FAO
DOCUMENT
TECHNIQUE SUR
LES PÊCHES ET
L'AQUACULTURE

525

ISSN 2070-7029

Élaboration des semi-conserves d'anchois: aspects économiques, techniques et hygiéniques

Photo de la couverture:
Établissement de préparation d'anchois salés au Maroc. Courtoisie de INFOSAMAK.

Élaboration des semi-conserves d'anchois: aspects économiques, techniques et hygiéniques

FAO
DOCUMENT
TECHNIQUE SUR
LES PÊCHES ET
L'AQUACULTURE

525

par

Lahsen Ababouch
Chef
Service de l'utilisation et de la commercialisation du poisson
Division des produits et de l'industrie de la pêche
Département des pêches et de l'aquaculture de la FAO
Rome, Italie

Abdelhaq El Marrakchi
Professeur
Institut agronomique et vétérinaire Hassan II
Rabat, Maroc

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE
Rome, 2009

Les appellations employées dans ce produit d'information et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. La mention de sociétés déterminées ou de produits de fabricants, qu'ils soient ou non brevetés, n'entraîne, de la part de la FAO, aucune approbation ou recommandation desdits produits de préférence à d'autres de nature analogue qui ne sont pas cités.

Les opinions exprimées dans la présente publication sont celles du/des auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement celles de la FAO.

ISBN 978-92-5-206310-0

Tous droits réservés. Les informations contenues dans ce produit d'information peuvent être reproduites ou diffusées à des fins éducatives et non commerciales sans autorisation préalable du détenteur des droits d'auteur à condition que la source des informations soit clairement indiquée. Ces informations ne peuvent toutefois pas être reproduites pour la revente ou d'autres fins commerciales sans l'autorisation écrite du détenteur des droits d'auteur. Les demandes d'autorisation devront être adressées au:
Chef de la Sous-division des politiques et de l'appui en matière
de publications électroniques
Division de la communication, FAO
Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italie
ou, par courrier électronique, à:
copyright@fao.org

© FAO 2009

Préparation de ce document

Les anchois de la famille des engraulidés se regroupent en sept espèces de petits poissons pélagiques qui se rencontrent dans la mer Méditerranée, l'océan Atlantique, l'océan Pacifique et l'océan Indien.

Les anchois sont consommés à l'état frais, congelé, salé, en semi-conserves, mariné ou sous forme de pâte d'anchois.

Les semi-conserves d'anchois au sel sont des préparations élaborées à partir d'anchois ayant subi une maturation (ou anchoitage) pendant une durée minimale de 2 à 3 mois avant d'être conditionnées en fûts, boîtes ou en bocaux de verre étanches aux liquides.

Traditionnellement, les unités d'anchoitage étaient localisées surtout dans les pays de l'Europe du Sud (Espagne, France et Italie). La préparation et la consommation de produits à base d'anchois y est connue depuis l'époque romaine. Pendant les dernières décennies, il y a eu une délocalisation de cette industrie, notamment de l'Europe du Sud vers l'Afrique du Nord, en particulier au Maroc qui est devenu un des plus importants exportateurs de semi-conserves d'anchois dans le monde.

C'est pendant cette phase de développement de l'industrie de l'anchoitage au Maroc que les auteurs ont mené plusieurs études de recherche appliquée pour mieux élucider les aspects technologiques et biologiques de l'anchoitage, afin de mieux conseiller les professionnels et les responsables sanitaires.

Le présent document est une mise au point de leurs études, enrichies par d'autres travaux conduits en Espagne, France, Italie et Argentine entre autres. Il traite des aspects économiques, techniques et hygiéniques de l'élaboration des semi-conserves d'anchois. Il est destiné tout d'abord aux professionnels de l'industrie des semi-conserves d'anchois, mais également aux qualiticiens, technologues, inspecteurs sanitaires et chercheurs en technologie et hygiène alimentaires.

Les auteurs souhaiteraient remercier les chercheurs qui ont mené, sous leur supervision, les études citées en références, les autres collègues pour leurs commentaires et les professionnels marocains qui ont ouvert les portes de leurs unités d'anchoitage pour permettre aux auteurs et autres chercheurs de les visiter.

Résumé

Les anchois de la famille des engraulidés se regroupent en sept espèces de petits poissons pélagiques qui se rencontrent dans la mer Méditerranée, l'océan Atlantique, l'océan Pacifique et l'océan Indien.

Les volumes d'anchois capturés ont beaucoup fluctué pendant les 60 dernières années, passant de 540 000 tonnes en 1950 à 14,5 millions de tonnes en 1970, pour chuter vers 2 à 7 millions de tonnes pendant les vingt années suivantes. Pendant la décennie en cours, les captures se sont stabilisées aux alentours d'une moyenne de 12,5 millions de tonnes par an pendant la période 1999-2005.

Les anchois sont commercialisés pour la consommation humaine (30 pour cent des captures environ), ou pour la fabrication d'aliments de bétail (70 pour cent environ). Dans le premier cas, ils sont consommés à l'état frais, congelé, salé, en semi-conserves, mariné ou sous forme de pâte, alors que dans le deuxième cas, ils sont transformés en farine et huile de poisson.

Le commerce mondial de produits à base d'anchois a connu un développement impressionnant pendant les quatre dernières décennies. Les importations sont passées de 20 500 tonnes en 1976 à 137 300 en 2005, principalement sous forme de semi-conserves d'anchois (29 pour cent) et de produits frais ou congelés (28 pour cent), suivis d'anchois salés. La valeur de ces importations mondiales est passée de 30 millions d'USD en 1976 à 400 millions d'USD en 2005, dont 60 pour cent pour les semi-conserves.

Le présent document est une mise au point des aspects économiques, techniques et hygiéniques de l'élaboration des semi-conserves d'anchois. Il compile et analyse les études qui ont été réalisées dans les pays ayant une tradition d'anchoitage et/ou une importante industrie de fabrication des semi-conserves d'anchois, notamment la France, l'Espagne, l'Italie, le Maroc, la Turquie et l'Argentine.

Il est destiné tout d'abord aux professionnels de l'industrie des semi-conserves d'anchois, mais également aux qualiticiens, technologues, inspecteurs sanitaires et chercheurs en technologie et hygiène alimentaires.

Il est divisé en plusieurs chapitres conçus pour éclairer le lecteur sur les aspects économiques et techniques de l'élaboration des semi-conserves d'anchois, puis le guider à travers les aspects hygiéniques et sanitaires avant de fournir des exemples pratiques à même de permettre la mise en place d'un programme HACCP (Analyse des risques — points critiques pour leur maîtrise) pour l'assurance de la sécurité sanitaire du produit fini. Toutefois, il faut souligner que le plan HACCP proposé et ses éléments de maîtrise et de surveillance sont fournis à titre d'exemple pour illustrer les modalités pratiques d'un tel exercice. Ils doivent être impérativement adaptés à la situation particulière de chaque unité d'anchoitage pour développer une démarche HACCP fiable.

Ababouch, L.; El Marrakchi, A.
Élaboration des semi-conserves d'anchois: aspects économiques, techniques et hygiéniques.
FAO Document technique sur les pêches et l'aquaculture. No. 525. Rome, FAO. 2009. 90p.

Table des matières

Préparation de ce document iii
Résumé iv

1. Le commerce mondial d'anchois 1
1.1 Introduction 1
1.2 Captures 1
1.3 Principales espèces commerciales 3
1.3.1 Anchoveta (*Engraulis ringens*) 3
1.3.2 Anchois européen (*Engraulis encrasicolus*) 3
1.3.3 Anchois argentin (*Engraulis anchoita*) 4
1.3.4 Anchois japonais (*Engraulis japonicus*) 5
1.4 Commerce mondial de l'anchois 5
1.4.1 Commerce mondial d'anchois salé 6
1.4.2 Commerce mondial des semi-conserves d'anchois 8
1.4.3 Commerce mondial d'anchois frais et congelé 9
1.5 Analyse par pays 10
1.5.1 Espagne 10
1.5.2 Italie 12
1.5.3 Maroc 13
1.6 Prix 14
1.7 Considérations économiques 15

2. Technologie des semi-conserves d'anchois salés 21
2.1 Introduction 21
2.2 Technologie 21
2.2.1 Matière première et ingrédients 22
2.2.1.1 Anchois 22
2.2.1.2 Le sel 25
2.2.1.3 Autres ingrédients 26
2.2.2 Opérations préliminaires 26
2.2.2.1 Présalage 26
2.2.2.2 Etêtage-éviscération 26
2.2.2.3 Lavage-égouttage 27
2.2.3 Salage-maturation 27
2.2.3.1 Technique 27
2.2.3.2 Facteurs de l'anchoitage 27
2.2.3.3 Modifications subies au cours de l'anchoitage 29
2.2.3.4 Appréciation de l'anchoitage 37
2.2.4 Lavage-égouttage 41
2.2.5 Filetage 41
2.2.6 Conditionnement 42

2.2.7 Marquage 42
2.2.8 Lavage 42
2.2.9 Entreposage 42

3. Caractérisation des dangers liés à la production des semi-conserves d'anchois salés 47

3.1 Dangers biologiques (bactériologiques) 47
3.1.1 *Clostridium botulinum* 47
3.1.2 Entérobactéries pathogènes 49
3.1.2.1 *Escherichia coli* 49
3.1.2.2 *Salmonella* 50
3.1.3 *Staphylococcus aureus* 50
3.1.4 Bactéries productrices d'histamine 51
3.2 Dangers chimiques 52
3.2.1 Métaux lourds 52
3.3 Conclusion 53

4. Application du système HACCP pour l'assurance de la salubrité et de la qualité des anchois salés 55

4.1 Principes de base du système HACCP 55
4.1.1 Définitions 55
4.1.2 Principes 56
4.2 Application de système HACCP à la fabrication d'anchois salés 57
4.2.1 Constituer une équipe HACCP 57
4.2.2 Décrire le produit 58
4.2.3 Déterminer l'utilisation prévue 59
4.2.4 Établir le diagramme de fabrication 59
4.2.5 Confirmer sur place le diagramme de fabrication 59
4.2.6 Procéder à l'analyse des dangers 59
4.2.7 Déterminer les points critiques de maîtrise (PCM) 61
4.2.8 Fixer les seuils critiques pour chaque point critique de maîtrise PCM 61
4.2.9 Mettre en place un système de surveillance pour chaque PCM 61
4.2.10 Établir un plan de mesures correctives 63
4.2.11 Instaurer des procédures de vérification 63
4.2.12 Établir un système d'enregistrement et de documentation 63
4.2.13 Récapitulatif 64
4.2.14 Exemples de mesures de maîtrise, de surveillance et de registres documentaires 65
4.2.14.1 Bonnes pratiques hygiéniques 65
4.2.14.2 Bonnes pratiques de manutention de l'anchois frais 71
4.2.14.3 Exemple de salage des anchois 71
4.2.14.4 Contrôle des pratiques hygiéniques au laboratoire 72
4.2.14.5 Dosage du chlore actif dans l'eau et les solutions désinfection 75

4.2.14.6 Mesure de la température du poisson frais à la réception 75
4.2.14.7 Évaluation de la fraîcheur du poisson 75
4.2.14.8 Détermination de l'azote basique volatil total (ABVT) 77
4.2.14.9 Dosage de l'histamine par chromatographie en couche mince 79
4.2.14.10 Dosage du sel dans le poisson 80

Références **85**

Liste des tableaux

Tableau 1.1 Importations d'anchois salés 7

Tableau 1.2 Exportations d'anchois salé 7

Tableau 1.3 Importations de semi-conserves d'anchois 8

Tableau 1.4 Exportations de semi-conserves d'anchois 9

Tableau 1.5 Importations d'anchois frais et congelé 9

Tableau 1.6 Exportations d'anchois frais et congelé 10

Tableau 1.7 Importations espagnoles d'anchois salé 11

Tableau 1.8 Importations Italiennes de semi-conserves d'anchois 12

Tableau 1.9 Caractéristiques types des senneurs marocains 16

Tableau 2.1 Composition chimique du muscle de l'anchois 24

Tableau 2.2 Influence de la concentration en NaCl sur la croissance des microorganismes 26

Tableau 2.3 Évolution des paramètres physico-chimiques de l'anchois au cours de la maturation 30

Tableau 2.4 Bactéries productrices d'histamine dans le muscle du poisson 34

Tableau 2.5 Évaluation organoleptique de l'anchois maturé 38

Tableau 2.6 Évaluation organoleptique de l'anchois maturé 39

Tableau 2.7 Indices chimiques d'appréciation de la maturation des anchois salés 39

Tableau 2.8 Évolution de divers paramètres chimiques et bactériologiques des semi-conserves d'anchois pendant l'entreposage en fonction de la température 45

