantité et de la diversité des produits à traiter, cette opération pourra s'effectuer par charges ou en continu.

La stérilisation par charges s'effectue dans un autoclave, enceinte généralement cylindrique verticale ou horizontale capable de supporter une pression interne plus importante que la pression atmosphérique ; on place les récipients à traiter dans l'autoclave (généralement dans des paniers ou des cageots) qui dispose de systèmes de chauffe, de refroidissement et de contrôle du processus adéquats.

Enfin, les boîtes sont étiquetées et encaissées de manière appropriée, conformément au système de distribution auquel elles sont destinées.

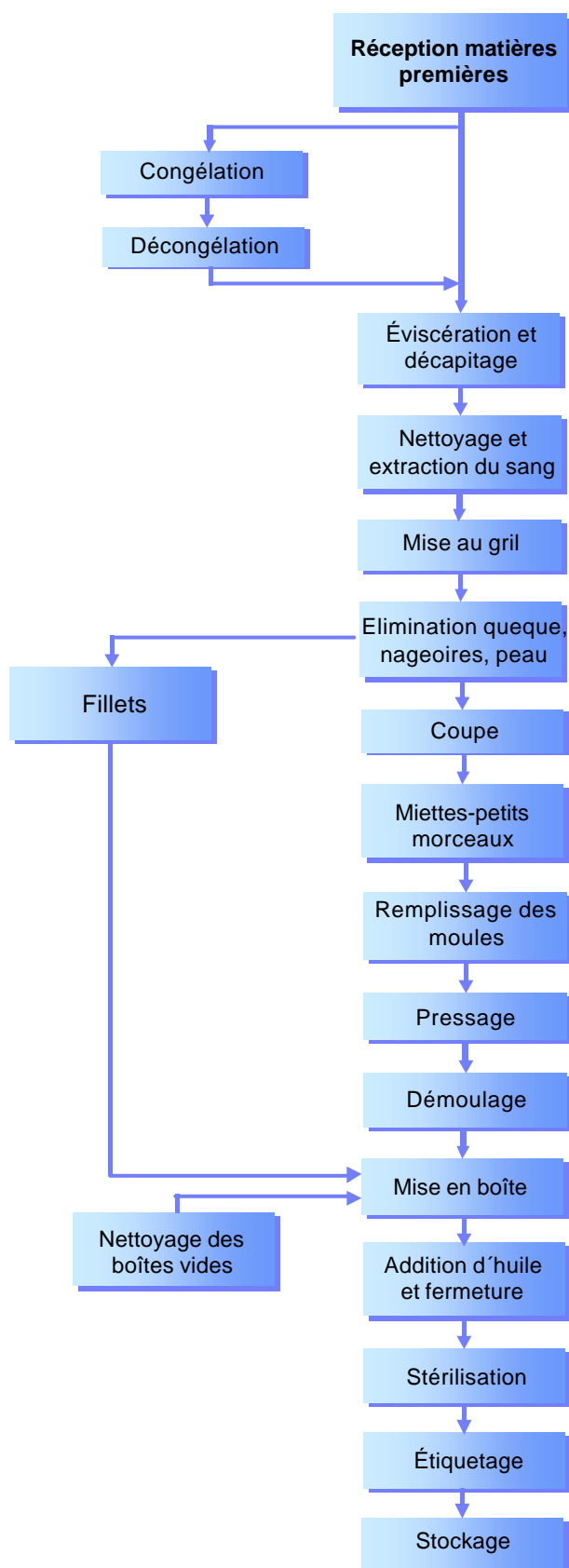


Figure 3.8. Procès d'élaboration de tune a l'huile

3.2.1.2 Clupéiformes, maquereau et aiguille

3.2.1.2.1 Traitement du maquereau

Les produits en boîte de meilleure qualité à base de maquereau s'obtiennent à partir de poissons riches en gras mesurant plus de 25 cm.

Après avoir déchargé le poisson, on introduit celui-ci dans le processus de production en commençant par lui couper la tête, la queue et les nageoires, et en l'éviscérant. On peut effectuer ces opérations à la main ou à l'aide d'une machine, en fonction du volume du produit.

On nettoie ensuite avec soin l'abdomen, et on découpe la chair en tranches transversalement. Les morceaux obtenus sont alors plongés dans une saumure à environ $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (270K). Le temps d'immersion dépend de la concentration de sel utilisée. Cette opération élimine les déchets de sang et empêche la formation de liquides et de masses troubles pendant le traitement de la chair.

Après le trempage, la chair est rincée à l'eau claire, puis introduite dans les boîtes qui ont été nettoyées auparavant.

S'il s'agit de maquereau en saumure, celle-ci est ajoutée immédiatement ; la boîte est ensuite fermée sous vide. Si c'est du maquereau à l'huile ou en sauce que l'on prépare, la boîte remplie est d'abord cuite à la vapeur fluente pendant 10-20 minutes ; on égoutte ensuite le liquide et on ajoute la sauce ou l'huile végétale. Généralement, les boîtes sont fermées sous vide et traitées dans des chaudières au repos.

Le traitement thermique effectué, les boîtes sont refroidies et séchées en vue de l'étiquetage et du stockage.

Le fonctionnement de cette usine est très irrégulier tout au long de l'année, principalement en raison des disponibilités de matière première.

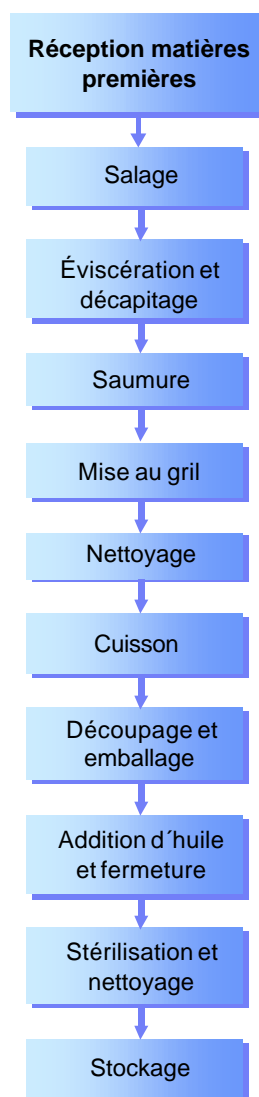


Figure 3.9. Processus d'élaboration du maquereau en conserve

3.2.1.3 Céphalopodes

Les conserves de calamar peuvent avoir pour base un produit frais ou congelé. Dans le second cas, il faudra décongeler le calamar avant de passer au traitement.

Une fois le calamar décongelé, on procède à son éviscération, à son nettoyage et à son égouttage. Il existe différents types de présentation du calamar, en fonction de la manière dont a été réalisé le découpage. On trouve ainsi du calamar en tranches, en filets, ou des tentacules de calamar.

Le produit passe ensuite à la cuisson, qui a pour objectif principal une déshydratation préalable; sans cette déshydratation aurait lieu au moment de la stérilisation l'expulsion d'un exsudat aqueux susceptible d'affecter de manière négative la présentation commerciale du produit. La cuisson permet également d'améliorer la texture du produit ou de conditionner la chair.

Une fois la cuisson terminée, le produit doit être refroidi rapidement afin d'empêcher un amollissement excessif. Les restes de peau sont éliminés, et on procède à la mise en boîte du produit. Le liquide de couverture de ce produit est l'huile, que l'on ajoute chaude ; il est également possible de chauffer les boîtes après l'incorporation de l'huile. Cette opération permet d'éliminer l'air occlus présent à l'intérieur du récipient.

Les récipients sont fermés hermétiquement et passent à la stérilisation, étape qui permet de détruire ou de rendre inactifs les germes capables de produire des toxines ou d'altérer l'aliment en conserve. Après la stérilisation, on refroidit les récipients pour éviter une cuisson excessive du produit par la chaleur résiduelle et pour réduire les ruptures ou les altérations de texture du produit, qui ont lieu si la manipulation est brusque alors que le produit est encore chaud.

On étiquette et on emballe alors les récipients, qui sont ensuite stockés à température ambiante.

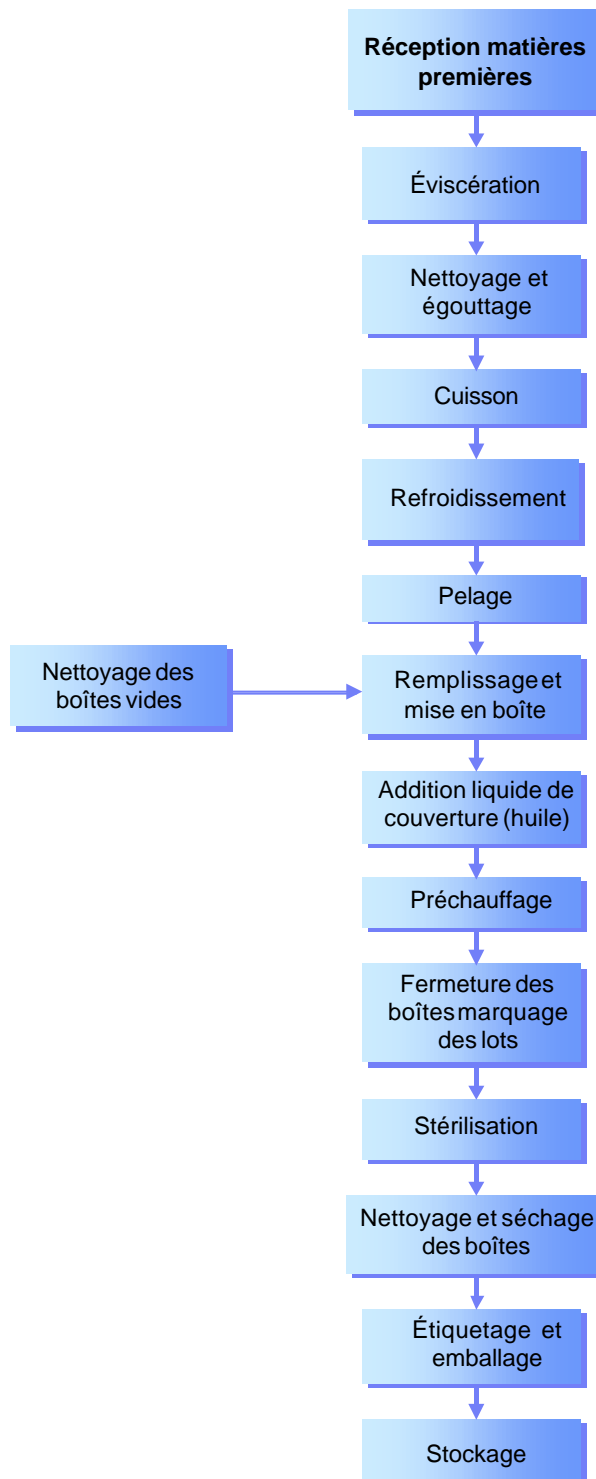


Figure 3.10. Processus d'élaboration des calamars à l'huile

3.2.1.4 Mollusques

Une fois le produit arrivé à l'usine, on procède à son nettoyage afin d'éliminer les restes de boue et de sable. Dans cette opération, la consommation d'eau est élevée, et le contenu en solides en suspension est important.

Après avoir été nettoyées, les moules sont cuites ; cette opération s'effectue par injection de vapeur réchauffée dans des chambres dotées d'une capacité de 250kg de moules et d'un cycle de cuisson de deux minutes. Le volume d'eau utilisé est d'environ 0,5 litres par kilogramme de moules traitées.

Les coquilles des moules sont ôtées à la main ; on frit alors les mollusques dans de l'huile végétale et on les déshydrate avant de procéder à leur mise en conserve. Cette friture a pour objectif la modification du goût et de l'arôme des aliments.

Le produit est mis en conserve, généralement à la main, et on ajoute ensuite la sauce ou l'huile. Une fois fermés, les récipients sont soumis à un traitement thermique de stérilisation, afin de détruire ou de rendre inactifs les germes susceptibles de produire des toxines ou d'altérer l'aliment en conserve.

Après le traitement thermique, les récipients sont refroidis afin d'empêcher la cuisson excessive du produit par la chaleur résiduelle et d'éviter les ruptures et les altérations de texture dues à la manipulation. On étiquette et on encaisse le produit, qui est ensuite stocké.

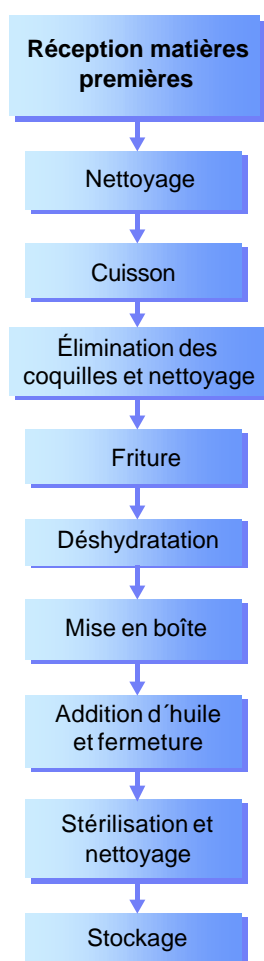


Figure 3.11. Processus d'élaboration des conserves de mollusques

3.2.1.5 Semi-conserves d'anchois, et autres clupéiformes

Après acquisition de la matière première, la première étape du traitement industriel est l'éviscération, le décapitage, et l'élimination de l'arête centrale et des arêtes latérales.

On réalise ensuite la découpe en filets des pièces, puis le salage, qui consiste à répartir les filets d'anchois frais dans des récipients de maturation et à les saler au moyen des différents mélanges de sel.

Il est important qu'il n'y ait pas de contact physique entre les pièces ; en effet, ceci peut considérablement affecter le salage final de l'anchois.

La maturation dure trois jours ; au cours de celle-ci se produit une hydrolyse enzymatique des protéines musculaires. Etant donné l'activité très faible de l'eau (approximativement 0.80-0.75), la croissance bactérienne est stoppée.

Pendant ce temps, le produit est soumis à des modifications aussi bien physiques que chimiques et biologiques. Une fois la maturation achevée, on ôte le sel et on met le produit en conserve.

La mise en conserve s'effectue normalement dans des récipients de cristal, auxquels on ajoute le liquide de couverture, ici de l'huile d'olive. L'huile est préalablement chauffée jusqu'à une température de 65 °C.

Le récipient est ensuite fermé et étiqueté, puis stocké.

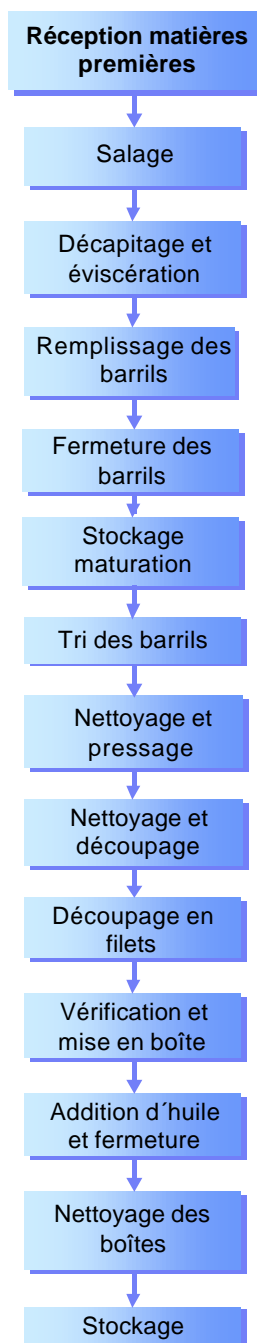


Figure 3.12. Processus d'élaboration des anchois en conserve

3.2.1.6 Caviar

La production de caviar a pour base les œufs extraits de différentes espèces que l'on recueille sur les animaux encore vivants (l'espèce la plus populaire est l'esturgeon.) Les ovaires et les membranes des poissons sont passés à travers des mailles spéciales afin de séparer les œufs du tissu conjonctif.

Une fois l'opération achevée, on nettoie les œufs à l'eau froide et on les place dans un tamis afin que l'eau versée finisse de les nettoyer.

Les œufs déjà bien nettoyés, on leur ajoute une salaison composée d'un mélange de sel fin sec et d'antiseptique. La quantité de sel ajoutée est de 3-5% du poids des œufs. La saumure qui se forme au cours de cette salaison est éliminée après l'introduction du sel dans les œufs. Pour cela, on place à nouveau les œufs dans des tamis et on les nettoie.

Les œufs sont placés dans des récipients en verre ou des boîtes métalliques fermées sous vide. Le caviar est soumis au traitement thermique de pasteurisation, à une température d'environ 60 °C, et le processus dure trois heures.

Le récipient est alors réfrigéré dans de l'eau froide, jusqu'à ce qu'il atteigne une température de 20-30 °C, il est rincé ou séché et on le maintient à une température de 0-2 °C pendant 24 heures. Les boîtes refroidies sont rangées dans des cartons avant d'être stockées.

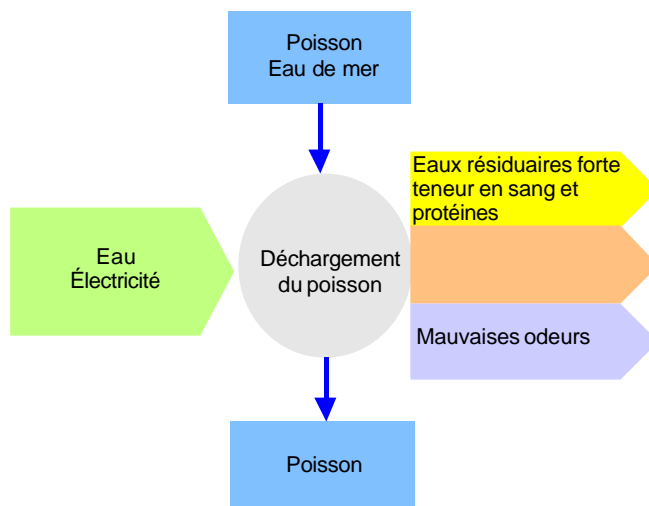
Le caviar mou pasteurisé présenté en petites boîtes est l'article le plus précieux de tous les produits élaborés à partir d'œufs de poisson. Le sel ordinaire est la principale substance de conservation. Les antiseptiques sont des substances de conservation additionnelles agréées par les autorités sanitaires.

3.2.2 Opérations unitaires et aspects environnementaux

3.2.2.1 Déchargement

Sur les bateaux de pêche, le poisson est conservé dans des bacs d'eau. La méthode la plus courante de déchargement du poisson à partir des cales consiste à pomper et/ou à alimenter l'animal par gravité au moyen d'eau de mer jusqu'aux usines de traitement. Une fois le poisson dans les usines, l'eau est déversée et le poisson est pesé puis à nouveau stocké dans des réservoirs remplis d'eau. Dans certains procédés, on utilise également de l'eau de mer pour transporter le poisson à l'intérieur de l'usine de traitement.

Le principal courant résiduaire de cette opération est constitué de l'eau utilisée au cours de ce transport, ainsi que de celle utilisée sur les bateaux pour la conservation. Les eaux résiduaires de cette étape renferment du sang de poisson, du gravier et du sable issus des réservoirs des bateaux de pêche. En fonction de l'espèce des poissons et de leur état au moment du déchargement, les eaux résiduaires renfermant du sang peuvent représenter 20-25% du total de la charge organique générée par une industrie des conserves de poisson.



Entrée		Sortie	
Produit	Quantité	Produit	Quantité
Poisson et eau de mer	1 000 kg	Poisson	980 kg
Eau	2-5 m3	Eaux résiduaires	2-5 m3
Électricité	3 kw/h	DCO	27-34 kg

Tableau 3.6. Bilan de matières et d'énergie, cuisson du thon

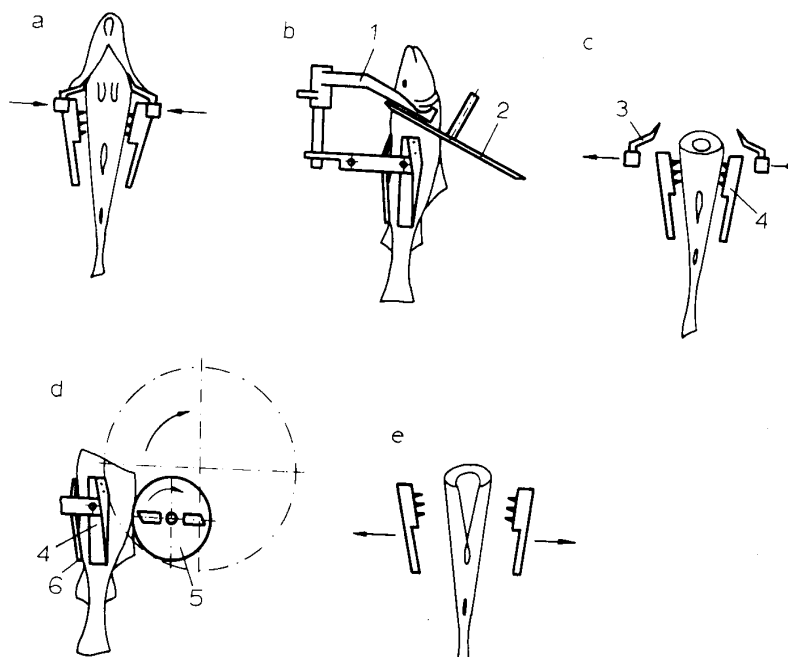
3.2.2.2 Élimination des parties indésirables du poisson

L'élimination des parties indésirables du poisson n'est pas en elle-même une opération unitaire mais un ensemble d'opérations unitaires ; celles-ci ont pour objectif la préparation des parties du poisson ayant une valeur alimentaire. On réalisera une ou plusieurs des opérations décrites ci-après principalement en fonction du type de poisson concertète du poisson n'est pas consommée par l'homme ; elle est donc éliminée via l'opération de décapitage.

La tête représente un pourcentage élevé du poids total du poisson, et elle est éliminée manuellement ou mécaniquement. Dans la plupart des industries des conserves de poisson, et étant donné la taille de celles-ci, cette opération est généralement effectuée à la main.

La principale condition requise est que le décapitage donne lieu à un minimum de pertes de tissu musculaire.

Les machines à décapiter les plus couramment utilisées réalisent une coupe transversale ou oblique. La détermination du plan de section le plus rentable ne se calcule pas automatiquement, elle dépend de l'expérience et de l'habileté de la personne qui manœuvre la machine. Dans les installations les plus automatisées, on place le poisson dans des coulisses par les ouïes ou les nageoires pectorales ; il est ensuite décapité par des lames tournantes qui effectuent une incision en V.



1. Crochet 2. Couteau dé capiteur 3. Bras angle de fixation
4. Onglet de fixation 5. Lame d'éviscération 6. Support dorsal poisson

Figure 3.13. Schéma de fonctionnement d'une machine à décapiter et éviscérer
(Source : voir Réf. 63)

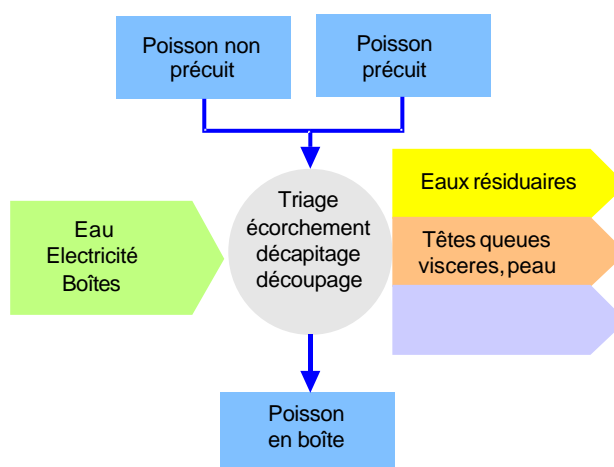
On sépare parfois la tête des viscères sans couper ces dernières. Ce type de découpage, qui facilite l'extraction des viscères, s'effectue en les tirant vers l'extérieur après avoir sectionnée la tête. Cette opération au nom anglo-saxon, le "nobbing", est pratiquée dans le cas de harengs traités en salaison.

L'éviscération mécanique la plus courante consiste à ouvrir la cavité abdominale du poisson en l'incisant ; cette incision s'effectue avant ou après le décapitage, en extrayant les viscères mécaniquement. Il existe également d'autres techniques d'extraction des viscères telles que l'extraction par succion, effectuée après le décapitage.

L'écaillage peut être effectué manuellement ou automatiquement. Les machines d'écaillage mécanique ne doivent ni abîmer la peau, ni amollir la texture du tissu musculaire. On utilise dans l'industrie de transformation du poisson deux types d'écailleurs :

- À tambour : le poisson y est écaillé par frottement contre les parois rugueuses du tambour rotatif ;
- Mécaniques : le poisson traverse un système de racleurs statiques ou en mouvement (scanner).
- Électrique : dans ce cas, l'écaillage s'effectue via le passage répété d'un racleur rotatif le long de la superficie du poisson, de la queue à la tête.

Les principaux courants résiduaux de cette opération sont constitués des restes des parties du poisson impropres à la consommation, ainsi que des eaux résiduaux utilisées par cette même machine pour nettoyer les pièces après le décapitage et l'éviscération.



Entrée		Sortie	
Produit	Quantité	Produit	Quantité
Poisson	1 000 kg	Poisson trié	970-1 000 kg
Eau	0,2 m3	Eaux résiduaires	0,2 m3
Électricité	0,15 kw/h	DCO	0,35-1,7 kg
		Déchets solides	0-30 kg

Tableau 3.7. Bilan de matières et d'énergie, triage du poisson

Entrée		Sortie	
Produit	Quantité	Produit	Quantité
Poisson	1 000 kg	Poisson trié	750-760 kg
Eau	0,2-0,9 m3	Eaux résiduaires	0,2-0,9 m3
Électricité	0,4-1,5 kw/h	DCO	7-15 kg
		Têtes et viscères	150 kg
		Arêtes et chair	100-150 kg

Tableau 3.8. Bilan de matières et d'énergie : décapitage, éviscération et élimination des arêtes

Entrée		Sortie	
Produit	Quantité	Produit	Quantité
Poisson écorché	1 000 kg	Poisson sans peau	940 kg
Eau	17 m3	Eaux résiduaires	17 m3
Électricité	NA	DCO	3-5 kg
Produits chimiques	NaOH (8%)	Déchets de peau	55 kg

Tableau 3.9. Bilan de matières et d'énergie, pelage du poisson

3.2.2.3 Decoupage en filets

La présentation du poisson sous forme de filets a lieu dans le cas de produits comme les anchois, les anchois frais ou le maquereau. Le découpage en filets des deux premiers types de poisson est souvent réalisé à la main, et c'est un travail difficile : en effet, atteindre un niveau de rendement élevé exige des ouvriers dotés d'une grande habileté et d'une grande expérience. Au cours de cette opération, une certaine quantité de chair est éliminée en même temps que les appendices, ce qui diminue parfois le rendement de 25%.

Le découpage en filets des maquereaux et des harengs peut être réalisé à l'aide de machines. Les opérations de base de la fileteuse sont les suivantes :

- Sectionnement des appendices supérieurs et inférieurs le long de la superficie du poisson.
- Découpage des côtes le long de la colonne vertébrale.

Ces espèces présentant une symétrie bilatérale, chaque opération est réalisée par une paire de lames symétriques.

3.2.2.4 Séparation de la chair

Ces dernières années, le poisson émietté comme matière première dans l'industrie de transformation est devenu très populaire : ce poisson s'obtient à partir des déchets habituels du découpage en filets, des poissons décapités, et des viscères, et à partir de portions de l'épine dorsale. Cette classe de produit a été favorisée dans le but d'économiser des matières premières coûteuses, et sa présence a été renforcée grâce à des machines capables de séparer la chair des parties non comestibles telles que les arêtes, les nageoires et la peau.

L'utilisation de trieurs permet d'obtenir 15 à 30% de chair en plus dans le cas de poisson émietté que dans le cas de filets sans arêtes.

3.2.2.5 Nettoyage du poisson

Voici les principales opérations de nettoyage dans le domaine du poisson transformé

- Nettoyage du poisson à la réception
- Nettoyage et extraction du sang après l'éviscération

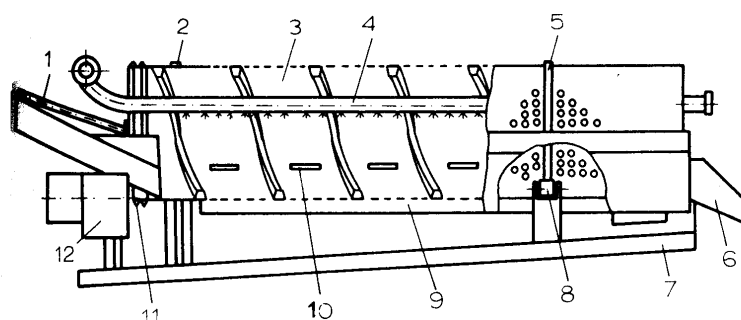
On prétend avec le nettoyage réduire la contamination bactérienne du poisson. Un nettoyage efficace dépend de deux facteurs : l'énergie cinétique de l'eau qui va servir au nettoyage et la proportion eau/poisson. Afin de garantir un nettoyage adéquat, cette proportion doit être d'un minimum de 1:1 ; cependant, en pratique, on utilise une double quantité d'eau. L'action purifiante de l'eau est renforcée par le frottement mécanique de la superficie du poisson dans divers modèles de machines à laver.

Les usines de traitement situées à l'intérieur des terres utilisent de l'eau du robinet pour le nettoyage ; à bord des bateaux, on se sert d'eau de mer purifiée, que l'on recueille à la proue des embarcations.

Voici les différents modèles de machines à laver :

- Machines à laver à tambour à axe horizontal, (Figure 3.14)
- Machines à laver à tambour à axe vertical (scanner),(Figure 3.15)
- Machines à laver-transporteurs.

Les machines à laver à axe vertical sont souvent utilisées à bord des bateaux en raison de leur dimension réduite. La machine à tambour à axe horizontal est le modèle le plus courant. L'élément principal de la machine est un tambour rotatif doté de perforations d'environ 10 mm de diamètre. L'intérieur du tambour est tapissé de reliefs métalliques ou en caoutchouc fixes qui garantissent que le poisson est bien retourné dans tous les sens. Les rotations du tambour et son inclinaison permettent au contenu de se déplacer vers la sortie. L'opération de nettoyage est continue, elle a lieu sous un courant d'eau qui rentre par une canalisation perforée située à l'intérieur du tambour. L'eau sale s'écoule à l'extérieur, jusqu'à un réservoir à déchets. On utilise généralement ces machines pour nettoyer les poissons entiers ainsi que les poissons découpés et éviscérés aux tissus fragiles, car elles n'entraînent aucune détérioration.

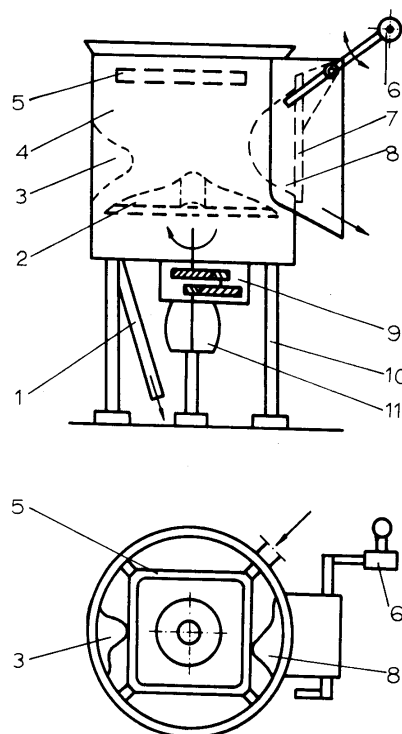


1) Entrée d'eau 2 et 5) guides du tambour 3) tambour perforé 4) conduite d'eau principale 6) sortie poisson nettoyé 7) support 8 et 11) poulies 9) réservoir d'eau déchets 10) générateur d'impulsions 12) moteur électrique à transmission.

Figure 3.14. Tambour de lavage à axe horizontal (Source: voir Réf. 63)

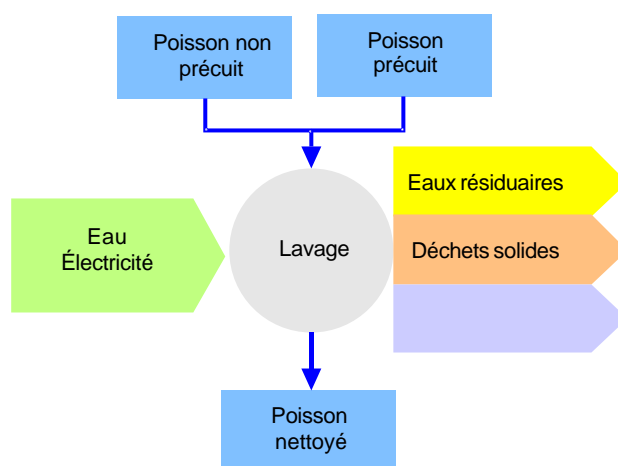
Enfin, les machines à laver - transporteurs peuvent également servir à éliminer la glace ; celle-ci présentant une densité plus faible que celle du poisson, elle remonte tout de suite à la surface, où elle est éliminée mécaniquement. Le poisson tombe sur un transporteur grillagé qui l'entraîne hors du réservoir. Bien que ce type de machine à laver dispose d'un jet d'eau complémentaire, son efficacité est inférieure à celle des deux autres modèles.

Le principal aspect environnemental de cette opération est celui des eaux de lavage rejetées ; ces eaux contiennent essentiellement des sucs, du sang, de l'huile, des écailles, des restes de tissu et du sel, éléments issus du poisson. La principale caractéristique des courants résiduaux des eaux de lavage est que leur niveau de pollution est bas comparé à d'autres types de courant ; cependant, leur volume est important par rapport au volume total généré par l'usine.



1) Déversement 2) fond rotatif 3) impulsion 4) tambour 5) entrée d'eau 6) contrepoids 7) sortie du poisson nettoyé 8) générateur d'impulsions 9) engrenage d'entraînement 10) supports 11) moteur électrique.

Figure 3.15. Tambour de lavage à axe vertical (Source: voir Réf. 63)



Entrée		Sortie	
Produit	Quantité	Produit	Quantité
Poisson	1 000 kg	Poisson nettoyé	970-1 000 Kg
Eau	3 -6 m3	Eaux résiduaires	3-6 m3
Électricité	0,15 kw/h	DCO	0,35-1,7 Kg
		Déchets solides	0-30 Kg

Tableau 3.10. Bilan de matières et d'énergie, lavage

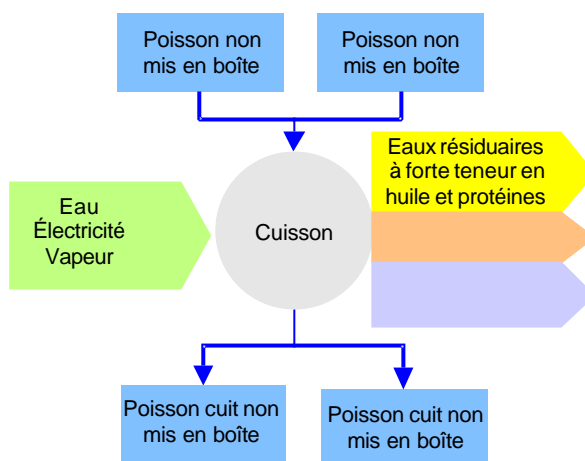
3.2.2.6 Cuisson

Pendant les opérations de cuisson, de refroidissement postérieur du poisson, et de séparation de la peau et des arêtes, le poisson est positionné entre des grilles nettoyées chaque jour avec une solution de soude.

La cuisson dure environ 2 heures et elle s'effectue dans des cuiseurs, par contact direct du poisson avec de la vapeur. On procède ensuite à la purge de l'eau générée et on refroidit le poisson au moyen de pulvérisateurs. L'eau générée par ce processus est constituée de deux fractions : l'une est directement due à la cuisson et renferme une très forte concentration de matière organique, et l'autre est due aux eaux de lavage et de refroidissement (généralement de l'eau de mer) ; cette dernière est moins chargée, mais sa salinité est élevée. Il est important de mentionner que le volume de cette eau représentant 1% du total, elle renferme 7,4% de la charge organique, et que sa température moyenne est de 45 °C.

Les liquides de cuisson sont les courants les plus importants en ce qui concerne la charge organique et les substances nutritives ; en outre, ils sont riches en chlorure. Leur pH est légèrement acide et au moment du déversement, leur température approche les 90 °C.

Au cours de la cuisson, de grandes quantités d'énergie sont consommées (production de la vapeur.) Le tableau 3.11. présente le bilan de matières et d'énergie de cette opération.



Entrée		Sortie	
Produit	Quantité	Produit	Quantité
Poisson cru	1 000 kg	Poisson précuit	850 kg
Vapeur	560 kg	Eaux résiduelles	0,07-0,27 m3
Électricité	0,3- 1,1 Kw / h	Déchets solides	150 kg

Tableau 3.11. Bilan de matières et d'énergie, cuisson du poisson

3.2.3 Aspects environnementaux et impacts sur l'environnement

3.2.3.1 Considération générales

Voici les principaux aspects environnementaux liés au traitement des conserves de poisson :

- Consommation d'eau
- Consommation d'énergie
- Eaux résiduelles
- Déchets solides

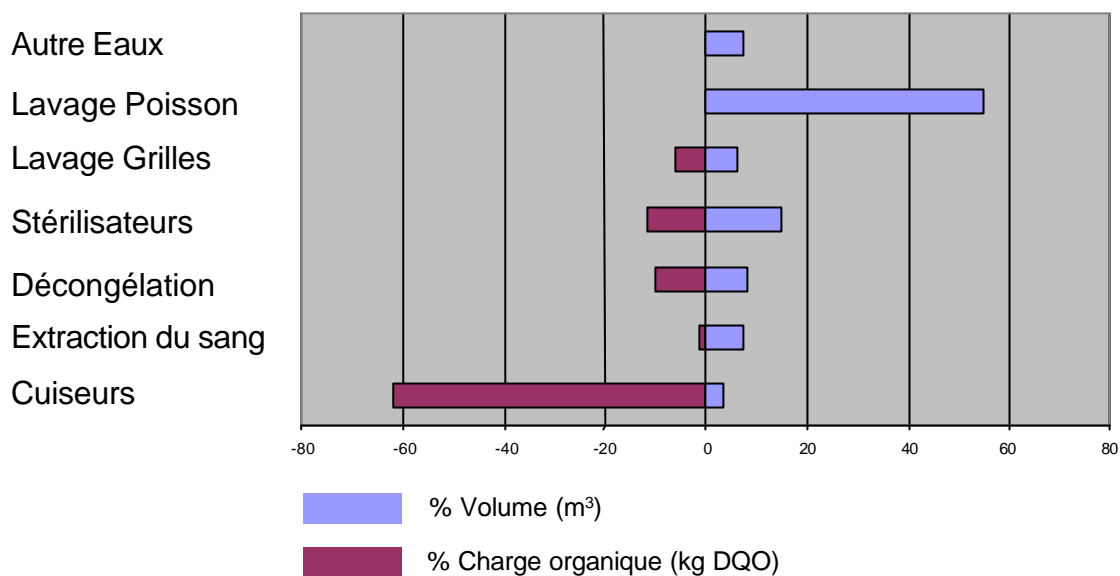


Figure 3.16 Distribution du volume en pourcentage et pollution de divers courants d'eaux résiduares dans une usine de conserves de thonidés

Les usines de traitement du poisson sont généralement de grande taille, et elles sont concentrées dans des zones bien déterminées près de la mer. Les déversements directs au moyen d'émissaires marins entraînent un impact négatif sur le milieu en raison de leur forte pollution. Quelques industries disposent de traitements finaux, mais l'épuration biologique de ces eaux posent des problèmes très spécifiques en raison de leur haute salinité.

Les déchets sont la plupart du temps des restes organiques de poisson généralement traités pour produire de la farine et de l'huile de poisson utiles à l'alimentation animale et humaine (margarines et matières grasses).

A l'échelle locale, l'un des principaux impacts de ce type d'industries sont les mauvaises odeurs dues à la décomposition rapide du poisson, situation qui se trouve aggravée lorsque les usines disposent d'installations de production de farine et d'huile de poisson.

Aspect environnemental	Caractéristiques principales	Opérations
Consommation d'eau	Dans certains cas, utilisation d'eau de mer.	Déchargement Élimination des parties indésirables Nettoyage du poisson Cuisson ou Échaudage Stérilisation Nettoyage des récipients
Consommation d'énergie	Thermique ou électrique	Déchargement Élimination des parties indésirables Nettoyage du poisson Cuisson ou Échaudage Stérilisation Nettoyage des récipients
Eaux résiduelles	Charge organique élevée	Déchargement Élimination des parties indésirables Nettoyage du poisson Cuisson Stérilisation Nettoyage des récipients

3.2.3.2 Consommation d'eau

De grandes quantités d'eau sont utilisées dans les opérations de décongélation, de nettoyage (produit, récipients, installations) et d'extraction du sang.

La figure 3.16. présente la distribution de la consommation d'eau d'une usine de conserves de thon. Certaines opérations prédominent au niveau de la consommation, d'autres prédominent sur le plan des niveaux de pollution.

La consommation d'eau des industries des conserves de poisson est très élevée, et étant donné leur concentration dans des espaces très réduits, ceci peut représenter dans certains cas un facteur critique. Les industries étant situées dans des zones proches de la mer (elles ont besoin de matière première fraîche), elles ont l'habitude d'utiliser de l'eau de mer dans certains de leurs processus. Ceci dépend du niveau de pollution de l'eau et est donc loin d'être toujours possible.

Le principal impact pouvant être entraîné par des captages excessifs d'aquifères est l'inversion du débit de ces derniers et l'entrée d'eau de mer dans les zones phréatiques, ce qui rend les captages inutiles.

3.2.3.3 Consommation d'énergie

L'énergie est principalement consommée pour le fonctionnement des machines, la production de glace, le réchauffement, la réfrigération et la cuisson. Étant donné les dimensions de ces industries, ainsi que :

- L'important besoin en froid industriel pour la conservation du produit,
- Le haut niveau d'automatisation et
- La succession de changements thermiques au cours du processus

La consommation est importante. La consommation approximative de combustible par tonne de produit atteint 100 Kg fuel/Tm.

Voici les sources d'énergie utilisées :

- Énergie électrique fournie par la Compagnie d'électricité
- Énergie électrique produite par cogénération
- Combustibles fossiles pour le fonctionnement de la chaudière (Fuel-oil, Gaz naturel, etc.)

La répercussion de l'énergie sur les coûts totaux du secteur est de 1,8 % ; la distribution de l'énergie utilisée oscille entre 40 et 60 % pour les deux sources d'énergie.

Cet équilibre entre les deux sources vient de ce que dans ce secteur, les usines sont généralement de grande taille et sont très automatisées.

3.2.3.4 Émissions dans l'atmosphère

La pollution de l'air générée par l'industrie des conserves du poisson peut avoir comme causes principales :

- Fuites accidentelles de gaz des circuits de réfrigération (Ammoniaque et CFC). Les émissions de CFC détruisent la couche d'ozone.
- Émissions directes dues à la combustion des chaudières ou émissions indirectes provoquées par la consommation d'énergie électrique.

L'impact sur l'environnement dû à la combustion est présenté dans le tableau suivant :

Consommation		Fuel	Gas-oil	Charbon	Gaz
		100 kg fuel/tm	101 kg gas-oil/tm	209 kg charbon/tm	277 GJ PCS/tm
émissions					
SO2	g/tm cons.	5,406	601	1,402	0
NOX	g/tm cons.	642	268	448	14
CO	g/tm cons.	57	65	327	2
CO2	Kg/tm cons.	288	298	298	6
COV	g/tm cons.	3	3	5	1
CH4	g/tm cons.	12	1	5	0
PART	g/tm cons.	330	27	851	0
N2O	g/tm cons.	1	1	42	0

La consommation énergétique estimée par tonne de produit prise en compte est la consommation totale : cette énergie étant soit électrique, soit thermique, les sources énergétiques sont généralement des combustibles fossiles (à l'exception de l'énergie nucléaire).

On constate avec ce tableau qu'il existe une différence abyssale entre la pollution atmosphérique due au gaz et celle due aux autres combustibles fossiles.

Voici les principaux problèmes environnementaux générés :

- Contribution à l'effet de serre, importantes quantités de CO2
- Contribution aux pluies acides dans le cas de consommation de fuel et possibilité de problèmes transfrontaliers dus à l'emplacement de ces industries
- Contribution à des problèmes à l'échelle locale dus à la présence de polluants toxiques

Afin de visualiser quel peut être l'impact local de ces besoins énergétiques sur le territoire, nous allons maintenant évaluer les niveaux d'émission à partir d'une hypothèse de travail.

Hypothèse de travail :

- Zone productrice de conserves de poisson produisant 100 Tm/semaine
- Conditions météorologiques stables pendant une semaine avec inversion thermique moyenne à 500 m et régime de vents ne permettant la diffusion que sur un rayon de 100 km²

- La situation antérieure à l'épisode hebdomadaire fait que les niveaux d'émission existants tendent à zéro.
- La diffusion en fin de semaine est homogène sur la totalité du territoire et au niveau de toutes les couches en dessous de la couche limite.

A partir de cette hypothèse et des données du tableau précédent, nous avons mis en place le tableau suivant :

	Fuel	Gas-oil	Charbon	Gaz
SO2	54	6	14	0
NOX	6	3	4	0
CO	1	1	3	0
CO2	3	3	3	0
COV	0	0	0	0
CH4	0	0	0	0
PART	3	0	9	0
N2O	0	0	0	0

Données en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à l'exception du CO_2 , en mg/m^3

On constate avec ce tableau que la concentration de SO_2 dans cette zone dépasserait la limite moyenne établie par l'UE pour la protection des écosystèmes ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ainsi que la moitié environ des niveaux d'émission acceptables pour la santé de l'Homme. Même s'ils étaient générés dans d'importantes quantités, des paramètres tels que les particules ou les oxydes d'azote ne dépasseraient pas les limites établies.

3.2.3.5 Eaux résiduaires

L'industrie de transformation des produits de la mer, et plus concrètement, l'industrie des conserves génèrent d'importants volumes de déchets, principalement des eaux résiduaires ; cette situation est due aux transformations opérées sur la matière première. Les courants résiduaires correspondent à un nombre varié de procédés, par exemple le nettoyage, la cuisson et la mise en boîte du produit. La principale caractéristique de ces effluents est leur charge organique élevée : en effet, une importante partie de la matière première (poisson et coquillages) est éliminée dans ces courants, sous forme de substances solubles ou de solides en suspension.

La plupart du temps, le courant de déversement général de l'usine est composé de toutes les eaux de déversement de celle-ci. Généralement, ses principales caractéristiques sont une charge organique faible et une salinité élevée. Le Tableau 3.12. présente les principales caractéristiques des effluents d'une usine de conserves de thon. La charge organique faible est due à la forte contribution au volume des eaux de lavage et de lavage à grande eau ainsi qu'à la charge élevée des eaux issues de la cuisson. La Figure 3.13. présente le niveau de pollution exprimé en DCO ainsi que le volume de différents courants résiduaux.

USINE DE CONSERVES DE THONIDÉS	
paramètre	valeur
DCO (mg/l)	4 300
DBO5 (mg/l)	2 970
Conductivité (mS/cm)	20 500
PH	6.1
Solides solubles (mg/l)	480
Azote total Kjeldahl (mg/l)	720
Ammonium (mg/l)	140
Sulfate (mg/l)	270
Phosphate (mg/l)	210
Chlorures (mg/l)	6 900
Graisse (mg/l)	400
Tensioactifs (mg/l)	6

Tableau 3.12. Caractéristiques de l'effluent final d'une usine de conserves de Thonidés

Le volume et les caractéristiques des courants résiduaux varient sensiblement avec le temps car ils font l'objet de déversements discontinus. Le Tableau 3.13. présente les variations observées au cours des essais d'une usine-pilote.