Tableau 3.1 Caractéristiques de *Clostridium botulinum* 48

Tableau 3.2 Effet combiné de la température, pH et concentration en sel pour inhiber la croissance de *Clostridium botulinum* dans les produits alimentaires 49

Tableau 3.3 Caractéristiques physico-chimiques pour l'inhibition de la croissance de quelques bactéries pathogènes 50

Tableau 4.1 Exemple de plan HACCP pour l'élaboration des semi-conserves d'anchois salé 67

Tableau 4.2 Exemple d'un programme de nettoyage et désinfection 70

Tableau 4.3 Quantités de glace utilisées pour le transport du poisson frais 71

Tableau 4.4 Expression de la salinité des saumures 73

Tableau 4.5 Critères microbiologiques de l'eau potable 73

Tableau 4.6 Critères microbiologiques pour évaluer l'efficacité du nettoyage et de la désinfection 74

Tableau 4.7 Méthode de l'Union européenne (Règlement 33/89) de cotation de la fraîcheur 76

Tableau 4.8 Plan d'échantillonnage pour l'évaluation de la fraîcheur du poisson 77

Tableau 4.9 Catégories de fraîcheur selon le règlement (33/89) de l'Union européenne 77
Tableau 4.10 Classement de la qualité des poissons pélagiques selon la teneur en ABVT 79
Tableau 4.2.14.1 Santé des employés 82
Tableau 4.2.14.2 Contrôle de l'hygiène personnelle 82
Tableau 4.2.14.3 Contrôle du nettoyage et de la désinfection 82
Tableau 4.2.14.4 Contrôle du chlore résiduel 83
Tableau 4.2.14.5 Contrôle de la qualité microbiologique de l'eau 83
Tableau 4.2.14.6 Contrôle de la qualité du poisson frais 83
Tableau 4.2.14.7 Contrôle des conditions de pré-salage 83
Tableau 4.2.14.8 Contrôle des conditions de salage 84
Tableau 4.2.14.9 Registre des maintenances de l'équipement 84
Tableau 4.2.14.10 Enregistrement des mesures correctives 84

Liste des figures

Figure 1.1	Captures par famille de poisson en 2005	1
Figure 1.2	Production mondiale d'anchois	2
Figure 1.3	Pays producteurs des principales espèces d'anchois, 1970-2005	2
Figure 1.4	Commerce mondial d'anchois – Volumes importés	5
Figure 1.5	Évolution des exportations d'anchois (valeur), 1976-2005	6
Figure 1.6	Captures d'anchois par la flotte espagnole selon les zones de pêches, 1950-2005	11
Figure 1.7	Production de semi-conserves d'anchois par l'Espagne, 1976-2005	11
Figure 1.8	Production et importations de semi-conserves d'anchois par l'Italie	12
Figure 1.9	Production marocaine de semis-conserves d'anchois, 1988-2005	13
Figure 1.10	Prix mensuel moyen d'anchois frais en Espagne, 2004-2007	14
Figure 1.11	Prix unitaire mensuel moyen d'anchois salé en Espagne, 1995-2006	15
Figure 1.12	Prix mensuels moyens de détail des semi-conserves d'anchois en Espagne, 1995-2007	15
Figure 1.13	Filière de l'anchois au Maroc	16
Figure 1.14	Distribution des coûts d'exploitation d'un senneur marocain	17
Figure 1.15	Distribution des coûts relatifs pour la fabrication de semi-conserves d'anchois	17
Figure 1.16	Distribution du revenu d'exportation aux États-Unis d'Amérique le long de la filière anchois au Maroc	18
Figure 1.17	Distribution des revenus le long de la filière marocaine de semi-conserves d'anchois exportées en Italie	19
Figure 2.1	Technologie des semi-conserves d'anchois salés	23
Figure 4.1	Séquences d'activités à accomplir pour appliquer le système HACCP	58
Figure 4.2	Diagrammes de fabrication des filets d'anchois salés à l'huile	60
Figure 4.3	Arbre de décision pour l'identification des points critiques de maîtrise	62

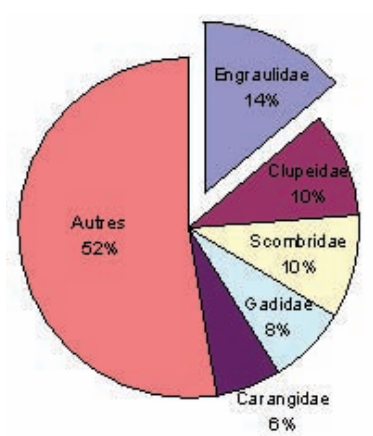
1. Le commerce mondial d'anchois

1.1 INTRODUCTION

La famille des engraulidés (anchois) comprend un seul genre (*Engraulis*) et sept espèces de petits poissons pélagiques. Ces poissons se rencontrent dans la mer Méditerrannée, l'océan Atlantique, l'océan Pacifique et l'océan Indien.

La taille des anchois est généralement inférieure à 15 cm, avec des réflexions vert bleu sur la peau. Le corps est fusiforme, la bouche large, le boutoir saillant, les yeux petits et la nageoire caudale fourchue. Il est couvert d'écailles minces et faciles à enlever. Les anchois manifestent un comportement grégaire, se regroupant toujours en bancs larges. Ils vivent dans les eaux côtières peu profondes et les estuaires, surtout dans les régions tropicales et tempérées. Plusieurs espèces de la famille des engraulidés présentent un intérêt commercial. Les trois espèces principales sont *Engraulis ringens* (anchoveta), *Engraulis japonicus* (anchois japonais) et *Engraulis encrasicolus* (anchois européen). D'autres espèces importantes sont: *Engraulis anchoita* (anchois argentin) *Engraulis capensis* (anchois d'Afrique du Sud), *Cetengraulis mysticetus* (anchoveta du Pacifique) et *Engraulis mordax* (anchois californien). La famille des anchois constitue une pêcherie importante représentant 14 pour cent des captures mondiales de poisson en 2005 (figure 1.1).

FIGURE 1.1
Capture par famille de poisson en 2005



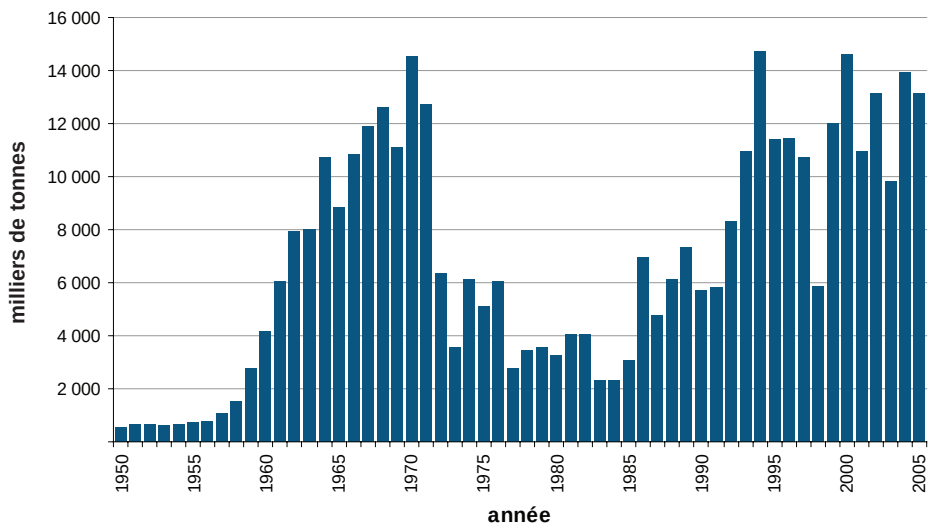
Source: FISHSTAT

1.2 CAPTURES

Les captures d'anchois ont beaucoup fluctué avec le temps. Elles ont augmenté de 540 000 tonnes en 1950 à 14,5 millions de tonnes en 1970, pour chuter soudainement à des niveaux variant entre 2 et 7 millions de tonnes pendant les 20 années suivantes. Elles se sont de nouveau redressées dans les années 90, pour atteindre un maximum de 14,7 millions de tonnes en 1994, puis pour diminuer à des niveaux inférieurs à 6 millions de tonnes en 1998 et se stabiliser aux alentours d'une moyenne d'environ 12,5 millions de tonnes par an pendant la période 1999 et 2005 (figure 1.2)[1].

[1] www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en

FIGURE 1.2
Production mondiale d'anchois, 1950-2005

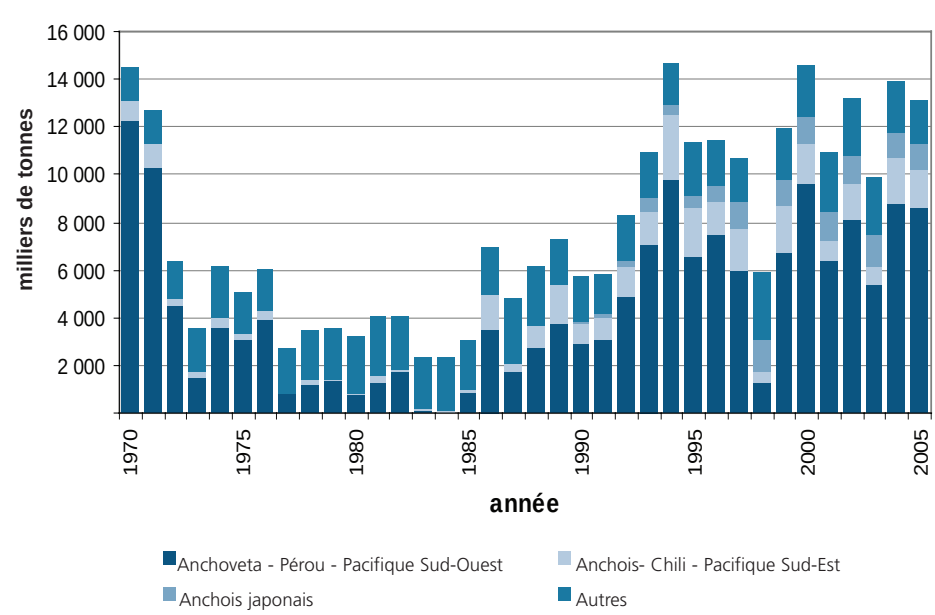


Source: FISHSTAT

Ces fluctuations reflètent les variations de capture d'anchois dans le Pacifique Sud-Est. En particulier, la chute des captures observée à la fin des années 90 est largement due à l'impact *El Niño* de 1997-1998 sur les captures d'anchois péruviens.

Les captures d'anchois du Pacifique Sud-Est représentent environ 80 pour cent des captures mondiales de poissons de la famille Engraulidae. Les autres espèces d'anchois d'intérêt commercial sont l'anchois japonais, pêché par la flotte chinoise et l'anchois européen (figure 1.3).

FIGURE 1.3
Pays producteurs des principales espèces d'anchois, 1970-2005



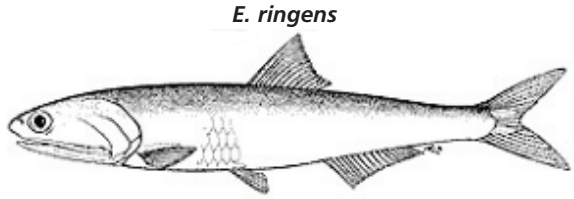
Source: FISHSTAT.

Les anchois sont commercialisés pour la consommation humaine ou pour la production d'aliments du bétail. Dans le premier cas, ils sont vendus sous forme d'anchois frais, congelé, salé, en semi-conserves, mariné ou sous forme de pâte, alors que dans le deuxième cas, ils sont transformés en farine et huile de poisson.

1.3 PRINCIPALES ESPÈCES COMMERCIALES

1.3.1 Anchoveta (*Engraulis ringens*)

PHOTO 1
E. ringens



Source: FAO Species Identification and Data Programme, SIDP

Le corps de ce poisson est allongé et mince, de couleur bleu brillant ou verte. Son boutoir est long et saillant; la nageoire anale est située derrière la base de la nageoire dorsale. Une rayure argentée s'étend le long de chaque côté chez les individus juvéniles. Le nombre élevé de branchies (34 à 49 dans la partie inférieure de la première crosse branchiale) distingue cette espèce des espèces *anchoa* spp. du Pacifique. L'anchoveta se trouve uniquement dans le Pacifique Sud-Est. Il dépend entièrement du riche plancton des courants au large du Pérou. Les captures d'anchoveta représentent environ 70 à 80 pour cent des captures mondiales. L'anchoveta est pêchée surtout par la flotte péruvienne et chilienne et est en grande partie transformée en farine et huile de poisson, quoique depuis plusieurs années, la FAO, en collaboration avec le Gouvernement péruvien ont entrepris plusieurs initiatives visant à promouvoir la commercialisation des anchois pour la consommation humaine.