Jour opération	Heure	pH	DCO (mg/l)	Chlorure(mg/l)
85	11:15	9	4 270	19 460
451	11:15	10,3	2 190	16 640
673	18:15	9,8	2 330	16 690
673	19:30	8,4	950	17 030
723	13:15	9,9	940	13 260

Tableau 3.13. Variation temporelle des caractéristiques de l'effluent final d'une usine de thonidés

Nous allons maintenant détailler les opérations qui, à l'intérieur du procédé, causent les courants résiduaux majeurs. Le Tableau 3.14 présente les données correspondant à la pollution de divers courants à l'intérieur de l'usine. On en déduit que la plus grande partie de la pollution est due à la cuisson.

Courants résiduaux	pH	DCO total (mg/l)	Solides en Suspension (mg/l)	Chlorure (mg/l)
Décongélation	6,6	2 090	490	3 670
Nettoyage du poisson	6,6	3 420	1 980	130
Extraction du sang	6,4	3 710	1 180	400
Cuisson	5,7	50 500	2 700	5 600
Nettoyage des grilles	11,9	870	290	-

Tableau 3.14. Caractéristiques de divers courants résiduaux d'une usine de conserves de thonidés

90% de la charge organique est concentrée dans 26% du volume de déversement de l'usine, qui regroupe les courants de cuisson, d'extraction du sang et de la décongélation ; avec ses caractéristiques de pH, de salinité et de concentration moyenne (8-10 Kg DCO/ l) elle est idéale pour un traitement par anaérobie.

Le tableau présentant les niveaux d'émission de différentes industries des conserves nous offre une autre perspective de la problématique : on y voit les différences quantitatives et qualitatives de déversement pour divers types de conserves de l'ordre de 20 000 DCO pour le traitement des moules, et de 500 DCO pour le poulpe.

	Courant	Volume m3/sem	pH g/L	SST g/L	SSV g/L	DCOt g/L	Cl ⁻ g/L	T°C	Kg DCO/sem
Poupe	Décongélation	100	6,70	0,68	0,28	1,11	18,11	4	110
	Cuiseur	20	6,30	1,92	1,24	14,50	17,15	100	290
	Lavage	60	6,94	0,47	0,19	1,40	17,15	amb	80
	Total	180	6,74	0,75	0,36	2,69	17,68	-	480
Moule	Ébarbage	8 000	7,97	1,59	0,69	1,20	19,21	amb	9 600
	Lavage	8 000	8,06	0,34	0,15	0,23	19,32	amb	1 800
	Cuiseurs	480	6,95	1,30	1,06	16,90	13,66	100	8 100
	Déshydratation	60	6,47	1,32	1,02	27,13	17,79	100	1 600
	Transport	1 600	8,11	0,21	0,06	0,15	19,21	amb	240
	Total	18 140	7,99	0,91	0,41	1,18	19,11	-	21 340
Thon	Décongélation	140	6,48	0,53	0,39	2,55	19,72	4	360
	Pelage à la soude	105	10,39	5,04	3,76	8,37	18,34	amb	880
	Postpelage	220	8,86	0,33	0,20	0,75	19,12	amb	160
	Lavage	240	7,99	0,52	0,33	1,70	19,34	amb	410
	Cuiseurs	255	6,18	1,93	1,74	12,36	16,79	45	3 150
	Lavage grilles	15	12,40	3,38	2,09	16,78	0,30	70	250
	Total	975	7,82	1,38	1,09	5,74	18,28	-	5 210
Sardine	Écaillage	20	6,70	1,03	0,65	3,12	18,23	amb	60
	Transport	1 500	7,89	0,18	0,08	0,20	19,94	amb	300
	Tranchage	320	6,75	1,61	1,47	4,10	19,57	amb	1 310
	Lavage grilles	10	12,44	2,29	1,43	17,15	6,86	amb	170
	Rinçage grilles	340	9,05	0,40	0,18	0,33	19,23	amb	110
	Total	2 190	7,91	0,44	0,31	0,89	19,70	-	1 950

Tableau 3.15. Caractéristiques des différents courants résiduares de diverses industries d'élaboration des conserves

Les principaux impacts sur l'environnement pouvant être générés par l'émission de polluants issus de cette industrie se basent sur la DCO élevée et la forte concentration en sel. Les autres polluants produits en plus faibles quantités mais qui peuvent cependant contribuer à la dégradation de l'environnement sont les nitrates (3 Kg/Tm) et les phosphates (0,4 Kg/Tm).

En ce qui concerne les conséquences sur le milieu, le degré d'affectation des écosystèmes dépendra du système d'évacuation utilisé.

- L'évacuation directe dans les fleuves est peu probable, cette industrie étant située près de la mer. Étant donné les volumes relativement bas des fleuves du Bassin Méditerranéen (à l'exception du Nil et de quelques autres), cette situation supposerait donc l'apport une importante contribution à l'eutrophisation des eaux et la limitation d'espèces bien déterminées (forte présence de sel).
- L'évacuation dans les "rias", qui circulent peu, supposerait une accumulation dans des zones très précises, ce qui pourrait considérablement dégrader celles-ci.
- L'évacuation dans la mer via des émissaires est la meilleure solution ; cependant, elle peut entraîner des problèmes au niveau de la pêche dans certaines zones étant donné le niveau de pollution excessif de celles-ci. La salinité n'est pas un problème.

3.2.3.6 Déchets solides organiques

Les déchets solides générés par les processus d'élaboration de conserves de poisson correspondent principalement aux opérations de conditionnement du produit (mise en conserve). Ces opérations, notamment le décapitage, l'éviscération, le découpage en filets, et l'écaillage, peuvent provoquer une perte du poids total du poisson qui oscille entre 20 et 50%. Ces déchets finissent généralement dans les usines d'élaboration de farines de poisson destinées aux animaux ou à l'extraction des huiles.

La production de farine de poisson a débuté au début du siècle dernier au nord de l'Europe et en Amérique du Nord ; c'était une méthode de fabrication d'huile de hareng.

L'élaboration de farine de poisson implique une consommation énergétique élevée (50 l. de fuel/Tm et 32 kWh/Tm) ainsi que des volumes d'eaux résiduaires de 21 m³/Tm et des émissions de DCO de 42 Kg Cette industrie génère également des mauvaises odeurs.

Dans le domaine de l'élaboration des conserves de bivalves, les coquilles (par exemple les coquilles de moules) sont des déchets importants. Il n'existe pas actuellement de traitement visant à tirer profit de ces déchets, et le problème des grandes entreprises productrices est qu'elles ne savent pas quoi faire de ceux-ci ; elles choisissent donc d'importer des moules sans coquilles de pays comme le Pérou, où la production est forte, s'épargnant ainsi le problème du traitement des déchets.

3.3 Traitement des fruits et légumes

3.3.1 Procédés

3.3.1.1 Nectars et jus

La production de jus de fruit s'est au départ développée en raison d'un excès de production de fruits. Bien que ceci soit toujours vrai pour certaines zones, 60% des jus de fruit commerciaux sont aujourd'hui fabriqués à partir de fruits cultivés spécialement dans ce but.

Il existe de nombreuses variétés de jus :

- Jus clairs clarifiés de raisin, de pomme, de groseille
- Jus légèrement troubles (ananas)
- Jus très troubles, contenant de la matière cellulaire en suspension (orange, pamplemousse etc.)
- Jus pulpeux (tomate)
- Nectars élaborés avec la pulpe entière de la pêche.

Le processus productif débute après la réception des fruits. Les fruits sont lavés pour éliminer les impuretés organiques potentielles et on prépare la phase d'extraction de jus en effectuant les phases de dénoyautage et de pelage dans le cas de certains types de produits. Par la suite, on réalise la trituration, avec ou sans préchauffage, et l'extraction du jus via le pressage ou le tamisage. Les opérations de pressage sont généralement saisonnières, en fonction des saisons des différents fruits. Il existe pour certains types de fruits (les agrumes) des systèmes d'extraction très spécifiques ne nécessitant pas une trituration préalable.

Après réalisation de la purée de fruits, on raffine le jus obtenu via la décantation, le clarification et/ou le filtrage. Ce filtrage est normalement effectué dans le but de donner du brillant et de la clarté au jus et d'éliminer les levures. Toutes les méthodes utilisent des coadjuvants de filtrage, habituellement des terres d'infusoires, retenues par le filtre. Les filtres principaux sont les filtres à plaques, les filtres rotateurs à vide, et les filtres à bougie. Les filtres à plaques en amiante sont de moins en moins utilisés.

On effectue ensuite les opérations de conservation du produit par désaération et pasteurisation.

La désaération des jus de fruit est un passage obligé étant donné la susceptibilité générale à l'oxygène et aux effets corrosifs de celui-ci sur le fer blanc.

La désaération consiste généralement à filer le jus jusqu'à une colonne ; là, le liquide est répandu sur une surface, et on applique un vide d'approximativement 950 millibars. Il est possible de préchauffer le jus jusqu'à un degré limite, mais cette étape doit être précédée de la pasteurisation ou d'un autre traitement thermique : l'oxygène pourrait sinon produire une rapide détérioration du jus chauffé, et il faudrait ensuite prendre des précautions adaptées pour empêcher l'air d'entrer à nouveau.

Pendant la pasteurisation, la température du jus monte jusqu'à 70 °C au moyen d'un échangeur de chaleur à plaques ou tubulaire ; le jus chauffé conserve la même température pendant une courte période, et à la fin de celle-ci, il est refroidi avant le remplissage. Dans l'opération de pasteurisation rapide, on utilise des températures pouvant aller jusqu'à 80 °C pendant 15 secondes, par courtes périodes. Les jus de fruits possédant un pH faible, la stérilité commerciale est alors quasiment atteinte.

On peut enfin envoyer le jus en stockage réfrigéré en attendant sa mise en boîte, ou passer à la phase de concentration.

En fonction de la matière première et du type de produits, l'ordre des opérations, ainsi que leur nombre, peut varier considérablement.

Les technologies utilisées par les entreprises pour chaque opération dépendent en grande partie du type de matière première avec laquelle elles travaillent et de la typologie du produit qu'elles cherchent à obtenir.

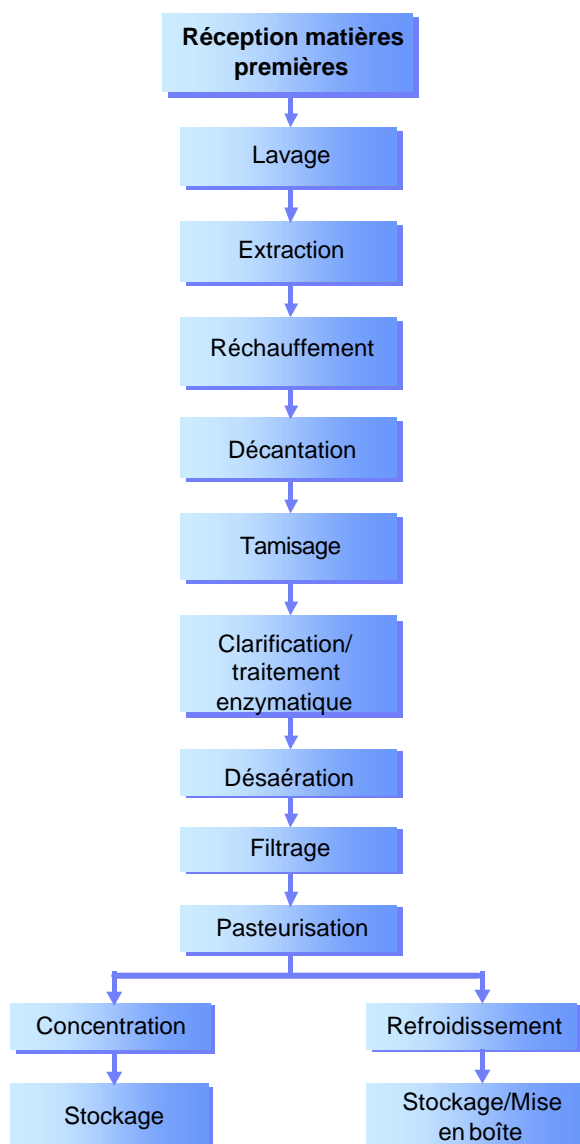


Figure 3.17. Processus d'élaboration des jus

3.3.1.2 Confitures et marmelades

Les confitures et les marmelades sont composées de fruits, de pectine, de sucre, d'acide, d'eau, de colorants et d'arômes. Le fruit en est le composant principal et il détermine la qualité de la confiture et de la marmelade. Il n'est pas indispensable d'utiliser exclusivement des fruits frais, on peut en effet utiliser des fruits congelés, réfrigérés, en boîtes de conserve, ou conservés par traitement à l'anhydride sulfurique.

Le processus d'élaboration est le même pour les confitures et les marmelades, même si les confitures nécessitent une plus grande agitation au cours de la cuisson (distribution homogène des morceaux de fruit.)

Le fruit doit faire l'objet d'opérations préalables de nettoyage avant d'être utilisé : inspection et élimination des fruits en mauvais état, moisissures et présentant des insectes, élimination des pédoncules et des noyaux, dans le cas de fruits à noyau dur comme les pêches et les prunes, lavage et tranchage.

Une fois les différents ingrédients prêts, on les mélange et on les cuit. Au cours de ce processus, l'eau s'évapore jusqu'à obtention du contenu désiré de solides. Pendant la cuisson se produit une série de phénomènes tels que :

- Ramollissement des fruits
- Élimination de l'excédent d'eau et de SO_2
- Inversion partielle de la saccharose
- Concentration du produit, ce qui entraîne le développement du goût et de la texture caractéristiques
- Destruction des moisissures et des levures
- Extraction des pectines et élimination des enzymes hydrolytiques qui les dégradent

Il existe deux variantes de cuisson : la cuisson à pression atmosphérique et la cuisson sous vide. Dans le premier cas, la cuisson s'effectue dans des chaudières ouvertes (également appelées évaporateurs, marmites, ou poêlons), chauffées à la vapeur et qui contiennent généralement des lots de 75-100 kg. On y place les fruits préparés, mélangés à de l'eau, du sucre, de la pectine, et du sirop de maïs.

Les chaudières sont disposées en lots de 4 à 8 et sont chargées par roulement, de manière à ce que la production de marmelade soit continue. Une fois les chaudières chargées, on connecte la machine à vapeur ; le mélange bout jusqu'à atteindre le niveau précis d'état solide. On refroidit alors le produit jusqu'à obtention de la température optimale de remplissage.

La cuisson sous vide permet de cuire de plus grosses quantités de produit, et le refroidissement après déchargement n'est pas nécessaire. Cette méthode a des inconvénients : il est plus difficile de contrôler la cuisson, et les différents types de fruits à traiter impliquent un système de nettoyage compliqué.

Cette méthode de cuisson présente elle-même deux variantes, l'ébullition discontinue ou par lots et l'ébullition continue. Dans ce cas, on doit élever la température du produit après l'interruption du vide afin de détruire les moisissures et les levures.

Après la cuisson, le produit doit être mis en conserve à une température oscillant entre 85 et 90 °C. Ceci garantit une série de facteurs :

- Gélification et solidification correctes
- Distribution uniforme dans le récipient
- Minimisation de la variation du poids dans le remplissage par changements de densité
- Atténuation du choc thermique et facilitation du refroidissement
- Stérilisation du produit.

Ces produits sont généralement mis en boîte dans des pots en verre, à l'aide de machines à pistons multiples rotatifs, automatiques et continues, à grande capacité de remplissage.

Une fois les récipients remplis et fermés, on les refroidit jusqu'à obtention d'une température de 35 °C. Pour cela, on utilise des réfrigérateurs à bande continue munis de pulvérisateurs d'eau. En principe, on effectue ces pulvérisations à 60 °C, afin d'éviter le choc thermique et de garantir que le refroidissement initial n'est pas trop rapide (ce qui peut donner lieu à une ébullition au centre du produit.) Après le refroidissement, on élimine l'humidité externe des récipients en les passant au jet d'air. On vérifie que le récipient est bien fermé hermétiquement à l'aide d'un détecteur de vide, qui vérifie automatiquement la concavité du couvercle.

Les récipients pleins sont alors envoyés dans une zone d'inspection visuelle, où l'on constate tous leurs défauts, par exemple les matières étrangères, le flottement des fruits ou la formation de bulles ; les récipients concernés sont alors refoulés. Les « bons » produits sont alors stockés et laissés au repos pendant un minimum de 24 heures (ceci favorise la gélification) avant de passer à l'étiquetage et au stockage final. Après l'étiquetage et l'encaissement, le produit est stocké dans un endroit qui devra être frais, aéré et dépourvu de lumière.

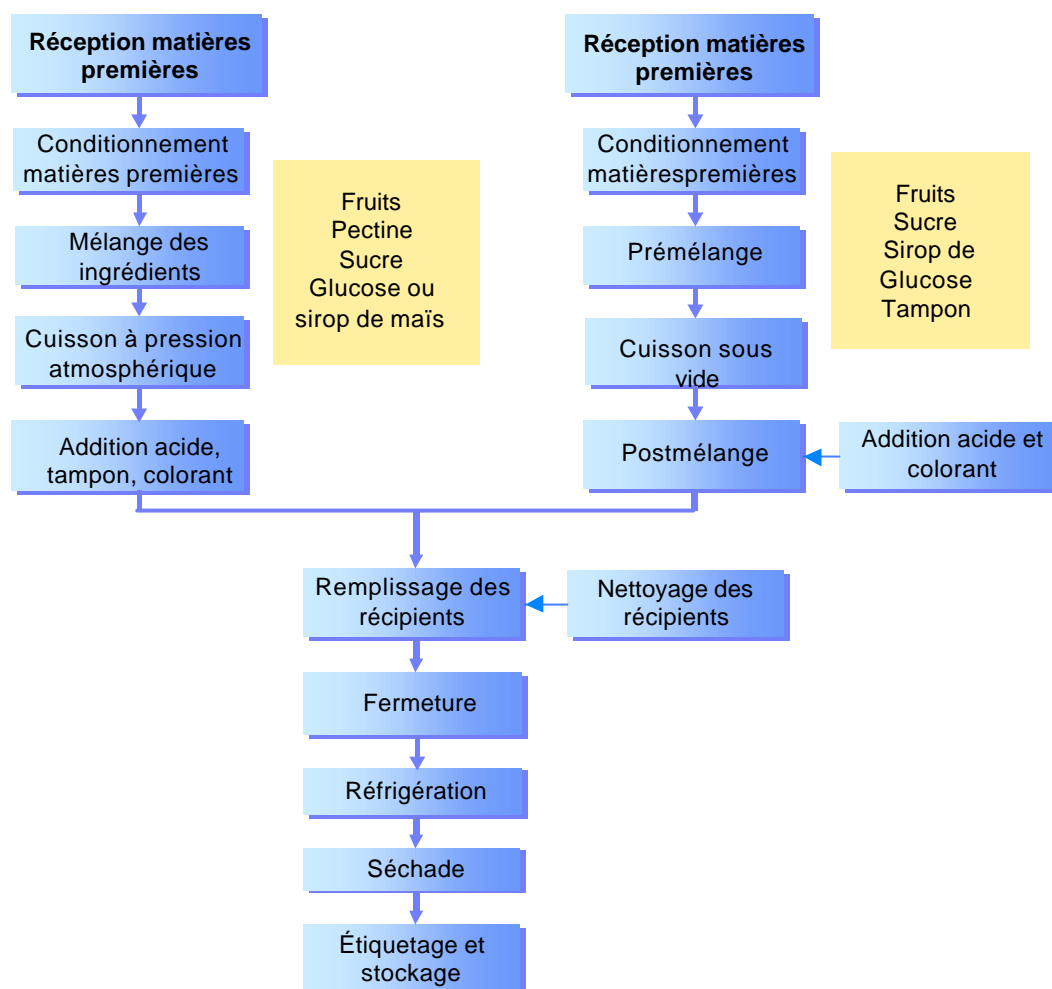


Figure 3.18. Processus d'élaboration de la marmelade

3.3.1.3 Conserves de fruits au sirop

Après réception des fruits, on effectue un tri et on rejette les fruits abîmés et ceux non conformes aux spécifications. On choisit les fruits au parfum adéquat dotés d'une structure correcte, facteur qui leur permettra de ne pas s'abîmer lors du traitement thermique. On mesure ensuite le degré Brix et le degré d'acidité des fruits.

Les fruits sont lavés à l'eau potable, puis pelés et coupés en morceaux. L'opération de pelage s'effectue généralement par pelage chimique ; néanmoins, le pelage mécanique est toujours utilisé dans le cas de certains fruits (poires et pommes, par exemple).

Les machines utilisées pour le pelage mécanique sont précisément adaptées à chacun des fruits concernés. On place les fruits à la main dans la machine, sur des dispositifs rotatifs, où ils

sont pelés par des lames mobiles à pression réglable. En plus du pelage, ces machines effectuent les opérations de dénoyautage et de découpage (moitiés de fruits, quartiers etc.)

Le type de découpage dépend du type de fruit traité : cubes, tranches, quartiers, bâtonnets. Les morceaux ne doivent être ni trop petits ni trop fins de façon à garder la même structure une fois en contact avec le sirop et pendant le traitement thermique.

On place les morceaux dans des filets ou des surfaces propres et on les plonge dans du sirop chaud pendant une période égale ou inférieure à une minute. Cette opération inclut l'échaudage du fruit. Enfin, on ôte les fruits du bain de sirop et on les laisse s'égoutter.

Une fois égouttés, les morceaux de fruit sont placés dans les pots ou récipients utilisés pour leur conservation ; ceux-ci, ainsi que les couvercles, sont dûment lavés et stérilisés à l'eau chaude.

On ajoute alors le sirop chaud (à température d'ébullition), qui est distribué de manière homogène dans le récipient et couvre totalement les fruits. On élimine l'air occlus et on ferme les récipients.

Ce sirop, liquide de couverture de ce type de conserves, est une solution de sucre et d'eau ; le sucre doit être présent en quantités suffisantes afin d'obtenir un milieu liquide dont le goût sucré correspondra aux degrés Brix du fruit et du produit final.

Voici les fonctions de ce liquide de couverture :

- Transférer la chaleur nécessaire à la stérilisation du produit (en effet, le fruit brûlerait si la chaleur était directement appliquée du récipient au fruit.)
- Conserver la douceur et l'aspect appétissant du fruit en faisant en sorte que celui-ci conserve sa structure.
- Éviter l'oxydation du fruit en évitant tout contact avec l'oxygène du milieu, ce qui empêche la variation de couleur du fruit et la perte de ses caractéristiques organoleptiques.

Avant de passer à la stérilisation, les boîtes sont nettoyées sous des douches d'eau sous pression afin d'éliminer les éventuels résidus de fruits ou de sirop.

Une fois les boîtes stérilisées, elles sont séchées, étiquetées et stockées.

3.3.1.4 Conserves de végétaux au naturel

3.3.1.4.1 Traitement des asperges

L'asperge fraîche est transportée dans des véhicules frigorifiques des champs jusqu'aux usines de traitement afin d'être mieux réceptionnée ; lors du pesage et du lavage, on prendra soin de tenir ses turions d'une certaine manière afin de ne pas les abîmer.

On trie la matière première afin de rejeter les produits en mauvais état, puis on coupe les asperges aux dimensions des différents récipients (qui peuvent être en fer blanc ou en verre.) On lave ensuite la matière première à l'aide d'eau chlorée, ce qui permet d'éliminer la charge bactérienne.

Les opérations suivantes, l'échaudage, le pelage, et le calibrage, ne sont pas effectuées dans le même ordre en fonction du type de pelage réalisé.

Il existe trois types de pelage pour les asperges blanches : pelage mécanique sur produit frais, pelage manuel sur produit frais, ou pelage mécanique après échaudage.

Les deux modèles de machines à écorcer mécaniques à lames présents sur le marché sont le modèle circulaire et le modèle rectangulaire. Le premier est constitué d'un carrousel rotatif sur lequel sont réparties vingt poupées ou vases pneumatiques destinées à accueillir les asperges, et autant de paires de pinces coupantes qui réalisent le pelage mécaniquement. Les asperges sont placées à la main dans les poupées, et elles sont suspendues à la verticale par le turion. Les pinces coupantes remontent en position ouverte, et se referment sur le turion ; en redescendant, elles produisent deux épluchures de part et d'autre. Lorsque le carrousel et les poupées ont effectué un tour, les turions pelés tombent dans un compartiment qui les transporte vers la section d'échaudage.

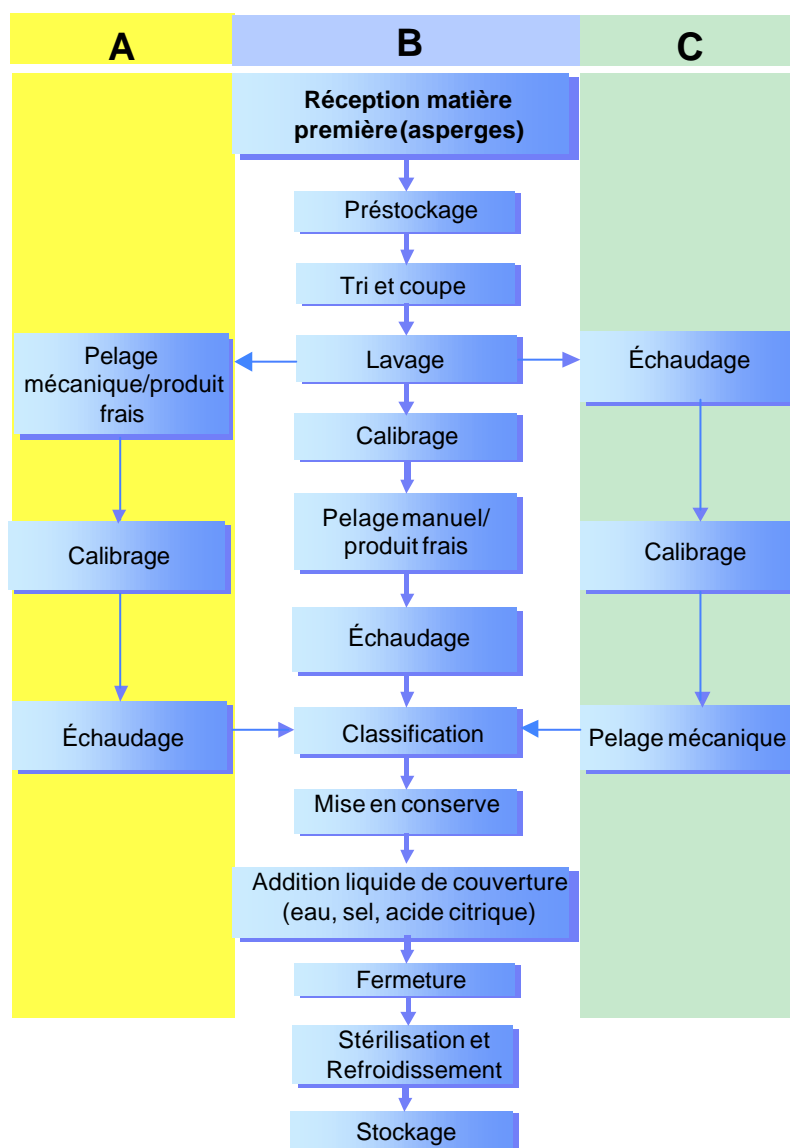
L'échaudage, opération au cours de laquelle le produit est précuit par contact avec de l'eau chaude, a pour objectif la désactivation des enzymes qui provoquent l'oxydation et la dégradation du goût des asperges. Cette opération porte également le nom de Blanchiment. A la fin de l'opération, on applique un brusque jet d'eau froide sur le produit afin d'éviter sa cuisson excessive.

Les asperges sont classées en fonction du diamètre et de la qualité de leurs pointes. Après la classification, l'asperge échaudée est transportée jusqu'aux plateaux de mise en conserve et de pesage. Le placement du produit dans les récipients peut être effectué mécaniquement ou

manuellement. Pendant le remplissage, il est important de contrôler le poids du produit afin qu'il atteigne le poids minimum égoutté établi selon des réglementations. Tout au long du remplissage, l'asperge est en contact avec de l'eau, ce qui évite la déshydratation.

Le produit est maintenant à l'intérieur des récipients ; on remplit alors ceux-ci avec le liquide de couverture chauffé jusqu'à ébullition dans des marmites en acier inoxydable. On élimine ensuite l'air présent dans les récipients à l'aide de jets de vapeur, puis on ferme les récipients hermétiquement. A l'aide de douches d'eau chlorée, on élimine les restes de produit ou de liquide de couverture toujours présents sur les récipients.

Les récipients passent ensuite à la stérilisation. Une fois le traitement terminé, ils sont minutieusement contrôlés pendant l'étiquetage et l'emballage, puis stockés.



A. Pelage mécanique du produit frais et échaudage postérieur
 B. Pelage manuel du produit frais et échaudage postérieur C. Échaudage et pelage mécanique postérieur
 Figure 3.19. Processus d'élaboration des asperges en conserve

3.3.1.4.2 Traitement des poivrons en conserve

Après réception de la matière première, on procède à un premier tri afin de rejeter les poivrons verts ainsi que les poivrons abîmés ou présentant des défauts. On effectue ensuite le pelage, pour lequel il existe diverses options ; on peut ainsi choisir le pelage par inflammation ou le pelage chimique.

Dans le premier cas, les poivrons sont grillés dans des fours rotatifs constitués de cylindres inclinés dont l'intérieur est recouvert d'une couche de matière réfractaire. La flamme produite par le brûleur, de type centrifuge ou atomiseur, est introduite par la partie inférieure du cylindre et traverse donc celui-ci quasiment de part en part. Les poivrons, transportés par un élévateur, pénètrent le cylindre par sa partie supérieure ; sous l'action de la gravité et du mouvement de rotation du cylindre, ils rejoignent la sortie tout en tournant sur eux-mêmes ; Cette rotation permet d'exposer toute la surface du poivron à l'action directe de la flamme.

La peau brûlée est ensuite éliminée à l'aide d'un tambour rotatif en maille métallique, et les poivrons sont nettoyés par des douches d'eau. Les poivrons étant toujours grillés après ces opérations, il n'est pas nécessaire de procéder à un échaudage postérieur.

Dans le cas d'un pelage chimique, les poivrons choisis sont plongés dans une solution de NaOH (18-20%) à 95-97°C pendant 40-50 secondes. Leur peau est ensuite éliminée sous l'action d'eau sous pression. Les poivrons sont conduits à travers un tambour rotatif en baguettes ou de superficie rugueuse doté de douches d'eau sous pression placées le long de l'axe central.

Afin d'annuler l'action des restes éventuels de NaOH, le produit est nettoyé dans un bain qui contient une solution acide. Cette opération demande un poivron échaudé.

Une fois les poivrons pelés, on procède à leur révision et à leur tri ainsi qu'à une classification par couleur et par taille. On met ensuite les poivrons en conserve et on ajoute le liquide de couverture composé d'une solution d'acide citrique au pH inférieur à 4,4.

On préchauffe les récipients avant de les fermer afin d'éliminer l'air occlus éventuellement présent à l'intérieur. On nettoie ensuite les récipients fermés et on leur applique le traitement thermique de stérilisation. Enfin, les récipients sont séchés, étiquetés, puis stockés.

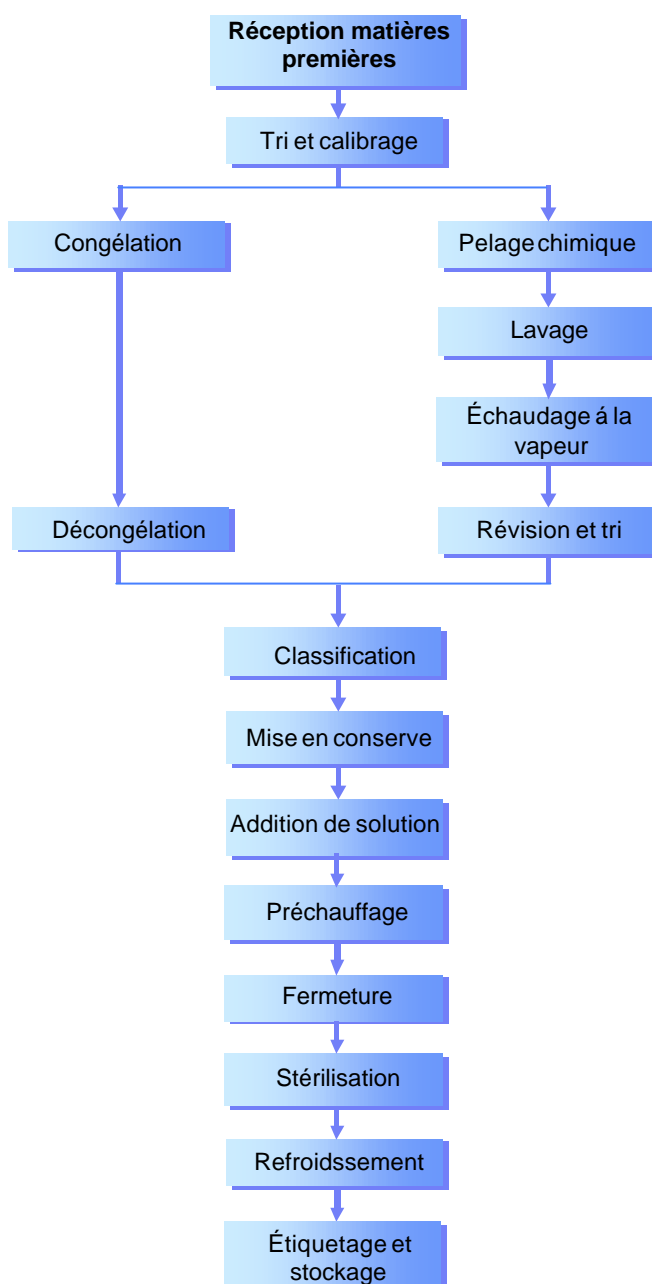


Figure 3.20. Processus d'élaboration des poivrons en conserve

3.3.1.4.3 Traitement des cœurs d'artichaut en conserve

Après réception de la matière première, on procède au tri et au calibrage. C'est au cours de cette opération, généralement réalisée à la main, que l'on élimine les artichauts en mauvais état et qu'on classe les autres par taille.

On lave les artichauts pour éliminer les restes de terre, les cailloux ou les autres polluants pouvant se trouver à sa superficie. On coupe ensuite les tiges, qui ne doivent pas dépasser trois centimètres. Les légumes sont ensuite échaudés, par immersion dans de l'eau à 96-98 °C, pendant une durée pouvant aller de 10 à 20 minutes (durée calculée en fonction de la taille et de la consistance des légumes.)

Une fois les artichauts échaudés, on coupe les extrémités fibreuses de leurs bractées. La machine utilisée pour cette opération consiste en un transporteur à timbales qui conduit les légumes jusqu'à la section de pelage, où l'opération est effectuée en deux phases :

Dans la première, les bractées sont coupées ; dans la deuxième, on tourne la base de l'artichaut, ce qui dégage les bractées externes du fond de la base du réceptacle. Les légumes passent ensuite par un tambour rotatif à baguettes : l'effet de frottement entre certains légumes, ainsi que le frottement des baguettes, entraîne l'élimination des bractées.

Il existe une autre version de ligne, qui comprend deux machines : la première coupe le pédoncule et les bractées des légumes non échaudés. Les artichauts passent alors à l'étape d'échaudage, puis dans une deuxième machine qui extrait la base des légumes à l'aide d'une lame spéciale actionnée par air comprimé qui s'adapte automatiquement à leur forme.

Les cœurs d'artichauts sont à nouveau contrôlés et triés avant la mise en conserve. Une fois les récipients remplis, on ajoute le liquide de couverture, composé d'une saumure et d'acide citrique au pH inférieur à 4,4. On préchauffe les récipients, on les ferme, puis on les nettoie.

Les récipients sont stérilisés, refroidis, séchés, et enfin, stockés.

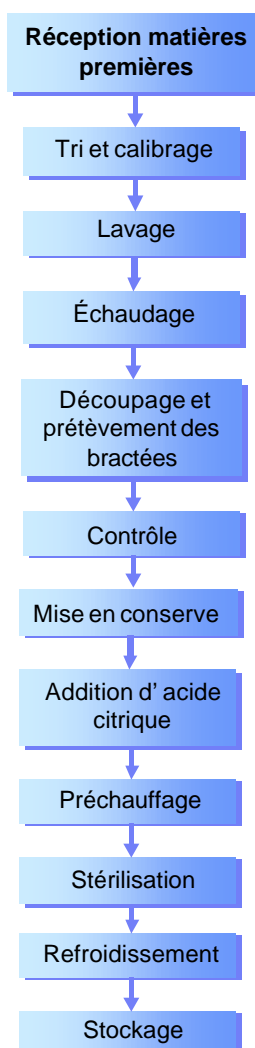


Figure 3.21. Processus d'élaboration des cœurs d'artichaut

3.3.1.4.4 Traitement des haricots verts

A réception des haricots verts, on commence le traitement avec un calibrage préalable des cosses à l'aide du système de cribles à tambour : ces cribles sont composés de cylindres en maille ou en lames métalliques perforées qui tournent en position quasi horizontale.

Le produit calibré, on casse les pointes des cosses, puis on procède à un nouveau calibrage.

Il existe sur le marché des machines spéciales pour couper haricots verts : dans la première étape, les pointes sont éliminées dans une époinçeuse, soit un cylindre perforé rotatif légèrement incliné et équipé de lames fixes à l'extérieur. Les pointes des cosses passent au travers des perforations et sont coupées par les lames. Les cosses sont ensuite coupées transversalement ou dans le sens axial, en lanières.

On procède ensuite à un nouveau contrôle du produit, afin de s'assurer que toutes les pointes ont bien été éliminées, puis on passe au lavage.

La cuisson des haricots verts s'effectue par traitement thermique d'échaudage, par immersion dans de l'eau à 78-80 °C. Si le produit n'est pas mis en conserve immédiatement, il est refroidi par de l'eau afin de ne pas se détériorer.

Généralement, les haricots sont mis en conserve dans des récipients métalliques auxquels on ajoute le liquide de couverture, ici de la saumure chaude. Une fois les récipients fermés, on effectue le traitement thermique de stérilisation.

Après la stérilisation, le produit est refroidi et séché, puis étiqueté et stocké.

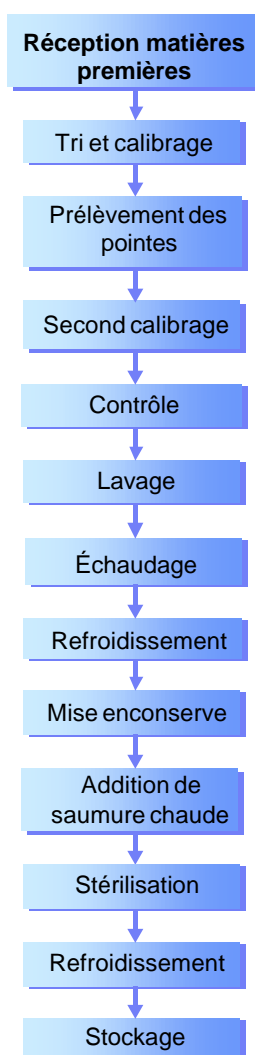


Figure 3.22. Procès d'élaboration de haricot vert en conserve

3.3.1.5 Conserves de végétaux en saumure (conserves au vinaigre)

Les olives à transformer doivent être cueillies lorsqu'elles atteignent leur taille optimale, mais avant d'arriver à maturité complète.

Une fois arrivées dans l'industrie, les olives sont triées et calibrées. Elles sont ensuite placées dans des bains d'eau de javel (solution d'hydroxyde sodique concentrée à 1,25-2,5%) où elles restent pendant la durée nécessaire à l'élimination de la majeure partie de leur amertume. La pénétration de l'eau de javel doit être entre deux-tiers et trois-quarts de la distance du noyau.

Les olives sont alors minutieusement nettoyées, jusqu'à élimination totale de l'eau de javel, au cours d'un processus qui dure de un à deux jours. Si le lavage se prolonge trop longtemps, les hydrates de carbone nécessaires à la fermentation disparaissent ; si au contraire des résidus d'eau de javel sont toujours présents dans les olives, la fermentation n'a pas lieu (disparition des bactéries.)

Les olives sont ensuite transférées dans des barils ou des citernes à saumure qui contiennent 11% de sel ; cette concentration est maintenue en l'état en ajoutant du sel quand cela est nécessaire.

La fermentation des olives est beaucoup plus lente que celle des cornichons, et il est souvent nécessaire d'incuber à 25 °C afin d'accélérer le processus. Il arrive fréquemment que l'on ajoute du glucose aux olives afin de conserver la fermentation.

Une fois la fermentation terminée, on procède au remplissage des récipients, qui peuvent être des récipients en verre ou en métal ou des emballages sous vide. On ajoute la saumure, concentrée à 7%, qui peut également contenir de l'acide lactique.

La saumure peut être ajoutée chaude afin d'éviter la présence d'oxygène à l'intérieur du récipient. Si ce n'est pas le cas, on élimine l'air occlus à l'aide de jets de vapeur après le remplissage.

Le produit peut être pasteurisé ; ce traitement thermique suffit à garantir une conservation correcte des olives, car pendant la fermentation, le pH de celles-ci diminue (valeurs aux alentours de 3,5) sous l'action des bactéries lactiques qui se développent et de l'activité de l'eau due à la pénétration du NaCl dans les olives. Tous ces facteurs font que cet aliment reste stable à température ambiante sur de longues périodes.

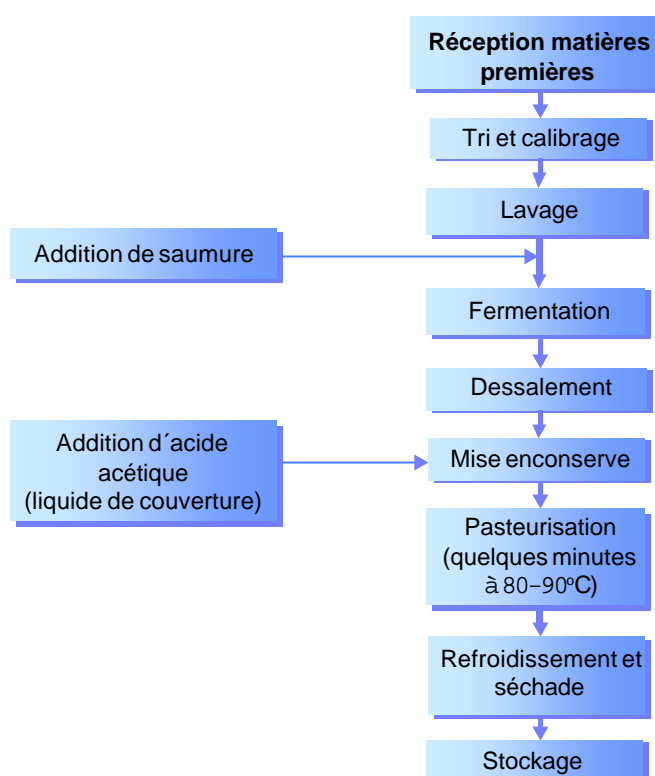


Figure 3.23 Processus d'élaboration des olives en conserve

3.3.1.6 Conserves de champignons

Une fois la matière première dans l'usine de conserves, on procède à son inspection et à un premier calibrage : on contrôle les restes de terre qui adhèrent au champignon, sa couleur et sa consistance, ainsi que la présence de défauts (ruptures, insectes, humidité extérieure.)

On passe ensuite au conditionnement du produit, opération qui inclut la découpe du pied, manuellement ou mécaniquement ; au final, le pied doit être plus petit que le diamètre du chapeau ou égal à celui-ci.

Une fois le champignon conditionné, il est transporté par eau (ce qui permet également de le nettoyer) jusqu'à la zone de blanchiment, c'est-à-dire d'échaudage. Cette opération s'effectue à l'aide d'eau ou de vapeur et dure de 5 à 7 minutes selon la fraîcheur du champignon, mais également selon sa taille et sa maturité.

Une fois blanchi, le champignon est refroidi jusqu'à une température inférieure à 30 °C afin d'obtenir un produit de meilleure qualité. Le refroidissement est réalisé dans des citernes d'eau pure et froide ; le produit y est transporté rapidement car toute exposition de plus de 30 secondes à l'air libre est susceptible d'entraîner des décolorations et l'apparition de taches brunes.

Le produit est ensuite mis en conserve : on tient compte du fait que les récipients doivent être remplis avec des quantités de produit supérieures à celles que l'on souhaite finalement obtenir, car le volume du produit diminue dans des proportions importantes.

Au moment d'ajouter la saumure, on laisse un espace de tête ; cet espace ne doit pas être supérieur à 10% de la hauteur de la boîte. La saumure est chauffée – elle atteint environ 72°C – avant d'être versée dans la boîte.

Après incorporation de la saumure, on ferme les récipients sans perdre de temps, car si la solution de saumure refroidit, la création de vide par des méthodes mécaniques telles que les jets de vapeur devient obligatoire.

Les récipients fermés sont nettoyés afin d'éliminer les éventuels restes de produit ou de saumure, et ils passent au traitement de stérilisation. Ils sont ensuite immédiatement refroidis à environ 38 °C. Les récipients doivent être secs au moment de leur rangement dans les caisses. Une fois les boîtes étiquetées et encaissées, le produit est stocké.

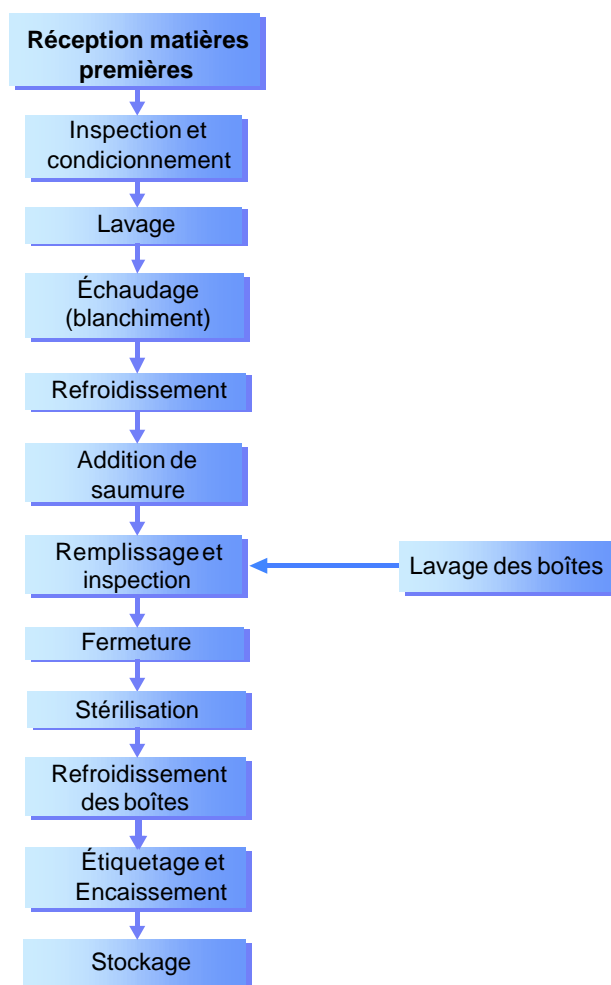


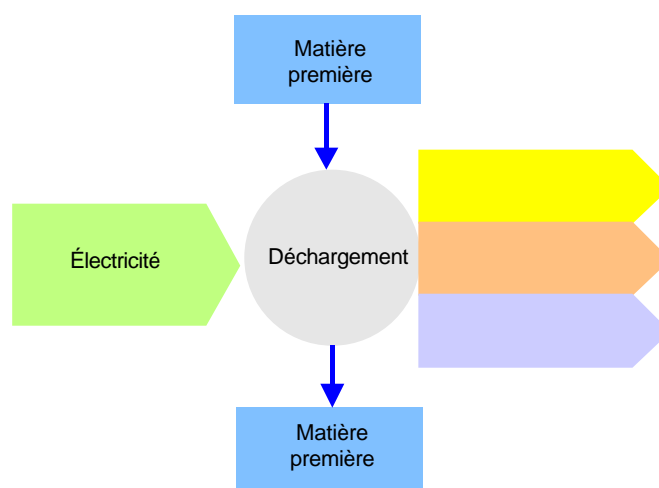
Figure 3.24 Processus d'élaboration des champignons en boîte

3.3.2 Opérations unitaires et aspects environnementaux

3.3.2.1 Déchargement

Lorsque le produit doit être transporté sur de longues distances, on effectue généralement une réfrigération, ou le transporte dans des camions réfrigérés. Les méthodes de refroidissement varient considérablement d'un produit à l'autre. L'air froid ainsi que l'immersion en eau froide sont des procédés relativement souvent utilisés. On utilise également de la glace pilée pour conserver le produit au frais.