1.3.2 Anchois européen (*Engraulis encrasicolus*)

PHOTO 2
E. encrasicolus

Source: Paolo MANZONI

La consommation de l'anchois européen est connue depuis très longtemps. Les recettes de cuisine romaine en contenaient il y a déjà 2000 ans. Actuellement, l'anchois européen est commercialisé en tant que poisson salé, en semi-conserves, frais ou congelé et est très appréciée dans les pays de l'Europe du Sud, notamment l'Espagne, la France et l'Italie.

L'anchois européen possède un corps allongé et mince, un boutoir conique et saillant, des yeux plutôt grands, une bouche large avec une mâchoire supérieure allongée. Son dos est de couleur plutôt vert bleu, son flanc et son ventre sont argentés et une rayure grise bleue s'étend parfois entre le dos noir et les flancs plus clairs. Il vit et se reproduit en mer Méditerranéenne et dans l'Atlantique Est.

Les captures d'anchois européen sont passées de 163 000 tonnes en 1950 à 859 000 tonnes en 1988, avant de chuter rapidement à des niveaux de 384 000 tonnes en 1991 suite au déclin des captures de la flotte turque en mer Noire, déclin dû à une invasion de méduses du type *Mnemiopsis* spp., introduites apparemment par les eaux ballasts de certains bateaux. Ces méduses (*Mnemiopsis*) sont des consommateurs voraces des œufs et larves d'anchois. Ceci, ajouté à la pollution industrielle et à la surexploitation de la ressource, a conduit à l'effondrement du stock d'anchois européen en mer Noire. Dans le milieu des années 90, la mer Noire a été envahie par un autre type de méduse (*Beroe* spp.) qui a permis de maîtriser la prolifération de l'espèce *Mnemiopsis*, et un rétablissement partiel des stocks d'anchois. Jusqu'en 2004, les captures ont fluctué autour de 600 000 tonnes/an en moyenne, avant de chuter à 381 000 tonnes en 2005, probablement à cause d'une surexploitation.

La Turquie est le principal producteur d'anchois européen au monde (36 pour cent des captures mondiales) suivie par l'Italie (16 pour cent), la Mauritanie, le Ghana, la Lituanie, la Fédération de Russie, l'Espagne et la Grèce. Mais des taux négatifs de croissance des captures ont été enregistrés pour la Turquie, le Ghana, l'Espagne, le Maroc, l'Ukraine et la France pendant la période 1995-2005. Le déclin brutal des captures de la France est dû à la quasi-extinction des stocks d'anchois européen dans le golfe de Gascogne. Des mesures d'urgence pour restaurer ce stock ont été prises par l' Union européenne (UE) qui a banni la pêche d'anchois dans le golfe depuis octobre 2005. Cette mesure pourrait se maintenir jusqu'au rétablissement du stock.

1.3.3 Anchois argentin (*Engraulis anchoita*)

PHOTO 3
E. anchoita

Source: FAO Species Identification and Data Programme, SIDP

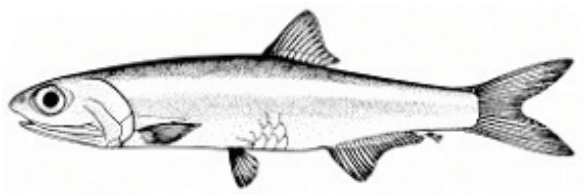
Cette espèce, similaire à l'anchois européen, est commercialisée sous forme salée, en semi-conserves ou marinée, notamment sur le marché espagnol. Toutefois, la couleur de sa chair est plus sombre et sa texture plus dure que l'espèce *Engraulis encrasicolus.*

L'anchois argentin possède un corps mince, un boutoir saillant et pointu et ses mâchoires sont dotées de petites dents pointues. La peau a une couleur bleu sombre dorsalement et blanc argenté latéralement et ventralement. Il vit dans les eaux côtières et jusqu'à 800 km des côtes, formant des bancs denses à une profondeur de 30 à 90 m l'été et 100 à 200 m l'hiver. Il pond les œufs pendant toute l'année, mais plus intensément d'octobre à novembre. Il se rencontre dans l'Atlantique Sud-Ouest, s'étendant sur une zone allant de Rio de Janeiro au Brésil jusqu'au golfe de San Jorge en Argentine.

Les captures d'anchois argentin sont passées de moins de 8 000 tonnes en 1950 à 41 000 tonnes en 1972, avant de diminuer au début des années 80, stagner au début des années 90 pour diminuer de nouveau dans les années 2000 et se reprendre pour atteindre 44 000 tonnes en 2005.

1.3.4 Anchois japonais (*Engraulis japonicus*)

PHOTO 4
E. japonicus



Source: FAO Species Identification and Data Programme, SIDP

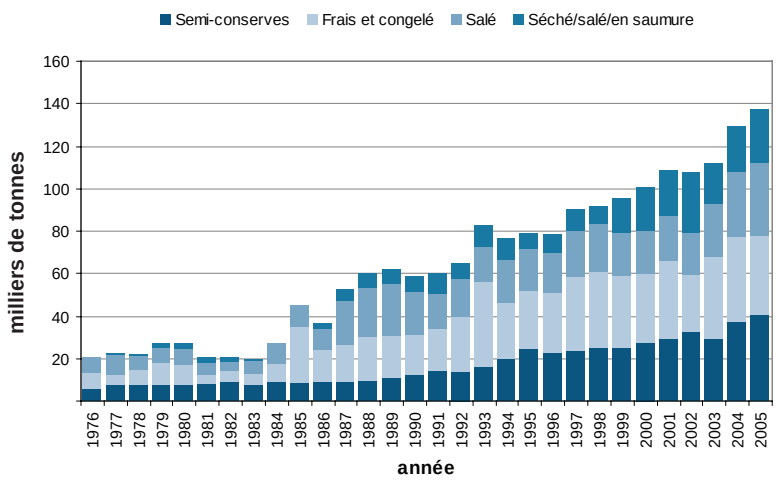
Cette espèce ressemble beacoup sur le plan morphologique à l'anchois européen et peut être décrite de la même manière. Elle vit dans le Pacifique Ouest et ses captures ont avoisiné les 400 000 tonnes/an en moyenne pendant la période 1950-1990 avant de croître suite à l'augmentation des captures par la flotte chinoise pour atteindre environ 1,6 million de tonnes en 2005. Actuellement, la Chine est le principal producteur d'anchois japonais avec 60 pour cent des captures mondiales. Elle est suivie par le Japon (21 pour cent) et la République de Corée (15 pour cent). L'anchois japonais est commercialisé surtout à l'état frais ou salé. Mais il est également transformé en farine et huile de poisson.

1.4 COMMERCE MONDIAL DE L'ANCHOIS

À l'exception de la farine et huile de poisson, les anchois sont commercialisés principalement sous forme de produit salé, séché, en semi-conserve, frais ou congelé. Les importations mondiales de produits à base d'anchois sont passées de 20 500 tonnes en 1976 à 137 300 tonnes en 2005, principalement sous forme de semi-conserves d'anchois (29 pour cent) et de produits frais ou congelés (28 pour cent), suivis d'anchois salé (figure 1.4). Les anchois séchés sont produits et commercialisés surtout en Asie du Sud Est.

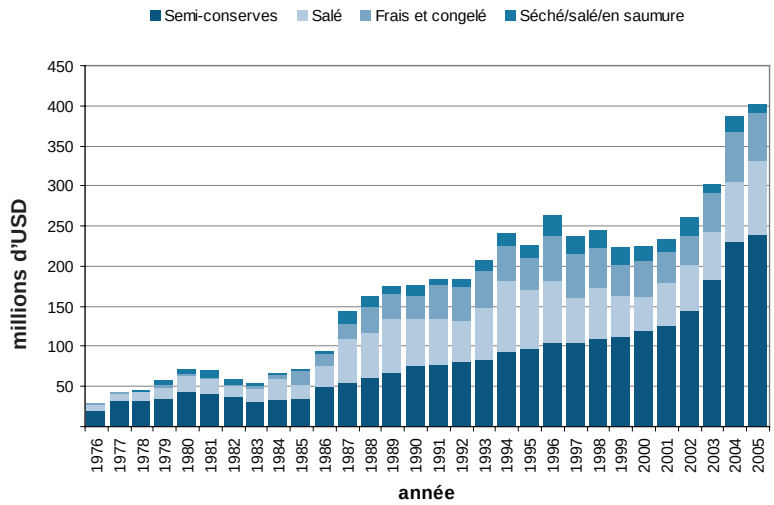
En termes de valeur, le commerce mondial d'anchois a connu une croissance impressionnante, passant de 30 millions d'USD en 1976 à 400 millions d'USD en 2005. Les semi-conserves d'anchois sont les produits les plus rémunérateurs, suivies par les anchois salés (figure 1.5).

FIGURE 1.4
Commerce mondial d'anchois (valeur)
Volumes importés



Source: FISHSTAT

FIGURE 1.5
Évolution des exportations d'anchois (valeur), 1976-2005



Source: FISHSTAT

Cette étude se focalisera surtout sur les semi-conserves d'anchois et sur les anchois salés, compte tenu de leur importance économique. L'anchois frais/congelé sera plutôt considéré en relation avec son utilisation pour la préparation d'anchois salé et de semi-conserves d'anchois.

1.4.1 Commerce mondial d'anchois salé

Les anchois salés peuvent être consommés directement ou être utilisés pour la fabrication de semi-conserves d'anchois. En Europe du Sud et au Maroc, les unités d'anchoitage utilisent soit de l'anchois frais ou de l'anchois salé comme matière première, pour la fabrication de semi-conserves d'anchois, la moins chère étant l'anchois salé d'Argentine.

Le commerce mondial d'anchois salé est passé de 9 600 tonnes en 1977 à 34 200 tonnes en 2005 (tableau 1.1). Ces volumes sont importés principalement par l'Espagne, le Maroc et l'Italie.

Les importations espagnoles se sont situées aux alentours de 10 000 tonnes/an pendant la période 1985-2005, alors que celles d'Italie ont diminué de 10 900 tonnes en 1989 à 5 900 tonnes en 2003, pour se stabiliser ensuite autour de 7 000 tonnes/an, alors que les importations marocaines semblent avoir beaucoup augmenté ces dernières années.

Par contre, l'Argentine est le principal exportateur d'anchois salé, suivie de l'Italie, de l'Espagne et de la Croatie (tableau 1.2).

TABLEAU 1.1
Importations d'anchois salé, en milliers de tonnes, 1977-2006

Pays	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Espagne	0,3	0,0	0,9	2,0	0,6	0,3	0,9	1,2	3,7	5,0
Maroc	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Italie	2,8	2,8	3,6	3,0	2,7	2,2	4,2	7,5	4,9	3,9
TOTAL (y compris d'autres)	9,6	6,4	7,5	8,1	5,8	4,1	6,2	9,7	9,7	10,3
Pays	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**
Espagne	8,8	10,3	10,8	9,5	7,6	9,4	7,5	8,8	10,1	10,0
Maroc	0,6	0,6	0,7	0,0	0,1	0,0	0,2	0,6	1,0	0,4
Italie	9,6	9,7	10,9	7,5	6,7	5,6	6,3	6,9	5,2	4,8
TOTAL (y compris d'autres)	20,7	23,2	25,0	19,8	16,7	17,5	16,5	19,6	19,5	18,6
Pays	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**
Espagne	11,7	12,1	11,1	9,2	9,0	6,9	10,7	10,0	10,6	9,6
Maroc	0,5	0,7	0,3	0,5	0,9	0,7	1,9	7,6	9,8	ND
Italie	4,7	4,1	5,0	3,8	5,2	6,2	5,9	7,1	6,9	7,1
TOTAL (y compris d'autres)	21,3	22,3	21,0	19,8	20,8	20,1	25,3	30,9	34,2	ND

Sources: FISHSTAT pour 1977-2005 et EUROSTAT pour 2006[2]

TABLEAU 1.2
Exportations d'anchois salé, en milliers de tonnes, 1977-2006

Pays	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Argentine	2,5	0,7	0,7	1,8	1,1	0,7	0,4	0,0	0,0	2,6
Italie	0,9	0,9	1,2	1,1	1,2	0,9	0,3	0,4	0,5	0,8
Espagne	2,4	4,2	4,5	3,7	2,9	2,1	3,9	6,8	2,5	1,8
Croatie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Indonésie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Grèce	1,0	0,5	0,5	0,6	0,4	0,4	1,0	1,7	2,7	4,1
Maroc	0,2	0,2	0,4	0,5	0,3	0,4	0,5	0,8	0,6	0,5
TOTAL (y compris d'autres)	7,5	7,0	8,3	9,3	6,3	4,9	6,4	10,0	8,0	11,1
Pays	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**
Argentine	3,9	7,2	8,2	5,9	5,7	7,7	9,2	8,7	8,5	7,2
Italie	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	0,5	0,7	0,6	0,7
Espagne	4,2	3,1	3,2	2,9	3,2	2,2	3,1	2,8	2,2	2,4
Croatie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Indonésie	0,0	0,0	0,2	0,7	1,3	1,8	5,7	4,8	3,0	4,0
Grèce	6,6	4,1	6,9	4,0	2,7	2,3	2,5	2,1	1,7	1,9
Maroc	0,9	2,5	2,5	1,6	2,7	0,7	0,2	0,6	0,4	0,4
TOTAL (y compris d'autres)	18,2	19,4	22,7	16,9	16,8	17,0	23,8	23,1	22,0	22,3
Pays	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**
Argentine	9,2	11,7	7,8	6,4	6,8	6,4	14,3	17,6	17,7	ND
Italie	1,5	1,1	1,6	2,1	2,0	0,9	0,4	1,9	5,1	4,2
Espagne	2,2	2,4	1,9	1,7	1,8	1,8	1,7	4,7	3,8	4,0
Croatie	0,0	0,0	0,3	1,4	0,6	1,5	1,5	2,2	3,4	ND
Indonésie	10,9	2,1	2,0	3,3	4,4	4,0	2,3	2,0	2,4	ND
Grèce	1,7	2,5	3,1	2,0	0,7	1,1	2,3	1,5	1,8	2,6
Maroc	1,3	0,4	0,4	0,4	0,8	0,9	1,6	1,3	1,2	ND
TOTAL (y compris d'autres)	30,7	23,0	21,1	21,6	22,8	19,5	27,8	34,0	38,5	ND

Sources: FISHSTAT pour 1977-2005 et EUROSTAT pour 2006

[2] www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en; http://fd.comext.eurostat.cec.eu.int/xtweb/

1.4.2 Commerce mondial des semi-conserves d'anchois

L'Italie et la France sont actuellement les principaux importateurs de semi-conserves d'anchois, suivies par les États-Unis d'Amérique et le Japon. L'augmentation significative des importations françaises est due à la délocalisation de l'industrie, notamment vers le Maroc et à la diminution des captures d'anchois (tableau 1.3).

Alors que les importations se répartissent sur plusieurs pays, les données de l'exportation montrent clairement le rôle prédominant du Maroc, dont les exportations sont passées de 1 600 tonnes en 1977 à 13 800 tonnes en 2005, avec un maximum de 14 600 tonnes en 2003. La préparation et le conditionnement des anchois en boîtes ou en bocaux de verre utilisent beaucoup de main-d'œuvre, dont les coûts relativement plus bas, représentent un avantage pour le Maroc en comparaison avec l'Espagne, l'Italie ou la France.

TABLEAU 1.3
Importations de semi-conserves d'anchois, en milliers de tonnes, 1977-2006

Pays	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Italie	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
France	1,7	2,2	2,7	2,8	3,2	3,6	3,6	3,7	3,3	3,4
États-Unis d'Amérique	2,4	2,2	1,6	2,1	2,0	1,9	1,7	2,2	2,3	2,6
Japon	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Espagne	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Albanie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Belgique	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3
Royaume-Uni	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
Australie	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,4	0,3
TOTAL (y compris d'autres)	7,5	7,6	7,8	7,9	8,4	9,1	7,8	8,7	8,6	8,9
Pays	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**
Italie	0,2	0,2	0,4	0,6	1,1	1,3	1,9	2,5	2,3	3,1
France	3,1	3,6	3,5	3,3	3,3	3,3	3,1	3,3	3,6	4,0
Japon	2,4	2,4	2,6	2,6	3,0	2,7	3,1	3,1	2,9	3,2
États-Unis d'Amérique	0,0	0,5	0,5	1,7	2,0	2,0	3,7	6,1	6,9	7,3
Albanie	0,0	0,1	0,2	0,3	0,7	0,8	0,8	0,6	0,2	0,4
Espagne	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Belgique	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	0,8	0,9	1,0	0,5	0,7
Royaume-Uni	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6
Australie	0,4	0,3	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7
TOTAL (y compris d'autres)	8,8	9,7	10,7	12,1	14,2	14,0	16,6	20,1	24,6	22,5
Pays	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**
Italie	3,4	4,0	4,5	6,6	6,7	6,6	7,2	9,5	11,0	6,7
France	4,5	4,5	5,3	5,8	6,4	6,5	7,2	7,0	7,2	6,9
Japon	3,1	3,2	3,3	3,6	3,4	3,3	3,4	3,6	3,5	1,9
États-Unis d'Amérique	7,1	7,9	5,6	4,8	6,3	8,6	3,8	5,5	3,2	3,6
Albanie	0,5	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	1,3	2,1	3,2	ND
Espagne	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	3,2	1,4
Belgique	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3	1,2	1,2	1,0
Royaume-Uni	0,6	0,5	0,7	0,6	0,7	0,6	0,5	1,2	1,1	1,0
Australie	0,7	1,0	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,8	1,0	ND
TOTAL (y compris d'autres)	23,9	25,6	25,3	27,4	29,4	32,8	29,7	37,4	40,0	ND

Sources: FISHSTAT pour 1977-2005; EUROSTAT, Statistique d'importation japonaise et Service national des pêches maritimes des États-Unis d'Amérique, NMFS pour 2006

TABLEAU 1.4
Exportation de semi-conserves d'anchois, en milliers de tonnes, 1977-2006

Pays	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Maroc	1,6	2,1	2,4	3,0	3,7	4,0	4,0	4,1	3,1	3,0
Grèce	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,4	0,5
Italie	0,4	0,4	0,6	0,4	0,5	0,7	0,5	0,6	0,7	1,2
Espagne	4,1	3,4	2,8	2,6	2,6	2,6	2,2	3,2	3,0	3,1
Turquie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2
France	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,1	0,2	0,2	0,2
TOTAL (y compris d'autres)	9,7	9,0	8,5	9,0	9,4	9,8	8,8	9,8	9,4	9,8
Pays	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**
Maroc	3,0	3,7	4,1	4,7	5,7	6,4	6,6	7,4	6,5	7,3
Grèce	0,5	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,8	0,9	0,9	0,7
Italie	1,2	0,9	1,0	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,6
Espagne	3,1	2,8	2,8	2,5	2,2	1,9	2,0	2,1	2,4	2,1
Turquie	0,2	1,0	0,6	0,7	0,5	0,5	0,2	0,7	0,7	1,0
France	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,1	0,1	0,2
TOTAL (y compris d'autres)	9,8	10,9	11,8	12,4	11,3	11,7	12,9	14,8	14,1	15,2
Pays	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**
Maroc	7,5	8,7	10,5	11,9	14,1	13,6	14,6	12,8	13,8	ND
Grèce	0,3	0,4	0,6	0,2	0,3	0,1	1,1	3,9	4,1	0,2
Italie	1,5	1,7	1,7	2,5	2,2	4,8	4,5	4,2	3,8	2,8
Espagne	2,2	1,9	1,7	2,6	1,9	1,9	2,0	2,6	2,8	1,7
Turquie	1,6	1,7	0,8	0,2	0,9	1,2	1,4	2,0	2,2	ND
France	0,6	0,8	0,5	1,7	2,0	1,9	2,2	2,1	2,1	2,5
TOTAL (y compris d'autres)	17,2	18,6	20,2	23,5	27,6	30,1	31,9	37,0	37,2	ND

Sources: FISHSTAT pour 1977-2005 et EUROSTAT pour 2006

1.4.3 Commerce mondial d'anchois frais et congelé

Le principal pays importateur d'anchois frais et congelé est l'Espagne, notamment pour approvisionner les unités de semi-conserves d'anchois. Par contre, l'Italie en est le principal exportateur suivie de la France qui a vu ses exportations décliner avec le temps à cause de la baisse des captures du golfe de Gascogne (tableaux 1.5 et 1.6).

TABLEAU 1.5
Importation d'anchois frais et congelé, en milliers de tonnes, 1977-2006

Pays	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Espagne	2,6	5,5	7,1	5,7	1,2	3,7	1,1	3,2	21,0	12,1
Turquie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Italie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	2,0	0,2	0,7
TOTAL (y compris d'autres)	4,9	7,2	10,0	8,9	3,6	5,5	5,1	8,8	26,5	14,8
Pays	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**
Espagne	10,6	15,5	14,0	15,6	17,6	20,7	28,5	23,7	23,8	24,4
Turquie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Italie	5,7	2,9	3,0	1,2	0,9	0,3	1,7	1,0	1,4	2,3
TOTAL (y compris d'autres)	18,0	20,6	19,8	19,5	19,9	25,6	39,3	26,7	27,6	28,7
Pays	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**
Espagne	29,7	30,5	25,3	27,6	29,1	22,8	26,9	30,1	27,2	30,8
Turquie	0,9	0,2	2,5	0,0	2,2	0,2	6,1	3,6	5,4	ND
Italie	2,5	2,8	3,8	2,7	3,6	2,1	3,5	3,2	2,8	3,5
TOTAL (y compris d'autres)	35,0	35,3	33,3	32,5	37,3	26,7	38,0	39,8	38,2	ND

Sources: FISHSTAT pour 1977-2005; EUROSTAT pour 2006

TABLEAU 1.6
Exportations d'anchois frais et congelé, en milliers de tonnes, 1977-2006

Pays	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Italie	3,4	3,1	9,5	6,4	6,1	4,7	2,0	3,0	15,3	6,6
Géorgie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
France	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,2	1,3	0,4	3,3	2,0
Croatie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Argentine	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maroc	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,1
TOTAL (y compris d'autres)	3,6	3,1	9,7	6,9	6,3	5,0	4,3	5,4	19,9	9,7
Pays	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**
Italie	1,7	2,5	2,0	0,8	2,6	2,3	1,9	4,9	7,7	4,8
Géorgie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
France	5,3	11,2	10,6	10,9	11,4	15,0	18,3	15,7	10,2	15,3
Croatie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Argentine	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maroc	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
TOTAL (y compris d'autres)	9,4	16,4	14,3	12,8	14,7	17,8	20,9	21,5	19,3	21,8
Pays	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**
Italie	13,8	6,7	5,2	10,0	9,0	7,8	10,8	13,5	18,2	20,2
Géorgie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	0,3	14,2	ND
France	14,0	20,8	13,5	17,9	15,1	11,7	8,3	8,3	3,1	2,9
Croatie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,2	ND
Argentine	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	1,6	ND
Maroc	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	0,4	1,2	ND
TOTAL (y compris d'autres)	29,8	28,4	20,3	30,4	27,0	21,4	29,4	30,0	42,5	ND

Sources: FISHSTAT pour 1977-2005; EUROSTAT pour 2006

1.5 ANALYSE PAR PAYS

1.5.1 Espagne

En Espagne, les unités d'anchoitage sont localisées dans la région Cantabrique ("Cantabria") au nord du pays, surtout à l'est de la région près des ports.

La préparation de l'anchois dans cette région remonte à la fin du XIXe siècle, suite à l'arrivée d'immigrants siciliens. Après la première guerre mondiale, d'autres immigrants italiens se sont joints aux siciliens apportant plus de savoir-faire. Actuellement, des villes, comme Santoña, possèdent la concentration la plus élevée d'unités d'anchois en Espagne.

Les captures d'anchois ont été affectées par l'état des ressources dans l'Atlantique Nord-Est, notamment dans le golfe de Gascogne. En 1965, ces captures par la flotte espagnole avaient atteint 131 700 tonnes, dont 91 pour cent provenaient de l'Atlantique Nord-Est. Ces débarquements ne représentaient plus que 11 600 tonnes en 2005, soit à peine 10 pour cent du niveau des captures de 1965, dont seuls 40 pour cent proviennent de l'Atlantique Nord-Est, alors que 60 pour cent ont été capturés en mer Méditerranée (figure 1.6).

Pour approvisionner les unités d'anchoitage, l'Espagne dépend de plus en plus des importations, ce qui en fait le plus grand importateur d'anchois frais et congelé (tableau 1.5), en provenance notamment d'Italie et de France. Dans la région Cantabrique, les anchois sont salés avant d'être exportés, consommés localement ou transformés en semi-conserves d'anchois.

Depuis la fin des années 1980, l'Espagne s'est tournée vers l'importation d'anchois salés (tableau 1.7), notamment d'Argentine (77 pour cent des importations espagnoles d'anchois). Cette pratique s'est avérée plus commode et moins coûteuse pour l'anchoitage, en comparaison avec l'utilisation d'anchois importés frais ou congelés.