Une fois arrivé dans l'industrie concernée, le produit est déchargé puis stocké dans des conditions réfrigérées.



Entrée		Sortie	
Produit	Consommation	Courant résiduaire	Quantification
Fruits et légumes	1 000 kg	Fruits et légumes	1 000 kg
Électricité	3 kw/h		

Tableau 3.16. Bilan de matières et d'énergie, déchargement

3.3.2.2 Lavage

Avec cette opération, on cherche à éliminer les saletés, la terre, les bactéries superficielles, les moisissures, et les autres polluants présents à la surface du produit.

On réalise souvent le lavage avant le traitement du produit, afin d'éviter les avaries au niveau des installations (cailloux, noyaux, ou objets métalliques) et de ne pas perdre de temps ni d'argent, ce qui est le cas avec le traitement des composants à rejeter. De plus, l'élimination de ces petites quantités d'aliments pollués peut permettre d'éviter les pertes postérieures entraînées par la prolifération des microorganismes.

Il existe sur le marché différents types d'équipement de lavage ; ceux-ci sont basés sur deux méthodes : la méthode humide et la méthode sèche.

On trouve dans le premier système le lavage par trempage, via des douches, par flottement, et par ultrasons. Ce système est utilisé pour éliminer la terre qui adhère à des légumes comme les betteraves, les carottes et autres racines, et les résidus de pesticides des légumes et fruits fragiles. La méthode la plus satisfaisante est le lavage par pulvérisation d'eau fortement sous pression.

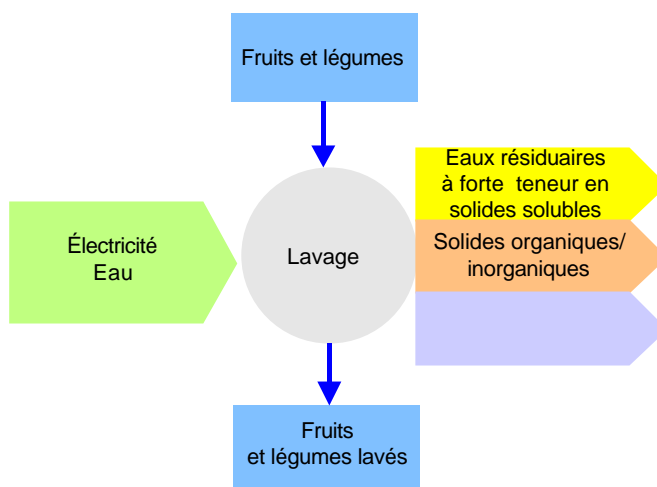
Ce système ne génère pas de poussière et abîme moins les aliments, mais il donne lieu à d'importants volumes d'effluents qui renferment généralement une forte concentration de solides en suspension.

Afin de réduire les coûts, l'eau de lavage est réutilisée chaque fois que possible, avant un processus de filtrage et de chloration.

Le système de lavage utilisé pour les produits de petite taille, de plus grande consistance mécanique et de moindre contenu en eau, est le système sec. Celui-ci requiert généralement des installations moins onéreuses et génère des effluents concentrés secs moins chers à éliminer.

Voici la gamme de machines proposée par ce système de nettoyage : classificateurs pneumatiques, séparateurs magnétiques ou criblés.

Le lavage doit être suivi d'un bon égouttage, afin d'éliminer les restes d'eau des produits et de faciliter les opérations postérieures.



Entrée		Sortie	
Produit	Consommation	Courant résiduaire	Quantification
Fruits et légumes	1 000 kg	Fruits et légumes	950-999 kg
Eau	0,1-1 m3	Eaux résiduaires	0,1-1m3
Électricité	1 kw/h	Solides solubles	1-50 kg
		Solides organiques/ inorganiques	1-10 kg

Tableau 3.17. Bilan de matières et d'énergie, lavage

3.3.2.3 Inspection, Tri

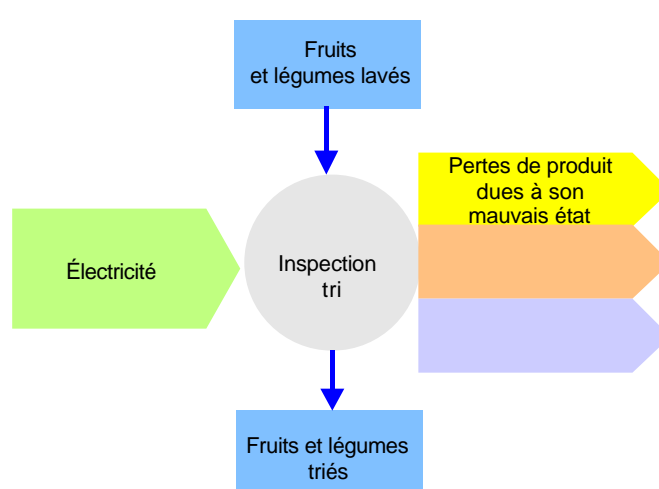
Avant le traitement, il faut procéder à l'inspection du produit. Cette opération s'effectue via un contrôle visuel réalisé par une équipe qui travaille d'un côté ou des deux côtés d'une bande ou d'un plateau d'inspection. Les produits passent sur une bande mobile et le personnel enlève ceux qu'il juge défectueux. Dans le cas des agrumes et des tomates, les machines sont munies de rouleaux cylindriques qui tournent à mesure que les fruits avancent, ce qui permet d'inspecter toute leur superficie.

Aujourd'hui, de nombreuses machines réalisent cette opération automatiquement, par exemple les trieurs électroniques par couleur, qui détectent les produits qui présentent des défauts ou qui sont décolorés.

L'un des points importants est la séparation des objets métalliques qui peuvent accompagner le produit. Pour cela, on place des séparateurs magnétiques sur la ligne d'inspection.

Une fois le tri de la matière première effectué, les produits végétaux peuvent être soit pré-stockés dans des chambres à température et humidité relatives déterminées, soit passer directement à l'opération suivante.

Les quantités de déchets organiques générés par cette opération sont importantes, bien que ces derniers puissent être réutilisés sans traitement préalable (le produit est entier et sa surface ne présente pas de résidus de substances chimiques.)



Entrée		Sortie	
Produit	Consommation	Courant résiduaire	Quantification
Fruits et légumes	1 000 kg	Fruits et légumes	900-990 kg
Électricité	0,1-0,5 kw/h	Pertes de produit dues à son mauvais état	10-100 kg

Tableau 3.18. Bilan de matières et d'énergie, inspection et Tn

3.3.2.4 Classification ou calibrage

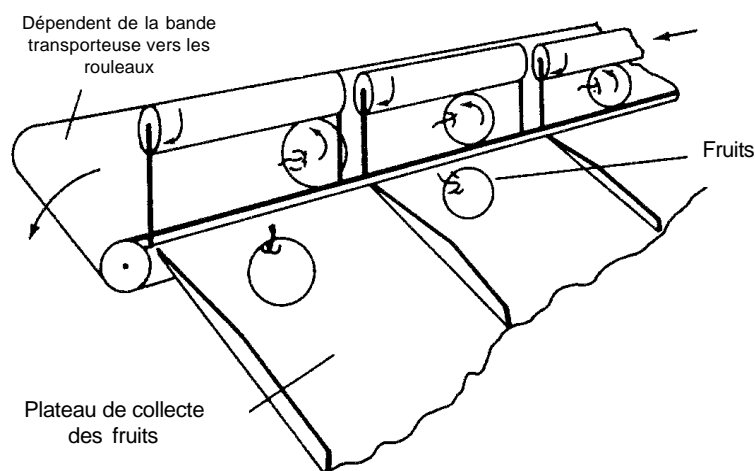
Cette opération consiste à classer le produit selon différents critères comme la taille, la couleur, ou le poids. La classification correcte des aliments par tailles est très importante en vue du traitement thermique postérieur, car pour que celui-ci soit efficace, les produits doivent présenter des tailles homogènes.

L'opération de classification par tailles peut être réalisée manuellement ou mécaniquement. Les modalités mécaniques sont basées sur des cribles munis de trous de dimensions fixes ou variables.

Dans la catégorie des cribles à trous fixes, les cribles les plus courants sont les cribles plats et les cribles à tambour. Le crible plat multiple est constituée d'une série de cribles inclinés et horizontaux fixés à l'intérieur d'une structure vibrante ; les trous du crible mesurent entre 20 microns et 125 mm. Les unités de produit, dont la taille est plus petite que celle des trous, passent à travers les cribles jusqu'au moment où elles atteignent un crible muni de trous plus réduits.

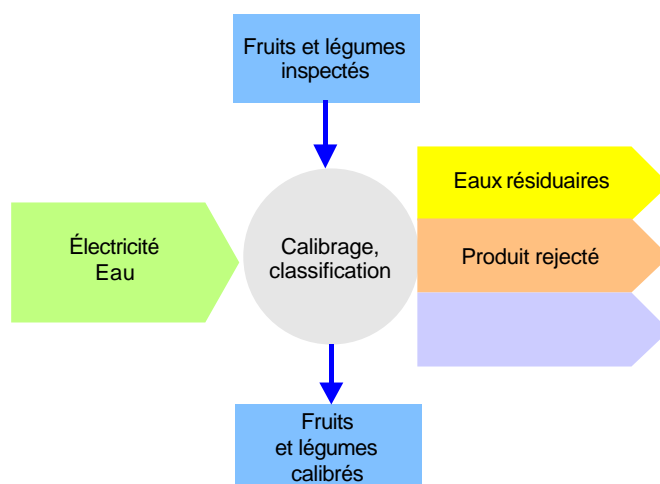
On utilise les cribles à tambour pour classer les aliments de petite taille, par exemple les petits pois ou les haricots verts. Ces machines sont composées de cylindres en maille ou en lames métalliques perforées qui tournent en position quasi horizontale.

On utilise les cribles munis de trous de dimensions variables pour la classification des fruits ; ces cribles fonctionnent sur la base d'une infinité de rouleaux divergents, de câbles ou bandes pelucheux dont on change la vitesse de rotation afin que l'aliment traverse les cribles.



La classification par couleurs se base sur des photodétecteurs qui détectent la lumière reflétée par chaque produit, lumière ensuite comparée à des critères préétablis. Le produit non conforme est rejeté au moyen d'un jet d'air comprimé. On utilise cette méthode dans le cas de produits de petite taille.

La classification par poids, méthode plus exacte que les autres, est employée dans le cas de produits de valeur plus importante. On utilise ici des systèmes d'aspiration et de flottement basés sur les différences de densité. La classification des petits pois et des haricots verts s'effectue par flottement dans des saumures. Les unités trop mûres coulent, et les unités les moins mûres flottent à la surface.



Entrée		Sortie	
Produit	Consommation	Courant	Quantification
Fruits et légumes	1 000 kg	Fruits et légumes	990-1 000 kg
Électricité	0,1-3 kw/h	Eaux résiduaires	0-0,1 m3
Eau	0-0,1 m3	Produit rejeté	30-90 kg

Tableau 3.19. Bilan de matières et d'énergie, classification

3.3.2.5 Pelage

Le pelage est une opération préliminaire importante car c'est elle, avec le lavage, qui permet d'éliminer la saleté superficielle ainsi que la pollution microbienne qui lui est associée.

Les méthodes les plus utilisées sont classées en deux systèmes :

Pelage chimique : Basé sur l'action de certaines substances chimiques, dans des conditions bien déterminées, sur les fruits et les légumes.

1. Pelage alcalin

Caractéristiques : On utilise ici pour le pelage de la soude caustique ou de l'eau de javel, laquelle est très efficace et économique. Ce système est le plus utilisé.

Le produit propre pénètre dans une citerne contenant la solution de soude caustique (concentration, 2 à 20%) chauffée à la vapeur. Il traverse ensuite le bain sur des transporteurs à palettes rotatifs à système tambour qui le plongent dans la solution ou sur des transporteurs à palettes situés dans la partie supérieure de la citerne.

Les cires des peaux des tomates, des pommes, et des poires, compliquent l'action de la soude ; on ajoute donc aux citernes des agents tensioactifs de type bipolaire.

Après ce traitement, les fruits sont lavés au moyen d'importants volumes d'eau sous pression, ce qui sépare la peau des fruits et élimine les restes de soude. On effectue généralement cette opération dans des tambours rotatifs à baguettes et à la superficie rugueuse, à l'aide de douches d'eau sous pression. Le produit reste un moment dans le tambour, où il s'accumule, ce qui facilite le détachement de la peau par friction ou frottement.

Le produit est ensuite plongé dans un bain contenant une solution acide afin de neutraliser les restes de soude et de régulariser son pH. Enfin, on effectue un nouveau contrôle manuel, afin d'éliminer les derniers résidus de peau.

Ce système nécessite des volumes d'eau importants ; il génère également de fortes quantités d'eaux résiduelles au pH modifié en raison de leur teneur en soude et en acides.

2. Pelage alcalin à sec

Dans ce système, le produit est recouvert d'une pellicule de soude caustique concentrée (20%) via immersion ou pulvérisation. Il passe ensuite à l'unité d'infrarouges, composée d'un feeder à fruits et d'un transporteur à rouleaux rotatifs.

Pendant leur transport, les fruits sont exposés à l'action de rayons infrarouges. L'action combinée de la chaleur et de l'eau de javel donne lieu à la désagrégation de la peau et d'une fine couche de pulpe et sèche la surface des fruits.

La peau désagrégée s'élimine comme les résidus semi-secs, par effet de friction de certains fruits au moment de leur passage dans un tambour rotatif à baguettes ou équipé d'une superficie rugueuse. Les derniers restes de soude et de peau sont éliminés au moyen de douches d'eau sous pression.

Ce système est surtout utilisé pour le pelage des pommes de terre. Il permet d'économiser de l'eau et génère moins de soude dans les eaux résiduelles.

3. Pelage aux sels d'ammonium

Dans le but d'améliorer le pelage à la soude caustique, on a mis en place un système de pelage dont la solution aqueuse contient de l'orthophosphate diammonique et des agents tensioactifs.

Ce procédé peut s'appliquer aux carottes et aux pommes de terre. Les effluents générés contiennent moins de déchets, et leur pH plus faible facilite le traitement des déchets.

4. Pelage acide

Ce système s'applique au pelage des agrumes ; son but est d'éliminer l'albédo des quartiers des fruits. Le procédé se divise en deux parties : on effectue tout d'abord un traitement acide afin d'hydrolyser les substances pectiques présentes dans l'albédo, puis un traitement alcalin, qui va désagréger et éliminer le reste de la peau.

Pelage mécanique : Premier système utilisé par l'industrie des conserves de végétaux. Ce système est basé sur l'utilisation de couteaux traditionnels ou de couteaux spécialement adaptés à chaque type de produit. L'industrie emploie actuellement avec succès d'autres mécanismes moins manuels.

1. Abrasion

Dans ce système, les fruits sont soumis à un mouvement giratoire ; toute leur surface est donc en contact avec la surface abrasive, qui détache la peau par friction. Cette peau est ensuite éliminée au moyen de jets d'eau sous pression. Pour les fruits à peau fine, on utilise des brosses, ou on combine les deux méthodes.

Ce système s'applique aux produits tels que les tubercules ou les racines.

2. Couteaux mécaniques

Il existe de nombreux modèles de ce système car chacun d'entre eux est spécialement adapté à un type de produit. Ces systèmes sont basés sur une mécanisation du découpage, réalisé par des couteaux.

Ce système s'est tout d'abord appliqué aux fruits, produits présentant le moins de difficultés de pelage, puis son utilisation s'est étendue aux légumes.

3. Pelage par vapeur

On traite les fruits avec de la vapeur d'eau pendant un temps court ; celui-ci est néanmoins suffisant pour entraîner une diminution de l'adhérence des tissus présents sous la peau, ce qui permet alors de séparer la peau du fruit.

Il existe différentes applications de ce système sur le marché:

Utilisation de vapeur sous pression

Mécanisme de pelage qui offre un meilleur rendement que le pelage à la soude caustique ; en effet, il s'agit ici d'injecter de la vapeur sous pression (3-10 Kg/cm²) pendant 5-10 secondes, jusqu'à ce la température sous la peau soit supérieure à 100 °C.

On élimine ensuite la peau au moyen de rouleaux ou de jets d'eau sous pression.

Utilisation de vapeur sous pression-vide

Le produit est soumis à un réchauffement superficiel rapide et intense suivi de l'application de vide ; cette opération entraîne une brusque rupture de la peau, qui se détache. On utilise ensuite le système des rouleaux ou des jets d'eau sous pression.

Utilisation de couteaux

Dans le cas des tomates, on effectue un échaudage et un refroidissement ; les légumes passent ensuite par une série de couteaux rotatifs et de dispositifs en matière rugueuse qui éliminent leur peau.

4. Pelage par inflammation

Consiste à exposer les fruits à l'action de flammes. Cette opération s'effectue dans des fours rotatifs.

5. Pelage par congélation

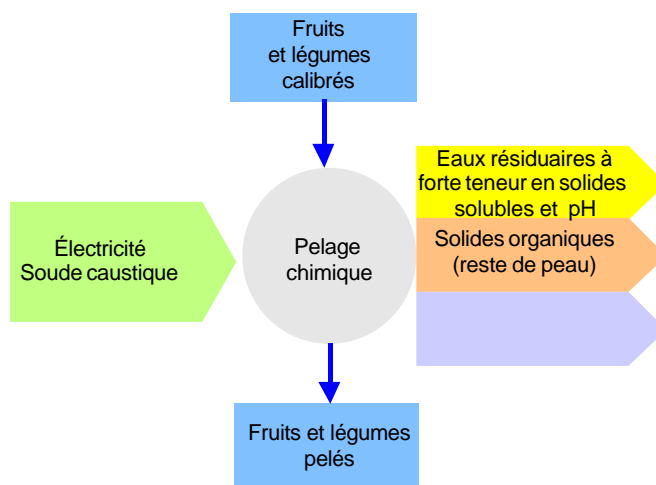
Les fruits sont soumis à une congélation rapide suivie d'une décongélation. La peau se détache sous l'action des cristaux de glace qui se forment dans la couche sous-cutanée, et qui brisent les tissus. La peau est ensuite éliminée via des systèmes mécaniques.

6. Pelage par air comprimé

Ce système utilise l'action combinée du pelage mécanique : friction ou couteaux et air comprimé, pour séparer et éliminer les restes de peau.

7. Pelage à l'huile

Consiste à plonger le produit dans un bain d'huile minérale neutre chauffé à 430-440 °C, pendant 30-40 secondes. Après le traitement thermique, les poivrons sont transportés sur une bande en maille métallique où l'huile est égouttée ; Ils sont ensuite exposés à l'action de puissantes douches d'eau sous pression, qui séparent et éliminent leur peau.



Entrée		Sortie	
Produit	Consommation	Courant résiduaire	Quantification
Fruits et légumes	1 000 kg	Fruits et légumes	400-950 kg
Eau	0,1-1 m3	Eaux résiduaires	0,1-1 m3
Soude caustique	10-200 kg	Solides solubles	10-100 kg
Électricité/ Énergie Thermique	1-2 kw/h	Restes de peau	50-600 kg

Tableau 3.20. Bilan de matières et d'énergie, pelage chimique

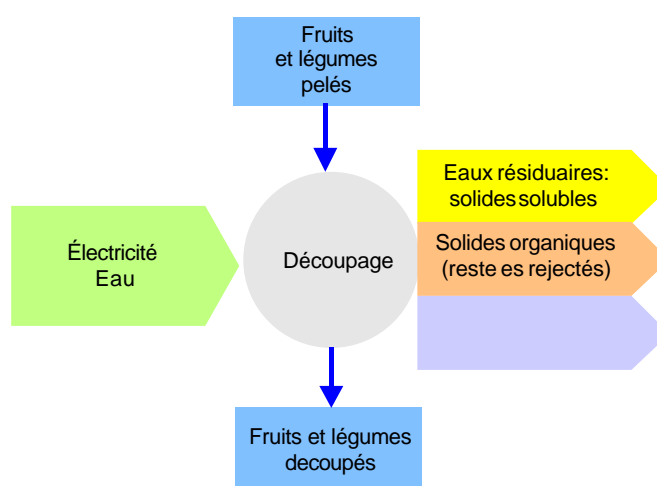
3.3.2.6 Découpage

Après le pelage, on découpe le produit en cubes, en tranches ou en quartiers ; le cas échéant, il est dénoyauté.

Bien qu'il existe des machines à couper universelles, et que celles-ci soient amplement utilisées, chaque produit requiert une machine différente (machine souvent destinée à un seul type de produit.)

Pour les haricots verts, la première étape consiste à éliminer les pointes au moyen d'une épingleuse, soit un cylindre perforé rotatif légèrement incliné et équipé de lames fixes à l'extérieur. Les pointes des cosses passent au travers des perforations et sont coupées par les lames. Les cosses sont ensuite coupées transversalement ou dans le sens axial, en lanières.

Le dénoyautage est une opération importante pour de nombreux fruits ; le dénoyautage des pêches s'effectue en coupant les fruits en deux à travers le noyau. Chaque moitié est ensuite coupée à part.



Entrée		Sortie	
Produit	Consommation	Courant résiduaire	Quantification
Fruits et légumes	1 000 kg	Fruits et légumes	950-1 000 kg
Eau	0-0,1m3	Eaux résiduaires :	0-0,1 m3
Électricité	1 kw/h	Solides solubles	1-10 kg
		Restes rejetés	0-50 kg

Tableau 3.21. Bilan de matières et d'énergie, découpage

3.3.2.7 Échaudage

L'échaudage correspond à un traitement thermique court effectué à température modérée ; son objectif est d'éliminer les gaz occlus présents dans les tissus des produits avant la stérilisation. Cette opération permet de :

- Augmenter la densité du produit afin qu'il ne flotte pas dans le liquide de couverture.
- Faire coïncider le plus précisément possible la pression intérieure du récipient et celle de saturation de la vapeur à la température du processus pendant la stérilisation.
- Empêcher l'oxydation du produit et la corrosion de la boîte, facteurs dus à la présence d'oxygène à l'intérieur de la boîte, au cours de leur durée de vie commerciale.
- Rendre le produit plus flexible, ce qui permet de tirer parti des légumes légèrement moins présentables et favorise la classification et le remplissage des récipients.
- Dans certains cas, éliminer les mauvaises odeurs et fixer la couleur du produit.

L'échaudage peut être réalisé selon deux systèmes : par immersion dans de l'eau chaude ou à la vapeur.

1. Échaudoirs à vapeur

Caractéristiques : Le produit est conduit au travers d'un tunnel par un transporteur à bande ; des buses réparties tout au long du tunnel injectent au produit de la vapeur d'eau saturée dont la pression est proche de la pression atmosphérique. La durée du produit à l'intérieur du four est contrôlée en réglant la vitesse du transporteur.

Il existe sur le marché divers types d'équipement présentant des options qui permettent d'empêcher les pertes de chaleur à l'entrée et à la sortie du tunnel. On trouve ainsi des

machines équipées de rideaux d'eau à l'entrée et à la sortie ou munies de fermetures hydrauliques. Ce système de mise en contact de l'eau avec le produit final contribue au refroidissement de celui-ci ; par la suite, on fait circuler cette eau jusqu'à la fermeture d'entrée, ce qui permet au produit de récupérer une partie de sa chaleur lorsqu'il quitte l'échaudoir.

Il existe d'autres systèmes de transport que celui du transporteur à bande, notamment le système des courants ascendants ; ces courants, composés d'un mélange de vapeur d'eau et d'air à 95 °C, se déplacent à une vitesse 4 à 5m/s et chauffent et fluidifient le produit.

2. Échaudoirs à eau

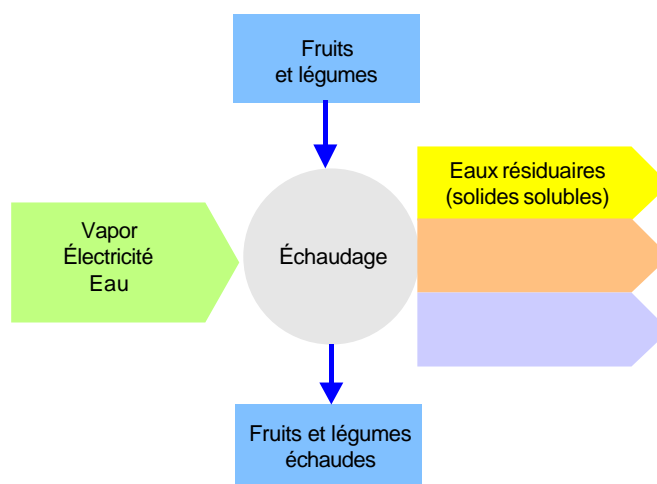
Caractéristiques : Consiste à introduire le produit dans une citerne remplie d'eau maintenue à une température adéquate et à le laisser reposer dans le bain pendant la durée nécessaire au traitement. La citerne est équipée d'un tambour perforé coaxial qui tourne lentement, et une vis située à l'intérieur de ce tambour permet d'agiter et de transporter le produit.

Le réchauffement de l'eau est assuré par injection directe de vapeur ; une partie de l'eau étant absorbée et entraînée par le produit, il faut la maintenir à niveau en l'additionnant d'eau fraîche continuellement.

Remplir les récipients immédiatement après l'échaudage réduit la durée du traitement car la température de fermeture des récipients est plus élevée. Si l'on ne procède pas immédiatement au remplissage, on doit refroidir le produit avec de l'eau afin de réduire sa dégradation thermique et d'empêcher la croissance de bactéries, ce qui peut se produire rapidement dans un produit chaud.

En ce qui concerne la consommation d'eau et de vapeur, et bien que les chiffres varient beaucoup d'une industrie à l'autre, on peut comptabiliser les quantités suivantes : 1 tonne d'eau pour 1 tonne de produit traité dans le cas de l'échaudage à l'eau, et 0,150-0,300 tonne de vapeur pour 1 tonne de produit dans le cas de l'échaudage à la vapeur.

D'autre part, les dépenses énergétiques sont loin d'être négligeables par rapport aux dépenses totales ; en ce qui concerne l'élaboration des petits pois en conserve, elles atteignent même 40,7%.



Entrée		Sortie	
Produit	Quantité	Courant résiduaire	Quantification
Légume	1 000 kg	Végétal échaudé	980 kg
Vapeur	150-300 kg	Eaux résiduaires	0,15-0,3 m3
Électricité	240 kw/h	Solides solubles	0,1-20 kg

Tableau 3.22. Bilan de matières et d'énergie, échaudage des végétaux

L'échaudage agit comme un extracteur solide-liquide et implique des pertes de matières solubles par lavage et par diffusion ; ceci fait de l'échaudage la principale opération source générant des eaux résiduaires à forte teneur en déchets organiques.

Dans le but de rendre plus efficace l'opération d'échaudage nécessaire au traitement des conserves de fruits et de légumes, on a mis en place d'autres méthodes, par exemple celle des micro-ondes. La méthode d'échaudage rapide individuel consiste à exposer chaque particule à une atmosphère de vapeur pendant une durée relativement courte, après avoir accumulé le produit dans un lit profond sans application de chaleur postérieure, jusqu'à obtention de l'équilibre de température. Ce type d'échaudage permet d'obtenir des produits de qualité similaire à ceux obtenus par l'échaudage à la vapeur ou à l'eau chaude, mais il entraîne des pertes de substances nutritives moindres et produit 60% d'effluents en moins.

3.3.2.8 Concentration ou évaporation

L'objectif de cette opération est la concentration de la solution concernée afin d'empêcher l'apparition d'altérations microbiologiques lorsque le total de solides solubles est supérieur à 65%, ainsi que l'extension de la conservation et la réduction du volume stocké.

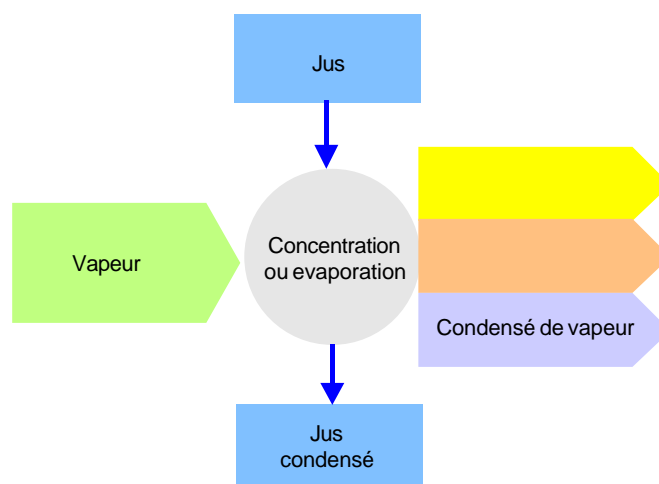
L'évaporation consiste à concentrer une solution par évaporation de son dissolvant. Dans le cas de l'élaboration des jus, cette opération peut provoquer la disparition de l'arôme du fruit dans l'eau évaporée ; les progrès les plus importants ont donc été ceux réalisés au niveau de la récupération des arômes.

Les machines actuellement disponibles sur le marché et permettant de mener à bien cette opération sont composées de trois éléments de base :

- La calandre, soit l'échangeur de vapeur dans lequel se produit le transfert de chaleur entre le fluide de chauffe (généralement de la vapeur), et le fluide à concentrer (ici, du jus de fruit).
- Un système de séparation de la vapeur produite par l'évaporation de l'eau dans le jus.
- Un système d'élimination de la vapeur après sa séparation d'avec le jus. Il peut s'agir d'une pompe à vide mécanique ou d'un éjecteur de vapeur.

Il est fréquent que l'on mette de côté les concentrés d'arôme, à basse température et sans air, afin de les réintégrer lors de l'opération de mélange.

Les jus de fruits peuvent également être concentrés via une congélation lente, et en séparant la glace du concentré de jus. Cette variante évite le réchauffement du produit et permet d'obtenir un produit final doté d'un meilleur goût. Cependant, ce système n'est pas très utilisé, car il entraîne des pertes de solides dans les cristaux de glace.



Entrée		Sortie	
Produit	Quantité	Courant résiduaire	Quantification
Jus	1 000 kg	Produit concentré (70 ° Brix)	157 kg
Vapeur	200-900 kg	Condensation	843 kg

Tableau 3.23. Bilan de matières et d'énergie, concentration ou évaporation

3.3.3 **Aspects environnementaux et impacts sur l'environnement**

3.3.3.1 **Considérations générales**

Cette industrie est très diversifiée, car les matières premières ainsi que les provenances, les installations et les technologies utilisées, peuvent être très différentes.

Voici les principaux aspects environnementaux dérivés du traitement des conserves de poisson :

- Consommation d'eau
- Consommation d'énergie
- Eaux résiduaires
- Déchets solides

Les usines de traitement des végétaux peuvent avoir des dimensions très variées, et elles sont généralement situées près des zones de production. En raison des volumes consommés élevés, les déversements sont souvent effectués dans les cours d'eau publics.

Les déchets sont généralement constitués de restes organiques inutilisables ; il est arrivé que l'on traite ces déchets en vue de l'alimentation animale.

Aspect environnemental	Caractéristiques principales	Opérations
Consommation d'eau	La qualité de l'eau dépend du type d'opération.	Lavage Échaudage Refroidissement Élaboration saumure Stérilisation Refroidissement des récipients
Consommation d'énergie	Thermique ou électrique	Déchargement Élimination parties indésirables Nettoyage du poisson Cuisson ou Échaudage Stérilisation Concentration ou évaporation Nettoyage des récipients
Eaux résiduelles	Charge organique élevée	Déchargement Élimination des parties indésirables Nettoyage du poisson Cuisson Stérilisation Nettoyage des récipients
Déchets organiques	Biodégradables	Découpage

3.3.3.2 Consommation d'énergie

L'énergie est principalement consommée pour le fonctionnement des machines, la production de glace, le réchauffement, la réfrigération et la cuisson. Étant donné les dimensions de ces industries, ainsi que :

- Les besoins en froid industriel pour la conservation du produit,
- Le haut niveau d'automatisation et,
- La succession de changements thermiques au cours du procédé

La consommation est importante. La consommation approximative de combustible par tonne de produit atteint 82 kg fuel/Tm.

Voici les différentes sources d'énergie utilisées :

- Énergie électrique fournie par la Compagnie d'Électricité
- Énergie électrique produite par cogénération
- Combustibles fossiles pour le fonctionnement de la chaudière (Fuel-oil, Gaz naturel, etc.)

La répercussion de l'énergie sur les coûts totaux du secteur est de 2 %, et la distribution de l'énergie utilisée oscille entre 80 et 90 % pour le combustible et entre 10 et 20% pour l'électricité.

3.3.3.3 Émissions dans l'atmosphère

La pollution de l'air générée par l'industrie des conserves de végétaux peut avoir comme causes principales :

- Fuites accidentelles de gaz des circuits de réfrigération (Ammoniaque et CFC). Les émissions de CFC détruisent la couche d'ozone.
- Émissions directes dues à la combustion des chaudières ou émissions indirectes dues à la consommation d'énergie électrique.

L'impact sur l'environnement dû à la combustion est présenté dans le tableau suivant

		Fuel	Gas-oil	Charbon	Gaz
consommation		83 kg fuel/tm	83 kg gas-oil/tm	173 kg charbon/tm	229 GJ PCS/tm
émissions					
SO2	g/tm cons.	4,477	497	1,161	0
NOX	g/tm cons.	531	222	371	12
CO	g/tm cons.	47	54	271	2
CO2	Kg/tm cons.	239	247	247	5
COV	g/tm cons.	3	2	4	0
CH4	g/tm cons.	10	1	4	0
PART	g/tm cons.	274	22	705	0
N2O	g/tm cons.	1	1	34	0

La consommation énergétique estimée par tonne de produit prise en compte est la consommation totale : cette énergie étant soit électrique, soit thermique, les sources énergétiques sont généralement des combustibles fossiles (à l'exception de l'énergie nucléaire.)

On constate avec ce tableau qu'il existe une différence abyssale entre la pollution atmosphérique due au gaz et celle due aux autres combustibles fossiles.

Voici les principaux problèmes environnementaux générés :

- Contribution à l'effet de serre, importantes quantités de CO2

- Contribution aux pluies acides dans le cas de consommation de fuel et possibilités de problèmes transfrontaliers dus à l'emplacement de ces industries.
- Contribution à des problèmes à l'échelle locale dus à la présence de polluants toxiques

Afin de visualiser quel peut être l'impact local de ces besoins énergétiques sur le territoire, nous allons maintenant évaluer les niveaux d'émission à partir d'une hypothèse de travail.

Hypothèse de travail :

- Zone productrice de conserves de végétaux produisant 100 Tm/semaine
- Conditions météorologiques stables pendant une semaine avec inversion thermique moyenne à 500 m et régime de vents ne permettant la diffusion que sur un rayon de 100 km²
- La situation antérieure à l'épisode hebdomadaire fait que les niveaux d'émission existants tendent à zéro
- La diffusion en fin de semaine est homogène sur la totalité du territoire et au niveau de toutes les couches en dessous de la couche limite.

A partir de cette hypothèse et des données du tableau précédent, nous avons mis en place le tableau suivant :

	Fuel	Gas-oil	Charbon	Gaz
émissions				
SO ₂	45	5	12	0
NO _X	5	2	4	0
CO	0	1	3	0
CO ₂	2	2	2	0
COV	0	0	0	0
CH ₄	0	0	0	0
N ₂ O	3	0	7	0
PART	0	0	0	0

Données en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à l'exception du CO₂, en mg/ m³

On constate avec ce tableau que la concentration de SO₂ dans cette zone dépasserait la limite moyenne établie par l'UE pour la protection des écosystèmes (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ainsi que la moitié environ des niveaux d'émission acceptables pour la santé de l'Homme. Même s'ils étaient générés dans d'importantes quantités, des paramètres tels que les particules ou les oxydes d'azote ne dépasseraient pas les limites établies. Étant donné que l'industrie des conserves est éparpillée sur tout le territoire, et qu'elle est généralement située loin des noyaux industriels, il est peu probable qu'elle produise des valeurs supérieures à celles citées ici.

3.3.3.4 Consommation d'eau

L'industrie des conserves utilise d'importants volumes d'eau pour l'élaboration de ses différents produits. Elle a besoin d'eau pour le lavage de la matière première, le pelage, l'échaudage, la concentration, la réfrigération du produit fini, le nettoyage des machines et des installations, ainsi que pour la production de vapeur, la condensation des machines frigorifiques et la consommation domestique.

Seule une petite quantité de l'eau utilisée, qui varie selon le type de conserves, est consommée dans la préparation des liquides de couverture. Le reste constitue le rejet liquide de l'entreprise, les eaux résiduaires ; comme on peut le déduire d'après les utilisations précédemment décrites, ces eaux peuvent contenir une grande quantité ou une quantité nulle ou presque de matières organiques ; dans l'ensemble, la pollution générée par ces eaux reste cependant forte.

La principale problématique de l'industrie des conserves de végétaux est que la demande en eau se produit à des moments bien déterminés et pendant un temps relativement court. Dans les zones où l'industrie des conserves est très présente, l'eau consommée atteint 20 Hm³/an.

Les principaux impacts pouvant être provoqués par des captages excessifs d'eau (qui provient généralement des aquifères de la zone) sont l'assèchement des aquifères et le manque d'eau. Dans certaines zones, les besoins en eau d'irrigation et en eau nécessaire à la transformation font qu'il est nécessaire de faire venir de l'eau d'autres bassins.

3.3.3.5 Eaux résiduaires

Au sein d'une même entreprise, en raison des saisons des produits élaborés, on constate une grande différence entre les charges polluantes éliminées tout au long de l'année. Les eaux résiduaires générées renferment de fortes quantités de matière organique, présentent une haute biodégradabilité et un pH variable.

Dans les zones où l'industrie des conserves est bien présente, les eaux résiduaires ont des incidences sur la pollution des eaux (presque 50% de la pollution des eaux de ces zones est due aux eaux résiduaires.) Dans certaines zones du Bassin Méditerranéen, l'industrie des conserves produit 12 000 tonnes de demande biochimique en oxygène (DBO) par jour, sur un total de 22 500 tonnes d'eaux résiduaires.

Dans le domaine des cultures horticoles (petits pois, haricots verts, épinards, asperges, etc.), ce sont les eaux de lavage, les solides de la classification et les pertes des machines de remplissage qui sont à l'origine des rejets.

Dans le cas des fruits tels que les pêches, les tomates, les cerises, les pommes, les poires, ou le raisin, ce sont les opérations de pelage, de lavage, de classification, de découpage, et de remplissage qui sont à l'origine des effluents.

Par ailleurs, les agrumes sont généralement traités dans une même usine, usine également productrice de jus ou de concentrés, d'huiles essentielles, de farines, ou d'autres succédanés. Les eaux résiduaires de ces usines contiennent : des pectines, les liquides et la pulpe issus des presses, les eaux de réfrigération, de lavage (qui renferment les résidus de coupe de l'opération de pelage), des pépins et des fruits abîmés. Ces résidus forment une masse gélatineuse et gluante non uniforme dont le taux d'humidité atteint approximativement 83%.

Végétal	Processus	DBO (mg/l)
Petits pois	Eaux de lavage	3 700
	Pertes au cours du remplissage	13 800
	Fond du dépôt de l'échaudage	34 500
	Liquide du silo	35 000-78 000
Agrumes	Lavage des fruits	20-110
	Pelage	30 000
	Découpage	2 500
	Eaux de lavage de la terre	4 000
	Liquides d'égouttage des morceaux de peau	30 000

Comme l'indiquent les tableaux suivants, l'échaudage et le refroidissement postérieur sont les opérations responsables d'une grande partie de la charge polluante des procédés de conserves de fruits et légumes :

Produit	% de charge polluante par rapport au total
Asperge	40%
Petits pois	50%
Haricots mange-tout	37%
Épinards	48%

Effluents issus du traitement des asperges						
Opération	Débit (l/min)	SST (mg / l)	SSF (mg / l)	DCO (mg / l)	DBO5 (mg / l)	pH
Lavage	26	1 860	1 641	109	65	7,2
Échaudage	3.3	154	58	2 920	2 125	7,2
Refroidissement	36.5	95	37	87	72	7,4
Sortie d'usine	70	181	104	425	354	7,1

Dans le domaine de l'élaboration des légumes vinaigrés, les eaux résiduares générées ne possèdent pas les mêmes caractéristiques selon les techniques employées ; néanmoins, ces techniques utilisent toutes des saumures de fermentation, et les eaux résiduares ont donc une forte teneur en NaCl et une charge organique élevée. Dans certains cas, par exemple dans celui des olives de table, les eaux résiduares renferment même certaines substances chimiques de type polyphénolique à effet bactéricide.

Principales caractéristiques des saumures traditionnelles			
Caractéristiques	Olives type olives vertes en saumures	Choux fermentés	Unités
Ph	3,60-4,30	3,40-3,90	-
NaCl	60,00-90,00	22,00-45,00	g/l
Acidité libre	5,00-10,00	0,40-22,00	g ac.lactique/ l
Acidité combinée	0,08-0,12	-	éq/ l
Polyphénols	0,18-0,30	-	g ac. tannique/ l
Couleur	0,20-0,60	-	Abs. ($A_{440} - A_{700}$)
Solides en suspension	0,20-2,00	-	g/ l
Totaux Solides	50,00-80,00	42,00-75,00	g O ₂ / l
DBO ₅	14,00-18,00	8,00-28,00	g O ₂ / l
DCOI	16,00-26,00	14,00-32,00	g O ₂ / l

L'impact général des différents types d'eaux résiduaires est présenté dans le tableau suivant :

Produit	Débit l/unité	DBO, p.p.m	Solides en suspension p.p.m
Tomates	17-295	616-1 870	550-925
Maïs	114-439	885-2 936	530-2 325
Haricots verts	396	93	291
Haricots verts et maïs	377	270	264
Légumes mélangés	46	750	593
Poires	123-161	238-468	340-637
Pêches	142	1.070	250
Pommes	101	1.600	300
Cerises	61	800	185

Les principaux impacts sur l'environnement pouvant être provoqués par l'émission de polluants issus de cette industrie se basent sur une DBO5 relativement élevée et, dans le cas des produits vinaigrés, sur une forte concentration de sel.

La charge organique polluante de cette eau est principalement constituée de restes de tissus (matière en suspension, sucres, amidons) qui constituent la DBO5. Grâce à un EDAR biologique, la pollution des eaux de l'industrie des conserves de végétaux est relativement facile à éliminer.

En ce qui concerne les conséquences sur le milieu, et étant donné que le système d'évacuation est le déversement direct dans les rivières (qui se caractérisent par un débit relativement faible), le degré d'atteinte des écosystèmes supposera une contribution importante à l'eutrophisation des eaux et la limitation d'espèces bien déterminées (présence de fortes quantités de sel dans le cas des saumures.)

3.3.3.6 Déchets solides organiques

Les déchets solides sont générés lors des étapes de lavage, de classification ou de calibrage de la matière première, ainsi que lors des opérations de pelage et de découpage. Dans les autres opérations, ces déchets restent dans les courants d'eaux résiduaires générés, ce qui complique leur collecte et leur traitement.

Afin d'obtenir un procédé de production efficient, les quantités de déchets solides organiques générés sont réduites au minimum (car ces déchets impliquent des pertes de produit.) Résultat, des méthodes de pelage plus précises et mieux adaptées au format des différents produits

apparaissent chaque jour. L'importance des effets sur l'environnement dépend alors du système de pelage utilisé.

La quantité de déchets générés varie considérablement d'une industrie des conserves à l'autre. Le tableau suivant permet d'apprécier ces variations.

Produit	% Déchets	Produit	% Déchets
Asperge	45	Poivron	56
Tomate	25	Artichaut	67
Haricot vert	12	Petits pois	5
Pomme de terre	10	Champignon	43
Poireau	38	Carotte	30
Pêche	33	Prune	17
Poire	15	Melon	31
Citrouille	35	Cerise	20

Ces déchets solides sont constitués de matière lignocellulosique issue des plantes via le processus de la photosynthèse. C'est dans ce sens qu'on les considère comme des sources d'énergie renouvelable.

Les composants de la matière lignocellulosique sont classés en trois groupes principaux : les substances étrangères, les polysaccharides et la lignine.

Ces dernières années se sont développés des procédés de transformation de ces déchets destinés à l'obtention de combustibles et de produits chimiques (ces substances sont actuellement issues du pétrole.)

3.4 Traitement des conserves de préparations carnées et des plats préparés

3.4.1 Procédés

3.4.1.1 Conserves de pâté

Après réception des différents ingrédients qui composeront le produit final, c'est-à-dire la matière première (la viande), les condiments, les épices, et les additifs, on les stocke dans les conditions exigées par chaque produit, jusqu'au moment du traitement.

Avant de débiter le traitement, les matières premières sont conditionnées (désossement, tranchage, broyage, hachage, décongélation, pelage ou nettoyage). Une fois les matières premières conditionnées, on procède au mélange des ingrédients dans le *cutter* selon un ordre préétabli, afin d'obtenir la pâte fine de viande. Le système de fonctionnement du *cutter* est basé sur la désintégration et le mélange de la masse à partir du mouvement généré par des lames en matière résistante. Ce *cutter* peut être ouvert ou fermé ; dans le cas d'un *cutter* fermé, il est possible d'appliquer du vide afin d'empêcher la détérioration de la masse due à l'entrée de l'air.

Le remplissage des récipients s'effectue généralement sous vide, en associant au *cutter* une machine de remplissage sous vide. Une fois dans la machine, le produit est extrudé dans la boîte ou le pot en verre. Ces récipients ont auparavant été placés dans un tunnel de lavage, d'où ils passent à la machine de remplissage sous vide.

Les pâtés sont généralement mis en conserve à l'aide de machines de remplissage à piston sous vide, ce qui empêche la pâte d'introduire de l'air à l'intérieur du récipient ; la présence d'air dans le récipient implique une réduction de la transmission de la chaleur et un remplissage non uniforme.

Les récipients sont fermés sous vide, en injectant de la vapeur dans l'espace de tête avant de fixer le couvercle. Ces techniques de fermeture sous vide permettent de réduire les possibilités de fonçage de la couleur de la surface du produit dû à l'oxydation.

Le pâté étant un aliment fortement prédisposé à la putréfaction bactérienne, on le soumet à une stérilisation. Après le traitement thermique, les récipients sont rapidement refroidis dans des chambres froides atteignant des températures les plus proches possibles de 0 °C. Enfin, on passe à l'étiquetage, puis au stockage final.