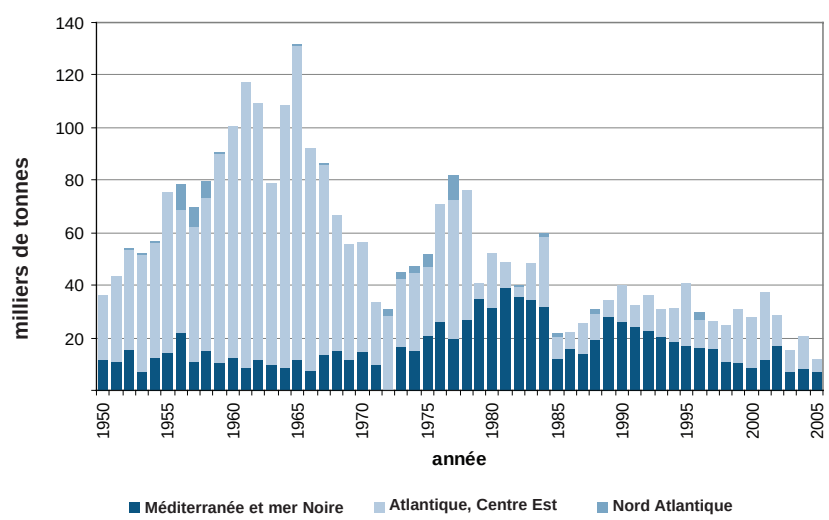
TABLEAU 1.7
Importations espagnoles d'anchois salé, en milliers de tonnes, 1995-2006

Pays	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Argentine	6,6	6,1	7,2	10,1	6,6	4,7	5,3	5,1	8,2	7,6	8,1	7,4
Maroc	0,0	0,0	0,6	0,2	0,1	0,0	0,3	0,2	1,1	0,8	0,9	1,0
Croatie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,4
Italie	0,4	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3
Chine	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2
TOTAL (y compris d'autres)	10,1	10,0	11,7	12,1	11,1	9,2	9,0	6,9	10,7	10,0	10,6	9,6

Source: EUROSTAT

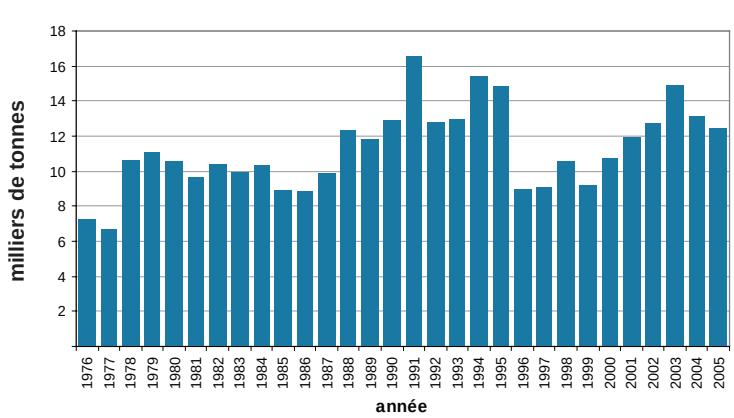
Durant la période 1976-2005, la production espagnole de semi-conserves d'anchois a varié entre 6 200 tonnes en 1977, et 17 000 tonnes en 1991, avec une moyenne d'environ 11 000 tonnes par an (figure 1.7).

FIGURE 1.6
Captures d'anchois par la flotte espagnole selon les zones de pêches, 1950- 2005



Source: FISHSTAT

FIGURE 1.7
Production de semi-conserves d'anchois par l'Espagne, 1976-2005



Source: FISHSTAT

Pour faire face à la demande du marché local, l'Espagne a exporté de moins en moins de semi-conserves d'anchois. Les exportations sont passées de 4 100 tonnes en 1977 à 1 700 tonnes en 2006. Elles sont destinées surtout aux États-Unis d'Amérique, à l'Italie, au Royaume-Uni, à la Suisse et à la France.

1.5.2 Italie

La préparation des semi-conserves d'anchois est une longue tradition en Italie. Cette activité est surtout concentrée au Sud, le long des côtes de la mer Tyrrhénienne, dans la région s'étendant de la Campanie à la Calabre, de même qu'en Sicile.

Les débarquements italiens d'anchois européen de la Méditerranée ont fluctué pendant la période 1950-2005. Ils sont passés de 28 100 tonnes en 1950 à 86 700 tonnes en 1979, pour décliner à un niveau le plus bas de 16 000 tonnes en 1990. Suite à ce déclin, les captures ont de nouveau repris de façon progressive pour atteindre 63 400 tonnes en 2005, dont environ un tiers est exporté sous forme d'anchois frais ou congelé vers l'Espagne pour y être transformés en semi-conserves d'anchois.

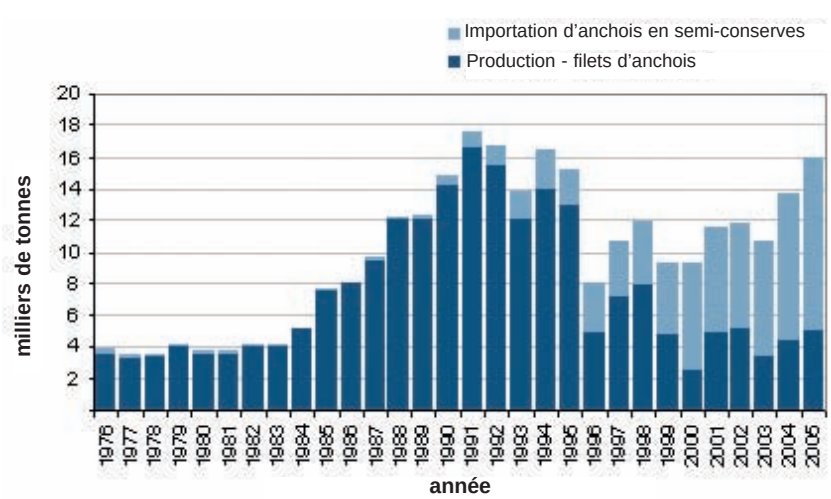
Les anchois salés en Italie sont transformés en semi-conserves conditionnés en petits bocaux de verre ou conditionnés en barils de 5 kg pour être vendus en supermarchés ou dans les épiceries. L'évolution de l'activité d'anchoitage suit celle des débarquements. La production d'anchois salés a diminué de 10 200 tonnes en 1976 à moins de 4 500 tonnes par an en moyenne entre 1982 et 1992. Récemment, la production a repris à un niveau moyen de 12 500 tonnes/an pendant la période 2003-2005.

L'augmentation de la production d'anchois salés s'est accompagnée d'une augmentation des exportations qui ont dépassé les 4 000 tonnes par an en 2005 et 2006, par comparaison à une moyenne de 1 000 tonnes par an pendant la période 1990-2004.

L'Italie est un important producteur de semi-conserves d'anchois, notamment sous forme de filets d'anchois salés et emballés en bocaux de verre, quoique la production ait décliné ces dernières années suite à la diminuation des débarquements. Le marché intérieur est de plus en plus approvisionné en semi-conserves en provenance d'Afrique du Nord et de l'Albanie (figure 1.8).

Le Maroc est le principal exportateur de semi-conserves d'anchois en Italie, suivi de l'Albanie et plus récemment de la Tunisie (tableau 1.8).

FIGURE 1.8
Production et importations de semi-conserves d'anchois par l'Italie



Source: FISHSTAT

TABLEAU 1.8
Importations Italiennes de semi-conserves d'anchois, quantité en milliers de tonnes, 1996-2006

Pays	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Maroc	0,9	1,1	1,5	1,6	2,0	2,4	2,2	2,7	2,5	2,3	1,9
Albanie	0,3	0,7	0,8	0,9	1,2	1,5	1,6	1,9	2,0	2,1	1,8
Tunisie	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,4	0,9	1,0
TOTAL (y compris d'autres)	3,1	3,4	4,0	4,5	6,6	6,7	6,6	7,2	9,5	11,0	6,7

Source: EUROSTAT

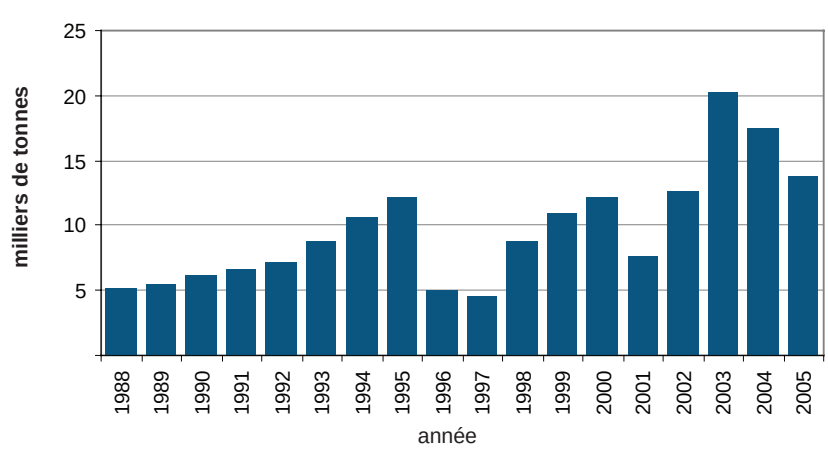
1.5.3 Maroc

La production de semi-conserves d'anchois est une industrie importante au Maroc, exercée par 29 usines implantées surtout dans le sud du Maroc. Pendant plusieurs années, cette industrie s'est approvisionnée à partir des débarquements de la flotte côtière marocaine, composée de senneurs et de petites embarcations de pêche artisanale de sardines et anchois. Les débarquements d'anchois sont acheminés directement aux unités d'anchoitage ou à travers des intermédiaires. Toutefois, le déclin récent des captures a conduit à une augmentation de 400 pour cent des importations, notamment depuis 2003 (tableau 1.1).

Presque la totalité (99 pour cent) des captures d'anchois marocains ont lieu dans l'océan Atlantique Centre-Est. Elles ont atteint un maximum de 47 400 tonnes en 2001 pour décliner rapidement depuis à un niveau qui n'a guère dépassé 7 600 tonnes en 2005, forçant l'industrie à s'approvisionner en anchois salés de l'extérieur, les importations étant passées de 500 tonnes en 2 000 à 9 800 tonnes en 2005.

Le développement de l'industrie marocaine des semi-conserves d'anchois est le résultat de la délocalisation de cette industrie à partir des pays de l'Europe du Sud, notamment de France, d'Italie et d'Espagne. De ce fait, la production marocaine de semi-conserves d'anchois a augmenté de 5 200 tonnes en 1988 à 20 300 tonnes en 2003, mais a décliné à 13 800 tonnes en 2005 (figure 1.9). L'anchoitage est considéré comme l'activité qui produit le plus de valeur ajoutée dans l'industrie halieutique marocaine. Certaines entreprises commercialisent les semi-conserves d'anchois sous leur propre marque alors que d'autres fabriquent sous la marque d'enseignes de distribution européennes.

FIGURE 1.9
Production marocaine des semi-conserves d'anchois, 1988-2005



Source: FISHSTAT

Le Maroc est devenu le plus important exportateur de semi-conserves d'anchois dans le monde. Le volume d'exportation est passé de 7 500 tonnes en 1997 à 14 600 tonnes en 2003. Le déclin des captures a conduit à un déclin des exportations de semi-conserves d'anchois, à un niveau de 12 800 tonnes en 2004 pour augmenter de nouveau et atteindre 13 800 tonnes en 2005 (tableau 1.4). Actuellement, 35 à 40 pour cent des semi-conserves d'anchois sont destinés à la France, 16 pour cent à l'Italie et 10-15 pour cent aux États-Unis d'Amérique où la part du marché du Maroc avoisine les 50 pour cent.

1.6 PRIX

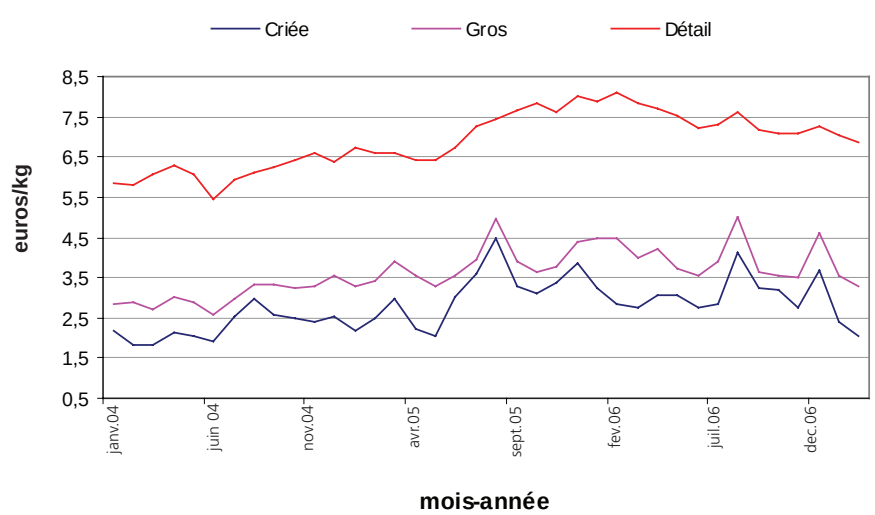
Les figures 1.10, 1.11 et 1.12 représentent les prix moyens d'anchois et de produits à base d'anchois en Espagne qui est le principal marché mondial pour ces produits.