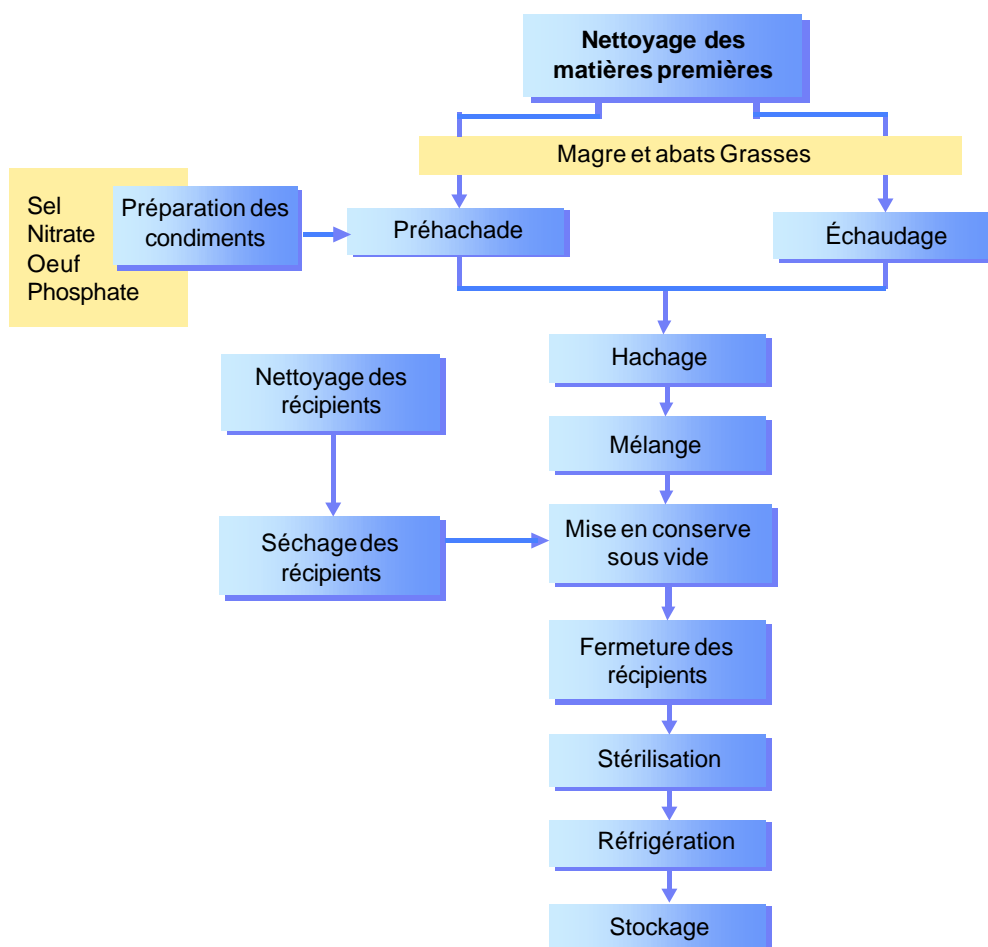


Figure 3.25. Procès d'élaboration de conserves de pâté

3.4.1.2 Charcuterie moulée cuite

La technologie de base utilisée pour ces produits peut être très similaire à celle décrite pour les pâtés (élaboration d'une pâte fine émulsionnée via un *cutter*) ; la différence dans ce cas est que la pâte fine est moulée et cuite avant la mise en conserve.

Après le hachage/mélange dans le *cutter*, la pâte fine obtenue est moulée.

Après la cuisson, on procède au remplissage dans des pots de verre ou des boîtes métalliques, on ajoute le liquide de couverture, et on applique un traitement thermique, ce qui donne au produit sa caractéristique de longue conservation.

Le jambon cuit est un cas à part : on ôte l'os de la pièce de jambon, ainsi que les tendons, le tissu conjonctif, la peau, une partie de la graisse sous-cutanée, et d'autres tissus détériorés, en essayant de conserver l'intégrité des masses musculaires. Cette opération est effectuée rapidement et à froid.

On injecte dans les pièces désossées une saumure de séchage, à l'aide d'aiguilles perforées, et on les soumet à un pétrissage discontinu. La saumure s'introduit à froid afin d'éviter une cuisson excessive pendant le pétrissage. Pour l'opération de pétrissage, le produit est introduit dans un tambour où l'on incorpore également les additifs (gélatine, polyphosphates, conservateurs, amidons, etc.)

Le produit en boîte est placé dans des moules et il est cuit. Ce pétrissage s'étale généralement sur une période déterminée en fonction de : la charge du tambour, la quantité d'injection, les révolutions du tambour, etc.

L'objectif du pétrissage est de distribuer la saumure à l'intérieur du produit, de faciliter l'action des additifs, et de solubiliser les protéines qui aideront à réaliser la liaison finale du produit.

Une fois le produit pétri, on l'introduit dans des moules préalablement nettoyés et séchés. La viande est pressée, puis on la laisse reposer afin d'éliminer l'air. Les moules sont fermés hermétiquement, puis plongés dans de l'eau suffisamment chaude pour assurer la pasteurisation des pièces (65-75 °C), le développement des caractéristiques organoleptiques souhaitées et la formation de la pièce par la coagulation des protéines.

Après le traitement thermique, le produit est refroidi. On sort ensuite les pièces des moules et on les enferme dans les récipients finaux. Le produit étant pasteurisé, les boîtes doivent être stockées à température de réfrigération.

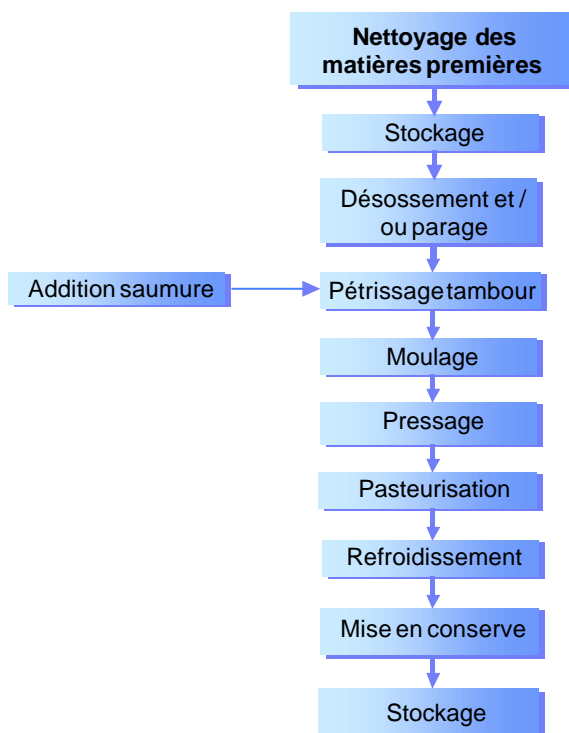


Figure 3.26. Processus d'élaboration du jambon cuit

3.4.1.3 Plats préparés

Les plats préparés cuits sous vide sont élaborés par les entreprises de restauration et les industries alimentaires.

Le système de cuisson sous vide s'est tout d'abord développé en France dans les années 70, mais on l'utilise actuellement dans beaucoup d'autres pays européens ainsi qu'en Amérique du Nord. On l'utilise généralement de façon semi-continue au niveau des productions à grande échelle.

Le processus d'élaboration commence avec la réception de la matière première : viandes, végétaux, poissons, sauces, etc. ; cette matière première arrive généralement conditionnée, en fonction de sa nature.

Les plats présentant des aliments transformés ou semi-cuits sont emballés dans des poches en plastique laminées ou des plats thermoformés fermés par une plaque en aluminium. Le premier type d'emballage est utilisé par les industries de la restauration, et le second, plus durable, est destiné à la commercialisation.

Les machines de mise sous vide utilisées varient en fonction du produit, du type d'emballage, et du volume de production. La quantité d'air résiduel présente dans l'emballage dépend du type de produit, car les produits vulnérables ne peuvent être soumis à un vide complet ; par conséquent, la pression résiduelle à l'intérieur de l'emballage reste donc généralement à 12 Pa.

Certains emballages sont soumis à un courant de gaz composé d'un mélange de CO₂ (70%) et de N₂ (30%) avant de recevoir les produits ; ceci évite l'écrasement des produits délicats, par exemple les coquillages. Dans le cas des produits fermes, la pression peut baisser jusqu'à 1Pa.

Après l'application du vide, on procède à la cuisson des aliments, à la température de pasteurisation (généralement à moins de 100 °C) : le temps de cuisson est supérieur à celui de la cuisson traditionnelle (il est généralement double.) Pour les poissons et les viandes, on utilise des températures pas trop élevées, environ 70 °C, et pour les végétaux, des températures d'environ 95 °C.

Après ce traitement, le produit est soumis à un refroidissement rapide jusqu'à une température de 1-8 °C, afin d'éviter les dommages thermiques et de réduire l'intervalle de température approprié à la germination de bactéries (*Clostridium botulinum*). L'aliment est ensuite stocké à 0-3 °C.

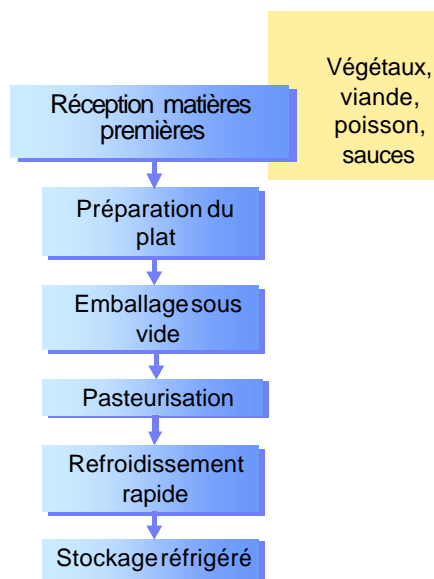


Figure 3.27. Processus d'élaboration des plats préparés

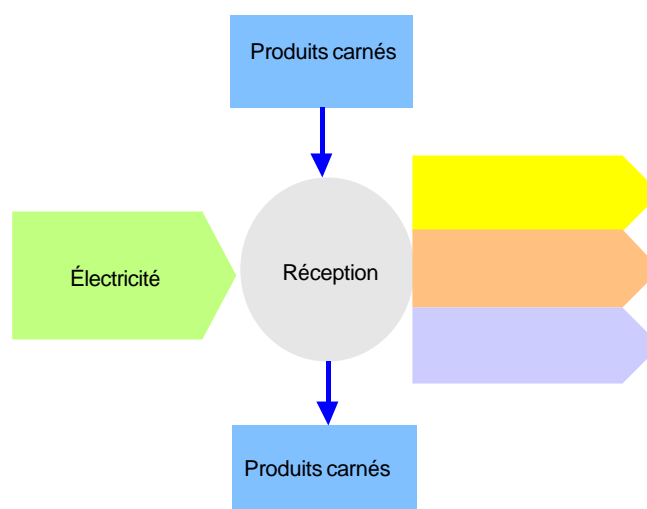
3.4.2 Opérations unitaires et aspects environnementaux

3.4.2.1 Réception matières premières

En fonction du type d'industrie de la viande considéré (niveau d'intégration dans la chaîne de production), cette opération unitaire concernera tel ou tel type de matière première. Nous ne parlerons pas ici des industries de la viande équipées d'abattoirs, car ces installations connaissent déjà d'importants problèmes environnementaux spécifiques qui n'entrent pas dans le cadre de cette étude. On partira de la réception de viandes de différentes natures.

Les portions commerciales utilisées présentent différentes catégories de qualité établies en fonction de la quantité de graisse et de tissu conjonctif ; il est bien évident que la qualité de départ conditionne la qualité finale du produit qui arrive au consommateur.

L'élément le plus important de cette opération unitaire est la réception des viandes à température contrôlée ; sans cet élément, la chaîne du froid est rompue et la qualité du produit baisse.



Entrée		Sortie	
Produit	Quantité	Courant résiduaire	Quantification
Produits carnés	1 000 kg	Produits carnés	1 000 kg
Électricité	1-3 kw/h		

Tableau 3.24. Bilan de matières et d'énergie, réception de la matière première

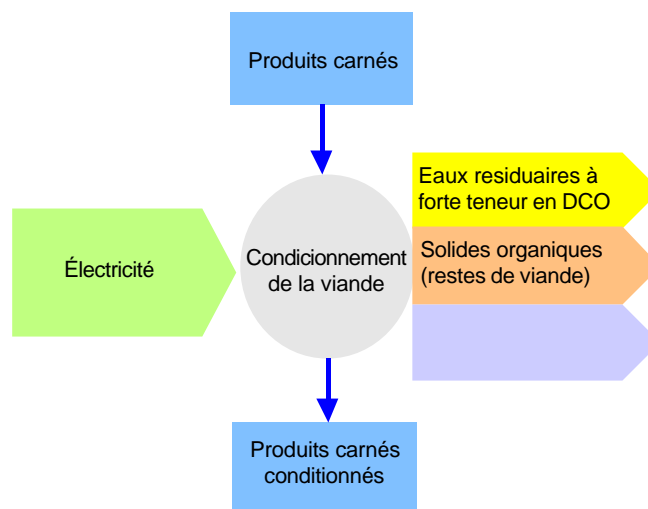
3.4.2.2 Conditionnement des matières premières

Il s'agit ici de préparer les différentes matières premières avant leur entrée dans la phase de hachage et de mélange. On réalisera ce conditionnement de préférence à température contrôlée, ce qui évite, comme dans le cas de la réception, de rompre la chaîne du froid.

L'une des premières phases du conditionnement peut être la décongélation. Il existe différentes méthodes de décongélation, et on choisira celle la mieux adaptée au type de viande à traiter et à la taille des pièces. Voici quelques exemples de méthodes : décongélation à température ambiante contrôlée, décongélation au moyen d'eau courante, décongélation par micro-ondes ou décongélation à la vapeur. Au cours de ce processus, les pertes de poids de la viande peuvent aller de 0 à 10%, selon la nature du produit et les conditions de décongélation.

Le conditionnement de la viande proprement dit comprendra selon les cas un découpage, un désossement, et une élimination de la graisse ou du tissu conjonctif. Cette phase est peu mécanisée et très manuelle, étant donné l'hétérogénéité des formes et la qualité des pièces.

Les déchets générés par cette opération peuvent être réutilisés par d'autres industries spécialisées, par exemple par les industries qui élaborent des farines destinées à la consommation animale.



Entrée		Sortie	
Produit	Quantité	Courant résiduaire	Quantification
Produits carnés	1 000 kg	Produits carnés	800-1 000 kg
Électricité	1-2 kw/h	Eaux résiduelles :	0-0,1 m ³
		DCO	0-1 Kg
		Restes de viande	0-200Kg

Tableau 3.25. Bilan de matières et d'énergie, conditionnement de la viande

3.4.2.3 Hachage et mélange

L'objectif de cette opération unitaire est d'obtenir une pâte fine émulsionnée à partir des ingrédients faisant partie de la formule du produit. Le nombre de ces formules étant infini, nous tenterons de présenter un procédé général.

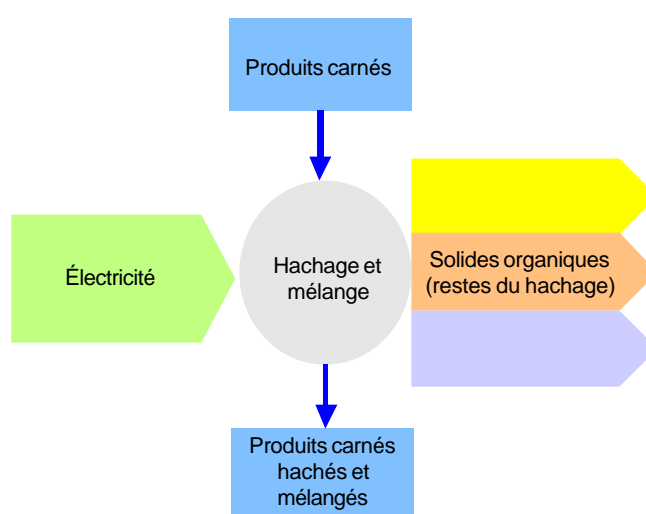
L'équipement utilisé est le *cutter*, déjà évoqué précédemment.

On commence généralement par disposer la viande maigre dans le *cutter*, afin de la hacher partiellement. Avant son introduction dans la machine, ce maigre aura été réfrigéré ou même légèrement congelé.

On ajoute le sel et d'autres additifs tels que les poly-phosphates et les émulsifiants. On broie la masse, cette fois de manière plus intense, afin de détruire la structure cellulaire de la viande pour libérer les protéines.

Afin d'obtenir le mélange maigre, on peut mélanger à la masse de l'eau sous forme de glace. Cette glace est ajoutée en raison de la forte évolution de température de la pâte fine ; elle permet d'obtenir une émulsion correcte ainsi qu'un produit final de qualité.

Le dernier ingrédient ajouté est la graisse coupée en morceaux et réfrigérée. On broie alors le mélange jusqu'à obtention d'une pâte fine homogène et correctement émulsionnée.



Entrée		Sortie	
Produit	Quantité	Courant résiduaire	Quantification
Produits carnés	1 000 kg	Produits carnés	990 - 1 000 kg
Électricité	5 - 10 kw/h	Restes du hachage	0 - 10 Kg

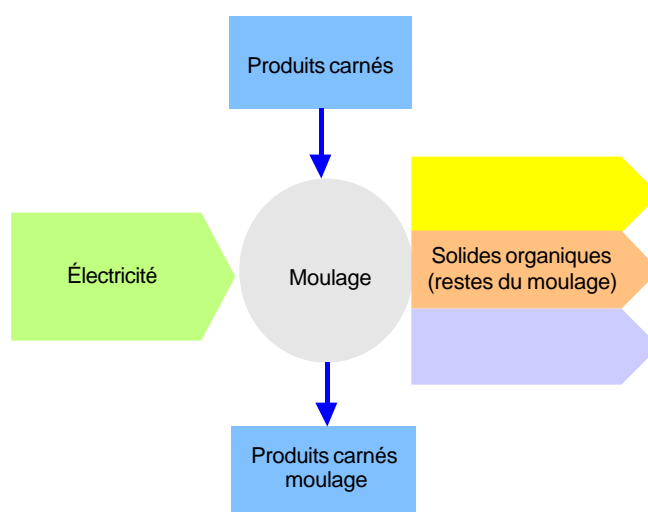
Tableau 3.26. Bilan de matières et d'énergie, hachage et mélange

3.4.2.4 Moulage

Après le hachage/mélange dans le *cutter*, la pâte fine peut passer au moulage. On utilise des machines à mouler pour introduire la masse crue dans son récipient (tripe naturelle ou artificielle, boîte de conserve, ou pot), qui peut ensuite passer aux traitements postérieurs. Dans les industries les plus mécanisées, la machine à mouler est généralement connectée au *cutter*, de sorte que tout risque inutile lié à l'exposition de la masse à l'air ambiant est évité.

Il existe deux variantes de machines à mouler, et on utilisera l'une ou l'autre selon qu'on travaille en continu ou en discontinu. En ce qui concerne la charcuterie moulée cuite mise en conserve, le type de tripe utilisé est la tripe artificielle.

Quel que soit le type de remplissage, il doit être effectué avec une pâte fine à température pas trop basse, ce qui facilitera le moulage de celle-ci. Si le moulage est réalisé à une température trop basse, l'intense surcharge mécanique subie par la tripe pendant l'opération peut rompre l'émulsion, ce qui donne lieu à la séparation d'une partie des ingrédients.



Entrée		Sortie	
Produit	Quantité	Courant résiduaire	Quantification
Produits carnés	1 000 kg	Produits carnés	990 - 1 000 kg
Électricité	1 - 2 kw/h	Restes du moulage	0 - 10 Kg

Tableau 3.27. Bilan de matières et d'énergie, moulage

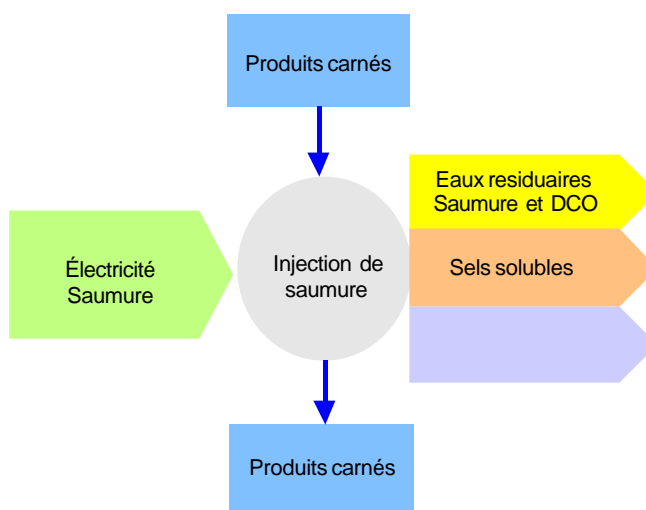
3.4.2.5 Injection de saumure

Dans l'industrie d'élaboration de produits carnés tels que le jambon cuit, l'injection de saumure peut être effectuée avec des injecteurs manuels ou automatiques.

Les injecteurs manuels, transportables, ne sont plus utilisés que dans les entreprises artisanales. La pression nécessitée pour l'inoculation (environ 1,5-2,0 bar) est obtenue hydrauliquement ou via un tambour électrique. Les injecteurs à commande hydrodynamique

(figure) consistent en un récipient en acier fondu ou en acier fin divisé en deux chambres par une membrane élastique en caoutchouc.

Les injecteurs électriques ont fait progresser les choses dans ce domaine. S'ils ne sont pas automatiques, ils permettent au moins de réaliser l'injection de saumure de façon continue, sans interruptions. Cependant, l'industrie utilise aujourd'hui presque exclusivement des injecteurs automatiques à aiguilles diverses ou multiples ; leur principe de fonctionnement est néanmoins le même que celui des injecteurs manuels électriques. Ces injecteurs automatiques permettent d'injecter la saumure dans les pièces de viande avec ou sans os de façon continue.



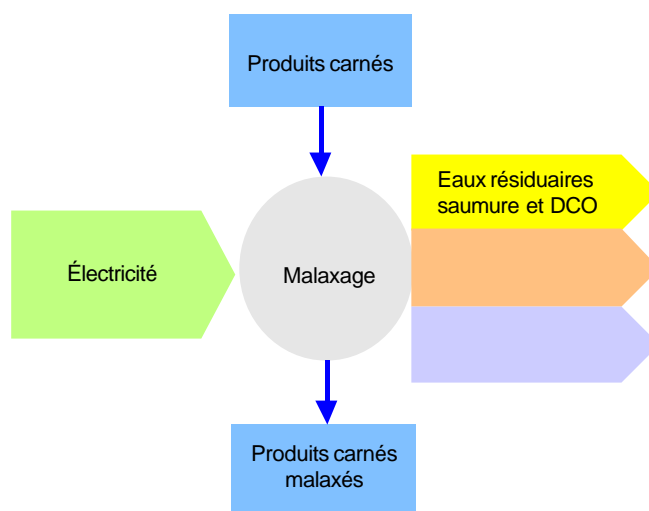
Entrée		Sortie	
Produit	Quantité	Courant résiduaire	Quantification
Produits carnés	1 000 kg	Produits carnés	1 050 - 1 250 kg
Électricité	1 - 3 kw/h	Restes du moulage	0,01 - 0,1 m ³
Saumure	0,1 - 2,5 m ³	Sels solubles	10 000 - 15 000 ms
		DCO	0,01 - 2 Kg

Tableau 3.28. Bilan de matières et d'énergie, injection de saumure

3.4.2.6 Malaxage

Le pétrissage consiste à provoquer mécaniquement un frottement entre les morceaux de viande, entre la viande et la paroi du récipient, et entre la viande et les agitateurs du malaxeur. Il arrive que les tambours de pétrissage ne se contentent pas de « malaxer » et effectuent également le pétrissage.

Les entreprises artisanales utilisent généralement des machines à applications multiples, qui servent à pétrir et à frapper la viande mais également à incorporer des ingrédients et à mélanger. Les tambours les plus simples utilisés dans ces entreprises fonctionnent sur le même principe que les bétonnières. Ils sont composés d'un tambour rotatif en acier inoxydable que l'on peut fermer avec un couvercle, d'un châssis mobile, et d'un moteur électrique.



Entrée		Sortie	
Produit	Quantité	Courant résiduaire	Quantification
Produits carnés	1 000 kg	Produits carnés	900 - 990 kg
Électricité	2-6 kw/h	Eaux résiduelles :	0,01 - 0,1 m ³
		Sels solubles	7 500 - 10 000 ms
		DCO	0,02 - 3 Kg

Tableau 3.29. Bilan de matières et d'énergie, malaxage

3.4.2.7 Échaudage ou cuisson

Une fois le produit moulé prêt, on procède à la cuisson. L'intensité du traitement thermique appliqué dépend de nombreux facteurs : pH du produit, teneur en conservateurs tels que les nitrites/nitrates, pollution initiale de la matière première et pollution ajoutée au cours du processus (ce dernier facteur est le plus important en ce qui concerne la détermination des paramètres de cuisson.)

Il faut garder à l'esprit que la cuisson est ce qui donne au produit ses caractéristiques organoleptiques finales. La pâte fine émulsionnée moulée se stabilise et devient compacte sous l'action de la chaleur, et elle acquiert des propriétés d'aspect, d'odeur, et de goût déterminées par ses ingrédients.

Pour effectuer l'échaudage ou la cuisson des produits carnés, on peut utiliser des chaudières ouvertes ou des fours de cuisson, dans le cas de cuissons discontinues, et des installations de cuisson à fonctionnement continu.

Les chaudières ouvertes sont des récipients ronds ou carrés et leur capacité oscille entre 200 y 1000 litres ; elles peuvent être maçonnées ou placées dans des armatures et des plaques en acier. Le traitement s'effectue avec de l'eau que l'on chauffe jusqu'à la température souhaitée avant d'y introduire les produits. Ces chaudières peuvent être à simple ou à double paroi.

Les chaudières à simple paroi sont chauffées, généralement avec du bois, du charbon, de l'huile, ou du courant électrique. Les chaudières à double paroi sont chauffées à la vapeur à basse pression, ou par introduction directe d'un moyen de remplissage supportant la chaleur, par l'électricité entre les deux parois. Ce dernier système permet de chauffer la chaudière par tous les côtés, alors que les chaudières à paroi simple sont seulement chauffées par en-dessous.

Ces chaudières sont équipées de couvercles escamotables, ce qui réduit les pertes de chaleur et l'échappement constant de vapeur pendant le traitement. Spécialement lorsqu'on utilise des batteries de chaudières, on installe des hottes aspirantes (exhausteurs). L'alimentation des chaudières de grande taille s'effectue par des paniers imperméables transportés par des mouffles ou des trains électriques.

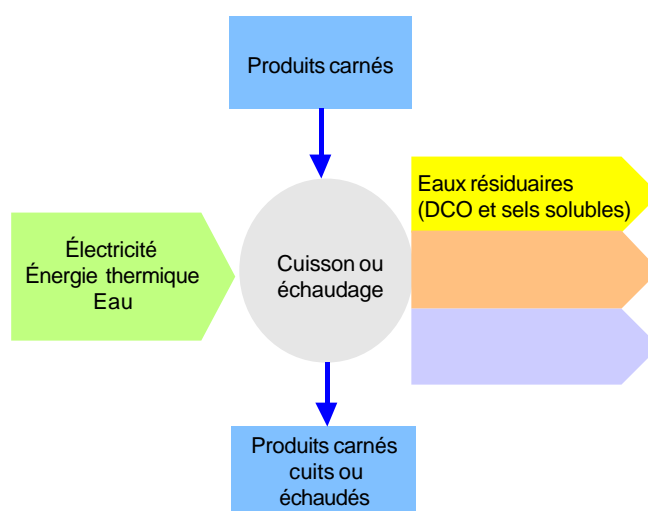
Dans le cas du traitement à l'air chaud, ces chaudières sont composées d'une armature en acier revêtue d'une double paroi de plaques en acier ou en aluminium isolé. On introduit le produit dans la chambre au moyen de plaques imperméables perforées ou de chariots verticaux également équipés de plaques perforées. Le chauffage s'effectue via de l'électricité, du gaz, de l'huile, ou de la vapeur à basse pression. Lors des phases humides du processus, on utilise de l'air chaud saturé en humidité à intense circulation.

Le traitement à l'air permet de réduire de près de 50% les pertes de chaleur, ce qui n'est pas le cas avec le traitement à l'eau. De plus, ce système entraîne de plus faibles pertes de substances aromatiques et de vitamines hydrosolubles.

Les machines de cuisson à fonctionnement continu sont des installations de grande taille utilisées pour échauder et cuire la viande et les produits carnés de façon continue.

Ces installations sont composées d'un récipient cylindrique à double paroi et d'un tambour rotatif et perforé à l'intérieur duquel est fixée une vis infinie de progression. Le chauffage s'effectue indirectement au moyen de vapeur, d'eau chaude, ou d'huile conductrice de chaleur.

Pendant toute la durée du chauffage, la vis génère des impulsions sur le produit (depuis son entrée jusqu'à sa sortie.) Une pompe de circulation agite de façon continue le bouillon de cuisson formé, bouillon qui reste à un niveau constant grâce à des sondes de mesure et à une valve magnétique d'alimentation.



Entrée		Sortie	
Produit	Quantité	Courant résiduaire	Quantification
Produits carnés	1 000 kg	Produits carnés	850 - 1 000 kg
Électricité / Énergie thermique	5-15 kw/h	Eaux résiduaires :	0,01 - 1 m ³
Eau	0,1 - 1 m ³	DCO	0 - 10 Kg

Tableau 3.30. Bilan de matières et d'énergie, échaudage ou cuisson

3.4.3 Aspects environnementaux et impacts sur l'environnement

3.4.3.1 Considérations générales

Voici les principaux aspects environnementaux liés à l'élaboration des conserves de viande et des plats préparés :

- Consommation d'eau
- Consommation d'énergie
- Eaux résiduaires

Les usines de traitement de la viande ne sont généralement pas très grandes, et elles sont situées dans des zones très diverses ; les grandes usines sont surtout situées près de la zone de production (zones agricoles et zones d'élevage) et les petites, près des zones de consommation (polygones industriels à proximité de grandes villes).

Les déversements des grandes industries situées dans des zones agricoles sont généralement effectués directement dans les cours d'eau publics, après épuration dans le meilleur des cas. Les déversements des petites industries situées dans les polygones industriels sont généralement effectués dans des collecteurs communs susceptibles d'être traités par une plante d'épuration d'eaux résiduaires urbaine ou propre au polygone.

Les déchets n'ont généralement pas une portée sur l'environnement très importante car la majeure partie des matières premières provient des abattoirs ou d'autres industries de transformation. La plupart des déchets générés sont des résidus d'emballage de la matière première.

L'un des principaux impacts de ce type d'industries à l'échelle locale est la génération de mauvaises odeurs dues à l'évaporation des arômes dans le processus de la cuisson.

La consommation d'énergie est elle aussi importante, et elle est de caractère thermique.

Aspect environnemental	Caractéristiques principales	Opérations
Consommation d'eau		Injection de saumure Cuisson ou échaudage Hachage Refroidissement Nettoyage
Consommation d'énergie	Thermique ou électrique	Hachage Malaxage Cuisson ou échaudage Stérilisation
Eaux résiduaires	Charge organique élevée	Injection de saumure Cuisson Refroidissement Nettoyage

3.4.3.2 Consommation d'énergie

L'énergie est principalement consommée pour le fonctionnement des machines, le réchauffement, la réfrigération et la cuisson.

Étant donné les dimensions de ces industries, ainsi que :

- Les besoins importants en froid industriel pour la conservation du produit
- La nécessité de transmettre l'énergie mécanique au produit pour son élaboration (hachage, malaxage)
- La nécessité de réaliser des cuissons successives

la consommation est importante. La consommation approximative de combustible par tonne de produit atteint 77 kg fuel/Tm.

Voici les sources d'énergie utilisées :

- Énergie électrique fournie par la Compagnie d'Électricité
- Énergie électrique produite par cogénération
- Combustibles fossiles pour le fonctionnement de la chaudière (Fuel-oil, Gaz naturel, etc.)

La répercussion de l'énergie sur les coûts totaux du secteur est de 1,5 % et la distribution de l'énergie utilisée oscille entre 40 et 70 % pour le combustible, et entre 30 et 60% pour l'électricité.

3.4.3.3 Émissions dans l'atmosphère

La pollution de l'air générée par l'industrie des conserves carnées et des plats préparés peut avoir comme causes principales :

- Fuites accidentelles de gaz des circuits de réfrigération (Ammoniaque et CFC). Les émissions de CFC détruisent la couche d'ozone.
- Émissions directes dues à la combustion des chaudières ou émissions indirectes dues à la consommation d'énergie électrique.

L'impact sur l'environnement dû à la combustion est présenté dans le tableau suivant :

		Fuel	Gas-oil	Charbon	Gaz
consommation		77 kg fuel/tm	77 kg gas-oil/tm	160 kg charbon/tm	212 GJ PCS/tm
émissions					
SO2	g/tm cons.	4,148	461	1,075	0
NOX	g/tm cons.	492	205	343	11
CO	g/tm cons.	44	50	251	2
CO2	Kg/tm cons.	221	229	229	4
COV	g/tm cons.	2	2	3	0
CH4	g/tm cons.	9	1	3	0
PART	g/tm cons.	253	21	653	0
N2O	g/tm cons.	1	1	32	0

La consommation énergétique estimée par tonne de produit prise en compte est la consommation totale : cette énergie étant soit électrique, soit thermique, les sources énergétiques sont généralement des combustibles fossiles (à l'exception de l'énergie nucléaire.)

On constate avec ce tableau qu'il existe une différence abyssale entre la pollution atmosphérique due au gaz et celle due aux autres combustibles fossiles.

Voici les principaux problèmes environnementaux générés :

- Contribution à l'effet de serre, importantes quantités de CO2
- Contribution aux pluies acides dans le cas de consommation de fuel et possibilités de problèmes transfrontaliers dus à l'emplacement de ces industries
- Contribution à des problèmes à l'échelle locale dus à la présence de polluants toxiques

Afin de visualiser quel peut être l'impact local de ces besoins énergétiques sur le territoire, nous allons maintenant évaluer les niveaux d'émission à partir d'une hypothèse de travail.

Hypothèse de travail :

- Zone productrice de conserves de carnés ou de plats préparés produisant 100 Tm/semaine
- Conditions météorologique stables pendant une semaine avec inversion thermique moyenne à 500 m et régime de vents ne permettant la diffusion que sur un rayon de 100 km²
- La situation antérieure à l'épisode hebdomadaire fait que les niveaux d'émission existants tendent à zéro.
- La diffusion en fin de semaine est homogène sur la totalité du territoire et au niveau de toutes les couches en dessous de la couche limite.

A partir de cette hypothèse et des données du tableau précédent, nous avons mis en place le tableau suivant :

	Fuel	Gas-oil	Charbon	Gaz
émissions				
SO2	45	5	12	0
NOX	5	2	4	0
CO	0	1	3	0
CO2	2	2	2	0
COV	0	0	0	0
CH4	0	0	0	0
N2O	3	0	7	0
PART	0	0	0	0

données en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à l'exception du CO_2 , en mg/m^3

On constate avec ce tableau que la concentration de SO2 dans cette zone dépasserait la limite moyenne établie par l'UE pour la protection des écosystèmes ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ainsi que la moitié environ des niveaux d'émission acceptables pour la santé de l'Homme. Même s'ils étaient générés dans d'importantes quantités, des paramètres tels que les particules ou les oxydes d'azote ne dépasseraient pas les limites établies. Étant donné que l'industrie des conserves est éparpillée sur tout le territoire, et qu'elle est généralement située loin des noyaux industriels, il est peu probable qu'elle produise des valeurs supérieures à celles citées ici.

En ce qui concerne les industries situées à proximité de grandes villes, la pollution de celles-ci s'ajouterait à celle des autres industries, le chauffage et le trafic automobile.

3.4.3.4 Consommation d'eau

L'eau consommée par les industries des conserves de viande et des plats préparés est principalement destinée à l'injection de saumure, à la cuisson ou à l'échaudage, au hachage, au refroidissement et au nettoyage.

La demande en eau est régulière pendant toute l'année, à l'exception de pics de consommation.

Les principaux impacts pouvant être provoqués par des captages excessifs d'eau (qui provient généralement des aquifères de la zone) sont l'assèchement des aquifères et le manque d'eau dans le cas d'une consommation importante.

3.4.3.5 Eaux résiduaires

Une partie de l'eau utilisée, qui varie selon le type de conserves, est consommée pour l'incorporation du produit en plus des liquides de couverture. Le reste constitue le rejet liquide de l'entreprise, les eaux résiduaires ; comme on peut le déduire d'après les utilisations précédemment décrites, ces eaux peuvent contenir une grande quantité ou une quantité nulle ou presque de matière organique ; dans l'ensemble, la pollution générée par ces eaux est moyenne.

Dans l'opération d'injection de saumure dans la masse du produit carné, les restes de saumure provenant des pertes de saumure présentent une conductivité élevée ; ces restes ne représentent pas un grand impact car leur volume est faible (environ 15% de la saumure utilisée.)

L'opération présentant l'impact le plus fort est la cuisson ou l'échaudage. Ces opérations génèrent des eaux résiduaires à forte teneur en sang, en graisses, en protéines, en sucres, en épices, en additifs, en fragments de peau, et en autres tissus. Le volume du déversement est moyen, mais la charge polluante est élevée. Celle-ci varie selon que l'opération d'échaudage est appliquée sur le produit mis en boîte ou non.

La consommation approximative d'eau de ces industries varie fortement en raison de la grande diversité des produits à élaborer ; nous pouvons cependant dire qu'elle se situe entre 5 et 10 m³/Tm. Le tableau suivant présente les différents taux de pollution de diverses opérations :

Operaciones	Solides (mg/l)		Azote (mg/l)		DBO (mg/l)	Ph
	Total	Suspension	Organique	NH ₃		
Chambre de traitement de la viande	26 480	1 800	85	12	2 040	7,3
Assaisonnement de la viande	34 100	1 720	255	25	460	6,7
Nettoyage	9 560	920	110	17,5	1 960	7,3
Élaboration de l'assaisonnement	140 000	-	2 750	40	18 000	5,6
Moulage	11 380	560	140	4	800	7,3
Graisses	4 000	1 380	190	50	2 200	6,7
Sous-produits	4 000	1 380	190	50	2 200	6,7

Les principaux impacts sur l'environnement pouvant être provoqués par l'émission de polluants issus de cette industrie se basent sur une DBO5 moyenne. La charge organique polluante de cette eau est principalement constituée de résidus de tissus (matière en suspension, protéines, graisses, et hydrates de carbone.)

Étant donné les strictes exigences d'hygiène de ce secteur, il faut signaler la présence de détergents et de désinfectants issus du nettoyage des instruments et des installations.

En ce qui concerne les conséquences sur le milieu, et étant donné que le système d'évacuation est le déversement direct dans les rivières (qui se caractérisent par un débit relativement faible), le degré d'atteinte des écosystèmes supposera une contribution importante à l'eutrophisation des eaux et la limitation d'épices bien déterminées (présence de fortes quantités de sel dans le cas des saumures.)

L'impact généré par les eaux déversées après épuration est pratiquement nul.

3.5 Opérations auxiliaires dans l'élaboration de conserves et aspects environnementaux

3.5.1 Nettoyages des structures

3.5.1.1 Description de l'opération

Les nettoyages sont généralement effectués avec de l'eau à laquelle on a ajouté des détergents au PH généralement basique (la soude est le cas le plus typique), de l'acide ou des bactéricides. L'eau est généralement appliquée au tuyau, et à pression variable ; plus on augmente la pression, moins on a besoin d'eau ; on applique également des bains de mousse, suivis d'eau. Dans certaines installations, on alterne les PH des détergents afin d'éviter les incrustations de calcium des eaux très dures.

Il est également courant d'augmenter la température de l'eau de nettoyage, ceci dans le but d'augmenter ses propriétés détergentes et désinfectantes, ou d'utiliser de la vapeur, et dans certains cas, des liquides cryogènes ; ceux-ci possèdent des propriétés intéressantes telles que la minimisation des courants résiduels, mais leur coût est élevé.

De toutes façons, il est très courant, pour nettoyer les surfaces importantes, les sols ou les murs, d'utiliser de fortes quantités d'eau à pression relativement basse sans addition de détergent ; c'est alors la seule force de l'eau qui entraîne les restes organiques ; une alternative à ce système est l'utilisation de machines appropriées (évier automatique à batteries, avec option pré-balayage et conducteur intégré.)

Un autre aspect du nettoyage est la purge des circuits, le plus souvent de réfrigération ou de chaudières ; cette purge s'effectue généralement au moyen d'eau contenant des additifs chimiques.

3.5.1.2 Aspects environnementaux

Les tâches du nettoyage s'effectuent par application d'eau ; cette eau est le véhicule de substances détergentes, de divers PH, et de bactéricides, et son but est d'emporter les restes organiques considérés comme de la saleté ; une fois cette saleté emportée, il reste un effluent doté d'une charge polluante qui varie en fonction des installations ou des machines que l'on a nettoyées (le PH de cet effluent est également variable, il dépend du type d'agent nettoyant utilisé.) En outre, l'utilisation de bactéricides peut entraîner une inhibition du traitement biologique postérieur des eaux résiduaires.

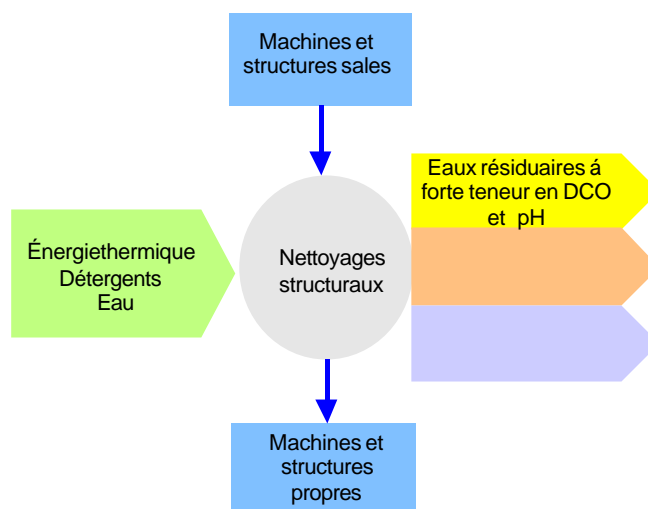
Il est également courant d'augmenter la température de l'eau afin d'accroître son pouvoir détergent, ou, dans certains cas, d'utiliser de la vapeur ou des liquides cryogènes ; bien qu'onéreux, ces derniers présentent des propriétés intéressantes (le CO₂ et le N₂ ne génèrent pas d'eux-mêmes de courants résiduaires.)

La consommation d'eau est actuellement à la baisse dans les opérations de nettoyage, grâce à l'utilisation de mousses, de systèmes d'eau à haute pression et à température élevée ; cependant, si l'on tient compte du fait que finalement, la matière à nettoyer reste la même, nous nous apercevons que nous augmentons la concentration de charge polluante.

L'un des aspects à prendre en compte si l'on veut réduire la consommation d'eau est la réutilisation de l'eau dans les nettoyages de diverses étapes : ainsi, on utilise dans la dernière étape de l'eau pure, qui sera elle-même réutilisée lors de nettoyages postérieurs. L'utilisation d'éviers automatiques ou CIP peut également réduire la consommation d'eau et de produits de nettoyage.

Un des autres aspects à prendre en compte est le cas des restes organiques à nettoyer qui présentent une forte teneur en huiles et en graisse ; les détergents de nettoyage produiront une émulsion des produits difficile à éliminer lors du pré-traitement des eaux résiduaires par des méthodes mécaniques basées sur la tranquillisation et la flottabilité, ou d'autres, plus sophistiquées, où interviennent des variations de PH.

L'un des moyens de réduire la charge polluante (matière organique en suspension) de l'effluent est l'élimination à sec de tous les solides et restes éventuels, avant de procéder à l'application d'eau.



Entrée		Sortie	
Produit	Quantité	Courant résiduaire	Quantification
Eau	Forte	Eaux résiduares :	
Énergie Thermique	Moyenne	DCO	100-10 000 mg/lit
Détergents	Forte	pH	
		Solides organiques	Forte

Tableau 3.31. Bilan de matières et d'énergie, nettoyages des structures

3.5.2 Production d'énergie

On utilise principalement deux types de sources énergétiques, l'électricité et les sources d'énergie dérivées des combustibles fossiles, notamment le gaz, le fuel-oil et le charbon ; ces combustibles sont majoritairement utilisés pour la production de vapeur ou d'eau chaude en aires.

3.5.2.1 Électricité

La grande majorité des moteurs qui actionnent les machines fonctionnent à l'électricité ; plus concrètement, ces moteurs sont souvent des moteurs à courant alternatif triphasé à cage d'écureuil. L'utilisation majoritaire de ce type de moteurs est due au fait qu'ils ne génèrent pas d'émissions dans l'atmosphère, qu'ils sont silencieux, peu onéreux, fiables et faciles à entretenir ; de plus, l'électricité est une énergie facile à transporter. En soi, l'impact des moteurs

sur le milieu ambiant est minime, à la différence de la graisse et de l'huile de lubrification, qui, étant changées périodiquement (entretien), génèrent des résidus qui doivent être traités de manière spécifique.

Il faut de toutes façons prendre en compte que l'électricité consommée provient majoritairement du brûlage des combustibles fossiles réalisé dans des centrales thermiques ; par conséquent, il y a également génération de pollution, mais celle-ci peut se produire à des centaines de kilomètres du point de consommation.

3.5.2.2 Combustibles fossiles

L'utilisation de ce type de combustibles (charbon, gaz, fuel-oil et gas-oil) se limite majoritairement à la production de vapeur et d'eau chaude ; dans ce cas, on n'utilisera pas l'électricité (rendement trop faible.)

La production de vapeur s'effectue généralement dans des chaudières : l'eau est chauffée jusqu'à ébullition, via brûlage de combustible fossile, à pression habituellement de 6 à 8 bars.

Il est courant d'utiliser l'eau chauffée en circuit fermé, afin de pouvoir la réutiliser.

La pollution générée est typique du brûlage des combustibles fossiles : dioxyde de carbone, oxyde d'azote, et dioxyde de soufre. La pollution générée dépendra fortement du type de combustible, de sa qualité, de la technologie utilisée, du point de fonctionnement, et de l'entretien de l'équipement. Brûler un kilo de fuel-oil contenant 1% de soufre peut produire 3,5 kg de dioxyde de carbone, 0,01 kg d'Oxydes d'azote et 0,02 kg de dioxyde de soufre.

Dans les grandes installations nécessitant des quantités d'eau chaude considérables, on peut utiliser un système de cogénération, via un moteur à explosion ou une turbine à gaz ; l'électricité se produit à l'intérieur de ceux-ci grâce à un groupe électrogène, et on utilise les gaz de combustion pour la production d'eau chaude ou de vapeur, et on peut même produire du froid au cours du même processus ; les nécessités énergétiques globales des installations peuvent donc être couvertes.

L'un des grands avantages du système de cogénération est qu'il ne dépend pas d'un approvisionnement électrique extérieur, ce qui peut être très important dans certaines situations, par exemple lorsque l'approvisionnement n'est pas de qualité. Un autre avantage est que dans certains pays, on peut vendre l'énergie excédentaire à la Compagnie d'Électricité à des tarifs avantageux.

Les systèmes de cogénération sont généralement montés en double ; si ce n'est pas le cas, on installe une connexion alternative au réseau électrique.