Les prix moyens de criée et de gros d'anchois frais (poisson domestique) ont atteint un maximum en août 2005 (4,46 EUR/kg en criée, 4,97 EUR/kg en gros), pour diminuer légèrement pendant les mois qui ont suivi. L'élévation du prix de la matière première ne s'est répercutée sur les prix au détail que plus tard, notamment en décembre 2005 où ils ont atteint 8 EUR/kg (figure 1.10).

Par comparaison, le prix unitaire du kilo d'anchois salé en Espagne a fluctué autour d'un prix moyen de 1,4 EUR/kg tout au long de la période janvier 1994-août 2004. Toutefois, par la suite et jusqu'en décembre 2006, les prix unitaires ont augmenté, mais de façon tumultueuse, suite à une augmentation des importations d'*Engraulis encrasicolus* plus chères et à une diminution des importations d'autres espèces moins chères d'Argentine, du Pérou ou du Chili.

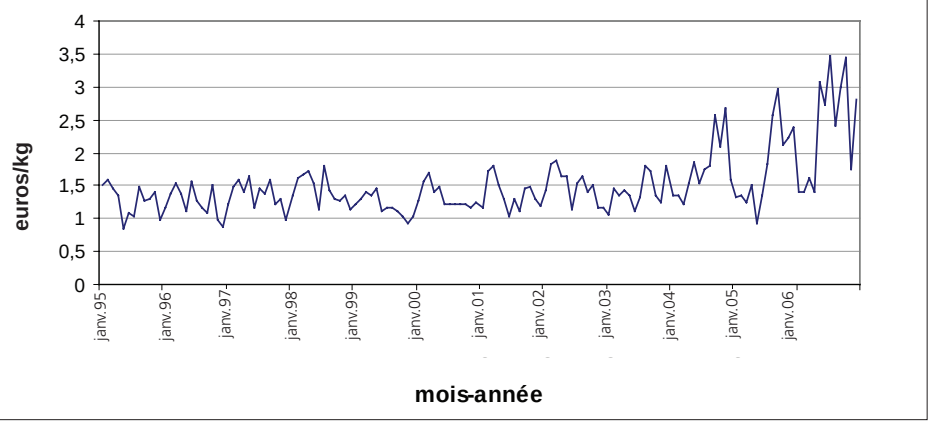
Malgré les fluctuations des prix et de la disponibilité de la matière première, le recours à d'autres espèces, notamment l'anchois argentin, et l'importation d'anchois salé pour approvisionner les usines d'anchoitage en Espagne et au Maroc a permis de maintenir les variations de prix des semi-conserves d'anchois dans des limites plus faibles que celles de la matière première. À signaler toutefois que depuis décembre 2004, l'unité pondérale de référence est devenue la boîte de 30 g au lieu de celle de 50 g. Les prix de la figure 1.12 devraient donc être, pondérés en conséquence, tout en reconnaissant que l'utilisation d'une pondération de 50/30 serait trop simpliste car elle devrait prendre en considération l'influence des frais variables et frais fixes (figure 1.12).

FIGURE 1.10
Prix mensuel moyen d'anchois frais en Espagne, 2004-2007



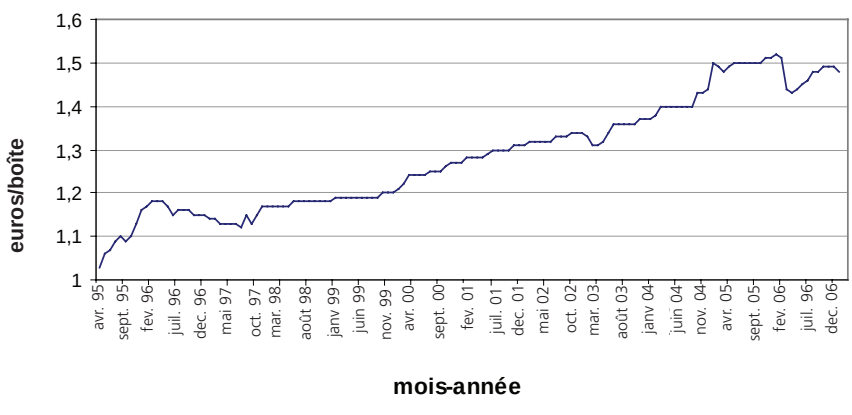
Source: MERCASA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (www.comercio.es).

FIGURE 1.11
Prix unitaire mensuel moyen d'anchois salé en Espagne, 1995-2006



Source: EUROSTAT

FIGURE 1.12
Prix mensuels moyens de détail des semi-conserves d'anchois en Espagne, 1995-2007



Source: Ministerio de Industria, Turismo y Comercío

Pour une vue plus complète des prix, il faut considérer les marchés importants de France et d'Italie. En France, l'Ofimer rapporte que les prix de gros d'anchois européen frais sont passés de 1,89 EUR/kg en 1997 à 4,30 EUR/kg en 2006, suite à la chute des débarquements, qui sont passés de 30 000 tonnes en 1998 à seulement 3 000 tonnes en 2005 et 2006. En Italie, le prix moyen de gros d'anchois frais, sur le marché Aci Trezza (Sicile) est passé de 8 EUR/kg en août 2002 à environ 3 EUR/kg en juillet 2007 (source: Fish Information Services, www.fis.com).

1.7 CONSIDÉRATIONS ÉCONOMIQUES

Comme nous le verrons au Chapitre 2, l'élaboration des semi-conserves d'anchois est un processus assez complexe, avec plusieurs opérations unitaires faisant intervenir divers maillons (pêche, approvisionnement, transformation, stockage, distribution et/ou exportation), nécessitant une main-d'œuvre qualifiée et des capitaux importants qui sont immobilisés pendant des mois au cours des longues opérations d'anchoitage.

L'idéal serait d'avoir une industrie intégrée verticalement pour pouvoir mieux maîtriser les diverses opérations, bénéficier d'économies d'échelle et maîtriser les

circuits de fabrication et d'approvisionnement. Ceci n'est toutefois pas le cas car les opérateurs économiques (pêche, transformation, distribution) sont différents et opèrent dans des pays différents. Par exemple, l'anchois peut être pêché et pré-salé en Argentine, puis exporté au Maroc ou en Espagne où il subit la transformation et le conditionnement en semi-conserves d'anchois, qui seront alors exportées vers les États-Unis d'Amérique ou vers d'autres pays d'Europe comme la France ou l'Italie pour y être consommées.

Afin de compléter ce Chapitre 1, il a été jugé utile d'inclure des informations et données sur les coûts de production et d'exploitation et sur la distribution des revenus le long de la filière. À cet effet, une étude de la filière anchois a été réalisée au Maroc (Gudmundsson, Asche et Nielsen, 2006). Les données de cette étude, qui ont été collectées au début des années 2000, devraient probablement être remises à jour, notamment pour tenir compte, de l'augmentation du prix de la matière première et de l'énergie. Mais il n'en demeure pas moins que divers enseignements qui se dégagent de cette étude restent toujours valables. La figure 1.13 est une illustration simplifiée de la filière de l'anchois au Maroc.

Les captures d'anchois sont vendues soit directement aux usines soit à un intermédiaire qui agit au nom d'une usine donnée, ou à travers le Comptoir d'agréage du poisson industriel (CAPI). Ce dernier intervient pour décider de la qualité du produit et de sa destination, farine de poisson ou conserves/semi-conserves. L'intervention du CAPI se fait surtout pour les captures de sardines et maquereaux.

Les usines de semi-conserves d'anchois sont concentrées sur la côte atlantique avec 10 sur 28 usines installées à Agadir. Certaines sociétés fabriquent les semi-conserves d'anchois sous leurs propres marques alors que d'autres fabriquent sous la marque (label) d'enseignes de grande distribution. Certaines font les deux.

Au Maroc, les anchois sont pêchés parfois par les barques de la pêche artisanale, mais souvent par les bateaux de pêche côtière, notamment par les senneurs qui capturent jusqu'à 85 pour cent des poissons pélagiques (sardines, maquereaux, anchois).

L'enquête (Gudmundsson, Asche et Nielsen, 2006) a porté sur 15 senneurs dont les caractéristiques types sont représentées au tableau 1.9.

Selon la taille du bateau et le type de technologie de pêche et de conservation des captures, l'équipage comprend entre 24 et 35 personnes.

TABLEAU 1.9
Caractéristiques types des senneurs marocains

Statistiques descriptives	
Longueur (m)	15,59
Âge (ans)	11,27
Moteur (puissance hp)	241,8
Nombre de jours de pêche	145,27

FIGURE 1.13
Filière de l'anchois au Maroc

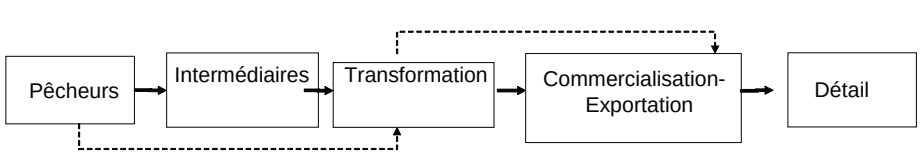
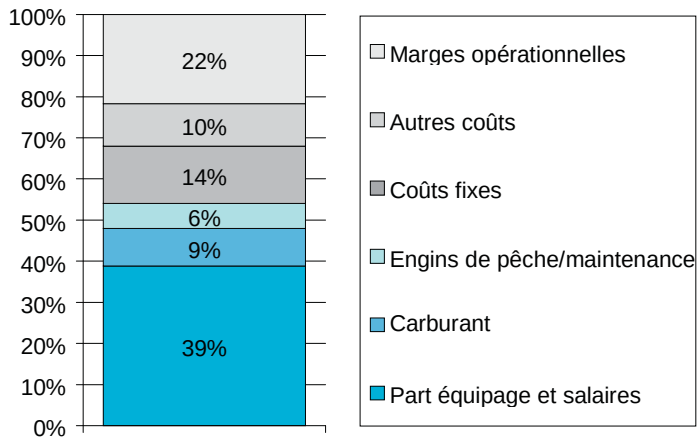


FIGURE 1.14
Distribution des coûts d'exploitation d'un senneur marocain

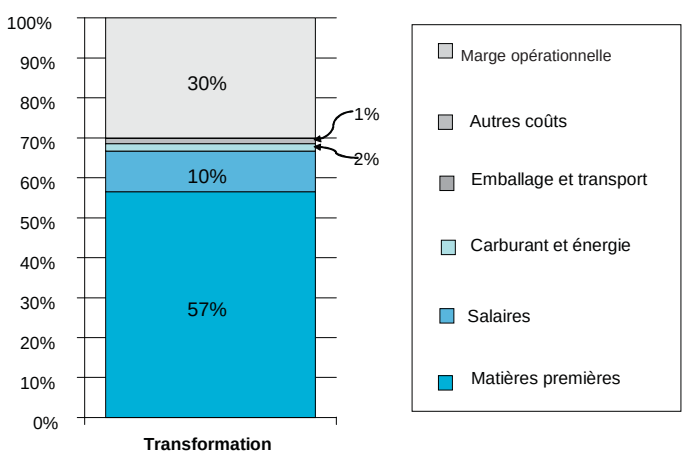


La figure 1.14 montre que la part de l'équipage, salaires et autres coûts associés (taxe sur salaire, sécurité sociale, etc.) absorbaient 39 pour cent du revenu annuel du bateau. Le carburant représentait 9 pour cent, alors que le part des engins de pêche et de leur entretien était évaluée à 6 pour cent. Les coûts fixes et autres types de coûts ont représenté 24 pour cent. Ils comprennent notamment l'assurance, les taxes (autres que les taxes sur le revenu), diverses rentes et frais, frais de criée, etc. Les marges opérationnelles sont estimées à 22 pour cent et comprennent les dividendes des propriétaires du bateau, la taxe sur le revenu, l'amortissement et les intérêts bancaires (coûts des capitaux).

En 2000, la flotte côtière marocaine a récolté 40 000 tonnes d'anchois qui ont servi à fabriquer 12 000 tonnes de semi-conserves d'anchois.

Les coûts d'exploitation de la figure 1.15 ont été obtenus suite à une enquête dans une unité moyenne qui transforme environ 1 500 tonnes d'anchois matière première

FIGURE 1.15
Distribution des coûts relatifs pour la fabrication de semi-conserves d'anchois



par an. Par conséquent, les données présentées ci-après doivent être utilisées à titre indicatif seulement, et non représentatif de toute une industrie.