Les émissions sont généralement relativement inférieures, à la consommation d'électricité et de chaudière séparément, car ce système produit des rendements supérieurs. Il faut simplement tenir compte du fait que les moteurs à explosion de grande dimension sont pour la plupart très bruyants, et que les huiles utilisées pour leur lubrification doivent être changées périodiquement.

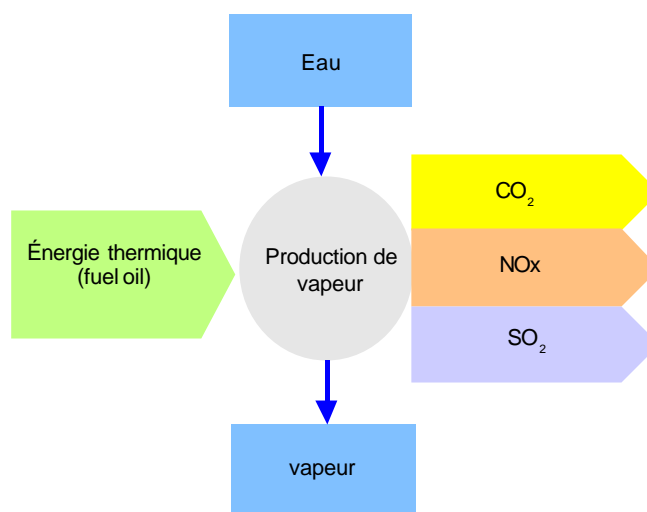
Une autre amélioration environnementale pouvant être introduite dans le domaine de la production de vapeur et d'eau chaude est l'utilisation des restes végétaux comme combustibles, ou, dans le cas d'usines d'épuration à digestion anaérobie et production de bio-gaz, l'utilisation de ceux-ci dans le but déjà décrit. Les pays très ensoleillés peuvent mettre en place une conversion des rayons solaires en énergie thermique.

Le tableau suivant présente des valeurs typiques de la pollution générée par les divers combustibles utilisés pour la production de vapeur.

		Tm Fuel	Tm Gas-oil	Tm Charbon	GJ PCS
SO2	g	54.000	6.000	14.000	0
NOX	g	6.410	2.673	4.470	140
CO	g	568	647	3.270	20
CO2	Kg	2.880	2.975	2.980	55
COV	g	32	26	45	5
CH4	g	118	8,6	45	2
PART	g	3.300	267	8500	0
N20	g	12,2	14,2	415	0

Il faut cependant préciser que ces valeurs peuvent fortement varier en fonction des facteurs ci-dessous, facteurs qui ont une influence fondamentale dans le cas de polluants tels que le CO et les émissions de particules :

- État des brûleurs.
- État d'entretien général de l'équipement.
- Point de travail de l'équipe.
- Qualité du combustible.
- Technologie employée.



Entrée		Sortie	
Produit	Quantité	Courant résiduaire	Quantification
Fuel-oil	1 kg	Émissions Atmosphériques : Dioxyde de Carbone Oxydes d'Azote Dioxyde de Soufre	2,88 kg 6,4 g 54,0 g

Tableau 3.32. Bilan de matières et d'énergie, production de vapeur avec chaudière à fuel-oil

3.5.3 Stockage réfrigéré et congélation des matières premières

Dans la réfrigération et les systèmes de congélation, on comprime un agent réfrigérant (majoritairement l'ammoniaque dans le cas des installations à grande capacité, et le CFC ou ses substituts dans les pays où l'ammoniaque est interdit), et l'expansion qui en résulte produit du froid. Cette compression est effectuée par des compresseurs à piston ou, dans le cas de grandes puissances, par des compresseurs à vis. Ces agents réfrigérants sont généralement enfermés dans le circuit primaire, qui à son tour produit une action réfrigérante via un échangeur sur le circuit secondaire, chargé de transporter le froid à destination et de le transmettre via un évaporateur (pour le circuit secondaire, on utilise la plupart du temps du glycol, de l'alcool, etc.) Dans certains cas, il est possible d'utiliser un seul et unique réfrigérant pour toute l'opération, sans faire de distinction entre le circuit primaire et le circuit secondaire.

Le réfrigérant utilisé dans le circuit primaire est censé présenter une toxicité la plus faible possible. Tous les réfrigérants, à l'exception de l'air (rarement utilisé), sont dangereux pour l'Homme en

fortes concentrations (ils peuvent entraîner une asphyxie par manque d'oxygène.) Certains fluides sont toxiques au sens propre, c'est-à-dire qu'ils peuvent entraîner des effets plus ou moins graves, et même causer la mort, avant même que leur concentration dans le milieu ambiant n'atteigne le seuil d'asphyxie. Certains réfrigérants, pratiquement inoffensifs dans des concentrations relativement fortes, peuvent se décomposer en présence d'une flamme et entraîner la formation de produits de décomposition extrêmement toxiques et même mortels, même si leur concentration est faible ou s'ils sont exposés pendant des temps très courts.

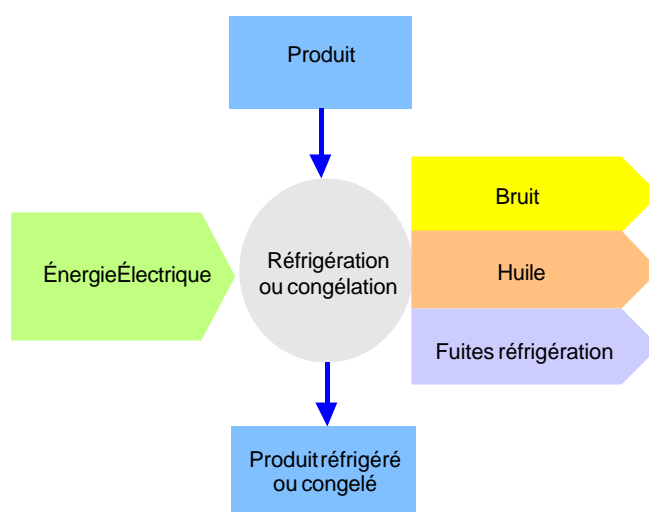
En présence d'une quantité d'air bien précise, d'autres fluides frigorigènes peuvent brûler ou même former des mélanges explosifs. Cependant, ils doivent pour cela se situer entre certaines limites de concentration déterminées pour chaque fluide. En ce sens, la dangerosité relative est fonction du niveau minimum de cette concentration et de l'amplitude des limites. Dans les grandes installations, c'est généralement l'ammoniaque qui fait office de réfrigérant, en raison de ses excellentes propriétés thermodynamiques (bien qu'il soit toxique, quelque peu inflammable et explosif dans certaines conditions.)

Les sources de pollution liées aux systèmes de réfrigération sont principalement dues aux fuites de gaz réfrigérant, et l'impact sur le milieu est particulièrement grave si le gaz en question est du CFC.

Un des autres points critiques est le bruit généré par les compresseurs des équipements de froid. Ces compresseurs étant généralement accompagnés des condensateurs (surtout dans le cas d'équipements de taille petite ou moyenne), afin de réduire les risques d'intoxication, d'asphyxie ou d'explosion en cas de fuite du réfrigérant primaire, et étant donné qu'ils exigent des températures ambiantes les plus basses possibles afin d'accomplir correctement leur travail, ils sont généralement installés sur la terrasse des édifices ; ceci entraîne un important problème de pollution sonore, due essentiellement au bruit des compresseurs et, dans une moindre mesure, au bruit des ventilateurs des condensateurs.

À l'autre extrême, nous avons les chambres frigorifiques, de congélation, ou les tunnels de froid, pour lesquels le facteur le plus important est un isolement thermique correct. Le froid y arrive par le circuit secondaire : ces chambres ou tunnels étant des milieux fermés (ce qui est indispensable pour éviter les pertes de froid) en contact avec les aliments, il est nécessaire d'utiliser des réfrigérants présentant une toxicité, des risques d'asphyxie et d'explosion les plus faibles possibles.

Un autre élément à prendre en compte du point de vue environnemental est le volume de l'huile des compresseurs, qui est important si le compresseur est de taille respectable. Cette huile, qui doit être renouvelée périodiquement, devra être traitée à part et être envoyée dans le site le mieux adapté à son recyclage ou à son élimination.



Entrée		Sortie	
Produit	Consommation	Courant résiduaire	Quantification
Énergie Électrique	Moyenne	Pollution sonore	60-100 dB
		Huile Usée	Faible
		Fuites Réfrigérant	Moyenne

Tableau 3.33. Bilan de matières et d'énergie, réfrigération ou congélation du produit

3.5.4 Épuration des eaux résiduaires

Les eaux résiduaires produites par ces secteurs industriels présentent généralement une très forte charge de solides en suspension ; l'eau consommée est donc généralement utilisée lors des opérations de transport et de nettoyage de produit, DBO élevées et similaires aux DCO, pour la même raison que la pollution est essentiellement organique (PH neutres ou très proches de 7, sauf dans le cas de l'utilisation de certains produits chimiques.) La présence de graisses et d'huiles varie fortement en fonction du type de produit, ce qui génère des effluents très similaires aux effluents urbains mais présentant une concentration de polluants considérablement plus forte. Cette concentration s'accroît encore dans le cas des industries qui pratiquent la mise en place d'une nouvelle circulation afin de réduire leur consommation d'eau ; il faut donc en déduire que, surtout en ce qui concerne les opérations de nettoyage, la charge polluante totale ne peut varier à moins que les installations n'acceptent d'effectuer des nettoyages de moins bonne qualité. L'unique problème important est celui rencontré par les industries des conserves de poisson qui génèrent des effluents à forte concentration en sels dissous (au-dessus de 1500 ou 2000 microsiemens, et pouvant atteindre 10 000 microsiemens), ou par les industries utilisant des produits chimiques, acides ou bases en quantités suffisantes pour produire de fortes variations de PH.

La première étape de l'épuration consiste à utiliser des grilles à solides épaisses ou moyennes (minimum 10 mm), ce qui permet d'éliminer toute la matière organique de taille relativement importante ayant pu être entraînée par les effluents et susceptible, en entrant dans le processus d'épuration, d'obstruer ou de boucher certains composants. L'élimination de cette matière est donc possible, mais elle est très lente. Exemple d'équipement utilisé : la traditionnelle grille manuelle, ou le steep screen.

La seconde étape consiste à utiliser des tamis fins, par exemple les tamis rotatifs, qui éliminent toute la matière en suspension ne dépassant pas quelques millimètres. L'un des plus gros inconvénients de ces tamis très fins est qu'ils peuvent parfois être bouchés par les graisses et les huiles. A priori, nous ne rencontrerons pas ce problème, et nous pourrions utiliser des tamis très fins.

L'équipement de pré-traitement est composé de canaux dégraisseurs de dessablement ; l'effluent passe par ces canaux via un canal aéré : les graisses de surface sont recueillies par augmentation de la flottabilité, et les sables déposés sur le fond trapézoïdal sont récupérés.

Les dépôts d'homogénéisation, qui peuvent avoir lieu à divers moments du début de processus, sont nécessaires si les procédés utilisés présentent des caractéristiques discontinues, facteur qui modifie considérablement la charge polluante et le volume de l'effluent. Dans de tels cas, le dépôt d'homogénéisation garantit, si c'est possible, une entrée d'eau constante dotée d'une charge polluante stable ; ceci permet d'obtenir, dans la mesure du possible, des conditions optimales d'épuration (surtout dans le cas d'une épuration biologique.) Il reste alors à corriger le pH de l'effluent pour lui faire atteindre environ 7.

On passe ensuite aux traitements primaires (possibilité d'utiliser des flocculants, du chlorure ferrique, etc. pour augmenter les rendements) ; de cette manière, via la précipitation de solides en suspension, il est possible de réduire les charges polluantes de 60%. Ce traitement est généralement utilisé pour les eaux résiduaires à forte charge, comme c'est ici le cas.

À partir de ce point, et si la quantité de sels dissous, spécialement le sel ordinaire, n'est pas élevée (inférieure à 2000 microsiemens), on peut effectuer un traitement biologique. On dispose dans ce traitement d'un ou plusieurs réacteurs et on peut varier la quantité d'oxygène dissous dans l'eau en injectant de l'air via des turbines, des plateaux diffuseurs, etc. Dans le cas où l'on souhaiterait également éliminer les nitrates, on ferait passer successivement la liqueur par des zones oxiques et anoxiques.

On fait ensuite passer la liqueur par des clarificateurs : via la tranquillisation et la précipitation du flocule par gravité, on extrait l'eau pure par la partie supérieure, et la boue précipitée par la partie inférieure ; on fait ensuite circuler cette boue une nouvelle fois dans les réacteurs biologiques afin de conserver sa concentration, ou on purge à la ligne de boue au moment où celle-ci est excédentaire.

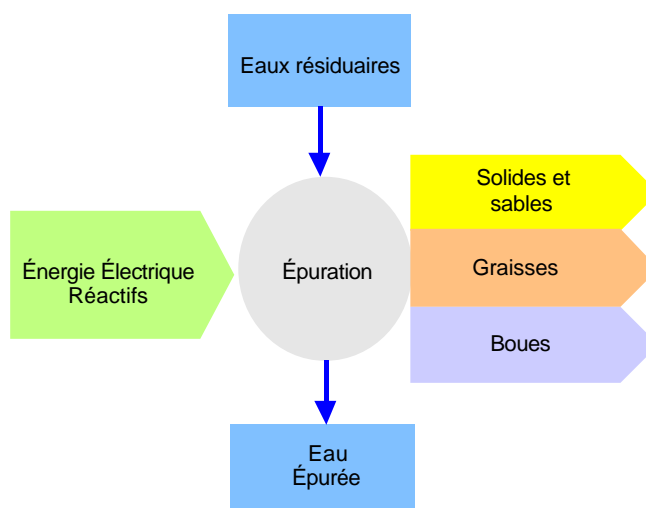
On pourrait réutiliser l'eau de sortie du secondaire pour l'arrosage, le nettoyage des rues, etc., après un traitement tertiaire. Ce traitement consiste généralement à faire passer l'eau par un filtre à sable autonettoyant afin d'éliminer les éléments en suspension pouvant être entraînés, et à appliquer des rayons ultraviolets pour désactiver la présence de bactéries fécales.

L'autre système tertiaire est le système du lagunage, qui consiste à créer des étangs, généralement de grandes dimensions, et à y implanter des espèces végétales appropriées qui finissent d'épurer l'eau. Il faut prendre grand soin de ne pas nuire aux espèces présentes, car si les eaux contiennent de fortes concentrations d'azote et de phosphore, un processus d'eutrophisation peut se produire ; ce facteur, joint à la chaleur et au soleil, peut avoir des conséquences malheureuses sur les animaux (par exemple, le botulisme). L'un des plus gros inconvénients du lagunage est qu'il nécessite de grands espaces.

En utilisant correctement toutes ces techniques, on peut arriver à réduire les charges polluantes de solides en suspension et de DBO d'environ 99%.

Les eaux résiduaires renfermant un fort degré de sels dissous (supérieur à 2000 microsiemens) représentent un autre problème : en effet, ceci peut empêcher leur traitement biologique, ou entraîner, si la concentration de sels dissous est variable, comme c'est probablement le cas, des problèmes lors du traitement (vulquin.) Le problème est le même avec les variations de pH.

Il est souvent positif d'effectuer un pré-traitement différencié, en fonction de la provenance des eaux résiduaires et de leur degré de pollution.



Entrée		Sortie	
Produit	Consommation	Courant résiduaire	Quantification
Énergie électrique		Solides et sable	
Réactifs		Graisses	
		Boues	

Tableau 3.34. Bilan de matières et d'énergie, dépuración de l'eau

CHAPITRE IV OPPORTUNITÉS DE PRÉVENTION DE LA POLLUTION À LA SOURCE

Dans les pages qui suivent, nous présentons des systèmes alternatifs à certains processus de production ou opérations unitaires décrits au point précédent résultant moins agressifs vis-à-vis de l'environnement. Dans le parapluie Opportunité de prévention de la pollution (OPC), nous avons considéré principalement des alternatives de Production Propre et de Recyclage ; néanmoins, quelques-unes des alternatives proposées pourraient être utilisées suivant une stratégie en bout de tuyau (*end of pipe*).

Les Opportunités de Prévention de la Pollution que nous présentons à la suite ne sont pas les seules possibles, ne sont pas des solutions originales ni ne seront tout à fait applicables à n'importe quelle industrie des conserves. Notre critère de sélection du contenu des pages suivantes a consisté à évaluer les différentes alternatives projetées ou expérimentées à l'heure actuelle par le secteur des conserves ou bien par d'autres secteurs et à faire une sélection de celles qui, à notre sens, peuvent apporter plus de solutions dans l'ensemble de l'industrie des conserves sur le territoire méditerranéen. L'objectif que nous visons est qu'elles servent d'élément de réflexion pour les techniciens, de direction sur leurs propres procédés et de guide aux autorités compétentes pour établir des politiques concrètes encourageant des améliorations écologiques.

Les différentes alternatives confrontées aux familles des paragraphes précédents sont rapportées au tableau 4.1. Une lecture rapide de la liste des OPC présentées dans cette étude permet de voir que des alternatives généralistes sont mélangées à d'autres alternatives très spécifiques. Afin d'être en mesure d'englober une réalité aussi diverse que l'est l'industrie des conserves, aussi bien en ce qui concerne sa taille que les produits transformés, nous avons regroupé des concepts qui, en réalité, auraient pu faire l'objet de plusieurs points. Cette structure nous a permis une réflexion plus profonde sur des questions plus génériques, embrassant un éventail plus large de solutions pour le secteur. Les différentes OPC face aux améliorations écologiques qu'elles offrent sont présentées au tableau 4.2.

Lors du développement de chaque OPC, on a suivi une structure fondée sur les points suivants:

- Introduction
- Aspects techniques et facteurs conditionnants
- Améliorations
- Exemples

Dans l'introduction sont présentées les grandes lignes des aspects les plus significatifs du processus actuel. Le système alternatif est abordé dans ses aspects techniques en mettant tout particulièrement l'accent sur les conditions nécessaires pour que ce système alternatif soit efficace et viable. Au point " améliorations ", on cite brièvement les résultats de l'emploi du système alternatif pour toutes les parties impliquées (environnement, producteur et consommateur). Finalement, un exemple correspondant à un cas réel ou bien fictif est exposé pour mieux illustrer les différents aspects de l'OPC.

		Reduction à la source ⁽¹⁾						
		MP	E	Ea	EMB	EA	DS	AR
1	Minimiser la consommation d'eau lors du nettoyage de la matière première et des produits intermédiaires		*	*				*
2	Adaptation des systèmes de tranchage à la taille et à la forme du produit	*		*			*	*
3	Séparation et recyclage des eaux résiduaires entre les étapes du propre processus		*	*				*
4	Pelage alcalin à sec	*		*				*
5	Pelage thermique hautement efficace		*	*				*
6	Réduction de la concentration en sel et réutilisation des saumures			*				*
7	Optimisation de la stérilisation		*	*		*		*
8	Fermer les circuits de refroidissement	*	*	*				*
9	Systèmes CIP pour le nettoyage des équipements et des conduites		*	*				*
10	Éviter l'entrée des boîtes de conserve défectueuses dans l'autoclave	*		*	*	*		*
11	Utiliser le transport pneumatique plutôt que le canal d'eau comme système de transport du produit	*		*			*	*
12	Autocontrôle du processus à l'aide du HACCP	*					*	
13	Nettoyage structurel à l'aide d'un système à basse pression avec de la mousse ou à haute pression			*				*
14	Séchage de saumures à l'énergie solaire			*			*	*
15	Bioconversion de déchets de la pêche par fermentation acide-lactique	*					*	
16	Épuration anaérobie des eaux résiduaires à haute concentration et utilisation du biogaz		*				*	*
17	Collecte de liquides et de particules provenant des installations du procédé avant qu'ils ne tombent par terre			*				*
18	Utilisation de vapeur dans les évaporations de concentré de fruit		*	*		*		
19	Valorisation traditionnelle de restes de poisson en élaborant de la farine de poisson		*	*		*		
20	Optimisation de l'utilisation de matières premières		*	*		*		
21	Optimisation du générateur et du réseau de distribution de la vapeur		*	*		*		
22	Conditionnement des produits pour la cuisson		*	*		*		*
23	Valorisation de déchets organiques d'origine végétale	*					*	

X : Minimisation / 0 : Augmentation. ⁽¹⁾ MP : Matières premières ; E : Énergie ; Ea : Eau ; EMB : Emballages ; EA : Émissions dans l'atmosphère ; DS : Déchets solides ; ER : Eaux résiduaires.

Table 4.1. Améliorations écologiques découlant de l'application des OPC

	Numéro de famille de conserve ⁽¹⁾													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1 Minimiser la consommation d'eau lors du nettoyage de la matière première et des produits intermédiaires	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2 Adaptation des systèmes de tranchage à la taille et à la forme du produit	*	*			*	*	*	*	*	*				
3 Séparation et recyclage des eaux résiduelles entre les étapes du propre processus	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4 Pelage alcalin à sec								*	*					
5 Pelage thermique hautement efficace								*	*					
6 Réduction de la concentration en sel et réutilisation des saumures					*						*	*		
7 Optimisation de la stérilisation	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8 Fermer les circuits de refroidissement	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9 Systèmes CIP pour le nettoyage des équipements et des conduites							*	*					*	*
10 Éviter l'entrée des boîtes de conserve défectueuses dans l'autoclave	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
11 Utiliser le transport pneumatique plutôt que le canal d'eau comme système de transport du produit	*	*			*	*								
12 Autocontrôle du processus à l'aide du HACCP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
13 Nettoyage structurel à l'aide d'un système à basse pression avec de la mousse ou à haute pression	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
14 Séchage de saumures à l'énergie solaire					*						*	*		
15 Bioconversion de déchets de la pêche par fermentation acide-lactique	*	*	*	*	*	*								
16 Épuration anaérobie des eaux résiduelles à haute concentration et utilisation du biogaz	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
17 Collecte de liquides et de particules provenant des installations du procédé avant qu'ils ne tombent par terre	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
18 Utilisation de vapeur dans les évaporations de concentré de fruit							*							
19 Valorisation traditionnelle de restes de poisson en élaborant de la farine de poisson	*	*	*	*	*	*								
20 Optimisation de l'utilisation de matières premières	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
21 Optimisation du générateur et du réseau de distribution de la vapeur	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
22 Conditionnement des produits pour la cuisson	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
23 Valorisation de déchets organiques d'origine végétale							*	*	*	*	*			

X Minimisation ⁽¹⁾ 1 : thonidés ; 2 : cupléides, maquereau, aiguille ; 3 : céphalopodes ; 4 : mollusques ; 5 : anchois, cupléides ; 6 : autres produits de la pêche ; 7 : jus, nectars ; 8 : confitures, marmelades ; 9 : sirops ; 10 : légumes au naturel ; 11 : légumes en saumure ; 12 : champignons au naturel ; 13 : viande ; 14 : mets préparés.

Tableau 4.2 Relation entre OPC et famille

4.1 OPC 01. Minimiser la consommation d'eau lors du nettoyage de la matière première ou du produit intermédiaire

4.1.1 Introduction

Le nettoyage de la matière première ou des produits intermédiaires est un besoin commun aux différentes familles décrites au point précédent. Dans les grandes lignes, on peut définir deux grands groupes de nettoyages :

- a) Nettoyage **initial** de la matière première avant le traitement à la réception.
- b) Nettoyages **intermédiaires** au cours du traitement.

Le nettoyage initial a pour objectif d'éliminer la saleté extérieure de la matière première qui contient des restes du milieu dont elle provient. Dans le cas des végétaux, la saleté consiste en charge bactérienne, en terre, en pierres, en restes de morceaux, en jus de végétaux et de pesticides. Dans le cas des poissons, la saleté consiste en éléments étrangers en provenance de la mer, en charge bactérienne, en muqueuses, en fluides et en fragments de poisson détériorés lors des procédés de capture et de transport à l'usine.

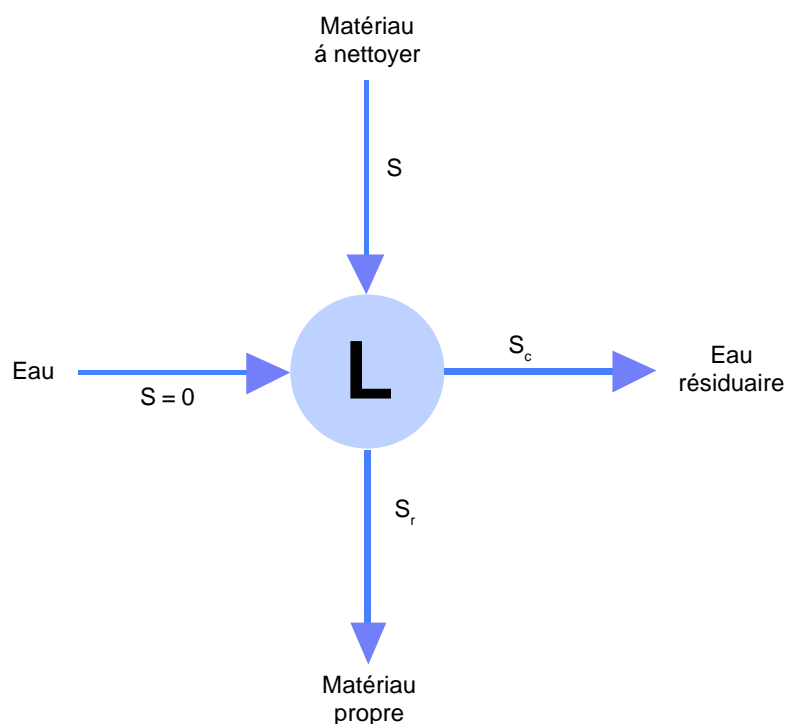
Les nettoyages intermédiaires sont intimement liés au processus et ont pour objectif d'enlever les restes d'éléments indésirables provenant d'une étape antérieure au cours de laquelle certaines parties du produit ont été éliminées. C'est le cas du nettoyage postérieur à l'éviscération lors du traitement du poisson ou bien du nettoyage après le pelage chimique dans le cas des fruits.

L'opération conventionnelle de nettoyage dans l'industrie des conserves consiste à mettre le produit à nettoyer en contact avec l'eau au moyen de trois systèmes principaux :

- Trempage
- Trempage et agitation
- Pulvérisation

Quand l'objectif du nettoyage inclut la diminution du niveau de microorganismes, on ajoute généralement à l'eau de nettoyage un produit biocide (normalement de l'hypochlorite de sodium).

Le schéma de base du nettoyage est indiqué sur la figure 4.1.



S : saleté totale

S_c: saleté polluante

S_r : saleté résiduaire (non éliminée)

Figure 4.1 Schéma du processus de nettoyage

4.1.2 Aspects techniques et facteurs

4.1.2.1 Optimisation des paramètres de l'opération

Le principe de l'efficacité du nettoyage se fonde sur la maximisation du frottement et de la solubilité de la saleté dans l'eau.

Dans le cas des systèmes de trempage, l'augmentation du frottement peut être obtenue **en augmentant la turbulence de l'eau** en utilisant des systèmes statiques (déflecteurs) ou bien dynamiques (agitateurs). Dans le cas des systèmes de pulvérisation, on peut l'obtenir **en augmentant la pression** (au moyen de pompes à pression ou à buses de diamètre inférieur). Dans les deux cas, **augmenter le niveau de friction** favorise aussi le nettoyage. Cet accroissement de la friction peut être obtenu en augmentant l'entrée de produit à laver dans les installations en continu, soit en augmentant la vitesse de rotation des cylindres tournants, soit en installant des brosses rotatives.

Pour ce qui est d'augmenter la solubilité, on peut y arriver en augmentant la température et en réglant la tension superficielle grâce à l'addition de tensioactifs, à la salinité ou au pH de l'eau.

La plupart des installations et des opérations de nettoyage de l'industrie alimentaire sont surdimensionnées du fait de la nécessité d'assurer l'absence de risques hygiéniques pour le consommateur. Réviser les conditions opérationnelles de l'installation existante en augmentant le frottement et la solubilité de l'eau, sans détériorer davantage le produit, implique généralement de diminuer la consommation en eau entre 40 et 20 %.

Pour les mêmes raisons qu'au paragraphe précédent, la concentration en biocides des eaux de nettoyage peut être supérieure à la concentration strictement nécessaire. L'optimisation du nettoyage doit inclure le contrôle de la concentration en biocides par rapport au niveau de contamination microbienne voulue avant la stérilisation ou la pasteurisation, étant donné que les conditions d'hygiène d'un végétal qui sera soumis à une cuisson postérieure ne sont pas les mêmes que celles d'un végétal qui sera ingéré cru.

Dans les cas où le trempage se fait avec une addition continue d'eau, celle-ci devrait être réduite au minimum voire éliminée si les processus de travail sont discontinus avec une charge d'eau propre, étant donné que, vu le faible niveau d'agitation, le temps requis pour le nettoyage est plus long, et ajouter un grand débit d'eau continuellement ne fait que diluer la saleté éliminée sans augmenter l'efficacité de son élimination.

4.1.2.2 Prénettoyage à l'air comprimé et/ou par vibration

Le nettoyage à l'air représente, pour ce qui est de l'eau, un bienfait pour l'environnement, puisque l'on peut récupérer facilement la saleté éliminée sous forme de déchet solide, alors que si le nettoyage se fait à l'eau la saleté reste en dissolution ou en suspension aqueuse et sa séparation postérieure est coûteuse.

Si l'on analyse en détail la saleté d'un quelconque objet à nettoyer, on peut observer, dans une proportion plus ou moins grande une fraction éliminable sans eau (air comprimé ou vibration). Dans le cas des végétaux, la terre, les restes de tiges, de feuilles, de pierres, de matières étrangères en général constituent une fraction non négligeable, et leur élimination à l'air comprimé ou par vibration suppose la diminution de la charge polluante dans les eaux résiduelles et un déchet séparé facilement retournable aux champs de culture.

L'air comprimé est un service présent dans la plupart des industries de conserves, raison pour laquelle l'investissement pour la mise en place de ce système exigera uniquement l'installation pneumatique et la pose d'une grille à buses effectuant des impulsions d'air comprimé quelque part dans le circuit de la matière première. Dans les cas où l'on décèlerait un

manque d'air comprimé, il faudra compléter l'installation par un ballon poumon ou bien un compresseur supplémentaire.

La vibration appliquée au produit est faisable au moyen de tables vibrantes avec des fréquences de vibration plus ou moins hautes en fonction du nettoyage à faire. Les dispositifs de vibration fonctionnent généralement à l'électricité.

La saleté éliminée de l'eau dans cette étape diminuera la consommation d'eau dans les étapes postérieures.

4.1.2.3 Recyclage de l'eau de nettoyage

Dans les cas où le mécanisme principal du nettoyage est le frottement, il faut consommer un débit d'eau élevé et la concentration de saleté dans l'eau résiduaire est généralement relativement basse. C'est le cas du nettoyage initial des fruits ou des végétaux en général, ainsi que du poisson entier. C'est également le cas du nettoyage des boîtes de conserve avant la stérilisation pour éliminer les restes de liquide de couverture en provenance du dosage.

Dans ces circonstances, l'installation d'un système de recyclage adéquat maintenant un niveau de saleté acceptable dans l'eau de lavage peut représenter des économies importantes quant à la quantité d'eau consommée. Un dispositif de recyclage comprend principalement un filtre ou un tamis pour retirer les solides et un système de pompage qui fournit la pression voulue. En fonction du degré d'automatisation souhaité, on pourra installer deux soupapes à siège réglables ou bien des soupapes à boule commandées automatiquement par temporisateur. Si la saleté de la matière première est très variable et si l'eau est consommée en grande quantité, il serait peut-être viable d'installer un dispositif de purge ou d'alimentation automatique basé sur la mesure de la turbidité de l'eau.

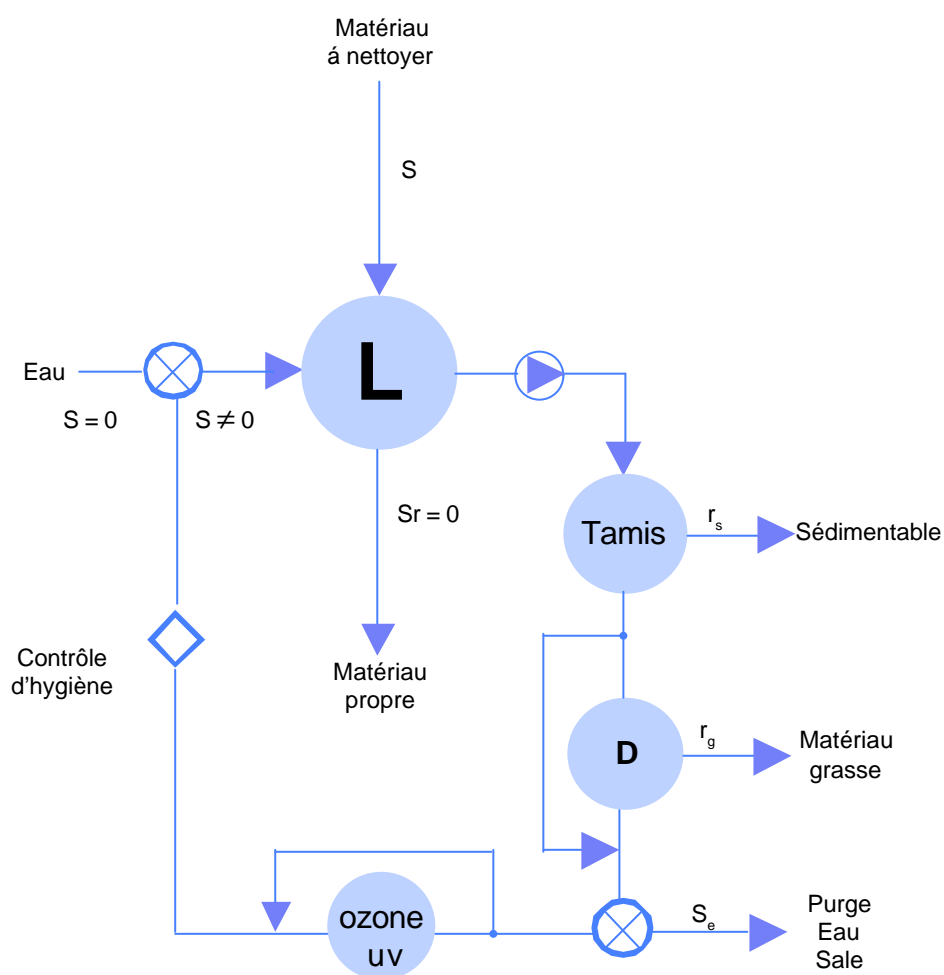
Si la concentration de saleté est élevée, on peut optimiser le processus en éliminant la matière grasse et la protéine après coagulation par flottation ou centrifugation. Un autre système d'élimination efficace, bien que peu viable à l'heure actuelle, étant donné son coût en investissement et en opérations élevé, peut être l'emploi de la technologie de membranes (ultrafiltration).

La viabilité de ces projets d'élimination devrait inclure en plus de l'économie d'eau, la valorisation des déchets obtenus comme source de graisse et de protéine principalement. À titre d'exemple, dans l'industrie du poisson, du fait de la teneur en protéines et en huiles de l'eau contenant du sang, le déchet du traitement préalable au recyclage peut être utilisé pour la production de farines de poisson, s'il existe une usine à proximité. L'installation d'un tamis rotatif et d'une citerne de flottation d'huiles pour réduire la DCO de 6-25 %, en fonction du

temps de retenue et de l'investissement pour ce type de système, se situe autour de 54 000 Euro environ.

L'autre traitement qui peut s'avérer nécessaire consiste à diminuer la charge bactérienne de l'eau à recycler avec des ultraviolets (UV) ou de l'ozone. Si des niveaux de pollution bas ne sont pas requis, on peut omettre ce procédé, quoi qu'il en soit un contrôle périodique du niveau de contamination microbienne de l'eau est recommandable.

Le schéma suivant (figure 4.2) montre les principaux éléments d'un système de nettoyage avec recyclage.



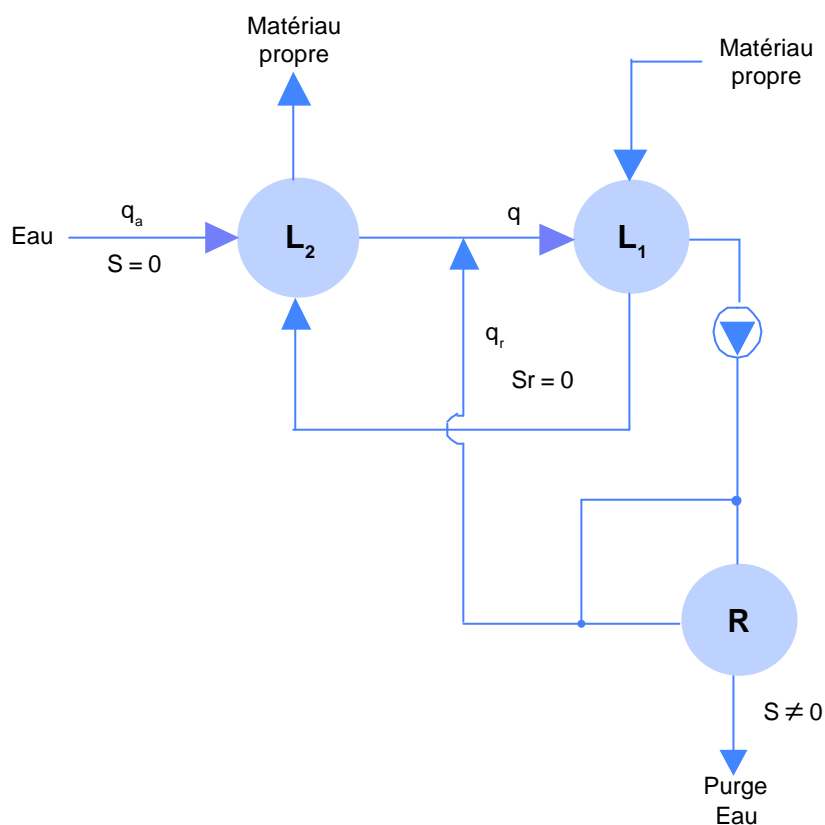
N = Nettoyage, D = Dégraissage, S = salaté totale, S_p = salaté polluant
 S_e = salaté éliminée, S_r = salaté résiduelle (non éliminée), r_s = déchet sédimentable,
 r_g = déchet gras

Figure 4.2 Schéma du recyclage de l'eau de nettoyage

4.1.2.4 Conception de l'opération en multiples étapes avec recyclage

La nécessité d'assurer un niveau microbiologique bas après le nettoyage peut rendre non viable le recyclage sous la forme que nous avons commenté auparavant au point de vue de la qualité du produit. Si le nettoyage du produit final à l'eau fraîche est inévitable, la stratégie peut consister à diviser le processus en au moins deux étapes, en utilisant l'eau d'alimentation propre pour faire le nettoyage dans la dernière phase du processus avec le même débit que l'eau de recyclage.

Cette alternative est montrée sur le schéma suivant.



N : nettoyage D : traitement de déchets s : saleté totale q : quantité
 q_e : quantité d'eau q_d : quantité de déchet

Figure 4.3 Schéma du nettoyage en deux étapes avec recyclage

4.1.3 Améliorations

Les améliorations écologiques qu'apporte cette OPC sont fondamentalement :

- la réduction de la consommation d'eau,
- la réduction du débit des eaux résiduelles,
- la récupération d'une partie de la pollution des eaux en tant que déchet solide valorisable au moyen du système de traitement de l'eau à retraiter,
- L'économie de l'énergie consommée lorsqu'on emploie de l'eau chaude.

4.1.4 Exemples d'application

Une unité d'élaboration de semi-conserves de petit poisson traitant 1 100 Tm/a de poisson et consommant 40 m³/jour d'eau pour le nettoyage de 5 Tm de poisson au moyen d'un système manuel. L'installation d'un tunnel automatique de nettoyage selon le principe de la figure 4.3 suppose :

Aspect	Investissement (Euro)	Coût (Euro/a)	Économie (Euro/a)
Tunnel de nettoyage	36 060	n.s.	
Réduction de la main-d'oeuvre (moyenne personne/jour)			6 010
Réduction de la consommation d'eau et des eaux résiduelles déversées jusqu'à 6 m ³ /jour			1 800
Réduction de la DCO totale déversée par retenue dans le tamis rotatif		n.s.	n.s.
Total	36 060	0	16 828
amortissement de l'investissement (années)	2.1		

n.s. = non significatif

4.2 OPC 02 Adaptation des systèmes de séparation du produit

4.2.1. Introduction

Les étapes de tranchage, et, en général, les opérations dans lesquelles on prétend séparer des pièces de matière première la partie profitable pour le produit et la partie à rejeter se centrent, dans le cadre de cette étude, dans les familles de poissons et les légumes. Lors de ces processus, le principal problème quand on dispose d'une unité automatisée réside dans l'optimisation des systèmes de traitement destinés à extraire une quantité maximale de produit.

Dans l'industrie du poisson, les machines à décapiter les plus employées procèdent au tranchage transversal ou oblique. La détermination du plan de section le plus rentable ne se gradue pas mécaniquement, mais dépend de l'expérience et de l'habileté de la personne qui actionne la machine.

Le pelage mécanique fut le premier système employé par l'industrie des conserves végétales à être réalisé avec des couteaux traditionnels ou bien des couteaux spécialement conçus à cet effet. Cette opération a été automatisée notamment pour l'asperge et l'artichaut.

4.2.2 Aspects techniques et facteurs

Adapter au maximum le système de séparation au produit à extraire en ajustant adéquatement les différents éléments du traitement réduit les déchets et utilise donc au maximum la matière première. Pour y arriver, on peut réaliser les actions suivantes :

- Catégorisation préalable au traitement
- Réglage des accessoires de la machine avant de changer de catégorie
- Utilisation de systèmes de succion pour le petit poisson
- Réglage automatique des accessoires de la machine en cours de processus
- Utilisation du rejet résultant du tranchage du poisson pour obtenir du poisson émietté

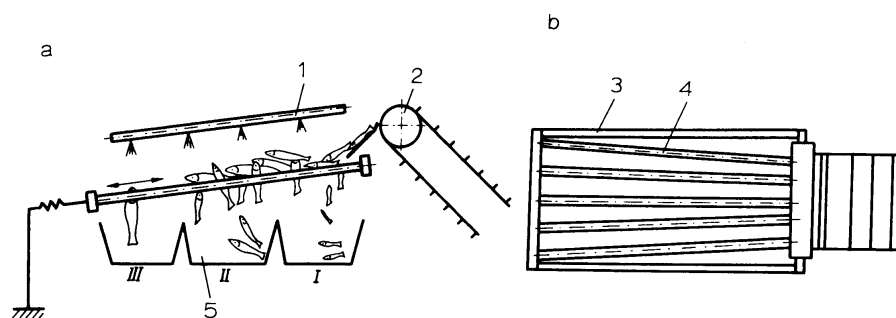
À la suite, voici le détail de quelques aspects liés aux points cités.

4.2.2.1 Catégorisation

La catégorisation de la matière première permet la séparation du produit en fonction de l'espèce et de la taille, ainsi que l'élimination du produit altéré ou non apte à la consommation. Cette opération permettra que les conditions postérieures du processus puissent être ajustées à la catégorie établie en améliorant l'adaptation du processus au produit à élaborer.

La catégorisation en fonction de la taille est largement pratiquée sur les petites pièces, telles que harengs, maquereaux, sardines, mandarines, prunes, cerises. Normalement, la catégorisation a lieu sur une surface treillissée constituée d'un nombre d'éléments vibrants ou bien entre des rouleaux tournants. Les rouleaux peuvent être disposés en parallèle ou en forme d'éventail. Dans le cas des rouleaux parallèles, l'ouverture de la fente se règle en fonction de son diamètre. La précision de la catégorisation faite à la machine est plus grande que celle effectuée à la main.

Dans le cas des poissons, en raison des déformations que le poisson subit suite à la rigidité cadavérique et à l'étape qui la suit, la catégorisation mécanique est plus exacte lorsqu'elle est pratiquée tout de suite après la capture du poisson, raison pour laquelle elle serait plus efficace si elle était faite à bord des bateaux, tout de suite après la pêche.



Technologie des produits de la mer

a) vue latérale b) vue zénithale 1) jets d'eau 2) transporteur 3) armature 4) rampe vibrante 5) récipients récepteurs.

Figure 4.4 Catégorisation à l'aide de la rampe vibrante (Source : voir Réf. 63)

Quand la matière première a une taille plus grande, la catégorisation peut se faire par le poids. Le système consiste en une série de balances qui, au moyen d'un dispositif mécanique ou bien électronique, ouvrent une trappe lorsque l'élément à peser se situe à l'intérieur de la marge de tolérance assignée.

4.2.2.2 Réglage du tranchage automatique du poisson

Dans le cas du poisson, il existe différents types de tranchage :

1. Tranchage transversal : il se pratique sur le point de décapitation du petit poisson : harengs, maquereaux ou sprats
2. Tranchage en V : il s'effectue avec deux socs à disques formant un angle

Dans les deux cas, c'est la distance de la tête au point de tranchage et l'angle du tranchage qui constituent les facteurs déterminants de l'efficacité de l'opération.

Dans chaque catégorie de poisson, on peut établir théoriquement les paramètres optimaux par l'intermédiaire d'un échantillonnage. Ces paramètres pourront être ajustés à l'aide de tests sur la ligne, en comptant sur l'expérience des ouvriers. Une fois ces paramètres fixés, ils seront documentés afin d'assurer l'emploi des données correctes.

Il est recommandable que les ouvriers supervisent l'idonéité des mesures au cours du traitement en procédant à un examen visuel ou à un contrôle des pertes de l'opération au moyen du pesage et d'arrêter l'installation, si cela est jugé nécessaire, pour réajuster les paramètres.

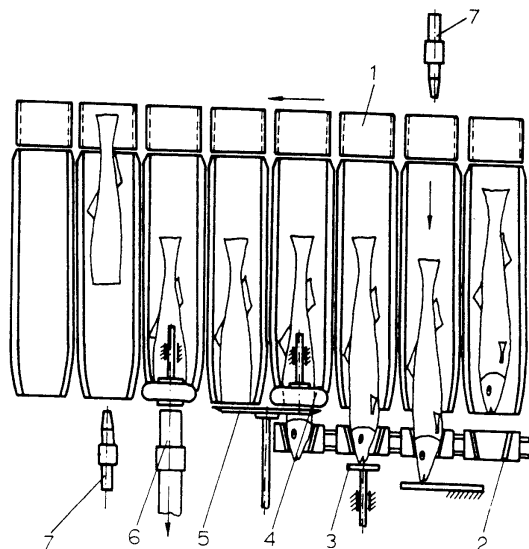
Ces mesures effectuées pour le poisson peuvent être faites pour les végétaux en changeant les paramètres décrits.

4.2.2.3 Éviscération automatique du poisson par succion

L'éviscération à la machine le plus habituel consiste à ouvrir la cavité abdominale en pratiquant une incision avant ou après le décapitage et en enlevant les viscères de façon mécanique.

Au lieu de procéder à un décapitage et à un dépouillement conventionnel, les viscères peuvent être extraites en procédant à des succions sous vide, en diminuant la consommation d'eau, et, ce qui est plus important, en faisant passer la charge organique des viscères dans l'eau. L'exactitude de l'éviscération dépend du design de la buse de succion et de l'intensité du vide créé.

La principale limitation de ce système réside dans le fait qu'il ne peut être appliqué à des petits poissons.