Le coût de la matière première et ingrédients représentaient 57 pour cent (40 pour cent pour l'anchois, 17 pour cent pour l'huile, le sel et autres ingrédients) du revenu total d'exploitation alors que les salaires en représentaient 10 pour cent. Les emballages, le transport et autres coûts ont compté pour 3 pour cent laissant une «marge opérationnelle» estimée à 30 pour cent. Toutefois, cette «marge opérationnelle» devrait être diminuée des coûts fixes et des frais de capitaux, immobilisés pendant des mois pendant l'anchoitage. Ces donnés se basent sur un coût de semi-conserves, sortie usine, d'environ 52,2 MAD/kg en 2000, soit l'équivalent de 4,91 USD/kg.

Il s'est avéré difficile d'obtenir des données sur les prix au détail des semi-conserves d'anchois marocains aux États-Unis d'Amérique et en Europe. Ils ont varié entre 10 et 39 USD par kg.

Comme les volumes et le prix moyens de détail n'étaient pas connus, il a été décidé d'utiliser la valeur des importations aux États-Unis d'Amérique pour estimer la distribution des coûts le long de la filière anchois. En 2000, le coût moyen de l'anchois importé aux États-Unis d'Amérique était de 5,95 USD/kg, en diminution de 21 pour cent par rapport à son prix record de 7,2 USD/kg de 1998.

La figure 1.16 montre donc uniquement une partie de la distribution des revenus de la filière puisqu'elle n'inclut pas les étapes qui viennent après l'entrée de la marchandise en territoire américain (grossiste, semi-grossiste et/ou détaillant). Toutefois, la distribution est caractéristique de celle des produits alimentaires avec une chaîne de transformation élaborée telles que les conserves de tomates, le sirop de maïs ou les corn flakes.

Pour compléter cette étude, les prix au détail ont été collectés mais seulement sur le marché italien où une enquête sur les ménages a révélé un prix de détail de 19 USD/kg en 2001. Ce prix n'était plus que de 11 USD/kg en 2004 à Rome, Italie et certaines campagnes de promotion annonçaient des prix de 39 USD/kg en 2004. Nonobstant cette variation, une simulation de la distribution des revenus de l'exportation de la filière marocaine d'anchois exporté en Italie est présentée à la figure 1.17.

Cette figure indiquerait que 75 pour cent de la valeur ajoutée est créé au niveau de la distribution, contre 21 pour cent pour la transformation et seulement 3 pour

FIGURE 1.16
Distribution du revenu d'exportation aux États-Unis d'Amérique le long de la filière anchois au Maroc

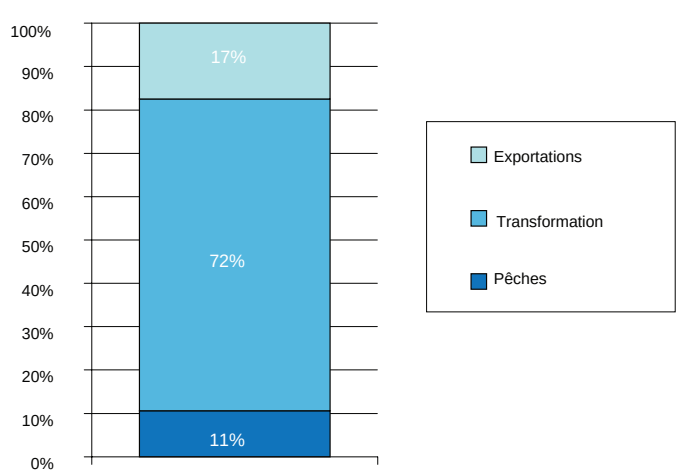
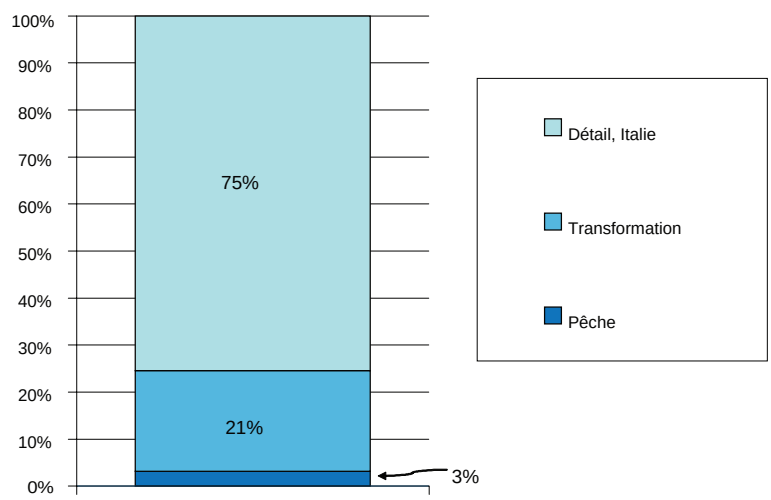


FIGURE 1.17
Distribution des revenus le long de la filière marocaine de semi-conserves d'anchois exportées en Italie



cent pour le secteur pêche. Ceci reflèterait les caractéristiques d'une filière alimentaire dont le maillon transformation est assez complexe et le rôle de la grande distribution important. Toutefois, ces données doivent être utilisées à titre indicatif seulement et d'autres études doivent être conduites pour compléter et affiner ces données. Il n'en demeure pas moins que les entreprises qui possèdent leurs propres marques et leurs propres campagnes de promotion sont à même de tirer le meilleur profit des revenus de la filière anchois.

2. Technologie des semi-conserves d'anchois salés

2.1 INTRODUCTION

Plusieurs espèces de poisson sont salées à travers le monde pour augmenter leur durée de conservation et modifier leur qualité gustative et leur apparence. Elles sont alors préparées sous différentes formes et recettes appréciées par des millions de personnes dans le monde. Certains poissons salés font même l'objet d'un important commerce régional et international. C'est le cas des semi-conserves d'anchois tel que étayé au Chapitre 1.

Dans le but de mieux maîtriser la fabrication du poisson salé et garantir des produits sains et de bonne qualité, les techniciens et professionnels ont développé des codes d'usage pour le salage du poisson et des normes pour divers produits salés.

Pour certains produits qui font l'objet d'un commerce international, les codes et normes sont développés par le *Codex Alimentarius*. C'est ainsi que celui-ci a développé une norme pour les poissons salés et les poissons salés séchés de la famille des Gadidae (Codex Alimentarius, 2003b), afin d'en faciliter le commerce et harmoniser les exigences sanitaires et de qualité. De la même façon le *Codex Alimentarius* vient de finaliser le code d'usages pour le poisson salé (Codex Alimentarius, 2003c). Malheureusement, il n'existe pas encore de norme *Codex* internationale pour les anchois salés, mais plutôt des normes nationales et/ou des codes d'usages nationaux.

D'une façon générale: «*peuvent être considérées comme semi-conserves d'anchois au sel, des préparations produites exclusivement à partir du poisson appartenant à la famille des Engraulidés, ayant subi une maturation (ou anchoitage) au sel sec pendant une durée minimale de 2 à 3 mois pour être conditionnés entiers ou élaborés dans un emballage étanche au moins aux liquides*». Les dites semi-conserves ne doivent contenir ni des germes pathogènes ou de putréfaction ni des additifs non autorisés ni des substances toxiques à des taux non tolérés.

Comme il a été signalé au Chapitre 1, la famille des Engraulidés comprend un seul genre (*Engraulis*) et sept espèces dont les plus utilisées pour la fabrication de l'anchois salé sont: *Engraulis encrasicolus* (anchois européen), *E. anchoita* (anchois argentin) et *E. japonicus* (anchois japonais). Certaines réglementations nationales, telle la norme française NF 45–066 n'autorise l'appellation «anchois» que pour les produits obtenus à partir des espèces *Engraulis encrasicolus* et *Engraulis anchoita*. La réglementation espagnole quant à elle stipule que les semi-conserves d'anchois sont obtenues par salage-maturation de l'anchois européen *E. encrasicolus* (Veciana Nogues, Vidal Carou et Marine Font, 1990). Mais, en raison de la diminution des captures de cette espèce à partir de 2002, la tendance actuellement est le recours à l'utilisation de l'anchois argentin (*E. anchoita*). Parfois, la sardine est également anchoitée, dans certains pays comme le Maroc, pour fabriquer des «sardines anchoitées» et satisfaire la demande de plus en plus croissante en ce type de poisson salé.

2.2 TECHNOLOGIE

La description et les recommandations techniques qui suivent sont la synthèse de diverses études relatives au salage du poisson en général et au salage de l'anchois en particulier. Il s'agit d'abord des codes d'usage du *Codex* d'intérêt pour le salage des anchois (Codex Alimentarius, 2003d). Ces codes ont été complétés et enrichis par des

publications scientifiques et techniques relatant divers travaux et études pertinents réalisés dans différents pays. Leurs rapports sont référencés à la fin du manuel pour permettre au lecteur d'en approfondir le contenu à loisir.

La technologie des semi-conserves d'anchois (figure 2.1) fait appel à l'action du sel seul sans intervention ni de traitement thermique ni d'adjonctions d'additifs en vue d'un effet stabilisateur pour la conservation. Le salage approprié de l'anchois conduit à une maturation caractéristique de la chair, le poisson est dit «*anchoité*». L'anchoitage est un processus complexe de réactions biochimiques qui dépendent de différents paramètres techniques (température, durée, pression, etc.) de la maturation.

Dans cette technologie, la qualité de la matière première et des ingrédients conditionne la réussite de l'anchoitage et, par conséquent, l'obtention d'un produit final aux caractéristiques organoleptiques et physico-chimiques désirées. Le choix de la matière première est donc une étape primordiale.

2.2.1 Matière première et ingrédients

Il s'agit de l'anchois, du sel et autres éléments d'assaisonnement.

2.2.1.1 Anchois

Qualité de l'anchois matière première

Les caractéristiques morphologiques, de reproduction et de captures des espèces commerciales d'anchois ont été décrites au Chapitre 1.

La qualité de la matière première est primordiale pour l'anchoitage. Celle-ci est influencée par la manutention à bord, au débarquement et pendant la préparation et le conditionnement. Ceci est d'autant plus vrai pour les poissons gras comme l'anchois en comparaison avec les poissons maigres (Zugarramurdi et Lupin, 1980).

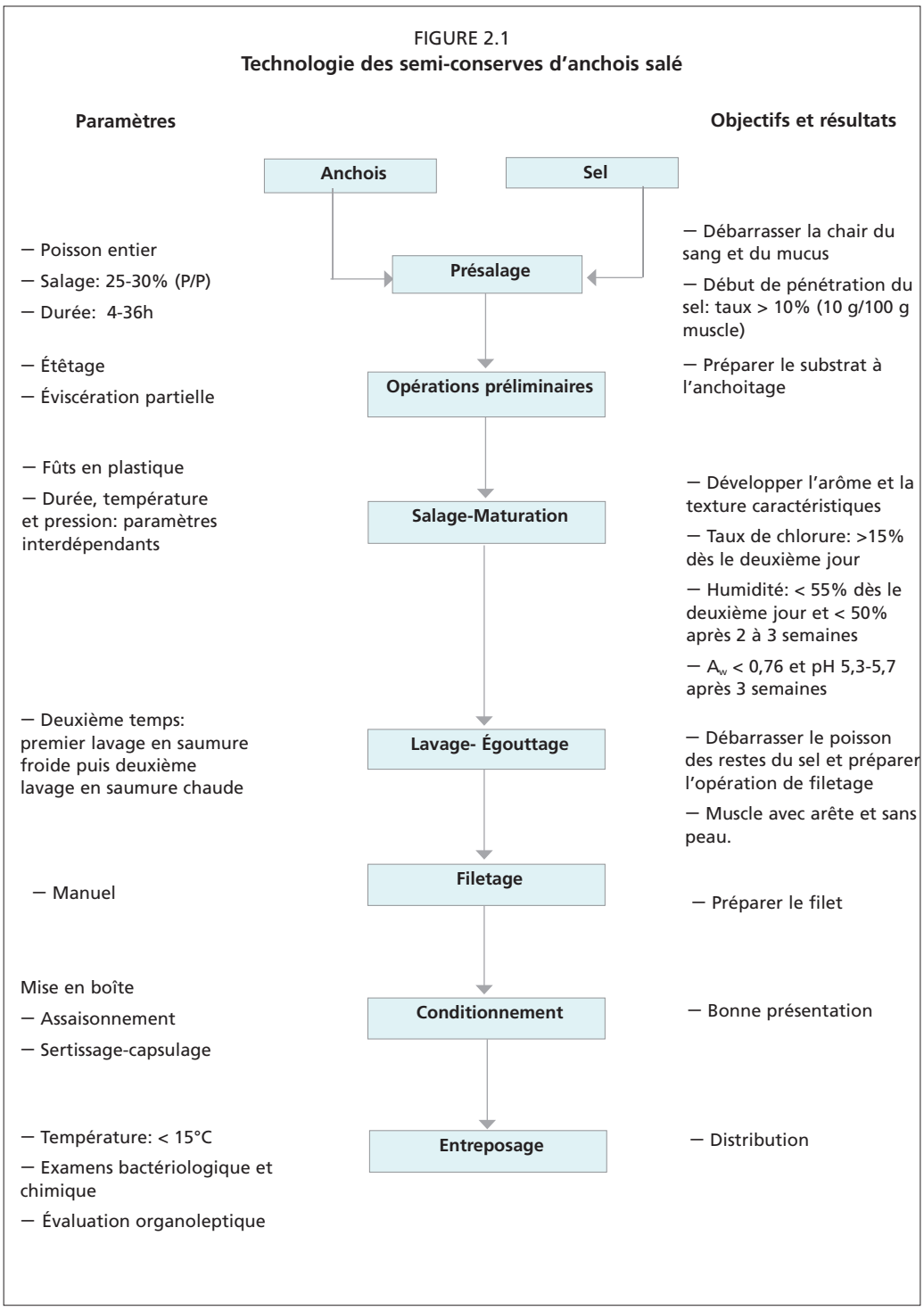
Lors de la comparaison de trois techniques de manutention de l'anchois (*Engraulis anchoita*) à bord de senneurs, Zugarramurdi *et al.* (2004) ont conclu que le stockage de l'anchois à bord dans l'eau de mer refroidie à la glace était meilleure que le stockage en caisses avec de la glace, la pire méthode étant le stockage à bord en vrac dans la calle sans glaçage. Leur étude a révélé une corrélation linéaire entre la qualité de l'anchois matière première et celle du produit fini (anchois salé), avec une tangente plus élevée (courbe plus ascendante) pour les anchois en comparaison avec le lieu noir, indiquant qu'une variation de la qualité de l'anchois frais avait un effet plus marqué sur la qualité du produit fini salé que l'effet d'une variation similaire de la qualité du lieu noir frais sur son produit fini salé.