- 1) Transporteur des poissons en boîtes individuelles 2) Transporteur des têtes 3) Mécanisme de mise en position
4) Poulie de compression 5) Couteau à décapiter 6) Buse de succion 7) Jet d'eau

Figure 4.5. Décapitage et éviscération par aspiration (Source : voir Réf.63)

4.2.2.4 Réglage automatique de la machine

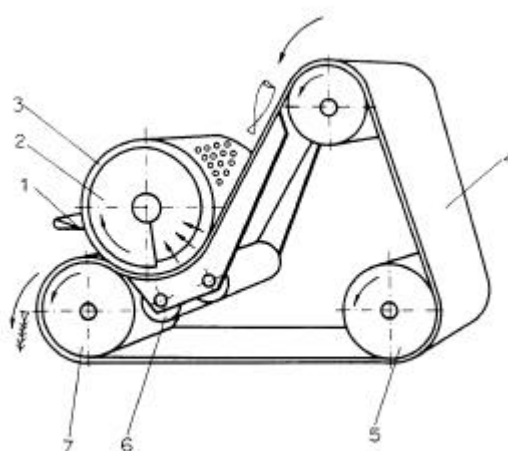
Au niveau expérimental, des technologies sont en cours de développement pour contrôler des aspects liés aux dimensions du produit à trancher, de façon que la machine apprenne les dimensions du produit dont elle dispose à partir de détecteurs ou bien au moyen d'un traitement de graphiques. À partir de ces paramètres morphologiques, un ajustage automatique des couteaux permettra un réglage précis du tranchage, ce qui s'ensuivra d'une diminution des déchets.

Dans certains cas et avec des systèmes simples de détection (micros, cellules photoélectriques), on peut réduire la consommation d'eau en arrêtant l'eau accompagnant les procédés de tranchage lorsque l'installation n'est pas utilisée.

La quantité réduite dépend alors des temps morts de l'installation, qui peuvent avoisiner les 50 % dans des installations peu automatisées.

4.2.2.5 Utilisation du rejet du tranchage

Les déchets du tranchage du poisson contiennent encore un pourcentage non négligeable de chair, utilisable en se servant de machines à séparer la chair qui, à partir de fragments de tranchage, tels que os, nageoires et peau, arrivent à obtenir de la chair émiettée. Cette chair est utilisable pour l'élaboration de pâtés de poisson et du surimi. Si l'installation d'une machine ayant ces caractéristiques n'est pas rentable, on peut envisager l'extraction par un système manuel.



(1) Râcloir ; (2) séparateur de chair modèle à vis ; (3) tambour perforé ; (4) bande en caoutchouc ; (5) rouleau tendeur de bande ; (6) rouleau compresseur ; (7) rouleau de transmission

Figure 4.6 Machine à séparer la chair.(Source : voir Réf. 63)

L'utilisation de machines séparatrices permet d'obtenir 15 à 30 % de plus de chair sous forme de poisson émietté que sous forme de filets désossés.

Une des principales applications du poisson émietté est celle de l'élaboration du surimi. À l'heure actuelle, plus de 60 espèces de poisson sont destinées à la préparation du surimi, cependant seule l'espèce Lieu noir d'Alaska constitue 50 % de la matière première utilisée.

Étant donné que l'élasticité et la texture propre du surimi se base sur la formation d'un gel formé par une trame de protéines miofibrillaires, le traitement antérieur que le poisson a reçu (congélation, fraîcheur) est un facteur déterminant de la qualité voire la viabilité de l'émiettage. Pour l'élaboration de ce type de spécialités, il est donc indispensable de contrôler la chaîne de capture et les conditions du processus de transformation.

Le procédé d'élaboration du surimi est décrit à la figure suivante :

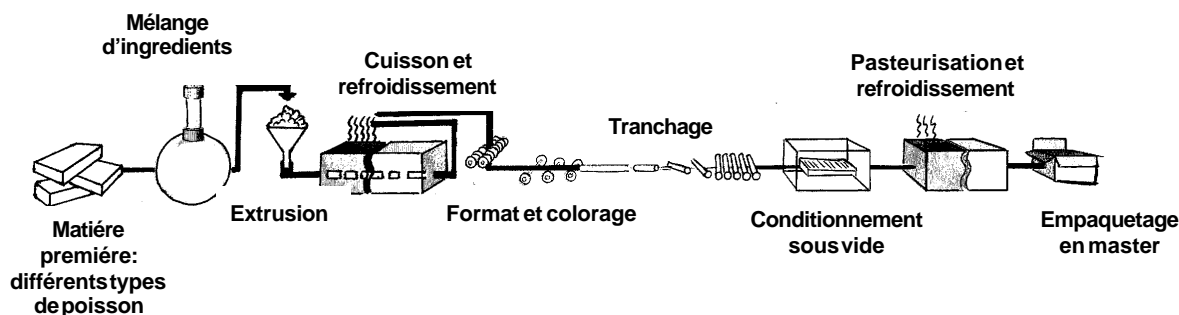


Figure 4.7. Procédé d'élaboration du surimi

Les morceaux du tissu musculaire récupérés que l'on obtient sont lavés et séchés, puis mélangés au reste des ingrédients : additifs, saccharose, sorbitol, polyphosphates et sels.

Le mélange est extrusionné pour texturiser les protéines en modifiant leurs liaisons entre molécules. On obtient ainsi un produit d'une consistance plus élastique. Cette extrusion est réalisable par la cuisson dans des équipements où le produit est soumis à des températures de 100 à 200 °C à des pressions élevées (50 à 100 bars) et avec un cisaillement très intense. Le produit passera d'une phase solide divisée à une phase fondue qui tendra vers une certaine homogénéité.

Ensuite, le produit est refroidi, formaté et tranché en vue de son conditionnement, normalement sous vide.

4.2.3 Améliorations

Les améliorations écologiques qu'apporte cette OPC sont fondamentalement :

- Une diminution de la quantité de matière première nécessaire. Dans le cas du poisson, et vu les problèmes découlant des excès de captures, il s'agit d'un élément environnemental à considérer.
- Une réduction des déchets de poisson qui seront probablement traités comme matière première pour l'élaboration de farine de poisson. Bien qu'il s'agisse d'un procédé de recyclage, il est hautement polluant, il convient donc d'en minimiser l'utilisation vis-à-vis de l'environnement.

Pour ce qui est des points d'éviscération par succion et de réglage automatique de l'entrée d'eau, il faut également prendre en considération :

- La réduction de la consommation d'eau
- La réduction du débit des eaux résiduaires
- La réduction de la DCO des eaux résiduaires, vu l'élimination via solide des viscères

4.2.4 Exemples d'application

Une unité d'élaboration de poisson traitant 15 t/ h de matière première (50 000 t/a).

Aspect	Investissement (Euro)	Coût (Euro/a)	Économie (Euro/a)
Récupération de chair (15 à 30 %) pour la vente en tant que surimi			6 010 000
Écart de coûts entre l'élaboration de farine de chair et l'élaboration de surimi			4 000 000
Machine à récupérer (1 t/h)	8 000 000		
Total	8 000 000	0	4 000 000
Amortissement de l'investissement (années)	2		

4.3. OPC 03. Séparation et recyclage des eaux résiduaires entre les étapes du propre processus

4.3.1 Introduction

Comme on peut le constater, dans la plupart des bilans de matière réalisés et notamment dans l'analyse de la production de thunidés, les courants résiduaires contribuant à la formation d'effluent final répondent à deux modèles concrets :

- a) eaux à forte charge organique et faible débit, et
- b) Eaux à faible charge organique et fort débit.

À simple vue, il semble logique de penser que les processus avec des courants résiduaires plus sales peuvent supporter en quelque sorte l'alimentation en eau pas tout à fait propre.

4.3.2 Aspects techniques et facteurs

La séparation et le recyclage entre étapes doivent être étudiés en première instance au moyen de bilans de matière d'eau et de DCO puisqu'il s'agit de :

- Définir les courants résiduaux,
- Évaluer en quel point du processus les eaux peuvent être recyclées directement ou bien avec un petit traitement selon les indications de la figure 4.2 de l'OPC 01.
- Vérifier la viabilité technique et économique de la connexion.
- Réaliser un test pilote en vérifiant si les spécifications relatives à la qualité du produit sont bien respectées, notamment les spécifications microbiologiques et l'absence de dangers pour la santé dans l'eau à recycler.
- Si le test pilote est satisfaisant, modifier définitivement l'installation.

Cette opportunité de prévention de la pollution est généralement une deuxième solution de rechange lorsque l'eau n'est plus utilisable pour le recyclage sur la propre étape (OPC 1).

Dans la pratique, les principaux facteurs conditionnants qui ne rendent pas viable la plupart des opportunités de recyclage sont :

- **Les coûts d'investissement** destinés à relier le courant résiduaire du processus source à l'alimentation du processus cible. Cet investissement implique généralement la construction d'un puits de collecte et de pompage des eaux résiduaux, les pompes correspondantes, les conduites et les soupapes, et un système de conditionnement de cette eau consistant généralement en une chloration et un filtre. Dans bien des cas, le système doit inclure un groupe de pression pour pouvoir alimenter la machine correctement. Certaines machines disposent de systèmes de sécurité qui ne leur permettent pas de démarrer si elles ne reçoivent pas une pression minimale.
- **Coûts opérationnels** destinés à financer l'énergie du pompage de cette eau et des traitements supplémentaires. Lorsque l'eau résiduaire à retraiter est susceptible de contamination microbienne et dans la mesure où celle-ci peut influencer sur le produit fini, on établira un contrôle périodique.
- **Aspects techniques** liés à la qualité du produit final, en particulier en ce qui concerne les dangers pour la santé du consommateur. Les principaux cas qui se présentent sont généralement la présence d'additifs ajoutés aux circuits de refroidissement ou de chauffage, de détergents dans les eaux de nettoyage des emballages, de restes de pesticides dans les premiers nettoyages des végétaux et un niveau microbiologique trop élevé.

D'après les paragraphes précédents et vu le prix de l'eau pour l'industrie, on peut avoir l'intuition que, bien souvent, cette récupération n'est pas viable économiquement, à moins que les opérations source et cible soient physiquement très proches. Le principal facteur conditionnant pour la mise en place de ces alternatives est le manque d'eau.

Des exemples clairs de courants pouvant être recyclés à d'autres étapes du processus sont :

- l'eau de lavage des boîtes vides,
- l'eau de lavage des boîtes pleines,
- l'eau de stérilisation,
- l'eau de lavage de la matière première végétale ayant un faible contenu en terre,
- Les eaux de refroidissement.

4.3.3 Améliorations

Les améliorations écologiques qu'apporte cette OPC sont fondamentalement :

- la réduction de la consommation en eau,
- la réduction du débit des eaux résiduaires,
- la récupération d'une partie de la pollution des eaux en tant que déchet solide valorisable au moyen du système de traitement de l'eau à retraiter,
- L'économie d'énergie consommée lorsque le courant récupéré a une valeur énergétique (chaud ou froid).

4.3.4 Exemples d'application

Exemple concret d'eau à réutiliser : celle-ci est utilisable pour nettoyer les boîtes scellées et pour d'autres activités de nettoyage. L'investissement nécessaire pour installer les tuyaux et les pompes est assez bas et autour de 85 % de l'eau est réutilisable.

Une unité d'élaboration de confitures et de jus dispose de cinq unités d'élimination du chlore de l'eau au charbon activé avec une capacité pour produire 100 m³/jour d'eau. À la suite d'une étude sur le recyclage de l'eau, on est arrivé à la conclusion qu'il fallait recycler entre 10 et 20 % de l'eau de nettoyage à contre-courant des colonnes à charbon en la faisant passer à d'autres procédés.

Aspect	Investissement (Euro)	Coût (Euro/a)	Économie (Euro/a)
Installation d'une citerne de récupération, de canalisations et d'un filtre supplémentaire	110 000		
Réduction de la consommation d'eau			50 000
Hausse de la redevance d'assainissement due à l'augmentation de la pollution des eaux résiduaires une fois la mesure appliquée		10 000	
Total	110 000	10 000	50 000
Amortissement de l'investissement (années)	2,5		

Une unité d'élaboration de conserves de betterave, de chou pommé et de cornichons produisant 7 000 Tm/a et dont le processus principal consiste dans le nettoyage, la cuisson, la cuisson à la vapeur, avec ou sans conservation au vinaigre, et le conditionnement a engagé un projet de réutilisation de l'eau qui a donné les résultats montrés au tableau suivant, avec une économie en eau de 10 000 m³/a.

Aspect	Investissement (Euro)	Coût (Euro/a)	Économie (Euro/a)
Réutilisation de l'eau de pasteurisation	10 000		8 400
Réutilisation de l'eau froide	6 000		1 000
Total	16 000		9 400
Amortissement de l'investissement (années)	1,7		

4.4 OPC 04. Pelage alcalin à sec

4.4.1 Introduction

L'opération de l'élimination de la peau des fruits et des légumes est une des étapes les plus critiques du point de vue de la qualité dans l'élaboration de conserves végétales. Dans les débuts de l'industrie des conserves (ou aussi à l'heure actuelle dans les installations artisanales), cette opération se faisait à l'aide de couteaux ou d'autres ustensiles.

L'importance de la main-d'œuvre et la recherche de la régularité du produit ont entraîné le développement de techniques de pelage automatisées fondées principalement sur l'utilisation de produits chimiques. Ces systèmes, bien que tout à fait appropriés pour obtenir un produit ayant la qualité requise, entraînent pour l'environnement :

- une consommation d'eau élevée et
- Des déversements avec une forte charge organique et de hautes concentrations de base ou d'acide.

4.4.2 Aspects techniques et facteurs

Le principe du pelage alcalin à sec consiste à soumettre la peau et la couche fine de pulpe adjacente aux mêmes conditions que celles du pelage chimique par immersion en évitant l'emploi d'un bain d'eau.

Le procédé consiste essentiellement à soumettre le produit à un recouvrement avec une pellicule de soude caustique concentrée, à un chauffage aux infrarouges et à une abrasion douce.

La formation de la pellicule à la surface du fruit s'obtient par pulvérisation ou par un bain contenant une solution concentrée d'hydroxyde de soude à 20 %. Le temps de cette étape dépend de la capacité de pénétration de la solution de soude dans la peau et la pulpe du végétal.

Le produit est soumis ensuite à un échauffement aux infrarouges pendant 40 à 60 secondes, à des températures comprises entre 500 et 900 °C. Cette opération est réalisable dans une unité d'infrarouges comprenant un tambour d'introduction des fruits, un transporteur à rouleaux tournants et une unité de rayonnement sur la partie supérieure. L'action combinée de la soude et de la chaleur produit la désagrégation de la peau et d'une couche fine de pulpe, en même temps qu'un séchage de la surface.

Finalement, une abrasion douce obtenue par la propre friction des fruits dans un tambour tournant à tiges, suivie de la friction produite par des disques en caoutchouc, permet le décollement de la peau, qui constitue un déchet mi-sec. Les restes de soude et de peau restant sur les fruits s'éliminent avec des douches d'eau à pression.

Cette technique fut appliquée pour la première fois au pelage des pommes de terre. Cependant, son application s'est étendue à d'autres fruits et légumes en dépit du fait qu'elle représente des pertes de matière première légèrement supérieures (1-2 % en pêche) par rapport au système conventionnel.

4.4.3 Améliorations

Les principaux bienfaits pour l'environnement de cette technique résident dans :

- La diminution de l'apport en soude et en charge organique aux eaux résiduaires, avec l'économie en coûts d'exploitation de la plante d'épuration d'eaux résiduaires qui s'ensuit ;
- La séparation à sec des déchets de peaux au cours du processus en évitant leur passage dans les eaux résiduaires ;
- La diminution de la consommation d'eau.
- La réduction du volume d'eau résiduaire ;
- L'augmentation des pertes en fruit d'environ 1-2 % ;
- La diminution globale de la quantité de déchets de l'unité compte tenu des boues de la plante d'épuration d'eaux résiduaires.

4.4.4 Exemples d'application

L'expérience de l'application de ce procédé à l'élaboration de la pêche au sirop a permis une réduction de la consommation d'eau de l'ordre de 90 % par rapport au procédé conventionnel (on a diminué la consommation de 1 380 l à 73 l pour le traitement de 10 à 12 tonnes/heure de pêches), une réduction de 60 % de la DCO. En contrepartie à l'économie de l'eau, un coût supplémentaire s'est ajouté dû à la gestion du déchet solide et à un petit accroissement des pertes en fruit (1 à 2 %) au cours du procédé.

Aspect	Coût (Euro/t prod.)	Économie (Euro/t prod.)
Économie dans la gestion des déchets		0,676
Économie en consommation d'eau		0,19
Accroissement des pertes du produit	0,75	
Total	75	866
Économie de coûts (Euro /t)	116	

4.5 OPC 05. Pelage thermique de haute efficacité

4.5.1 Introduction

L'alternative traditionnelle au pelage chimique consiste en l'injection de vapeur directe dans des chambres non étanches où se produit le chauffage du fruit. Ensuite, un refroidissement rapide facilite la séparation de la peau. Ce système n'emploie pas de produits chimiques, par contre il emploie de grandes quantités de vapeur et d'eau froide.

4.5.2 Aspects techniques

Le principe du pelage thermique à sec consiste à soumettre la peau et la couche fine de pulpe adjacente à des conditions de température extrême (chaleur ou froid) de manière à réduire l'adhérence de la peau pour qu'elle se sépare ensuite plus facilement. Au cours de ce procédé, il est important que toute la surface du fruit soit en contact direct avec le fluide thermique afin que le pelage soit uniforme.

Les principaux systèmes de production propre alternatifs au pelage chimique et énergétiquement efficaces sont les suivants :

- vapeur à pression
- vapeur à pression et sous vide
- congélation

4.5.2.1 Vapeur à pression

Cette opération a lieu dans des chambres hermétiques dans lesquelles est injectée de la vapeur à pression (entre 3 et 10 Kg/cm²). Dans ces conditions et dans l'intervalle de 5 à 10 secondes, la pulpe se trouvant sous la peau atteint une température supérieure à 100 °C. Une réduction immédiate de la pression provoque l'ébullition des fluides cellulaires de cette couche et la formation de vapeur qui s'ensuit, tendant à s'échapper en direction de la peau. La pression qu'exerce cette vapeur sur la peau fait que celle-ci se détache de la pulpe. La peau détachée est séparée ensuite par friction (tambours, rouleaux ou eau à pression).

4.5.2.2 Vapeur à pression et sous vide

La première procédure est équivalente à celle de la vapeur à pression, néanmoins une fois que le fruit a atteint les conditions de température supérieure à 100 °C dans la couche intérieure, celui-ci est soumis à des conditions de vide, de façon que la pression exercée par la pulpe de l'intérieur du fruit sur la peau soit très supérieure par rapport aux conditions à température ambiante. La peau une fois détachée est également éliminée par des systèmes mécaniques.

L'installation type pour effectuer le pelage à pression requiert un investissement de 30 000 Euro pour une production de 4 000 kg/h.

4.5.2.3 Congélation

Dans ce cas, le mécanisme de séparation de la peau de la pulpe est basé sur un cycle de congélation-décongélation. Le produit est submergé dans un bain à -100 °C 20 ou 30 secondes. Dans ces conditions, les cristaux de glace formés dans la couche sous-cutanée cassent les tissus en provoquant le détachement de la peau. Ensuite, le produit est soumis quelques minutes à la décongélation. Ultérieurement, cette technologie a été testée avec succès dans d'autres conditions cryogéniques plus sévères (air liquide, azote liquide et fréon) en réduisant le temps d'exposition.

L'application de ces systèmes a été réalisée avec succès principalement avec des tomates et des prunes, en améliorant la qualité du produit du fait de l'absence de produits chimiques et, en ce qui concerne la congélation, en améliorant l'aspect extérieur due à une meilleure conservation de la couleur.

4.5.3 Facteurs conditionnants

Par rapport au pelage chimique, le pelage thermique présente des exigences énergétiques plus élevées (100-250 kg vapeur/Tm de produit) et nécessite un investissement supérieur étant les conditions de surpression dans lesquelles se déroule le procédé. Dans le cas de la vapeur, l'installation d'une chaudière supplémentaire est requise, dans le cas du vide, il faut un système sous vide utilisant des pompes ou des injecteurs, et pour la congélation il est nécessaire de disposer d'une installation auxiliaire de fluides cryogéniques.

4.5.4 Améliorations

Les principaux bienfaits que ces systèmes apportent à l'environnement sont :

- Une réduction de 50 % des pertes de pelage avec la diminution correspondante des déchets.
- Une séparation à sec des déchets de peaux pendant le procédé évitant leur passage dans les eaux résiduaires
- Pas d'ajout de produits chimiques aux eaux résiduaires
- Une diminution de la consommation en eau par rapport au système chimique ou au système traditionnel à la vapeur
- Une réduction du volume d'eau résiduaire
- Une moindre consommation d'énergie (autour de 4 800 Euro/an pour la vapeur à pression) par rapport au système thermique conventionnel.

4.6 OPC 06. Ajustage du dosage de sel et réutilisation de saumures

4.6.1 Introduction

Dans l'élaboration des produits végétaux par fermentation (cornichons, olives, choux, câpres,...), de même que dans les demi-conserves de poisson (anchois,...), les saumures sont employées comme moyen de fermentation.

Ces saumures finissent normalement dans les eaux résiduaires des installations et du fait de leur haute conductivité, en plus d'une contamination organique relativement élevée, ces eaux supposent un problème difficile à résoudre.

4.6.2 Aspects techniques

Les principales alternatives de minimisation à la source sont la diminution de la concentration en sel et la régénération.

4.6.2.1 Diminution de la concentration en sel

Pendant le processus de transformation de ces produits, le manque de sel peut entraîner la perte du produit. Ce fait, uni aux principes traditionnels liés à l'élaboration de ces produits et au faible coût du sel, amène les responsables du procédé à doser le sel en excès.

Les principales conséquences de ce surdosage sont les suivantes :

- Empêcher le développement normal de la flore bactérienne souhaitable qui, pour la plupart, ne croît pas lorsque la concentration en sel se situe au-dessus de 7-8 %.
- Excès de saveur salée dans le produit
- Augmentation de la concentration en sel dans les eaux résiduaires, un soluté qui ne s'élimine pas par le biais des systèmes conventionnels de traitement et qui, à de hautes concentrations, diminue l'efficacité du traitement biologique dans les plantes d'épuration d'eaux résiduaires.

Les principales propositions à ce sujet passent par :

- l'ajustement pour chaque production de la relation produit:eau:sel, et
- l'élimination des procédés de conservation au sel, une fois la fermentation achevée, lorsque l'utilisation de ces procédés n'est pas strictement nécessaire.

Des études réalisées sur la base de procédures d'élaboration traditionnelles semblent indiquer que dans le cas des cornichons et des grosses câpres, les saumures de conservation employées ont des niveaux de sel excessif, ce n'est cependant pas le cas du chou. Pour ce qui de la conservation des olives noires, elle peut se faire en utilisant un milieu acide au lieu d'un milieu salin.

4.6.2.2 Régénération de saumures

La réutilisation des saumures peut avoir des finalités diverses : un nouveau procédé de fermentation, le conditionnement ou d'autres étapes de l'élaboration.

Le fait d'adopter une stratégie ou une autre dépendra de la solution de conservation et des substances avec lesquelles la solution a été enrichie après la fermentation. Dans le cas des cornichons, l'emploi de la saumure pour le conditionnement n'est pas possible étant donné qu'ils sont conservés dans du vinaigre.

Afin d'éviter la concentration de certaines substances indésirables avant sa réutilisation, la saumure est normalement soumise à un prétraitement. Les procédés employés tendent à éliminer la matière organique qui leur donne la couleur (olives de table) ou bien d'autres composés ayant une influence négative sur la fermentation tels que certaines enzymes (cornichons). Les principaux systèmes utilisés sont la précipitation chimique, l'adsorption au charbon activé et l'ultrafiltration.

La précipitation chimique consiste à modifier le pH en vue de provoquer une précipitation en employant des polyélectrolytes. On perd ainsi la possibilité de récupérer l'acide lactique. Néanmoins, la solution résultante peut être employée dans de nouveaux procédés de fermentation. Ce système a été employé avec succès dans la préparation de cornichons.

L'ajout de charbon activé et la filtration ultérieure de la solution résultante est le système qui a été expérimenté pour régénérer des saumures d'olives blanches et noires comme solutions de conservation. Ce procédé est réalisable en discontinu dans un tank agité et nécessite une élimination ultérieure du charbon activé dans un filtre à plaques.

L'ultrafiltration à membranes de 1 000 daltons conduit à des résultats semblable à l'ajout de charbon activé.

4.6.3 Facteurs conditionnants

Pour ce qui est des propositions faites, les principales difficultés dans l'application de ces solutions sont dues principalement au besoin de réaliser des études afin d'assurer l'idonéité du produit en diminuant la concentration en sel ou en ayant régénéré la saumure. Lorsqu'il s'avère nécessaire pour la régénération de la saumure de faire un traitement comme celui qui a été décrit auparavant, la viabilité du projet est fortement compromise étant donné le fort investissement en équipements nécessaires pour l'ajout de charbon activé (environ 36 Euro/m³ de saumure) et l'ultrafiltration (environ 180 Euro/m³ de saumure), en plus des coûts opérationnels.

4.6.4 Améliorations

Les principaux bienfaits de ces systèmes pour l'environnement sont :

- La diminution de la quantité de sels déversés
- La diminution de la DCO déversée si la saumure a été incorporée au produit
- La diminution à 50 % de la quantité d'eau employée dans le deuxième cas
- La diminution du débit des eaux résiduaires

4.6.5 Exemples d'application

Étant donné une unité d'élaboration de 100 Tm/a d'olive noire dont le procédé d'élaboration comprend les étapes suivantes :

1. Traitement à l'eau de Javel (1,5 %), le premier jour
2. Aération de la saumure
3. Traitement à l'eau de Javel (1 %), le deuxième jour
4. Aération de la saumure
5. Traitement à l'eau de Javel (1 %), le troisième jour
6. Aération à la saumure
7. Immersion avec de la saumure au gluconate, le quatrième jour
8. Conditionnement et stérilisation, le cinquième jour avec la saumure de gluconate

Des études ont permis de constater, du point de vue de la qualité, la viabilité d'un procédé de régénération avec des eaux de Javel et d'un autre procédé de régénération avec des eaux de Javel et des liquides d'aération.

Les résultats comparatifs entre les deux procédés sont indiqués au tableau suivant :

	Conventionnel	Régénération d'eaux de Javel	Régénération d'eaux de Javel et de liquides d'aération
N° d'eaux de Javel déversées par production	3	1	1
N° de saumures déversées par production	3	3	0,3
Réduction de la consommation en eau (%)	0	33	78
Volume d'eau résiduaire (l/a)	450 000	300 000	97 500
Polluants de l'eau résiduaire			
NaOH (kg/a)	4 500	1 500	1 500
NaCl (kg/a)	24 750	24 750	2 475
Moyenne NaCl (g/l)	55,0	82,5	25,4

4.7 OPC 07. Optimisation de la stérilisation

4.7.1 Introduction

Au point 3.1, on a fait une description étendue d'installations de stérilisation, cependant, étant donné que pour les petites et moyennes entreprises l'investissement dans le stérilisateur figure parmi les plus importants et étant donné que ces entreprises ont besoin de beaucoup de flexibilité, il existe de nombreuses installations qui fonctionnent avec des installations sans recyclage d'eau ni de vapeur. Ces installations consistent normalement en un bain d'eau au sein duquel bouillonne de la vapeur, ce qui génère de grandes pertes d'énergie, et disposent de plus de stérilisateurs programmables type douche sans réservoir de récupération de chaleur.

4.7.2 Aspects techniques et facteurs

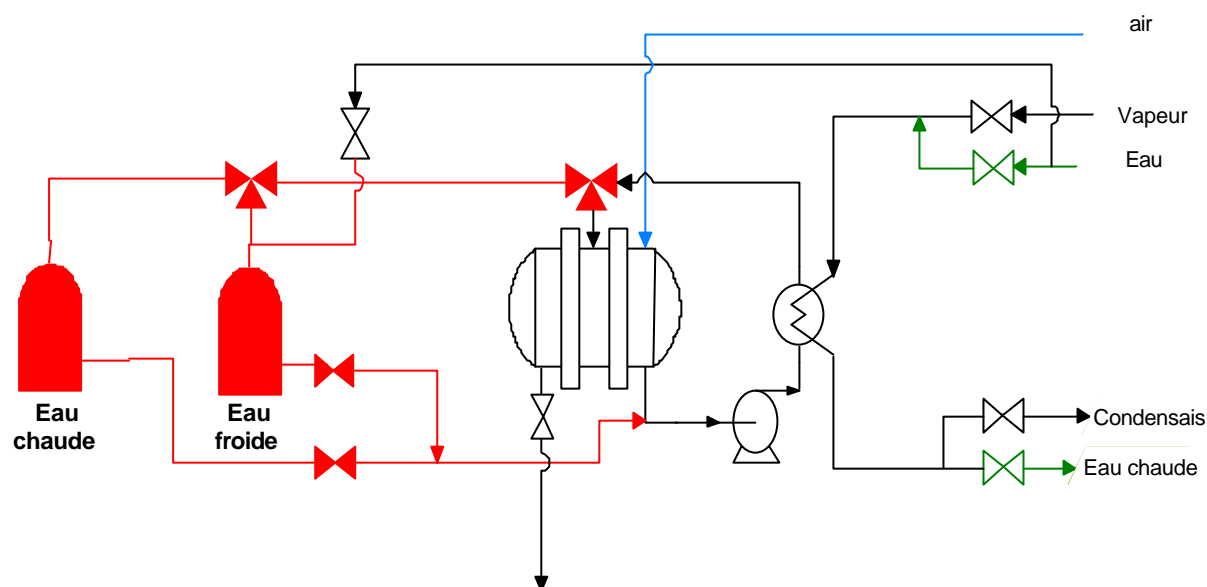
L'opération de stérilisation quant à l'efficacité énergétique et de consommation en eau répond à un principe d'échelonnement industriel, où une unité qui fonctionne par charges suppose une plus grande consommation en eau et en énergie qu'une unité en continu.

Dans le tableau suivant sont présentées les répercussions en termes d'investissement, de capacité de production et d'optimisation de ressources par rapport à une unité peu efficace.

ASPECTS	DISCONTINU			CONTINU ATMOSPHÉRIQUE	CONTINU À PRESSION		
	AUTOCLAVE IMMERSION	AUTOCLAVE INJECTION	AUTOCLAVE HORIZONTAL REC. CHALEUR		FMC	HYDROSTATIQUE	ODENBERG
CONSUMMATION VAPEUR (KG/TM PROD.)	700-800	400-500	300-420		370-500	330-450	350-500
CONSUMMATION ÉNERGIE	MAJEURE			MOINDRE	MOINDRE		
CONSUMMATION EAU	MAJEURE			Réduction 70%	MOINDRE		
COÛTS D'INVESTISSEMENT (EURO)	-			MAJEURE		1 000 000	
CAPACITÉ DE PRODUCTION(TM/A)	Industries de petite ou moyenne taille			Produits à pH acide	15 000	15 000	15 000

Les autoclaves n'ayant pas d'installation de stockage d'eau dépensent approximativement 75 % plus de d'énergie que ceux qui en disposent. L'investissement requis est faible, et les économies sont substantielles : approximativement 173 kw/h et 5-6 m³ d'eau par tonne de matière première.

Voici à la suite un schéma d'une unité de stérilisation type douche, ainsi que du système de récupération d'eau et de chaleur en noir. La nouvelle installation pour minimiser les pertes en chaleur et en eau est signalée en rouge.



Avec cette opération, nous faisons des économies en combustible et évitons la dispersion de l'énergie dans un réservoir intermédiaire, améliorant ainsi la température de refroidissement. Avec cette pratique, nous réduisons les émissions de gaz de combustion de 41 %.

Dans le cas d'un bain simple, ce qui est conseillé c'est de disposer de deux bains, de façon que la cage avec les boîtes passe dans le bain froid, une fois le temps de traitement thermique écoulé.

Une autre mesure d'économie d'énergie consiste à isoler l'autoclave, ce qui peut représenter une économie de 1,4 kg de fuel par tonne de produit mis en boîte. Cette mesure est chère, autour de 18 000 Euro.

Installer deux réservoirs d'eau, l'un pour l'opération de chauffage et l'autre pour l'opération de refroidissement.

4.7.3 Améliorations

Les améliorations écologiques qu'apporte cette OPC sont fondamentalement :

- La diminution de la consommation en vapeur d'eau. La production de la vapeur d'eau, en plus de la consommation de ressources (combustible et eau), entraîne des émissions dans l'atmosphère de CO₂ et d'autres polluants en fonction du type de combustible. De même, les unités de déminéralisation ou de décalcification pour le traitement de l'eau d'alimentation supposent une consommation d'eau pour la régénération des colonnes et des rejets de haute conductivité.
- La réduction de la consommation d'eau

La réduction du débit des eaux résiduaires

4.7.4 Exemples d'application

À la suite, voici le détail du cas d'une industrie de plats préparés avec un stérilisateur par douche sans récupération de chaleur, où l'on propose :

Aspect	Investissement (Euro)	Coût (Euro/a)	Économie (Euro/a)
Deux tanks de 600 l chacun et installation pour procéder au changement de fluide	8 000		
Économie en chaleur et en eau ⁽¹⁾			5 000
Total	8 000		5 000
amortissement de l'investissement (années)	1,6		

Les aspects considérés sont les suivants :⁽¹⁾

Chauffer au moyen du système actuel 1 500 kg de produit et 600 kg d'eau pour 15 stérilisations par jour	52,29	Euro/jour
Kcal économisées du fait que l'on chauffe l'eau uniquement au début du cycle	504 000	Kcal
Économie en calories	21,68	Euro/jour

4.8 OPC 08. Fermer les circuits de refroidissement

4.8.1 Introduction

Lors du processus général d'élaboration de produits d'alimentation en conserve (Figure 3.1), on identifie plusieurs opérations dans lesquelles un refroidissement est nécessaire (échaudage, cuisson, stérilisation, pasteurisation, refroidissement des boîtes). Dans tous les cas, la nécessité de refroidissement est la conséquence d'une phase précédente dans laquelle on a chauffé intensément le produit.

Les produits alimentaires exigent un refroidissement rapide afin de maintenir au maximum leurs propriétés organoleptiques et de minimiser le risque de pollution croisée par microorganismes. Cette condition caractéristique de l'industrie alimentaire, revêt énormément d'importance à cause du volume du produit et des traitements thermiques successifs et des refroidissements ultérieurs auxquels il est soumis.

Les eaux de refroidissement sont généralement des eaux à très faible charge polluante lorsque l'eau n'entre pas en contact avec le produit, et simplement faible lorsqu'elle entre en contact avec le produit.

4.8.2 Aspects techniques et facteurs conditionnants

Fermer les circuits de refroidissement suppose, de la même manière que dans les nettoyages, d'économiser autant d'eau que de fois où l'on est capable de la maintenir propre et, dans le cas du refroidissement, ce nombre de fois tend vers l'infini, pourvu qu'il n'y ait pas d'entrée de saleté.

Dans le cas du stérilisateur, l'eau de la purge peut aller directement à une tour de refroidissement en vue de sa réutilisation pour refroidir. Le nombre de fois où l'eau est réutilisable dépend du degré de propreté dans laquelle on réussit à la maintenir. L'eau peut être polluée à partir de boîtes de conserve endommagées et de surfaces de boîtes sales. On doit éviter l'entrée dans l'autoclave des boîtes endommagées afin de ne pas provoquer la pollution de l'eau.

Lorsque l'eau n'est plus utilisable pour le recyclage, celle-ci est alors utilisable pour nettoyer les boîtes scellées et pour d'autres activités de nettoyage. L'investissement nécessaire pour

installer les canalisations et les pompes est assez réduit, et par ce moyen près de 85 % de l'eau est réutilisable.

Malgré le fait que la tour de refroidissement est le premier dispositif et le plus utilisé pour les circuits de refroidissement, il existe d'autres stratégies :

- a) Disposer d'un réservoir d'eau suffisamment grand pour dissiper toute l'énergie. Dans ce cas, on ferme le circuit en alimentant le réservoir contenant l'eau de la purge.
- b) Disposer d'un circuit d'air conditionné avec de l'eau froide existante. Si le débit peut être faible (condensateurs de pompes à vide, moulins colloïdaux pour pulpes, etc.), étant donné que la chaleur à disperser est normalement basse et que les équipements de refroidissement s'achètent surdimensionnés, son utilisation peut être intéressante en fonction de la distance, puisque l'investissement sera minime.
- c) Installer une pompe calorifique dans laquelle le fluide froid sera le circuit de refroidissement et le chaud, par exemple, le préchauffage pour dégazer.

Les principaux facteurs conditionnants pour fermer des circuits de refroidissement se trouvent dans le saut thermique entre l'eau d'entrée et l'eau de sortie au point de refroidissement, et la saleté qui rentre dans ce circuit. Si cette stratégie n'est pas viable, on peut envisager de faire recirculer l'eau vers une autre opération (OPC 3).

4.8.3 Améliorations

Les améliorations écologiques qu'apporte cette OPC sont fondamentalement :

- La réduction de la consommation d'eau
- La réduction du débit des eaux résiduelles
- L'économie de l'énergie consommée lorsque le courant récupéré a une valeur énergétique (chaud ou froid).

4.8.4 Exemples d'application

Une unité de fabrication de 600 Tm/a de confitures dans la ligne de traitement dispose d'un moulin colloïdal avant la ligne de conditionnement. Ce moulin est refroidi à l'eau et le circuit de refroidissement n'est pas fermé.

Près de la zone du moulin se trouve un circuit de refroidissement servant aussi à d'autres machines dont le débit alimente le moulin.

Fermer ce circuit représente une économie en eau de 1 200 m³/a.

L'étude de viabilité pour cette petite modification est détaillé au tableau suivant :

Aspect	Investissement (Euro)	Coût (Euro/a)	Économie (Euro/a)
Fermer circuit de refroidissement	1 500		
Eau recyclée			1 000
Total	1 500		1 000
amortissement de l'investissement (années)	1,5		

4.9 OPC 09. Systèmes CIP (Cleaning in Place) pour le nettoyage d'équipements et de conduites

4.9.1 Introduction

Comme chacun sait, les opérations de nettoyage des installations et des équipements sont fondamentaux dans ce type d'industrie. Les opérations de nettoyage impliquent d'habitude des coûts importants en : main-d'oeuvre, énergie, eau, produits de nettoyage et de désinfection ; et, en même temps, ils produisent de grands volumes d'eaux résiduelles fortement polluées. Les systèmes de nettoyage fondés sur le principe du CIP permettent des économies plus que considérables en main-d'oeuvre, énergie, eau et produits de nettoyage et désinfection, tout en réduisant radicalement certains types de pollution des eaux résiduelles.

4.9.2 Aspects techniques et facteurs

Les systèmes CIP consistent fondamentalement à nettoyer les installations sans qu'il soit nécessaire de les démonter et à réutiliser les fluides de nettoyage et de désinfection.

Une opération de nettoyage traditionnel est une opération peu rationnelle où l'on n'envisage qu'un seul objectif : **l'élimination de la saleté à tout prix.**

Les opérations CIP, si elles sont bien conçues, outre qu'elles ont pour cible l'élimination de la saleté, incluent également la **minimisation de la consommation d'énergie, d'eau, de détergents, ainsi que la minimisation du volume et du niveau de pollution des eaux résiduelles générées.**

Nous signalons à la suite certains des domaines d'intervention les plus importants dont dépend l'efficacité d'une opération CIP bien conçue :

4.9.2.1 Utilisation du produit et élimination de la saleté en tant que déchet solide.

La première chose dont il faut tenir compte, c'est la possibilité d'utiliser le produit retenu dans l'installation ou dans les conduites, à la fin du processus.

L'impulsion d'air comprimé, avec ou sans l'aide de balles en caoutchouc ou dans un matériau équivalent, du produit retenu à l'intérieur des conduites permet la récupération de grandes quantités de celui-ci, tout en réduisant radicalement la pollution des eaux résiduelles issues du procédé de nettoyage.

Dans les cas où il ne serait pas possible d'utiliser l'air comprimé, il peut être recommandable de procéder à une intervention manuelle, avec des racles ou des éléments équivalents permettant de récupérer ou d'éliminer en tant que déchet solide la plus grande partie du produit contenu dans les installations.

4.9.2.2 Utilisation des eaux de rinçage ou d'autres eaux propres pouvant être générées dans d'autres activités de l'installation.

La première phase de lavage est généralement faite avec de l'eau. Dans cette phase, il n'est pas indispensable d'utiliser de l'eau parfaitement propre. L'utilisation de l'eau de rinçage des opérations de nettoyage précédentes, ou de l'eau propre excédentaire issue de certaines opérations industrielles, permet d'économiser autant de m³ d'eau que d'eau réutilisée dans l'opération en question.

4.9.2.3 Réutilisation des solutions alcalines et acides utilisées comme détergents

Si l'on a une première phase de nettoyage à l'eau, on arrivera à éliminer plus de 90 % de la saleté présente dans l'installation. La phase citée conclue, il ne restera sur les surfaces à nettoyer que de petites quantités de saleté vraiment difficiles à éliminer. C'est alors le moment, et pas avant, de commencer à utiliser les détergents. Étant donné que la plus grande partie de la saleté a déjà été éliminée, la solution détergente, bien qu'éliminant tous les restes de saleté au cours du procédé de nettoyage effectué par le système de recirculation de la même solution de la même solution détergente, ne se salite pas considérablement, et, une fois le nettoyage terminé, continue de maintenir inaltéré son potentiel de nettoyage - les petites pertes de concentration qui ont pu se produire sont compensables par l'ajout de détergent concentré

dans la solution de nettoyage -. Ce fait nous permet de récupérer la totalité des solutions alcalines et acides employées et de les utiliser lors des procédés de nettoyage ultérieurs, au lieu de les éliminer sous la forme d'eau résiduaire. L'économie en eau, détergents et la réduction du débit et de la pollution des eaux résiduaires, ce qui est aisément vérifiable, est plus que notable.

4.9.2.4 Récupération de l'énergie utilisée pour chauffer les solutions détergentes

Comme chacun sait, l'efficacité des opérations de nettoyage est fortement conditionnée par la température à laquelle celles-ci sont effectuées. On accepte comme norme générale que tous les 10 °C d'augmentation de température, on double la vitesse de nettoyage. C'est pour cette raison que les opérations de nettoyage sont réalisées normalement à des températures élevées, en employant pour ce faire une grande quantité d'énergie. Les installations CIP permettent de récupérer une partie importante de cette énergie, à travers l'utilisation d'échangeurs de chaleur et/ou moyennant la récupération et la conservation des fluides chauds.

4.9.3 Améliorations

Les principaux bienfaits pour l'environnement de l'utilisation de systèmes CIP résident dans la:

- Diminution de la consommation d'eau
- Diminution de la charge organique des eaux résiduaires
- Minimisation des problèmes de variation du pH dans les eaux résiduaires
- Minimisation de la charge en détergents des eaux résiduaires
- Diminution de la consommation énergétique.

4.10 OPC 10. Éviter l'entrée dans l'autoclave de boîtes de conserve endommagées

4.10.1 Introduction

Le procédé de stérilisation se fait dans des conditions de température et de pression élevées de façon que, si les boîtes ne sont en bonne condition (résistance adéquate, fermeture correcte), elles s'ouvriront sous l'effet de la pression ou de la dépression, une partie ou la totalité du produit se déversant alors dans l'eau de stérilisation.

L'eau de stérilisation doit avoir un degré de propreté adéquat, car si l'on trouve de la saleté à l'extérieur des boîtes ou des pots ou bien si certaines d'entre elles s'ouvrent pendant le procédé, cela créera des problèmes de biofilm à la surface de l'échangeur et, en général, dans toute l'installation de stérilisation.

C'est justement pour cette raison qu'avant l'entrée dans le stérilisateur, la plupart des procédés prévoient un nettoyage des boîtes fermées.

4.10.2 Aspects techniques et facteurs conditionnants

Les actions à réaliser en vue de minimiser l'apport de matière organique à l'eau consistent fondamentalement dans :

- a) L'homologation des fournisseurs de récipients et le contrôle périodique de la résistance des propres récipients
- b) Les révisions périodiques des machines de mise en boîte suivant les recommandations du fournisseur des machines
- c) L'autocontrôle de qualité journalier par l'inspection visuelle de la fermeture des récipients par l'ouvrier chargé de la mise en boîte.

Ces mesures, en plus de minimiser la pollution, entraîne une amélioration de la productivité et une garantie de qualité pour le consommateur, étant donné que si les récipients ne sont pas bien fermés cela donnera lieu à des réclamations de la part des clients et au retour de produits qui deviendront des déchets.

4.10.3 Améliorations

La mise en œuvre des mesures décrites permettra :

- la réduction de la consommation d'eau,
- la réduction du débit d'eau résiduaire,
- la diminution de pertes de produit fini et
- l'économie de vapeur d'eau si l'on dispose d'une installation en continu ou avec récupération de chaleur.

4.10.4 Exemples d'application

Une installation d'élaboration de sauces pasteurisées traitant 1 000 Tm de produit dans des récipients de 2,5 kg traitera 400 000 récipients. Si son système de qualité accepte un rejet de 0,1 % de récipients défectueux, cela équivaudra à 400 pots de 2,5 Kg. Ces 1 000 kg de produit qui, dans le pire des cas, ont été déversés dans divers procédés de stérilisation, et vu l'autoclave de 1 500 l de capacité et la règle selon laquelle il faut changer l'eau à chaque fois qu'un pot se casse, représentera, en faisant un calcul approximatif :

Aspect	Coût (milliers Euro/a)
Pertes de produit fini et de récipient	4,5-5
Réchauffer l'eau du stérilisateur	3-3,5
Changement d'eau	1,5-2
Main-d'oeuvre pour le nettoyage des boîtes sales	3,5-7
Consommation en eau pour le nettoyage	1-1,5
Total	13,5-19

Face à ces données, une seule réflexion s'impose. ¿Quel est mon pourcentage de cassures de récipients à l'intérieur de l'autoclave ? ¿Combien cela représente-t-il ? ¿Puis-je améliorer ce ratio ?

4.11 OPC 11 Utiliser le transport pneumatique au lieu d'un canal d'eau comme système de transport de produit

4.11.1 Introduction

Dans les industries des conserves de poisson, l'eau de mer s'utilise pour le transport du poisson à l'intérieur de l'unité de traitement, néanmoins, dans certains cas, on ajoute de l'eau du réseau pour maintenir un débit d'eau suffisant.

Les déchets d'eau contenant du sang de poisson générés à bord des bateaux de pêche, suivant l'espèce de poisson et les conditions où ils se trouvent au moment du déchargement peuvent arriver à représenter de 20 à 25 % du total de la charge organique que génère l'industrie des conserves de poisson.

Ce problème peut être rencontré aussi dans la transformation de végétaux et, bien que ne faisant pas l'objet de cette étude, il survient normalement aussi dans les abattoirs de l'industrie de la viande.

Lors de la transformation de végétaux, la problématique est moindre étant donné que le passage de matière organique du végétal à l'eau est moins probable et qu'un traitement à sec pourrait entraîner dans bien des cas des pertes de matière première supérieures.

4.11.2 Aspects techniques et facteurs conditionnants

4.11.2.1 Décharges de poisson

Le principal problème de la pollution produite lors de la décharge commence dans les cales des bateaux de pêche pendant la capture et le transport vers les unités de traitement.

La problématique environnementale est le fait de :

- La conductivité élevée du fait de l'emploi de l'eau de mer comme moyen de stockage
- La pollution élevée du fait du passage de matière organique du poisson dans l'eau

La charge organique et la salinité des eaux résiduaires générées lors de la décharge peut être réduite pendant la pêche en congelant les captures.

Des congélations efficaces se traduisent par une meilleure qualité du poisson et réduisent les pertes. La congélation consomme de l'énergie extra (approximativement 50 à 60 kW h/t pour produire de la glace et 50-70 kW h/t pour congeler), mais la charge organique des eaux résiduaires se réduit considérablement.

La quantité d'eau ajoutée qui est consommée lors de la décharge peut être réduite comme suit:

- en limitant les quantités d'eau ajoutée au système de transport par pompage pour un transport efficace.

- en installant des vannes solénoïdes qui coupent le flux d'eau quand il n'y a aura pas de décharge de poisson en cours.
- en recyclant les eaux de transport (bien que des filtres soient nécessaires pour séparer la partie solide du courant d'eau avant de la réutiliser)
- en installant des compteurs d'eau pour vérifier si le personnel qui procède aux décharges n'utilise pas plus d'eau qu'il n'en faut.

L'eau traitée avec le système ci-dessus est réutilisable pour les nouvelles décharges de poisson si elle est traitée convenablement aux ultraviolets (UV) ou à l'ozone.

Tel que nous l'avons décrit à l'OPC1, des échantillons devraient être analysés régulièrement afin d'assurer l'absence de dangers pour la santé du consommateur. Les économies en eau peuvent être de l'ordre de 2 à 5 m³ /t de matière première, mais l'investissement requis pour le traitement aux ultraviolets ou à l'ozone est élevé.

La qualité de l'eau contenant du sang qui a été traitée peut être bien meilleure avant le déversement si l'on utilise un système centrifuge qui réduit la matière et les solides en suspension d'environ 45 % (60 kg/t de matière première). L'investissement pour ce système est cependant élevé.

À cause du contenu en protéines et en huiles de l'eau contenant du sang, celle-ci est utilisable pour la production de farines de poisson, s'il existe une unité à proximité pour cela. Une autre alternative, c'est le traitement et le déversement de l'eau dans la mer. Le traitement comporte l'installation d'un tamis rotatif et d'une citerne de flottation d'huiles.

En utilisant ce système, on peut réduire la DCO de 6 à 25 %, en fonction du temps de retenue. L'investissement pour ce genre de système avoisine les 54 000 Euro.

4.11.2.2 Transport sec

Pour éviter l'emploi d'eau lors de la décharge, on peut utiliser des systèmes secs de décharge se servant de bandes, vis, godets, succion à vide et impulsion par paquets. Le produit est déchargé sur des bandes transporteuses afin de le transporter vers les unités de traitement.

Des systèmes modernes et secs peuvent être aussi efficaces que les systèmes humides, mais de petites quantités sont parfois nécessaires pour augmenter le rythme de décharge.

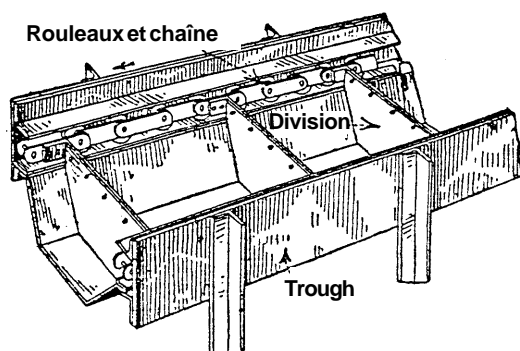


Figure 4.8. Système de transport à godets (Source : voir Réf. 79)

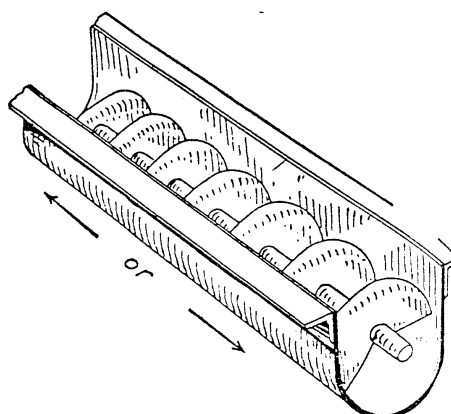


Figure 4.9. Système de transport par vis sans fin (Source: voir Réf. 79)

Lorsque la matière première est petite, on peut utiliser des monopompes avec un bon résultat. L'investissement nécessaire avoisine les 110 000 Euro pour les pompes et environ 540 000 Euro pour les cuves de stockage. On économise de 1 à 2 m³ par tonne de matière première et on évite le déversement de matière organique.

Le système de succion à vide appliqué aux viscères de poisson peut réduire d'environ 67 % tant la consommation d'eau que la charge de DCO dans les eaux résiduaires

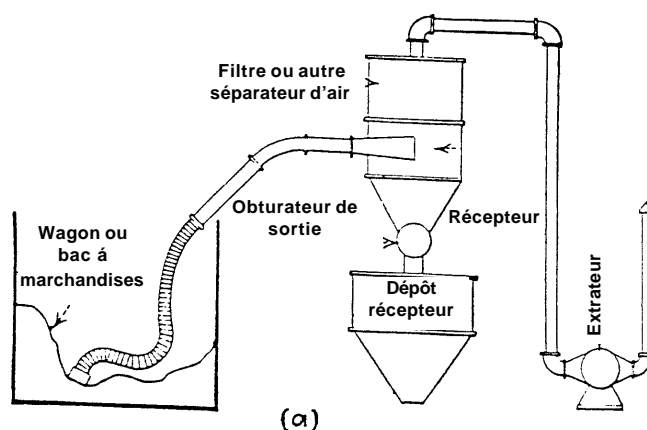


Figure 4.10. Systeme de transport pneumatique par aspiration (Source : voir Réf.79)

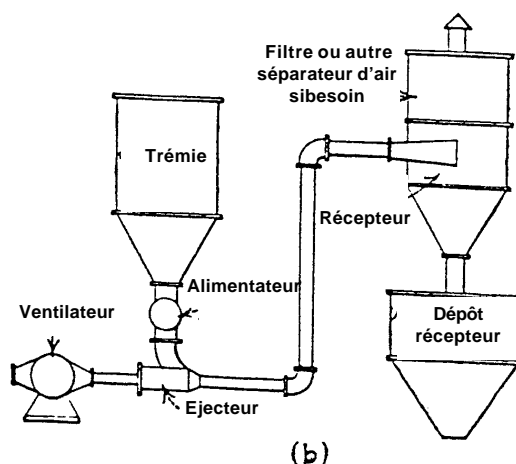


Figure 4.11. Système de transport pneumatique par impulsion (Source: voir Réf. 79)

4.11.3 Améliorations

Les améliorations écologiques qu'apporte cette OPC sont fondamentalement :

- La diminution de la quantité de matière première requise du fait de la réduction des pertes. Dans le cas du poisson, et étant donné les problèmes découlant des excès de captures, c'est un élément écologique à considérer.
- La réduction des déchets de poisson qui seront traités probablement en tant que matière première pour l'élaboration de farine de poisson. Malgré le fait qu'il s'agisse d'un procédé de recyclage, il est hautement polluant, ce qui fait qu'il convient, pour des raisons environnementales, d'en minimiser l'utilisation.

Compte tenu des points de traitement à sec, on doit aussi prendre en considération :

- La réduction de la consommation d'eau
- La réduction du débit des eaux résiduaires
- La réduction de la DCO des eaux résiduaires étant donné que la pollution ne passe pas dans l'eau.

4.11.4 Exemples d'application

Une compagnie chilienne produisant annuellement 612 000 Tm de produits de la pêche changea son système centrifuge de décharge de poisson par un système d'aspiration.

L'installation du système d'aspiration conjointement à l'installation supplémentaire de procédés de récupération de solides organiques à travers des filtres rotatifs a représenté une diminution substantielle de la charge organique déversée (48 000 tonnes de DCO/ an, alors que les déversements dans la zone atteignaient auparavant 60 000 tonnes de DCO/an).

Aspect	Investissement (Euro)	Coût (Euro/a)	Économie (Euro/a)
Changement d'un système centrifuge par un système de pompage	3 000 000		1 600 000
Total			
amortissement de l'investissement (années)	2		

4.12 OPC 12. Autocontrôle du processus avec le HACCP

4.12.1 Introduction

Le système d'analyse de risques et de contrôle de points critiques (HACCP) a été le résultat de la collaboration, dans les années soixante, entre Pillsbury Co., la NASA et le laboratoire de l'U.S. Army à Natick, pour la conception d'un programme de zéro défaut destiné à la production d'aliments. Il a été rendu public, pour la première fois en 1971, à la National Conference of Food Protection et, en septembre 1974, BAUMAN E. (Vice-président de science et technologie de la Pillsbury Co.,) a publié dans le magazine FOOD TECHNOLOGY les détails du nouveau système développé.

À partir de ce moment-là, la communauté scientifique et technique a assimilé progressivement le système et l'a introduit et recommandé pour les procédés de production, de stockage et de transport d'aliments.

4.12.2 Aspects techniques et facteurs conditionnants

Le système HACCP se fonde sur l'application du sens commun vis-à-vis de l'objectif défini (assurer l'absence d'éléments nocifs dans les aliments).

Une équipe multidisciplinaire englobant la totalité de la connaissance de l'installation (contrôle de qualité, production, maintenance) mène les actions suivantes :

- Analyses et documentation des risques hygiéniques potentiels associés à chacune des opérations du procédé de production des produits élaborés dans son entreprise.
- Localisation des points de l'opération ou du procédé où sont censés pouvoir se produire les risques analysés.
- Détermination, parmi tous les points localisés, de ceux qui s'avèrent décisifs pour la sécurité alimentaire du produit.
- Conception et mise en place de procédures efficaces de contrôle, suivi et documentation des points critiques.
- Établissement des limites d'acceptation pour les résultats obtenus dans le contrôle des points critiques et des mesures à prendre si l'on se trouve face à des valeurs situées hors des limites spécifiées.
- Révision systématique de la totalité du système mis en place en fonction de ses résultats et des modifications du procédé.

La mise en place du système HACCP inclut, en plus des opérations du procédé, des aspects généraux tels que l'homologation de fournisseurs, le contrôle de fléaux, le nettoyage, la maintenance de l'unité, le design hygiénique des installations et les bonnes pratiques des manipulateurs.

Le succès de la mise en place d'un système HACCP n'exige pas nécessairement de nombreuses ressources matérielles dans le sens d'investissement en machines et en installations. Les clés du succès résident dans la sélection des personnes appropriées pour mener à bien l'analyse et la conception, et transmettre adéquatement au personnel les directives élaborées par cette équipe.

Ensuite, voici un exemple du développement d'un Point de Contrôle Critique pour l'opération de stockage frigorifique habituel dans l'industrie des conserves de poisson :

EFFICACITÉ		2	2	1
RISQUES	Microorganismes pathogènes, toxines microbiennes	Microorganismes pathogènes, substances toxiques, éléments impropres	Microorganismes pathogènes, toxines microbiennes	
MESURES PRÉVENTIVES	Inhiber la croissance microbienne	Rotation adéquate des produits stockés	Éviter la pollution croisée entre les produits congelés, la viande et le poisson	
ACTION DE LA MESURE PRÉVENTIVE	Conserver à 2.5 °C	Gestion FIFO du magasin à travers le système d'identification de la marchandise	Stocker le poisson frais dans la chambre prévue à cet effet	

RESPONSABLE DE L'ACTION	Chef de groupe	Caméristes	Caméristes	Caméristes
CONTRÔLE	Supervision du registre du thermographe	Calibrage semestriel du thermomètre et du thermographe	Supervision des lots de la chambre	Supervision des produits stockés
RESPONSABLE DU CONTRÔLE	Chef de groupe	Entreprise spécialisée	Chef de groupe	Chef de groupe
REGISTRE DE LA QUALITÉ	Registre du thermographe	Registre du calibrage	-	-
LIMITES CRITIQUES	Température supérieure à 5 e inférieure à 0,5 °C	Différences de 0,5 °C	Palettes à leur place et rotation adéquate	Présence de produits différents des poissons frais
MESURES CORRECTIVES	Restituer les conditions adéquates de refroidissement	Restituer les conditions adéquates de mesure	Restituer la position, recherche de vente rapide ou rejeter	Restituer la position ou rejeter
RESPONSABLE DES MESURES CORRECTIVES	Chef de groupe	Entreprise spécialisée	Responsable des ventes	Responsable des ventes
REGISTRE DES MESURES CORRECTIVES	Rapport de non-conformité	Partie du calibrage	Rapport de non-conformité	Rapport de non-conformité

4.12.3 Améliorations

La principale contribution de la mise en place du système HACCP dans la production propre consiste à diminuer les pertes de matière première et à diminuer les rejets de produit fini par le contrôle de qualité. Cela suppose :

- La réduction de la quantité total de déchets
- L'utilisation efficace des ressources naturelles (matière première et ressources matérielles dépensées au cours de la transformation des produits rejetés)

4.12.4 Exemples d'application

Dans certaines unités de conserves de fruits et de jus de fruits dans lesquelles on a étudié le niveau pertes en matière première et en rejets de qualité, celui-ci atteint des pourcentages atteignant jusqu'à 15 %. En partant de la réflexion sur chacun des procédés réalisés, on a approuvé des investissements liés à des changements dans le processus, les conditionnements et l'amélioration du contrôle de fléaux et l'on a réussi à faire des économies de 120 000 Euro par an et de 180 000 Euro en diminuant les pertes en matière première.

4.13 OPC 13. Nettoyage structurel avec un système à basse pression avec de la mousse ou à haute pression.

4.13.1 Introduction

La sécurité hygiénique du produit alimentaire requiert un niveau de nettoyage des installations évitant la prolifération de microorganismes. Ce besoin du secteur alimentaire se traduit en installations (équipements, oeuvre civile) de matériaux préparés pour les nettoyages fréquents à l'eau et le nettoyage quotidien ou hebdomadaire. Lorsque l'installation traite la matière première issue de la production primaire, le besoin d'hygiène acquiert encore plus de poids étant donné le risque de pollution croisée.

Le système utilisé normalement pour faire le nettoyage est généralement le tuyau d'eau chaude disposant dans le meilleur des cas une tête pour donner de la pression.

4.13.2 Aspects techniques et facteurs conditionnants

Sur le marché, il existe principalement deux systèmes efficaces de nettoyage :

- nettoyage à haute pression,
- nettoyage à basse pression avec de la mousse.

4.13.2.1 Nettoyage à haute pression

Le principe du nettoyage se base sur la projection sur la surface à nettoyer d'un jet d'eau à des pressions de travail allant de 30 à 130 bars. Les débits consommés par ces équipements se situent entre 150 et 840 l/h, et pour effectuer un nettoyage plus efficace, ce système peut travailler à l'eau chaude en dosant automatiquement le détergent.

L'avantage de ce système est sa faible consommation d'eau et sa capacité désincrustante. Son principal point faible est qu'il ne laisse pas beaucoup de temps de contact avec le détergent ou le bactéricide dans les cas où la désinfection est nécessaire.

Un autre facteur conditionnant important de ce système est que, du point de vue hygiénique, son utilisation n'est pas recommandée pendant la production étant donné qu'il provoque des brouillards organiques susceptibles de contaminer les surfaces en contact avec le produit.

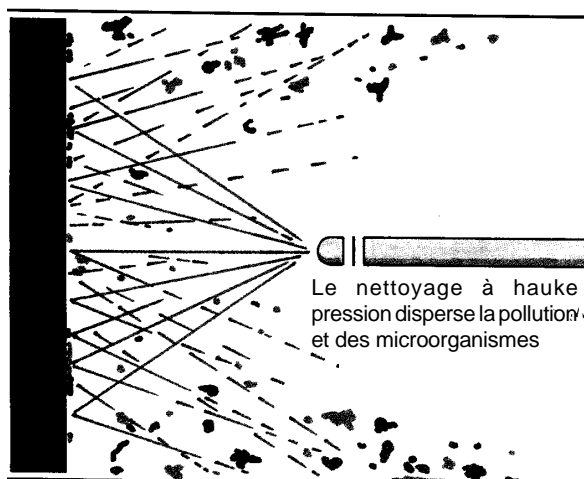


Figure 4.12. Nettoyage à haute pression (Source: Scanio)

4.13.2.2 Nettoyage à basse pression

Le principe du nettoyage se base sur la projection sur la surface à nettoyer d'une mousse qui se dépose sur la paroi. Cette mousse, on la laisse en contact avec la surface pendant un certain temps, puis on rince à basse pression (10 à 25 bars). Les débits consommés par ces équipements se situent entre 10 et 100 l/h. L'équipement travaille à l'eau chaude et dose automatiquement le détergent.

L'avantage de ce système est sa faible consommation d'eau et sa capacité désinfectante. Son principal point faible est qu'il n'a pas autant de capacité désincrustante que le nettoyage à haute pression.

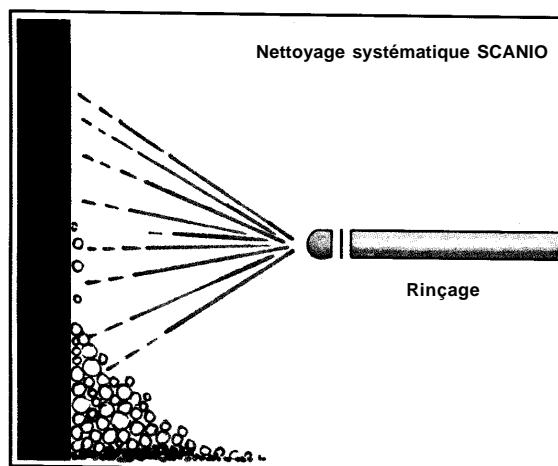
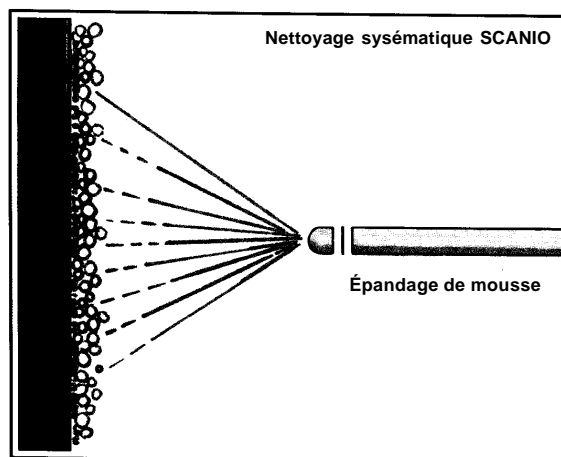


Figura 4.13. Nettoyage à basse pression. 1^o et 2^o étape (Source Scanio)

L'installation d'un équipement est d'environ 6 000 Euro pour une salle.

Ces installations, en plus de remplir la fonction de satisfaire le besoin de nettoyer structurellement l'unité, est d'une grande utilité pour des nettoyages de machines prévues dans le plan de maintenance (ou avant les visites des clients) et le nettoyage d'ustensiles divers.

4.13.3 Améliorations

Les améliorations écologiques qu'apporte cette OPC sont fondamentalement :

- La réduction de 60 % de la consommation d'eau
- La réduction du débit des eaux résiduaires
- La réduction de la quantité de détergent ou de désinfectant utilisée étant donné qu'elle se dose automatiquement

4.13.4 Exemples d'application

Une unité de 2 000 m² qui a modifié son système conventionnel de nettoyage à l'eau chaude à 5 bars de pression générée par des mélangeurs de vapeur et dont le dosage de détergent en poudre se fait directement sur la surface à nettoyer a installé un système centralisé de nettoyage à basse pression.

Cette unité effectue quotidiennement un nettoyage des salles de conditionnement et hebdomadairement de toutes les installations de production.

Cette mesure suppose annuellement une économie de 500 Euro.

Aspect	Investissement (Euro)	Coût (Euro/a)	Économie (Euro/a)
CIP	8 000	500	
Eau et détergent			2 000
Énergie			1 500
Total	8 000	500	3 500
amortissement de l'investissement (années)	2,6		

4.14 OPC 14. Séchage de saumures à l'énergie solaire

4.14.1 Introduction

L'élimination des sels dissous est une pollution qui n'est généralement éliminée dans les procédés conventionnels de traitement en aval et qui, néanmoins, pose des problèmes écologiques en Méditerranée, laquelle se caractérise par l'absence de fleuves de grand débit et qui n'a donc pas la capacité de diluer cette salinité.

L'élimination conventionnelle avec apport énergétique, l'élimination au moyen de résines ou de systèmes d'osmose inversé ne sont généralement pas viables d'un point de vue économique et sont adoptées uniquement dans des cas très exceptionnels.

En plus d'un système pour le traitement de saumures, cela peut être aussi un système alternatif pour la production d'eau distillée à des usages divers : alimentation de chaudières, incorporation au produit ou diminution de la concentration saline des circuits de refroidissement.

Les courants résiduaux de saumures proviennent principalement de cuves de stockage de poisson, de solutions de conservation au vinaigre, d'opérations de déssalage d'ingrédients (tripes, poisson,...) et autres.

4.14.2 Aspects techniques et facteurs conditionnants

Dans les procédés de production où l'un des flux d'eaux résiduaux aura une haute teneur en sels dissous (saumures résiduaux), on peut envisager d'utiliser un procédé de distillation à l'énergie solaire pour séparer les sels dissous, en obtenant de l'eau distillée réutilisable, par exemple, comme eau d'alimentation des chaudières.

Les conditions qui doivent être remplies pour pouvoir mettre en place ce procédé sont les suivantes :

- a) Disposer d'une extension suffisante de terrain. Le procédé de distillation par insolation est une fonction linéaire de la surface installée ; en effet, lorsqu'on augmente celle-ci, on augmente dans la même proportion l'énergie solaire rayonnante captée. D'une manière

standard, on accepte des valeurs de distillation avoisinant 2 litres par jour et mètre carré, celles-ci tombant en hiver jusqu'à des valeurs proches à 0,5 litres et atteignant en été 4 litres. Il faut dire que les jours où l'insolation est faible ou nulle, l'eau distillée sera également réduite ou inexistante.

- b) Être placés dans des endroits à forte insolation, car plus l'insolation est forte plus il y a d'énergie captée et plus le volume d'eau distillée augmente. Les valeurs standards de rayonnement solaire d'un d'été à midi se situent aux environs de 1 000 w/m².

Si l'on dispose des extensions de terrain appropriées, la construction d'un distillateur solaire ne suppose pas un gros investissement. En effet, celui-ci se compose, en simplifiant, d'une cuvette ou d'un bassin à fond noir de faible profondeur, pouvant être seulement de quelques centimètres, dont le fond donne forme à une enceinte fermée hermétiquement par une couverture en verre ou plastique. La lumière solaire chauffe l'eau de la cuvette et l'air se trouvant entre la cuvette et la couverture transparente jusqu'à des températures qui peuvent atteindre 70 °C, provoquant l'évaporation de l'eau.

L'eau évaporée se condense sur la face inférieure de la couverture transparente, car la couverture, du fait qu'elle est en contact avec l'extérieur, est plus froide ; l'eau en question glisse sur la couverture qui est généralement inclinée jusqu'à ce qu'elle soit recueillie dans des canaux prévus à cet effet. Le procédé est optimisable en utilisant un échangeur, dans lequel, d'un côté, entrera l'eau d'entrée dans la cuvette, avec une haute teneur en sels dissous, et, de l'autre, on fera pénétrer l'air chaud et saturé de vapeur d'eau issu de l'enceinte close. Dans l'échangeur, on préchauffera l'eau d'entrée et on condensera la vapeur d'eau obtenant ainsi de l'eau distillée chaude.

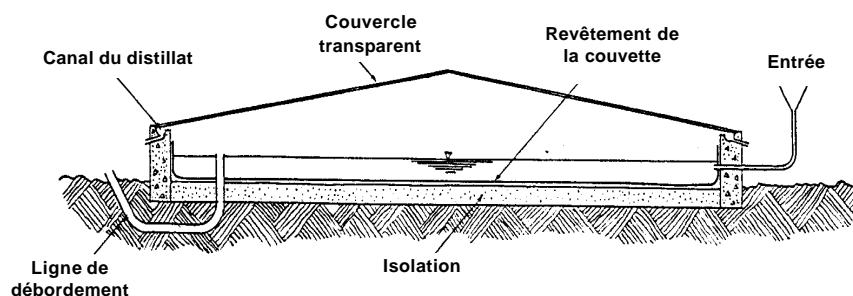


Figure 4.14. Schéma d'un appareil de dessalement d'eau (Source : voir Réf. .95)

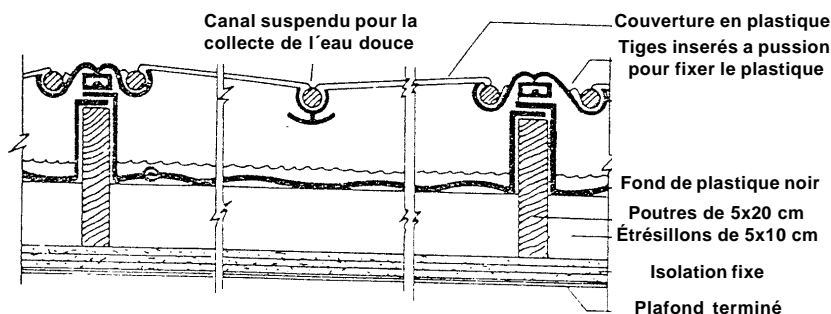


Figure 4.15 Schéma d'un appareil de désalement d'eau (Source : voir Réf .95)

À la fin du processus, on obtiendra, d'un côté, de l'eau distillée chauffée que l'on pourra utiliser pour, par exemple, alimenter la chaudière, nous évitant ainsi des procédés coûteux de décalcification ou bien l'utiliser encore pour le lavage, le transport, le chauffage, etc., et, de l'autre, on obtiendra du sel, plus ou moins pollué par des déchets organiques, qu'il est bien plus facile à éliminer que la saumure, et dont l'impact sur l'environnement est bien moindre.

Le coût d'implantation, si l'on a les extensions de terrain nécessaires, se limite à celui de la construction des installations, simples et pas excessivement chères, à la construction de la cuvette, de la couverture et des canalisations. Quant au processus, le coût énergétique est nul, on peut réutiliser au moins un des produits, l'eau distillée, qui en elle-même a déjà un coût élevé et qui au surplus arrive préchauffée, ce qui, suivant son utilisation ultérieure, peut supposer une économie énergétique. On ne doit tenir compte que du coût de vidange périodique des sels qui sont restés dans les cuvettes.

Une installation de ces caractéristiques devra être accompagnée d'un réservoir pour accumuler les saumures produites ne pouvant être traitées par manque d'insolation, afin de pouvoir être traitées les jours où l'unité fonctionnera à un niveau d'efficacité maximale.

4.14.3 Améliorations

Les améliorations écologiques qu'apporte cette OPC sont fondamentalement :

- La réduction de la consommation d'eau
- La réduction du débit des eaux résiduaires
- La réduction des niveaux de sels dissous dans les eaux résiduaires
- L'obtention d'un déchet salin avec une possible réutilisation dans l'élaboration d'aliments pour le bétail.

4.14.4 Exemples d'application

Une unité produit quotidiennement 100 kg de saumure, ce qui représente annuellement 22 000 l de saumure à 11 %.

Les dimensions d'une station de séchage pour cette installation, grosso modo, exigeraient 450 m² de surface et un réservoir d'accumulation de 5 000 l dans le cas où le niveau solaire serait en déficit de 7 mois par rapport au niveau solaire moyen.

Le bilan économique pour une unité de ces caractéristiques supposerait approximativement :

Aspect	Investissement (Euro)	Coût (Euro/a)	Économie (Euro/a)
Réservoir et pompe	1 800		
Distillateur solaire	15 000		
Opération de l'unité (retrait de sel)		600	
Réutilisation de l'eau distillée			2 000
Total	16 800	600	2 000
amortissement de l'investissement (années)	12		

L'unité supposerait aussi une mise à profit énergétique de 1 million de kcal, compte tenu que l'on obtient de l'eau à 70 °C.

4.15 OPC 15. Bioconversion de déchets de pêche par fermentation acide-lactique²

Certaines opérations sont à l'origine d'une masse importante de déchets, sous forme de rognures ou de certaines parties peu appréciées des poissons. Ces déchets, bien que possédant une valeur nutritionnelle importante, sont dépourvus de valeur économique et il se peut même qu'ils soient déversés dans le milieu extérieur, avec la pollution résultante que cela implique. Une des utilisations les plus courantes de ce type de déchets est sa transformation en farine de poisson.

² Au moment de la publication de cette étude, voici la réglementation relative à l'utilisation des protéines animales élaborées à partir de restes de poisson pour l'alimentation animale mise en place :

- La Décision du Conseil 2000/766/EC du 4 décembre 2000 relative à certaines mesures de protection à l'égard des encéphalopathies spongiformes transmissibles et à l'utilisation de protéines animales dans l'alimentation des animaux interdit l'utilisation des farines de poisson pour l'alimentation des ruminants.
- La Décision de la Commission 2001/9/CE du 29 décembre 2000 relative aux mesures de contrôles exigées pour l'application de la Décision 2000/766/CE du Conseil relative à certaines mesures de protection à l'égard des encéphalopathies spongiformes transmissibles et à l'utilisation de protéines animales dans l'alimentation des animaux établit les conditions de production, de transport et de stockage des farines de poisson et des aliments qui en contiennent ainsi que les conditions d'étiquetage de ces derniers.

Dans certains cas, la petite quantité générée ne saurait justifier une installation d'obtention de farine de poisson ; dans d'autres cas, le coût énergétique élevé de ce genre d'installations fait que la mise à profit de ces déchets ne soit pas viable.

La fermentation lactique de ces déchets est parfois une alternative intéressante pour leur mise à profit. Les déchets de poisson fermentés ou acidifiés sont utilisés pour l'alimentation de certains animaux. Les déchets acidifiés, par fermentation lactique ou par adjonction d'acides, ne contiennent pas de microorganismes pathogènes et possèdent une capacité de conservation considérablement supérieure à celle des déchets non acidifiés.

4.15.1 Aspects techniques et facteurs conditionnants

Le procédé d'acidification doit se faire tout de après l'obtention des déchets. L'acidification peut s'obtenir par deux voies :

- a) **Fermentation avec des bactéries lactiques.** Dans ce cas, vu que les poissons sont pauvres en hydrates de carbone, il faut additionner au déchet obtenu une source bon marché de sucres (lactosérum, mélasses, déchets de céréales, etc.). Les déchets enrichis en sucres sont inoculés avec un ferment lactique et maintenus à une température ambiante jusqu'à ce que la fermentation soit finie (pH 4,5, environ). Une fois la fermentation terminée, le mieux est qu'ils soient consommés rapidement. Cependant, ils peuvent être conservés quelques jours s'ils sont maintenus à basse température, ou même conservés pendant de longues périodes s'ils sont desséchés ou stérilisés.
- b) **Acidification avec des acides.** Si l'on ne souhaite pas faire fermenter le produit, on peut atteindre le même objectif en acidifiant le produit, de préférence avec un acide organique compatible avec l'alimentation animale. Le produit, une fois acidifié, doit être traité et consommé de la même façon que l'antérieur.

La richesse nutritionnelle de ces produits ainsi que les possibilités qu'ils offrent pour l'alimentation animale varient notablement en fonction des caractéristiques des déchets qui sont valorisés.

4.15.2 Améliorations

Les principaux bienfaits de cette pratique pour l'environnement sont évidents :

- Réduction de la masse de déchets solides générée et diminution de l'impact de celle-ci sur l'environnement.
- Meilleure valorisation des ressources naturelles et, donc, diminution de la pression sur le milieu pour obtenir des aliments destinés à la production d'animaux.

4.16 OPC 16.Épuration anaérobie d'eaux résiduares de haute concentration et utilisation du biogaz

4.16.1 Introduction

Le système d'épuration traditionnel des eaux résiduares de l'industrie des conserves, étant donné la biodégradabilité des eaux, est le traitement biologique aérobie.

4.16.2 Aspects techniques et facteurs conditionnants

Le processus de digestion anaérobie implique la rupture des molécules organiques jusqu'à leur transformation en dioxyde de carbone et en méthane. Ce processus est tout particulièrement appliqué dans l'épuration des eaux résiduares à charge organique élevée, puisque pour chaque kg de DCO éliminé on peut obtenir de 0,6 à 0,7 m³ de biogaz avec une capacité calorifique allant de 5 000 à 6 000 kcal/m³.

Dans les industries des conserves où l'on trouve des procédés de cuisson (thonidés, légumes secs,...), il existe des courants résiduares fortement pollués (DCO de l'ordre de 50 000 mg/l). Dans le bilan de cette opération, une des principales entrées (*inputs*) est constitué par l'énergie utilisée pour chauffer normalement sous forme de vapeur.

L'installation d'un système d'épuration anaérobie avec une utilisation du gaz sous forme de chaleur diminue de façon considérable la quantité du déchet produit. La principale caractéristique de ce déchet est qu'il est stabilisé et que l'on peut s'en servir pour des applications dans l'agriculture, ou bien le réutiliser en tant que matière première pour la production de farine de poisson.

L'installation (figure 1) se compose des éléments et des équipements suivants :

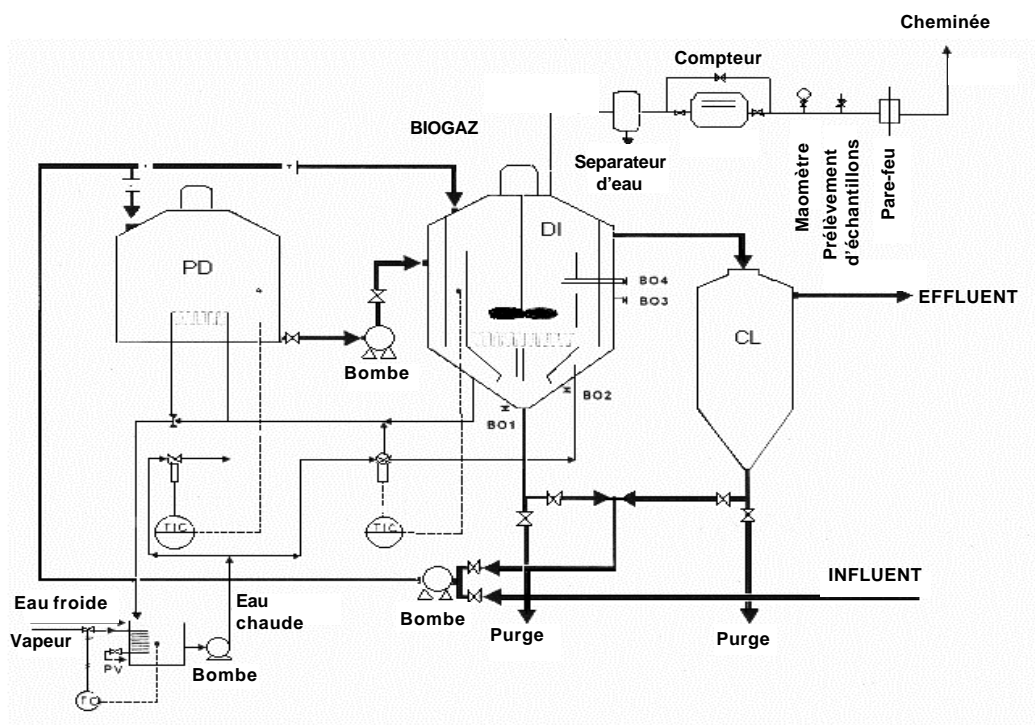


Figure 4.16 Diagramme de l'unité pilote industrielle d'épuration d'eaux résiduaires (Source : voir Réf 18)

Prédigesteur. Il agit en tant qu'élément d'homogénéisation et garant de l'alimentation en continu du réacteur. Il dispose d'un contrôle de température par serpents d'eau chaude.

Digesteur. C'est l'élément principal du système dans lequel a lieu le processus biologique. Il dispose d'un système d'agitation mécanique ou à gaz (lances de méthane) et contrôle de température par serpents d'eau chaude, ainsi que des systèmes de pré-concentration de la boue.

Clarificateur. Lors de cette phase, la boue est séparée de l'eau traitée.

Ligne de biogaz. Le gaz s'accumule dans la partie supérieure du digesteur et sort par la ligne de gaz. Cette ligne doit disposer d'un séparateur d'eau et d'un compresseur assurant l'alimentation du gazomètre ou l'alimentation des lances du réacteur, si l'on opte pour l'agitation du réacteur par le gaz. On devrait, à partir du gazomètre, alimenter une chaudière à vapeur muni d'un brûleur à gaz.

4.16.3 Facteurs conditionnants

En plus du coût de l'installation elle-même, il faut ajouter que celle-ci doit respecter les réglementations relatives aux gaz de combustion et, donc, de disposer de l'espace suffisant pour son emplacement. Les éléments les plus volumineux de cette installation sont constitués par le prédigesteur et le propre digesteur.

Vu l'envergure de l'installation et compte tenu des facteurs conditionnants de viabilité économique, la solution ne devrait pas être envisagée uniquement en tant que solution de minimisation d'une étape, mais en tant que traitement final, étant donné que maintenir un système anaérobie et un système biologique, dans les cas nécessaires, pourrait ne pas être rentable.

4.16.4 Améliorations

Les améliorations écologiques qu'apporte cette OPC sont fondamentalement :

- La réduction du débit des eaux résiduelles
- La réduction des niveaux de DCO dans les eaux résiduelles
- L'obtention d'un déchet stabilisé réutilisable pour l'agriculture ou la farine de poisson.
- La mise à profit énergétique du biogaz.

4.16.5 Exemples d'application

Des expériences ont été réalisées dans des installations de thunidés et on a obtenu comme résultat des épurations atteignant 61 % et des productions de gaz jusqu'à 12 m³/jour pour des débits de 2,1 m³ en provenance du procédé de cuisson.

Des expériences ont également été réalisées avec des eaux du procédé d'élaboration du piment en conserve et l'on a obtenu des rendements de 83 %.

4.17 OPC 17. Collecte de liquides et de particules en provenance des installations du procédé avant qu'ils ne tombent par terre

4.17.1 Introduction

De nos jours, on tend à réduire les pertes de produit lors des opérations unitaires pour ainsi accroître les rendements économiques que cela comporte.

Collatéralement, on peut présenter un autre aspect, celui de la perte de produit due à :

1. Un transport inadéquat, faisant que le produit sort de la voie ou de l'enceinte de circulation: caisses de déchargement, bandes de transport, etc. ; les produits auxquels on se rapporte étant à l'état solide.
2. Une étanchéité défailante, canaux, machines, tables, etc. Nous nous référons ici fondamentalement à des liquides.

Un exemple très typique, nous le rencontrons dans les usines de jus de fruits, dans lesquelles les pertes de produit sont parfois importantes, liées toujours aux pertes lors du transport du produit entre les différents processus ou à son traitement sur des tables, ou des surfaces ouvertes.

4.17.2 Aspects techniques et facteurs conditionnants

Les principales options pour prévenir ces pertes sont :

1. La disposition de plateaux ou d'un autre type d'ustensiles pour la collecte et réincorporation ultérieure de ces pertes.
2. D'assurer une bonne étanchéité dans les machines, les raccords, les barrières, etc. afin d'éviter des pertes par égouttement, débordement, connexion et déconnexion, etc.

Un des aspects à signaler, c'est que toutes ces pertes :

- salissent les locaux où elles se produisent, avec les risques hygiéniques que cela comporte.
- du fait de la nécessité de les nettoyer, elles produisent de la pollution en déchets solides et en DCO dans les eaux résiduaires issues du nettoyage, eaux qui doivent par la suite être épurées.

La mise en oeuvre de mesures visant à prévenir ce type de pertes n'exigent pas de grands moyens, vu qu'elles n'ont pas de répercussion directe sur le processus mais uniquement sur des aspects collatéraux de celui-ci et qu'elles s'orientent vers la mise en place de barrières ou de systèmes de collecte.

4.17.3 Améliorations

Les bienfaits de cette OPC par contre peuvent être considérées d'une plus grande importance, vu que :

- l'on augmente la productivité,
- l'on est en mesure de réduire de façon significative les besoins structuraux des nettoyages avec l'économie de coûts en eau, en produits et en main-d'oeuvre qui en résultent, vu que généralement il s'agit de nettoyages de sols, et
- l'on réduit aussi la charge polluante des eaux résiduares, ce qui permet d'économiser les coûts d'épuration correspondants.

4.17.4 Exemples d'application

Une unité d'élaboration de jus d'ananas, dont la production journalière est de 1 500 t a fait un investissement de 18 000 Euro dans la pose de plateaux sous les tables de traitement de fruits. On a recueilli 24 000 l de jus en un an, ce qui a permis de faire l'amortissement de l'investissement en 9 mois, sans compter la diminution de coûts en nettoyage et en épuration d'eaux.

Aspect	Investissement (Euro)	Coût (Euro/a)	Économie (Euro/a)
Pose de plateaux sous les tables de traitement de fruits	18 000		
Récupération du jus			24 000 000
Total			
amortissement de l'investissement (années)	0,75		

4.18 OPC 18 Utilisation de vapeur dans des évaporateurs de concentré de fruit

4.18.1 Introduction

L'évaporation, comme décrit à la section précédente, est une opération unitaire consistant à concentrer une solution de fruit par l'évaporation de l'eau.

Le sens de cette opération dans les industries de jus de fruits se trouve dans le fait que l'on réduit les coûts de production dans les étapes suivantes, tout particulièrement dans le stockage et la distribution.

La technologie de l'évaporation a été développée autour de la technologie des échangeurs de vapeur, ce qui permet tout un tas de design avec des applications spécifiques et différents niveaux d'efficacité énergétique. Les principaux types d'évaporateurs peuvent être classés en évaporateurs de circulation naturelle et évaporateurs de circulation forcée.

4.18.1.1 Évaporateurs de circulation naturelle

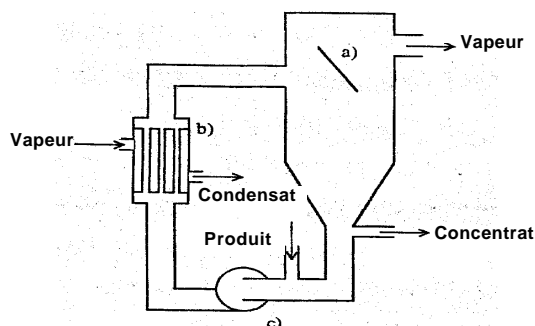
- ouverts et fermés
- à tubes courts
- à tubes longs
- à calandre externe

4.18.1.2 Évaporateurs de circulation forcée

Ces évaporateurs, à la différence des précédents, disposent d'éléments obligeant le produit à circuler comme une couche fine afin d'obtenir des temps d'évaporation plus réduits et un plus grand effet sur les aliments thermosensibles.

Les principaux types sont :

- en plaques
- à flux expansé
- à couche mince mécanique



a) Écran de choc ; b) calandre externe ; c) pompe de recirculation du produit

Figure 4.17. Évaporateur de circulation forcée (source: voir Réf. 34)

4.18.2 Aspects techniques et facteurs

Les techniques pour la meilleure utilisation de la vapeur dans l'évaporation peuvent se résumer comme suit :

- Préchauffer le produit avant de l'introduire dans l'évaporateur avec la vapeur extraite du produit.
- Préchauffer le produit avant de l'introduire dans l'évaporateur avec les condensats de la vapeur avant son retour dans la chaudière.
- Automatiser le contrôle du système d'évaporation (alimentation des évaporateurs, niveau du liquide, régulation du °brix du produit sortant, vide).
- Réalisation de pré-concentration par osmose inverse, après clarification par sédimentation statique ou par ultrafiltration.
- Employer de multiples effets, c'est-à-dire plusieurs évaporateurs de manière que la vapeur de sortie d'un évaporateur soit utilisée comme vapeur chauffante d'un autre évaporateur.
- Utiliser l'installation à 100 %.
- Nettoyer avec une fréquence déterminée afin d'éviter la formation de films de produit susceptible d'empêcher la transmission maximale de la chaleur.
- Incorporation d'un système de recompression mécanique de la vapeur en se servant de compresseurs pour augmenter leur efficacité lors de l'échauffement.

4.18.2.1 Multiples effets

Les installations à multiples effets peuvent être disposées de la façon suivante :

Alimentation concurrente : Ce système a pour principaux avantages la facilité du maniement, le fait qu'il ne nécessite pas de pompes d'alimentation pour chacun des effets et que la température opérationnelle de chaque effet est moindre à mesure que le produit avance à travers l'installation. On réduit ainsi le risque de surchauffe dans le concentré, surtout pour ce qui est des produits visqueux.

Son principal inconvénient est que la vapeur de plus grande qualité est utilisée dans les premières étapes de concentration.

Alimentation en contre-courant : Dans ce cas, la vapeur de plus grande qualité est utilisée dans les derniers effets, quand il est plus difficile de concentrer le produit. Son plus grand inconvénient est le besoin d'employer des pompes entre les effets pour faire circuler le produit.

Alimentation en parallèle : C'est la plus utilisée lorsqu'on veut cristalliser le produit. Avec ce type d'alimentation, on évite l'entrée dans les effets de solutions très concentrées de haute viscosité.

Alimentation mixte : Elle est utilisée dans les processus employant des évaporateurs avec beaucoup d'effets. Ces processus essaient d'utiliser les avantages de l'alimentation en contre-courant et de l'alimentation concurrente, en faisant que certains des effets fonctionnent avec le premier type d'alimentation et le reste avec l'autre type.

Malgré les considérations techniques liées à l'utilisation de l'eau et de l'énergie, les facteurs conditionnants de qualité pour la sélection d'un évaporateur sont :

- Capacité d'atteindre le degré de concentration requis.
- Conditions de pression et de température que le produit exige afin d'atteindre un niveau de pertes de qualité le plus réduit possible.
- Possibilité de récupération d'arômes.
- Facilité opérationnelle, de nettoyage et de maintenance.

4.18.3 Améliorations

Les principaux bienfaits de cette OPC sont :

- La réduction de la consommation de combustible,
- La réduction de la consommation d'eau pour la production de la vapeur,
- La réduction des émissions dans l'atmosphère de gaz issus de la combustion qui sera plus ou moins importante en fonction du combustible.

4.18.4 Exemples d'application

Les principales considérations énergétiques pour les différents évaporateurs sont indiquées dans le tableau suivant :

Aspects	Évaporateurs			Techniques de membrane
	Effet simple	Effets multiples	De cassettes	
Consommation Vapeur (Kg/t prod.)	825-900	220-260	200	-
Consommation en énergie (Kw/m3 eau éliminée)	-	-	-	10
Investissement	-	85	80	

4.19 OPC 19. Valorisation traditionnelle de restes de poisson lors de l'élaboration de la farine de poisson ³

4.19.1 Introduction

L'industrie de la pêche génère une quantité considérable de déchets organiques qu'elle peut déverser, dans certains cas, directement, entraînant ainsi une dégradation du milieu.

Les solides en question sont ceux des parties non comestibles du poisson pouvant représenter 50 % de la masse du poisson capturé. Il existe diverses alternatives pour l'utilisation des déchets solides de poisson (tête, queue et viscères), une des plus développées étant la production de farine de poisson destinée à la consommation animale.

³ Au moment de la publication de cette étude, voici la réglementation relative à l'utilisation des protéines animales élaborées à partir de restes de poisson pour l'alimentation animale mise en place :

- La Décision du Conseil 2000/766/EC du 4 décembre 2000 relative à certaines mesures de protection à l'égard des encéphalopathies spongiformes transmissibles et à l'utilisation de protéines animales dans l'alimentation des animaux interdit l'utilisation des farines de poisson pour l'alimentation des ruminants.
- La Décision de la Commission 2001/9/CE du 29 décembre 2000 relative aux mesures de contrôles exigées pour l'application de la Décision 2000/766/CE du Conseil relative à certaines mesures de protection à l'égard des encéphalopathies spongiformes transmissibles et à l'utilisation de protéines animales dans l'alimentation des animaux établit les conditions de production, de transport et de stockage des farines de poisson et des aliments qui en contiennent ainsi que les conditions d'étiquetage de ces derniers.

4.19.2 Aspects techniques et facteurs conditionnants

La farine de poisson est un aliment hautement concentré, s'agissant d'un supplément nutritionnel qui contient principalement des protéines de haute qualité, des minéraux et un complexe vitaminique B, ainsi que d'autres ingrédients qui contribuent à la croissance de l'animal et qui, d'habitude, sont appelés " facteurs de croissance inconnus ".

La farine s'obtient à partir du procédé suivant :

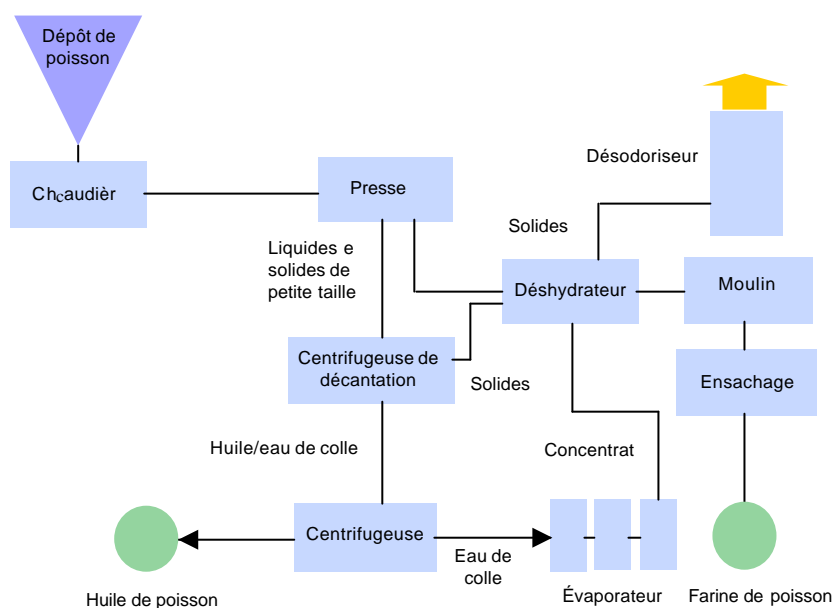


Figure 4.18. Procédé d'élaboration de la farine de poisson

Le procédé consiste en la réduction du poisson à partir d'une cuisson dans une cuve d'ébullition qui chauffe les sous-produits de poisson jusqu'à 95 °C par un système de vapeur indirecte, de trois à vingt minutes, suivant le type de cuve d'ébullition employée.

Le produit cuit est pressé, les liquides et les solides de taille réduite passant dans un décanteur centrifuge dans lequel les solides sont séparés de l'huile et des eaux de colles. Ces deux dernières sont séparées à leur tour dans une centrifugeuse en obtenant ainsi l'huile de poisson propre (moins de 1 % en impuretés et humidité).

L'eau de colle est concentrée dans un évaporateur jusqu'à atteindre 5 à 40 % de matières solides. Si la quantité d'eau de colles est petites, on peut l'envoyer dans une installation de traitement d'eaux résiduares : par exemple, pour un traitement de 2 à 3 t/jour de sous-produits de poisson, la quantité d'eau de colles serait de 500 à 800 l.

Tous les solides obtenus sont séchés dans un déshydrateur où, par un système de vapeur indirect, on ramène la teneur en humidité de 6 à 8 %, obtenant ainsi de la farine de poisson.

La farine obtenue présente des valeurs nutritionnelles excellentes pour son utilisation en tant qu'aliments pour animaux :

- protéines de haute qualité, contient tous les acides aminés essentiels et notamment une forte teneur en lysine, ce qui la rend idéale pour l'alimentation des animaux, car avec seulement 3 % de farine de poisson dans les rations alimentaires on équilibre la valeur protéique des céréales (composant principal des régimes à faible teneur en protéines des poulets et des porcs).
- Apport d'un peu de vitamine du complexe B.
- Forte teneur en minéraux (entre 12 et 33 %). Riche en minéraux constituant des os et des dents : calcium et phosphore, et haute teneur en minéraux nécessaires à la croissance et l'entretien du corps chez les animaux, notamment du fer, du cuivre et quelques éléments trace.
- Faible teneur en fibre

4.19.3 Améliorations

L'amélioration écologique qu'apporte cette OPC est essentiellement la valorisation des déchets solides de l'industrie des conserves de poisson, en obtenant de la farine de poisson et d'autres sous-produits annexes tels que l'huile de poisson et les " solubles de poisson ". Dans le cas de l'huile, celle-ci peut être raffinée et on l'utilise plus tard dans la fabrication de margarines et d'autres produits, tels que : acides gras, peintures, etc.

D'autre part, l'élaboration de farine comporte une consommation d'énergie et un déversement d'eaux résiduaires contenant des matières organiques.

4.19.4 Exemples d'application

Une unité qui traite quotidiennement 1 tonne de sous-produits de poisson obtiendra entre 150 à 200 kg de farine, 50 à 250 kg d'huile de poisson (selon que le poisson traité est gras ou non) et générera environ 700 litres d'eau de colle.

L'énergie électrique utilisée sera de 30 à 40 kw/h et consommera environ 50 à 60 kg de combustible ; cette consommation correspondant aux pourcentages suivants :

Procédé	Valeurs assumées	Consommation %
Cuisson	Hausse de la température de la matière première de 10 à 95 °	21
Pressage	Hausse de la température du liquide de pressage d'environ 30 °C (par injection directe de vapeur) à 95 °C à la sortie.	8
Concentration eau de colle	Consommation de 0,4 kg de vapeur par kg d'eau évaporée	33
Déshydratation	Gâteau de pressage, limons et eau de colle concentrée, desséchés jusqu'à ce qu'ils ne contiennent que 8 % d'eau. Eau de colle concentrée préchauffée à 50 °C avant déshydratation	38

4.20. OPC 20. Optimisation de l'approvisionnement en matières premières

4.20.1 Introduction

Une des caractéristiques les plus saillantes de l'industrie des conserves de végétaux, ainsi que de poissons est que la production est saisonnière. Les campagnes de production sont généralement organisées davantage en fonction des besoins des ventes et des prix de la matière première sur le marché qu'en tenant compte des critères techniques de l'unité.

Une des répercussions de cette façon de travailler est que la conception des unités et des équipements est optimale pour une période courte de l'année, mais surdimensionnés le reste de l'année. On travaille avec des entrées de pointe de matières premières en utilisant les équipements très en dessous de la capacité pour laquelle ils ont été conçus. Cela implique que, la majeure partie de l'année, les industries de conserves de poisson et de végétaux consomment des quantités d'énergie et de fluides superflues.

4.20.2 Aspects techniques et facteurs conditionnants

L'optimisation de l'approvisionnement en matières premières implique la recherche d'un équilibre entre trois grandes étapes du procédé l'élaboration des conserves :

- Récolte de végétaux ou capture du poisson
- Stockage frigorifique des matières premières
- Procédé d'élaboration

Quant au premier point, visant la minimisation du stockage ou la capacité du procédé d'élaboration, l'objectif serait d'allonger au maximum la récolte ou la saison de pêche en diminuant l'entrée de t/jour dans l'unité pour une même quantité de tonnes à produire.

Atteindre cet objectif suppose de la part des industriels qu'ils fassent une planification conjointement avec les agriculteurs ou les pêcheurs au moment de faire les récoltes ou les captures. Quant à la production végétale, cet objectif peut être atteint en choisissant des espèces dont les points de récolte sont différents ou bien en planifiant la récolte à travers un contrôle de la pré-récolte.

Cette planification bénéficierait autant l'industrie des conserves que les agriculteurs et les pêcheurs, car, bien souvent, ces derniers doivent vendre leurs produits à des prix très bas à cause de l'offre massive présentée sur le marché. Il s'est même trouvé des situations où l'on a préféré jeter la marchandise plutôt que de la vendre.

Quant au deuxième point, il est clair que l'objectif doit être de réduire au maximum du volume stocké. Néanmoins, la meilleure solution ne sera pas nécessairement un stock 0, mais sera fonction de la consommation énergétique du processus ultérieur.

Quant au troisième point, l'objectif doit être de minimiser l'investissement et d'optimiser l'efficacité énergétique de l'opération en cherchant à atteindre des indices d'occupation de l'unité de 100 %, du fait que seulement dans ce cas les valeurs nominales de consommation énergétique seront exactes.

Les économies énergétiques qui ont été estimées sur la base d'une étude faite pour les conserves végétales dans un pays de l'UE atteindraient 20 % de l'énergie employée.

4.20.3 Améliorations

Les principaux bienfaits de cette OPC sont :

- la réduction de la consommation de combustible,
- la réduction de la consommation d'eau pour la production de la vapeur,
- la réduction des émissions dans l'atmosphère de gaz issus de la combustion, qui sera plus ou moins importante en fonction du combustible.

4.21 OPC 21. Optimisation du générateur et du réseau de distribution de la vapeur

4.21.1 Introduction

La principale source de chaleur pour la stérilisation du produit conditionné et pour la plupart des besoins thermiques de l'industrie des conserves est habituellement la vapeur d'eau. Celle-ci est générée dans une chaudière normalement au fuel, qui chauffe et fait évaporer l'eau pour la transformer en vapeur.

Normalement, et dans le but de protéger les conduites du réseau de vapeur, ainsi que la propre chaudière qui est généralement construite en fer, on utilise la plupart du temps de l'eau déminéralisée ou du moins décalcifiée. La production de cette eau entraîne le déversement de sels inorganiques (principalement des chlorures) dans le milieu et, si l'effluent est régénéré sans le neutraliser, des variations importantes et ponctuelles du pH.

4.21.2 Aspects techniques et facteurs conditionnants

La consommation de combustible et la pollution atmosphérique ultérieure produite par la chaudière dépendra d'une série d'aspects sur lesquels tout industriel doit au moins réfléchir et engager des actions d'amélioration dans les cas nécessaires.

Les critères pour un système de vapeur optimal sont les suivants :

- 1. Bon dimensionnement et fractionnement de la puissance dans les générateurs de vapeur.** Les chaudières à vapeur sont généralement dimensionnées pour une quantité donnée de vapeur à une température et à une pression optimale. Au fur et à mesure que l'on s'écarte de ces paramètres optimaux, l'on réduit ostensiblement la performance énergétique de l'équipement et l'on augmente sensiblement les émissions de monoxyde de carbone et de particules.
- 2. Contrôle de la combustion,** de manière que celle-ci se fasse avec le mélange d'air, à une température et à un taux d'humidité optimaux ; en effet, une combustion déficiente fait augmenter généralement les émissions de particules et de CO. Pour une bonne combustion, il est également indispensable de travailler au point optimal de fonctionnement de l'équipement et de procéder à l'entretien obligatoire de celui-ci.

3. L'eau employée pour produire de la vapeur reçoit généralement un traitement préalable afin d'éviter le dépôt de sels au cours du procédé de vaporisation ; il est très importante que **l'eau employée soit de bonne qualité**, car cela nous aidera à maintenir la chaudière en travaillant à son niveau optimal le plus de temps possible.
4. Pour augmenter le rendement global du processus, on peut **recupérer la chaleur résiduaire de l'eau de purge de la chaudière et surtout des fumées de combustion**, généralement à des températures élevées, pour procéder dans bien des cas à un préchauffage de l'eau, ce qui nous permettra d'augmenter le rendement global et indirectement de réduire le volume de polluants.
5. Éviter les pertes énergétiques avec une **isolation des conduites** adéquate de vapeur et d'eau chaude et en réduisant leur longueur. Une bonne solution serait l'emploi de galeries de service. Le matériau isolant des conduites se dégrade peu à peu, ce qui rend nécessaire un bon entretien, puisque généralement l'énergie calorifique perdue par radiation depuis les conduites agit comme des étuves, alors que dans bien des cas l'on a intérêt à maintenir une température ambiante relativement basse. Une isolation adéquate de toutes les surfaces travaillant au-dessus de la température ambiante est également nécessaire afin d'éviter les pertes de chaleur.
6. **Emploi correct des réducteurs de pression** dans les points de consommation de vapeur.
7. Dans les cas où cela est possible, la **recupération des condensats, ou leur chaleur résiduaire**, peut nous permettre d'améliorer le rendement global.
8. Pour obtenir l'optimum, il faut un **bon entretien** de tout le système, aussi bien pour assurer un rendement maximal et des courants résiduaire minimaux que pour éviter d'éventuels accidents survenant dans les chaudières, qui sont des récipients à pression.

Parmi tous les facteurs conditionnants exposés, les trois premiers et le dernier ont une répercussion directe sur les émissions de gaz issus de la combustion et très directe sur la quantité de monoxyde de carbone et de particules, étant donné qu'au point optimal de travail et dans les conditions optimales de l'installation, ceux-là se réduisent au minimum. Pour ce qui est des composés de soufre et d'azote, ceux-ci dépendront directement du type de combustible et de sa qualité. La quantité de CO₂ émise sera fonction directe de la quantité de combustible utilisé, raison pour laquelle un bon rendement thermique de l'installation, en minimisant les pertes et en faisant usage de la récupération de chaleur, peut nous permettre indirectement de le réduire.

Un des systèmes plus efficaces d'un point de vue énergétique, c'est la cogénération, à partir de laquelle et en se servant d'une turbine à gaz, on peut générer du courant, de la chaleur et du froid, couvrant ainsi tous les besoins énergétiques et thermiques. La cogénération n'est viable qu'à grande échelle.

4.21.3 Améliorations

Les principaux bienfaits de cette OPC sont :

- la réduction de la consommation de combustible,
- la réduction de la consommation d'eau pour la production de la vapeur,
- la réduction des émissions dans l'atmosphère de gaz issus de la combustion qui sera plus ou moins importante en fonction du combustible,
- La réduction des émissions toxiques de monoxyde de carbone.

4.21.4 Exemples d'application

Une étude réalisée dans quatorze entreprises catalanes de conserves végétales et de jus de fruits a abouti aux conclusions exposées dans le tableau suivant sur les questions traitées :

Aspect	Investissement (Millions d'Euro/a)	Économie de coûts (Millions d'Euro/a)	Économie énergétique (tep/a)
Cogénération (2 entreprises)	0,939	0,317	666
Amélioration de l'isolation (10 entreprises)	0,023	0,009	71,2
Optimisation des générateurs de vapeur (11 entreprises)	0,222	0,118	360,9

4.22 OPC 22. Optimisation de la cuisson

4.22.1 Introduction

L'opération de cuisson ou d'échaudage est une des opérations unitaires les plus importantes de l'industrie des conserves du point de vue de la qualité, car c'est là que la texture et les propriétés organoleptiques du produit sont fixées.

De même, cette étape a une signification écologique importante, étant donné qu'elle implique une consommation d'énergie importante, une consommation en eau relativement importante et des déversements d'eau au niveau de DCO élevé.

Le système traditionnel de cuisson se fait dans des cuves d'ébullition ouvertes d'environ 100 l sans récupération de condensats ni isolation thermique.

4.22.2 Aspects techniques et facteurs conditionnants

L'optimisation environnementale de cette opération passe fondamentalement par deux stratégies :

- Minimiser la consommation d'énergie en augmentant l'efficacité de la transmission de chaleur
- Minimiser dans la mesure du possible la transmission de la pollution à l'eau

La consommation d'énergie peut être minimisée principalement en concevant des cuves d'ébullition qui évitent les pertes de chaleur grâce à une bonne isolation, en exécutant le procédé de cuisson avec les cuves couvertes ou bien sous vide. Une technologie émergente en ce sens est l'emploi des micro-ondes comme source d'énergie.

La transmission de matière organique du produit à l'eau peut s'éviter de la façon suivante :

- En faisant la cuisson de produits en bain d'eau ou en douche avec des récipients fermés dans une poche de plastique. Ce système est très adéquat pour l'industrie de la viande à cause de la taille des installations et a également été expérimenté lors de l'élaboration de végétaux.
- En faisant la cuisson à la vapeur à pression dans des chambres ou des tunnels.
- En faisant la cuisson à l'air chaud.

Le principal facteur conditionnant au moment de changer une technologie de cuisson est le fait qu'étant donné que le système de transmission de chaleur à l'intérieur du produit à cuire sera différent suivant les systèmes prévus, le procédé doit être ajusté pour obtenir le standard voulu.

Dans les cas où l'on obtiendrait des jus de cuisson concentrés, ceux-ci peuvent être destinés à la récupération de protéines, à l'élaboration de plats préparés ou déversés dans les eaux résiduaires. Ce dernier cas est le plus défavorable étant donné que la réduction de la DCO finale émise serait minimale.

4.22.3 Améliorations

Les principaux bienfaits de cette OPC sont :

- la réduction de la consommation de combustible,
- la réduction de la consommation d'eau pour la production de la vapeur,
- la réduction des émissions dans l'atmosphère de gaz issus de la combustion qui sera plus ou moins importante en fonction du combustible,
- la réduction du débit et de la pollution de l'eau résiduaire.

4.22.4 Exemples d'application

Dans une entreprise de production de jambon cuit qui effectue le procédé de cuisson dans un bain d'eau, la viabilité économique de l'emploi de poches pour la cuisson ne dépendra pas spécifiquement de la réduction des coûts de l'opération elle-même. Une initiative de cette nature sera seulement viable si l'on a besoin de diminuer la pollution des eaux résiduaires de l'unité, en évitant la construction d'une installation de traitement biologique ou si l'on veut obtenir un produit plus savoureux.

4.23 OPC 23. Valorisation de déchets organiques d'origine végétale

4.23.1 Introduction

Le volume de déchets générés lors des étapes de préparation des conserves végétales est une quantité pas du tout négligeable, comme on peut le constater dans le tableau de la page 97.

Ces déchets sont constitués de matière organique synthétisée dans les unités à partir de l'énergie solaire.

Les principales alternatives de valorisation de ces déchets passent, de nos jours, par :

- l'utilisation en tant qu'aliments pour animaux,
- la valorisation énergétique par pyrolyse,
- la matière première des unités de compostage.

Cependant, ces déchets ont été utilisés traditionnellement pour l'obtention de certains ingrédients ou additifs utilisables dans l'alimentation humaine et avec une plus grande valeur ajoutée.

C'est le cas des pectines, qui sont extraites de la peau de la pomme et du citron et qui ont été employées dans la pâtisserie traditionnelle comme agent gélifiant pour l'élaboration de fourrés et de nappages à base de sucre. À l'heure actuelle, les pectines constituent un hydrocolloïde très important pour l'industrie alimentaire et on l'extrait toujours de la peau des citriques et des pommes.

Les pectines sont obtenues par l'intermédiaire d'un procédé d'extraction consistant essentiellement en :

1. l'extraction par hydrolyse de la protopectine par cuisson en milieu acide,
2. la purification,
3. la coagulation en milieu alcoolique,
4. la standardisation.

De même que pour ce procédé, la grande quantité de matière organique, la grande quantité de matière organique suppose une source d'opportunités pour obtenir des matériaux à haute valeur ajoutée et pas uniquement du matériau.

4.23.2 Aspects techniques et facteurs conditionnants

Les principales voies alternatives de valorisation de ces déchets passent par trois stratégies principales :

- Obtention de certains principes immédiats fondamentaux dans l'alimentation animale
- Matière première pour l'obtention de combustibles et de produits chimiques qui en ce moment s'obtiennent à partir du pétrole
- Source d'ingrédients pour la consommation humaine

4.23.2.1 Alimentation animale

Bien qu'il s'agisse d'une pratique traditionnellement répandue, la spécialisation des industries de conserves de végétaux suppose la génération ponctuelle de grandes quantités de déchets végétaux ne pouvant pas être absorbés par le bétail de la zone.

L'étude des propriétés nutritives des déchets organiques et l'utilisation de cette information pour la formulation d'aliments pour animaux peut être une alternative simple pour donner une issue à ce type de déchets dans les zones les plus étendues du territoire.

Des études ont été faites en ce sens pour l'utilisation des déchets en provenance du traitement de l'asperge pour l'alimentation des ruminants et on est arrivé à la conclusion qu'il apportait des protéines de qualité et améliorait la digestibilité par rapport aux aliments standards pour animaux.

Dans la plupart des cas, l'utilisation de ces déchets exigera un traitement préalable à leur mélange avec les autres composants des aliments pour animaux. Les opérations nécessaires seront, pour l'essentiel, un séchage et un broyage adéquats.

4.23.2.2 Matière première pour l'obtention de combustibles et d'autres produits chimiques

La mise à profit des matériaux ligno-cellulosiques se fait au moyen de systèmes physico-chimiques (obtention de pâtes de cellulose, gazéification ou pyrolyse) ou au moyen de la biotechnologie après hydrolyse du déchet en milieu acide et fermentation ultérieure des sucres.

4.23.2.3 Source d'ingrédients pour la consommation humaine

Dans les grandes lignes, le matériau ligno-cellulosique obtenu à partir de l'industrie des conserves peut s'employer comme source de sucres ou bien comme source de fibre. L'obtention de matériaux plus spécifiques tels que pectines (citron, pomme) et huiles essentielles (orange) est également une voie importante à étudier.

À l'heure actuelle, la glucose s'obtient du maïs à partir du lait d'amidon par hydrolyse acide (glucose), hydrolyse enzymatique (dextrose) ou par hydrolyse " acido-enzymatique " (fructose).

La lignine et les polysaccharides (cellulose) sont les principaux composants des déchets de l'industrie des conserves. L'obtention des sucres courants à partir des polysaccharides des tissus structuraux implique l'élimination préalable de la lignine de ces tissus. Le prétraitement le plus adéquat essayé à ce jour pour l'élimination de la lignine se fait avec de la soude (NaOH),

du fait que son coût est raisonnable et qu'elle ne produit pas de substances pouvant interférer dans les processus ultérieurs.

L'hydrolyse enzymatique se base sur l'application d'un système enzymatique comprenant trois composants principaux :

- Endo-glucanase (Cx) 1,4-b-D glucane glucane hydrolase : Provoque la décomposition au hasard de la chaîne de cellulose en donnant du glucose, de la cellobiose et de la cellotriose.
- Exo-glucanase (C1) 1,4-b-D glucane cellobiohydrolase : attaque par le bout non réducteur la chaîne de cellulose en donnant de la cellobiose comme produit primaire.
- Cellobiose (b-glucosidase) : hydrolyse la cellobiose en glucose.

L'obtention de fibre comme ingrédient alimentaire se fera par l'intermédiaire d'un séchage et un broyage adéquats. À l'heure actuelle, les entreprises spécialisées dans la fourniture d'ingrédients disposent d'une gamme de produits très complète provenant de différentes origines et qui apporte des solutions à un marché en croissance, celui des produits enrichis en fibre.

Ces produits, outre leur utilisation pour l'industrie alimentaire, peuvent être employés pour l'élaboration de produits cosmétiques et pharmaceutiques.

4.23.3 Améliorations

Les principaux bienfaits de cette pratique pour l'environnement sont :

- la réduction de la masse de déchets solides générée et la diminution de son impact sur l'environnement ;
- la meilleure utilisation des ressources naturelles et, par conséquent, la diminution de la pression qu'on exerce sur le milieu pour l'obtention d'aliments et de produits chimiques.

PROPOSITIONS ET CONCLUSIONS FINALES

Tous ceux qui vivent sur le rivage de la Méditerranée partagent la mer mais surtout un climat. Ce climat qui conforme notre environnement et fait que les mêmes paysages, la végétation, le calendrier agricole et les produits nous soient familiers se caractérise par le caractère tempéré de ses températures et par les faibles précipitations. La production primaire d'aliments dans la zone méditerranéenne est favorisée par les températures douces, mais, par ailleurs, est menacée par le manque d'eau.

La transformation industrielle de la production primaire qui a lieu dans l'industrie des conserves se heurte à deux éléments du climat méditerranéen qui lui sont défavorables :

- la température, qui nuit à la conservation de la matière première, et
- la pénurie d'eau nécessaire pour séparer de la matière première le produit qui sera finalement consommé et pour finalement le traiter thermiquement dans le but de lui donner une longue durée de vie commerciale

Quant aux principales conséquences écologiques de l'industrie des conserves, elles sont les suivantes :

- Consommation de matières premières, qui, dans certains cas, constituent des ressources naturelles rares et dont l'abus actuel peut compromettre la disponibilité à venir
- Production importante de restes organiques séparés de la matière première d'origine lors du processus d'élaboration
- Consommation importante d'eau pour les nettoyages et les traitements thermiques des produits
- Déversements d'eaux résiduelles à haute charge organique et haute biodégradabilité.
- Présence ponctuellement élevée de certains éléments dans les eaux résiduelles qui sont nuisibles à la vie fluviale, tels que le sel, la soude ou l'acide qui provoquent des variations du pH, les phosphates, les nitrates et les biocides présents dans les détergents.
- Importante consommation énergétique
- Émissions dans l'atmosphère résultant de la combustion de fuel ou de gas-oil pour la production de vapeur

Vu les caractéristiques de la Région méditerranéenne, les impacts les plus importants sont ceux liés à l'eau. La disponibilité en eau peut s'avérer un facteur décisif susceptible de rendre viable une alternative qui ne le serait pas si elle ne tenait compte que du coût de l'eau. D'autre part, les déversements fluviaux sont généralement problématiques du fait de la faible capacité de dilution, en dépit de sa biodégradabilité, de la pollution apportée. Le milieu fluvial a une capacité limitée pour admettre une charge organique, dépassée il y a des années de cela dans bien des bassins.

Dans le chapitre précédent, on a surtout présenté des solutions technologiques orientées à minimiser ces effets, que l'on pourrait résumer comme suit :

- Utilisation efficace de l'eau recirculant entre des courants du procédé ou fermant des circuits de refroidissement (OPC 3, 7 et 8)
- Obtenir un rendement maximal de la matière première transformée, notamment pour les produits de la pêche (OPC 2 et 12)
- Utiliser des systèmes de nettoyage du produit et des installations efficaces minimisant la consommation d'eau et le transfert de la pollution (OPC 1, 9 et 13)
- Prévenir le déversement de sel en provenance des saumures (OPC 6 et 14)
- Prévenir le déversement de produits chimiques (OPC 4 et 5)
- Minimiser la transmission de pollution organique aux eaux (OPC 1, 11, 17 et 22)
- Utilisation des restes organiques (OPC 15, 16, 20 et 23)
- Réduire la consommation énergétique et notamment de vapeur (7, 18, 20 et 21)

De l'analyse de la plupart des OPC, il en ressort un principe qui, bien qu'il ne soit pas nouveau, doit toujours être pris en compte : l'accroissement de la capacité de production signifie une opportunité de minimiser des ressources d'un point de vue unitaire. Toutefois, ce principe est en opposition avec un autre bien connu pour ceux qui se consacrent à l'environnement : plus la production est concentrée, plus la problématique liée à l'environnement est majeure au niveau local. Dans le cas concret de l'industrie des conserves, une concentration majeure ne signifiera pas nécessairement plus de pollution si des mesures de minimisation sont mises en oeuvre et si les traitements en bout de tuyau (*end-of-pipe*) sont correctement dimensionnés.

Le secteur des conserves est polarisé principalement en deux groupes : petites entreprises et moyennes et grandes entreprises. Par ailleurs, le fait que la majeure partie de la production aboutisse au consommateur final fait que la politique des prix est déterminée par la grande distribution. Mettre en oeuvre des solutions dans les petites entreprises suppose de sauver l'accès aux nouvelles technologies, normalement leur coût élevé, en sauvant la faible capacité de production et la stationnarité pour la plupart des produits. Les grandes entreprises, vu leur production élevée, peuvent avoir une meilleure répercussion des coûts des nouvelles technologies, mais continuent de dépendre de la stationnarité et des marges que leur permet la distribution.

À ce stade, il semble peu viable de réduire la pression sur l'environnement du secteur des conserves en faisant de grands projets de reconversion. Cependant, les améliorations peuvent être substantielles le moment venu d'affronter un changement de technologie pour des raisons diverses (pannes, accroître la capacité de production). Dans ces cas-là, une réflexion profonde sur les différentes alternatives incluant les aspects écologiques, facteur chaque jour plus conditionnant, s'impose.

Un exemple clair de ce qui a été exposé au paragraphe précédent, c'est l'OPC 14. L'investissement pour installer une unité de traitement des saumures implique un investissement élevé difficilement justifiable à lui seul. Ceci dit, utiliser ce dispositif comme une partie de la toiture d'un édifice nouveau pourrait même s'avérer rentable.

Dans le cadre de l'UE, l'application de la directive IPPC 96/61/CE, qui vise clairement la réduction à la source basée sur les Meilleures Techniques Disponibles (MTD), peut représenter pour les entreprises des pays de la Communauté la possibilité d'agir selon les PPP présentées qui exigent des avancées technologiques plus importantes et des investissements forts. En ce qui concerne l'exécution d'une activité, on ne connaît pas de moyen plus respectueux de l'environnement que les Meilleures Techniques Disponibles, pourvu que les coûts pour les entreprises devant utiliser ces techniques restent dans les limites du raisonnable. Pour les entreprises des pays hors cadre légal, ceci peut s'avérer une référence importante au niveau de l'orientation de nouveaux investissements, ainsi qu'une possibilité de se distinguer face au défi de l'exportation.

L'innovation nécessaire pour assumer les nouveaux défis du marché est probablement une nouvelle opportunité de réduire l'impact environnemental de ce secteur. Les consommateurs des pays plus développés exigent à l'heure actuelle des produits plus élaborés (" meal solutions ") leur permettant d'économiser des heures de cuisine et, d'autre part, des aliments transformés au moyen de traitements moins agressifs conservant leurs propriétés naturelles et généralement plus sains.

Donner une réponse à ces nouvelles exigences implique pour l'industrie des conserves de réfléchir sur les procédés traditionnels de conservation employés en vue d'arriver à des solutions plus respectueuses des aliments et de l'environnement.

L'innovation que nous propose l'investigation appliquée dans ce secteur est encourageante dans le sens où elle apporte des solutions moins agressives vis-à-vis de l'environnement. La plupart des idées compilées à la suite ont été prouvées de façon satisfaisante en laboratoire voire en installation pilote. Les autres sont des technologies déjà consolidées que les circonstances du secteur n'ont pas rendu viables.

Les principales alternatives d'avenir que l'on entrevoit pour le secteur des conserves sont :

- L'utilisation de la technologie de membrane pour la pasteurisation à froid de liquides
- Systèmes de nettoyage n'utilisant pas de détergents et de désinfectants chimiques présents dans les eaux résiduaires (désinfection à l'ozone ou aux UV, nettoyage au CO₂).
- L'utilisation de la technologie des enzymes et de la biotechnologie en tant qu'alternative aux traitements chimiques.
- L'utilisation de la technologie d'irradiation, d'ultrasons et de haute pression en tant qu'alternative à la pasteurisation thermique.
- L'utilisation de méthodes combinées de conservation simples, économiques, indépendantes de la chaîne de froid et efficaces énergétiquement, utilisant les principes de la technologie d'humidité intermédiaire pour augmenter la durée de vie des aliments.
- L'utilisation de sources alternatives d'énergie (gaz naturel, énergie solaire et énergie éolienne) diminuant les émissions issues de la combustion, ainsi que la cogénération dans les grandes installations.

À présent, il ne reste plus que deux choses à faire : mettre les mains à la pâte pour appliquer l'applicable et réfléchir pour faire de ce qui, aujourd'hui, ne sont que de bonnes idées une réalité.

ANNEXE I
SOURCES D'INFORMATION

1. BOJA, R. ; MARTIN, A ; DURÁN, M. ; HARO, M. ; LUQUE, M. Titre :Digestión anaerobia de las aguas residuales del proceso de elaboración del pimiento en conserva. Revue-Titre :Tecnología del agua. 1993,
2. GARRIDO FERNANDEZ, A. Titre : Tratamientos de salmueras de la industria de vegetales fermentados. Revue-Titre : Alimentación, equipos y tecnología. 1992.
3. GARCÍA BUENDIA, A. Titre : Actuaciones en la gestión y tratamiento de los vertidos para la industria conservera de productos pesqueros. Revue-Titre : Alimentación, equipos y tecnología. 1992.
4. GARRIDO, A. Titre :Estudio de las aguas residuales del proceso de elaboración de aceitunas negras por oxidación y sus reutilizaciones (et II). Influencia sobre la calidad del producto final y sus salmueras de envasado. Revue-Titre : Grasas y aceites. 1984.
5. PÉREZ, A.I. ; GOYTIA, M. ; MUGURUZA, I. ; BLANCO, F. Titre : Depuración biológica de efluentes con alto contenido salino. Revue-Titre : Tecnología del agua. 1996.
6. LAZARO BELANCHE, L. ; ARAUZO PEREZ, J. Titre : Aprovechamiento de residuos de la industria de conservas vegetales. Hidrólisis enzimática. Revue-Titre : Zubia. 1994.
7. LAZARO BELANCHE, L. ; ARAUZO PEREZ, J. Titre : Impacto ambiental del sector conservero de productos marinos en Galicia. Revue-Titre : Tecnología del agua. 1994.
8. ALONSO, A. A. ; BANGA, J. R. ; GALLARDO, J. M. ; PEREZ MARTIN, R.I. Titre : Control mediante ordenador del tratamiento térmico de conservas de alimentos en autoclaves de vapor. Revista española de ciencia y tecnología de alimentos. 1993.
9. GUZMAN MARTINEZ-VALLS, G. ; GUZMAN JIMENEZ, G. Titre : Conservas, evolución y tendencias en la naturaleza, tecnología y funciones de los envases. Revue-Titre : Alimentación, equipos y tecnología. 1992.
10. KNORRP, R. Titre : Esterilización y refrigeración en continuo de conservas de pescado. Revue-Titre : Alimentación, equipos y tecnología. 1992.
11. MORELL CALATAYUD, M. J. ; TARRAZO MORELL, J. Titre : Pelado de frutas y hortalizas. Revue-Titre : Alimentación, equipos y tecnología. 1991.
12. MUNUERA ALEMAN, J. L.. Titre : La política de la gama de productos en la industria conservera murciana. Revue-Titre : Revista de estudios agrosociales. 1998.
13. BERMELL, S. ; MORELL, J. ; CARRASCO, J. M. Titre : Niveles de contaminación de los vertidos líquidos procedentes de las industrias de conservas vegetales. II. Conservas de alcachofas, judías verdes, espárragos y pimientos. Revue-Titre : Revista de agroquímica y tecnología de alimentos. 1979.

15. SOTO, M. ; MENDEZ, R. ; LEMA, J. M. Titre : Efluentes residuales en la industria de procesado de productos marinos. Caracterización, gestión de efluentes y alternativas de tratamiento. Revue-Titre : Ingeniería química (Madrid). 1990.
16. ARRIZABALAGA, B. Titre : Sector conservero navarro. Fórmulas para una reestructuración. Revue-Titre : Navarra agraria. 1991.
17. MONTAÑO, A. ; Sanchez Estrada, M^a I. Titre : Características del sistema de calidad en conservas vegetales. Revue : Alimentación, equipos y tecnología. Septiembre 1999.
18. CALDERÓN J. Titre : Tractament d'aigües residuals a la indústria alimentària. Revue : Tecnologia i Ciència dels Aliments. Septiembre 1999.
19. OMIL, F.; MENDEZ, R.; LEMA, J.M. Depuración anaerobia de efluentes en industrias conserveras de productos marinos. Revue : Tecnología del agua. Octubre 1995.
20. Normativa de envases de hojalata, papel, y cartón en la industria alimentaria. Revue : Equipos y Tecnología. Diciembre 1996.
21. DÍAZ, O; COBOS, A. Titre : La conservación de los alimentos por métodos combinados. Revue : Alimentación, equipos y tecnología. Diciembre 1999.
22. DÍAZ, O; COBOS, A. Titre : La conservación de los alimentos por métodos combinados.(II). Revue : Alimentación, equipos y tecnología, Diciembre 1999.
23. OMIL, F.; MENDEZ, R.; LEMA, J.M. Impacto Ambiental del sector conservero de productos
24. BARCELÓ, A; SIRERA, S. Titre : Elaboración de una semiconserva light en sodio de filetes de anchoa en aceite de oliva. Revue : Alimentación, equipos y tecnología.
25. NORIEGA DOMÍNGUEZ, M^a J. Titre : Gestión de los residuos industriales agroalimentarios. Revue : Alimentación, equipos y tecnología. 2000.
26. Guías Tecnológicas. Epígrafe Elaboración de conservas vegetales. Ainia. Ministère de l'Industrie et de l'Énergie. 2000.
27. PIZARRO CAMACHO, D. Titre : Las aguas residuales en la industria agroalimentaria (II). Revue : Alimentación, equipos y tecnología. 2000.
28. Guías Tecnológicas. Epígrafe, Elaboración de zumos. Ainia. Ministère de l'Industrie et de l'Énergie. 2000.
29. FIESTAS ROS DE URSINOS, J.A. ; BORJA PADILLA, R.; DURAN BARRANTE, M^a M; GONZALEZ, L . Titre : Nuevas perspectivas en la depuración de aguas residuales de industrias agroalimentarias. Revue : Alimentación, equipos y tecnología. Mai 1992.
30. JASME MIRANDA, M.E; CHAMY MAGGI, R. Utilización de desechos sólidos de la industria pesquera. Revue : Alimentación, equipos y tecnología. Juin 1991.
31. CAÑADA, J.; GOMEZ, C.; MORAL., A. Aprovechamiento de residuos de pescados mediante fermentación láctica. Revue : Alimentación, equipos y tecnología. Juin 1991.
32. RASO, J; ALVAREZ, S; CONDÓN, S; SALA, F.J. Titre : La conservación de los alimentos mediante pulsos eléctricos de alto voltaje. Aspectos técnicos. Alimentación, equipos y tecnología. Diciembre 1999.
33. VISERDA, P.; ABRIL, J.; NIETO, C. Simulación del proceso de esterilización de conservas vegetales en autoclaves horizontal. Alimentación, equipos y tecnología. 2000.

34. LOPEZ CAPONT, F. Titre : Revisión tecnológica de la industria pesquera española. Alimentación, Equipo y Tecnología. Novembre 1992.
35. GARZA, S; ARANTEGUI, J; IBARZ. Evaporadores en la industria de zumos de frutas. Alimentación, Equipos y Tecnología. Octubre 1998.
36. SANCHEZ, M^a T. Titre : La ingeniería de proceso de los productos vegetales enlatados. Alimentación, Equipos y Tecnología. Décembre 1998.
37. LOPEZ, A; VIRSEDA, P. Eficiencia energética de las industrias catalanas de conservas vegetales y zumos. Alimentación, Equipo y Tecnología. Octubre 1996.
38. VIEITES BAPTISTA DE SOUSA, J.M. Titre : El control de calidad de conservas de moluscos. Alimentación, Equipos y tecnología. Novembre 1999.
39. SERRA, J.A.; ESCRICHE, I.; GOMEZ, M.; MERINO, M. Titre : Análisis de riesgos y control de puntos críticos (ARPC) del proceso de enlatado del champiñón. Alimentación, Equipos y Tecnología. Octubre 1997.
40. SANCHEZ, M^a T. Titre : Tratamientos térmicos de escaldado y congelación. Alimentación, Equipos y Tecnología. Juin 1996.
41. BELTRAN, A. Titre : Elaboración y congelación de platos precocinados. Alimentación, Equipos y Tecnología. Juillet/ août 2000.
42. FONOLLA, J. ; BOZA, J. Utilización de los residuos del espárrago procedentes de la industria conservera en la alimentación de rumiantes. 1993.
43. Cambios repentinos en el mercado mundial del atún. Productos del Mar. Un mundo Pesquero. Mai/juin 2000.
44. Plan de innovación para el sector de conservas de pescados y mariscos. Productos del mar. Juillet/août 2000.
45. El sector industrial transformador de productos del mar. Productos del Mar. Avril 2000.
46. Datos valores producción conservas pescado. Productos del Mar. Avril 2000.
47. Intensa actividad en I+D de Anfaco-Cecopesca en 1999. Productos del Mar. Mars/avril 2000.
48. Estadísticas de comercio exterior del primer trimestre del año 2000. Productos del Mar. Juillet/août 2000.
49. Conservas de pescado, todavía muy desconocidas. Productos del Mar. Mars/avril 2000.
50. Conservas de pescados y mariscos y semiconservas de anchoa de aceite. Productos del Mar. Janvier/ février 1998.
51. Cogeneración en las industrias de conservas de pescado. Productos del Mar. Mars/avril 1998.
52. Conservas de pescado: exportaciones e importaciones 96/97. Productos del Mar. Mars/avril 1998.
53. Asociación Española de Fabricantes de harinas y aceites de pescado. Productos del Mar. Juillet/août 1998.
54. La modernización de la industria conservera. Productos del Mar. Septembre/octobre 1997.
55. Conservas de pescado: datos producción 1996. Productos del Mar. Septembre/octobre 1997.

56. VIEITEIS BAPTISTA DE SOUSA, J.M. Titre : La sardina: datos de producción. Productos del Mar. Juillet/août 1998.
57. ALONSO GONZALEZ, J.A.. Titre : Estudio sobre el uso racional de la energía en el sector conservas. Alimentación, Equipos y Tecnología. Juin 1998.
58. LOPEZ, A; ARROQUI, C; VIRSEDA, P; PIPAON, J; ESNOZ, A. Titre : Modelo matemático del proceso de escaldado de vegetales. Alimentación, Equipos y Tecnología. Juin 1998.
59. CAMACHO SALAS, E; DIEZ MARQUES, C; CAMARA HURTADO M^ªM. Titre : Conservación de frutas (elaboración de confituras y mermeladas). Alimentación, Equipos y tecnología. Juin 1998.
60. WINDSOR, M; BARLOW, S. Titre : Introducción a los subproductos de pesquería. Editorial Acribia. Saragosse, 1984.
61. MESEGUER, C. Titre : Ahorro y eficiencia energética en la industria alimentaria. I Jornada técnica. El medio Ambiente en la industria alimentaria. Barcelone, 1993.
62. PAINE, F; PAINE, H. Titre : Manual de envasado de alimentos. Ediciones A. Madrid Vicente, Editions. Madrid, 1992.
63. DALZELL, J.M. Titre : Food industry and the environment. Editorial Blackie academic & Professional.
64. SIKORSKI, E. Tecnología de los productos del mar: Recursos, composición nutritiva y conservación. Editorial Acribia, S.A. Saragosse, 1994.
65. GONZALEZ, I ; ROMERO, PEDRO. Titre : Antropología de la alimentación: Nuevos ensayos sobre la dieta mediterránea. Université de Séville. Séville, 1996
66. GRANDE, F; FISCHLER, C; GAST, M; LUJAN, N; MASANA, L; MONTANARI, M; DE OYA, M; RIERA, I; TORRES, M; VEGA, G.L.; Titre : L ' alimentació mediterrània. Editorial F.Xavier Medina. Barcelone, 1996.
67. MESTRE, R; PERIS, A; MASSATS, J. Titre : El libro de las Conservas (I); Guía práctica ilustrada. Editions Primera plana. Janvier 2000.
68. HEISS, R. Titre : Principios de envasado de los alimentos. Editorial Acribia. Saragosse, 1977.
69. RAVENTOS, M; MAS, C. Titre : Tractaments d' aigua residual a la indústria alimentària. Editions UPC. Barcelone, 1999.
70. PRICE, J.F. ; SCHWEIGERT, B. Titre : Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. Editorial Acribia, S.A.
71. BELLO, J.; ASTIASARAN, I. Titre : Manual sobre carnes y derivados. Faculté de Pharmacie. Université de Navarre. Pampelune, 1993.
72. MIGAUD, M; FRENTZ., J.C. Titre : La charcuterie crue. Editions Soussana, S.A. Orly, 1978.
73. NEMEROW, N.L.; DASGUPTA, A. Titre : Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos. Editions Díaz de Santos, S.A. Madrid, 1998.
74. CASAL, J; CLOTET, R. Titre : Operacions unitàries de la indústria alimentària. Édité pour la Sociéte Catalane de Technologie. Barcelone, 1995.

75. COSTA, J; CERVERA, S; C UNILL, F; ESPLUGAS, S; MANS, C; MATA, J. Titre : Curso de Química Técnica, Introducción a los procesos, las operaciones unitarias y los fenómenos de transporte en la Ingeniería Química. Editorial reverté, S.A. Barcelone, 1985.
76. Gestió de l' aigua a la indústria. Estalvi i depuració. Revue Technologies avançades en estalvi i eficiència energètica.
77. SANS, R. Titre : Minimización del consumo de agua en la industria. I Jornada Técnica, El medio Ambiente en la industria alimentaria. Barcelone, 1993.
78. Aguas residuales en la industria agroalimentaria. École officielle d'ingénieurs-Agronomes de Murcie. Murcie, 1991
79. CASP, A; ABRIL, J. Titre : Procesos de la conservación. 2000.
80. PERRY JOHN H. Titre : Chemical Engineers' Handbook. McGraw-hill book company, Inc. New York et Londres, 1941.
81. BARTHOLOMAI, A. Fábricas de alimentos, Procesos, equipamiento, costos. Editorial Acribia, S.A. Saragosse, 1991.
82. Danish Environmental Protection Agency. Cleaner Production Assessment in Meat Processing. Industrial Sector Guide. 2000.
83. Danish Environmental Protection Agency. Cleaner Production Assessment in Fish Processing. Industrial Sector Guide. 2000.
84. Guías Tecnológicas. Epígrafe, Elaboración de productos cárnicos. Ainia. Ministère de l'Industrie et de l'Énergie. 2000.
85. J.WICKS, R. Food Processing Ingredients Sector. Foreign Agricultural Service Gain Report. Septembre 2000.
86. OFFICE OF AGRICULTURE AFFAIRS. Canned Deciduous Fruit. Foreign Agricultural Service Gain Report. Mars 2000.
87. PIASON, F.J. Poultry and Products. Foreign Agricultural Service Gain Report. Août 2000.
88. PIASON, F.J. Seafood Preliminary Data on 1999 French Seafood Market 2000. Foreign Agricultural Service Gain Report. Avril 2000.
89. PIASON, F.J. Tomatoes and Products Annual 2000. Foreign Agricultural Service Gain Report. Mai 2000.
90. GOMEZ GARCIA, J. Conservas de fruta. Icx. Secrétariat d'État au Commerce, au Tourisme et aux petites et moyennes entreprises, Ministère de l'Économie et Des Finances. Octobre 1998.
91. O.C.D.E. Estudio sobre las pesquerías en los países miembros de la OCDE. Paris, 1997.
92. GOMEZ GARCIA, J.J. Notas sectoriales: Conservas de Fruta. Icx. Madrid, 1998.
93. DATABANK. Conservas de pescado en Italia. Milan, 1997.
94. ICEX. Fichas País. Madrid, 1997.
95. SAYIGH, A.A.M. Solar Energy Engineering. Academic Press. New York, San Francisco, Londres, 1977.

ANNEXE II
ADRECES WEB

- Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation (FAO) : www.fao.org
- Chambre de Commerce de Barcelone-Camerdata : www.camerdata.es
- Institut Espagnol du Commerce Extérieur (ICEX) : www.icex.es
- Organisation Mondiale du Commerce (OMC) : www.wto.org
- Banque Mondiale : www.worldbank.org

R A N I

R E

**Centre d'Activités Régionales
pour la Production Propre (CAR/PP)**

París, 184, 3a planta - 08036 Barcelone (Espagne)

Tel.: +34 93 415 11 12 - Fax: +34 93 237 02 86

E-mail: cleanpro@cema-sa.org

<http://www.cema-sa.org>