Non seulement la qualité du produit fini était affectée, mais le rendement et la productivité pendant l'anchoitage l'étaient également de façon significative. Ainsi, le rendement (*poids d'anchois frais pour produire une unité d'anchois salé*) diminuait de 10 à 15 pour cent suite à un retard de glaçage, de 7 pour cent suite à un retard de triage et de 25 pour cent si de l'anchois matière première de qualité marginale, au lieu d'anchois d'une bonne qualité, était utilisé.

Concernant la productivité pendant les opérations manuelles (*exprimé en kilos d'anchois travaillé/personne/heure*), elle augmentait de 30 pour cent quand l'anchois utilisé était de très bonne qualité au lieu d'une qualité moyenne.

Cet impact de la qualité de la matière première sur le rendement, la productivité et la qualité de l'anchois salé se répercutait sur les coûts de production, dont 75 pour cent étaient représentés par le coût de la matière première. En effet, Zugarramurdi *et al.* (2004) ont estimé que les coûts de production diminuaient de 27 pour cent lorsque de l'anchois de qualité moyenne, au lieu d'une bonne qualité, était utilisé.

FIGURE 2.1
Technologie des semi-conserves d'anchois salé



Composition chimique de l'anchois

Le tableau 2.1 présente la composition chimique moyenne de deux espèces d'anchois et souligne la variation de cette composition d'une espèce à l'autre.

TABLEAU 2.1
Composition chimique du muscle de l'anchois (%)

	E. Japonicus	E. encrasicolus
Eau	73,4	78,4
Protéines	15,1	15,3
Lipides	6,3	3,5
Carbohydrates	0,4	1,6
Matière minérale	4,8	2,1

D'après Lee *et al.* (1989) et Fidanza *et al.* (1972)

Au sein d'une même espèce, il existe des variations en fonction de la saison et du cycle sexuel et trophique. Ce sont les lipides qui présentent les variations les plus marquées (Fidanza, Coli et Damiani, 1972). Ils sont formés de lipides neutres (77,6 pour cent), de phospholipides (22,1 pour cent) et de glycolipides (0,3 pour cent). Leur composition en acides gras fait ressortir leur richesse en acides gras polyinsaturés, particulièrement les acides C_{20}: 5 (acide eicosa-pentaénoïque) et C_{22}: 6 (acide docosa-héxaénoïque) qui peuvent représenter jusqu'à plus de la moitié des acides gras totaux (Cha, Lee et Kim, 1985; Zlatanos et Sagredos, 1993). Ces deux acides sont connus pour leur rôle bénéfique dans la prévention des affections cardiovasculaires en diminuant le risque d'infarctus, en rétablissant un rythme cardiaque normal et en ayant un effet positif sur l'hypertension artérielle (Horrocks et Yeo, 1999).

La fraction azotée est formée de trois types de protéines qui se distinguent par leur comportement dans une solution à concentration saline croissante (Soudan, 1965).

- Les protéines extra-cellulaires (encore appelées de stroma ou de soutien). Elles représentent 2 à 5 pour cent des protéines totales chez les téléostéens et sont solubles dans l'eau. Ces protéines sont formées essentiellement de collagène, secondairement d'élastine et de kératine.
- Les protéines sarcoplasmiques qui sont solubles dans l'eau et dans les solutions de faible force ionique. Elles représentent 20 à 30 pour cent des protéines totales et sont constituées de myoglobine, de globulines et par diverses enzymes.
- Les protéines myofibrillaires (ou protéines de structure) qui sont solubles dans les solutions de force ionique élevée, appelées pour cette raison protéines salinosolubles. Elles représentent 60 à 75 pour cent des protéines totales et sont formées de myosine, présente à des teneurs dépassant 50 pour cent des protéines totales, d'actine et de tropomyosine. La myosine présente la propriété, en plus de son caractère salinosoluble, d'être sensible aux enzymes protéolytiques et à la dessication. Ces caractéristiques suggèrent que cette protéine serait activement concernée par les phénomènes de salage.

Les acides aminés qui forment les protéines du muscle de l'anchois sont caractéristiques de l'espèce. Il y a prédominance des acides aspartique, glutamique, de l'histidine et de la taurine chez l'anchois du Pacifique, des acides aspartique, glutamique, de la leucine et de la lysine chez l'anchois européen (Cha, Lee et Kim, 1990; Lee *et al.*, 1989; Fidanza, Coli et Damiani, 1972).

Contrôle de la qualité de l'anchois à la réception

À la réception, le poisson fait l'objet d'un contrôle en vue de déceler les signes éventuels d'une altération organoleptique ou chimique tels que ceux qui ont été observés suite au suivi organoleptique de l'anchois au cours de son entreposage sous glace (Chaouqy et El Marrakchi, 2005). Il s'agit de la présence de tâche jaune sur l'opercule, de la perte de l'intégrité du péritoine, de l'affaissement de l'oeil et de la perte de l'adhérence de la

colonne vertébrale au muscle. Rappelons l'extrême fragilité de l'abdomen qui se traduit par son éclatement même sur des individus frais (Martinez et Gildberg, 1988).

L'appréciation chimique fait appel aux paramètres suivants:

- azote basique volatil total (ABVT),
- triméthylamine (TMA) et
- histamine.

Les valeurs limites correspondant au début d'altération sont, pour les paramètres ABVT et TMA, respectivement de 25 mg/100 g et 5 mg/100 g de muscle. Ces limites sont définies (Chaouqy et El Marrakchi, 2005), compte tenu des techniques d'analyses utilisées qui sont, pour l'ABVT, la méthode de distillation après extraction à l'acide perchlorique (méthode de référence de l'Union européenne) et, pour la TMA, la méthode colorimétrique de Dyer (Chaouqy et El Marrakchi, 2005). Quant à l'histamine, la limite d'acceptabilité proposée est de 5 mg/100 g de muscle.

2.2.1.2 Le sel

Le sel (chlorure de sodium) peut provenir soit de la mer soit des gisements terrestres (sel gemme). Un troisième type de sel est préparé par évaporation artificielle sous vide (Huss et Valdimarsson, 1990). Certains pays n'autorisent l'usage que du sel d'origine marine.

Quelle que soit son origine, le sel est constitué principalement de chlorure de sodium (99 pour cent) et des traces d'impuretés (1 pour cent) comprenant le chlorure de calcium et de magnésium, les sulfates de magnésium, de calcium et de sodium. Ces impuretés influencent de façon significative la réussite du salage du poisson. Seul le sulfate de calcium, pratiquement insoluble, n'a aucune action. Les autres sels de calcium et magnésium, même s'ils se trouvent en faible proportion, font diminuer considérablement la perméabilité des membranes cellulaires, notamment en colmatant la surface du muscle. Il s'ensuit que plus le sel est riche en ces impuretés, moins la pénétration du chlorure de sodium dans les tissus des poissons à saler sera rapide. À ce sujet, la FAO recommande que les sels de calcium et de magnésium ne devraient pas dépasser dans le sel 0,35 et 0,15 pour cent respectivement (Codex Alimentarius, 1979).

Un autre élément qui mérite d'être souligné, est la taille des cristaux de sels. Ainsi, pour l'anchoitage, c'est le sel demi-fin (2,5 mm de diamètre) qui est utilisé pour le saupoudrage de l'anchois. En effet, un sel plus fin diffuserait extrêmement rapidement dans le muscle provoquant une déshydratation excessive à la surface du muscle et conférant un aspect «brûlé» au produit anchoité. De plus, la coagulation subséquente des protéines contenues dans les couches superficielles compromet le salage en profondeur de la chair musculaire. D'un autre côté, un sel grossier endommagerait les fibres musculaires et affecterait l'intégrité des filets d'anchois en fin de maturation. C'est pour cela qu'il est surtout utilisé pour la préparation de la saumure.

Quelle que soit son utilisation, le sel doit être propre, sans mauvaise odeur, de couleur blanchâtre uniforme et de bonne qualité bactériologique, notamment une charge en flore anaérobie sulfito-réductrice aussi faible que possible. Il ne doit pas avoir été utilisé pour une quelconque autre fabrication. Autrement, il sera riche en matières organiques, en bactéries halophiles et en moisissures osmophiles indésirables car elles provoquent des défauts de fabrication (Huss et Valdimarson, 1990). De plus, l'utilisation du sel neuf n'est pas seulement une nécessité technique mais parfois également réglementaire, comme en France.

Le sel fait aussi l'objet d'un contrôle visuel pour s'assurer de la propreté physique du produit et de l'absence de corps étrangers ou de mauvaises odeurs. Un contrôle analytique est également effectué pour vérifier la conformité par rapport aux normes bactériologiques qui sont généralement définies sous forme d'un cahier de charges.

2.2.1.3 Autres ingrédients

Il s'agit de l'huile de couverture et autres ingrédients (câpres, olives, cornichons, piment, vinaigre, etc.) qui entrent dans la composition du produit final afin de varier sa présentation en fonction de la demande des clients. Ces ingrédients doivent être de qualité alimentaire et répondre aux normes et exigences requises.

2.2.2 Opérations préliminaires

Elles consistent en un présalage suivi d'un étêtage-éviscération et, enfin, d'un lavage. Avant ces opérations, le poisson fait l'objet d'un tri en fonction de l'espèce pour éliminer les individus autres que l'anchois notamment la sardine, et de la taille, de façon à disposer d'individus homogènes pour permettre un salage-maturation synchrone. Étant donné que la plupart de ces opérations sont manuelles, le respect des bonnes pratiques hygiéniques et l'utilisation d'eau de qualité potable sont essentiels.

2.2.2.1 Présalage

Cette étape a pour objet de débarrasser le poisson de son mucus superficiel, du sang et du liquide de constitution exsudé. Elle se traduit par une pénétration du sel dans la chair et permet, par conséquent, de limiter la multiplication bactérienne; le tableau 2.2 décrit l'influence du sel sur la croissance des microorganismes (Huss et Valdimarsson, 1990). C'est pourquoi, sa réalisation doit être précoce et à température convenable sinon il y a dégradation du poisson avant que le sel n'atteigne une concentration critique dans le muscle.

Le présalage du poisson est effectué mécaniquement à l'aide d'une saleuse munie d'un tapis roulant, sur lequel, on mélange l'anchois et le sel au taux de 25 à 30 pour cent. Cette opération est parfois réalisée manuellement dans des bacs en plastique.

TABLEAU 2.2
Influence de la concentration en NaCl sur la croissance des microorganismes (d'après Huss et Valdimarsson, 1990).

Concentration en Nacl (%)	Croissance des micro-organismes	
	Germes pathogènes	**Germes d'alteration**
3,5 – 10	*B.cereus* *C. botulinum* *Salmonella* *C. perfringens* *V. parahaemolyticus*	Lactobacillaceae Enterobacteriaceae Bacillaceae Micrococcoceae Moisissures
10 -17	*Staphylococus*	Cocci Levures Moisissures
> 17	Moisissures toxinogènes	Bactéries halophiles Levures Moisissures

Le mélange est ensuite transvasé dans des fûts en plastique contenant la saumure saturée. La durée du présalage varie de 4 à 36 heures en fonction des unités de fabrication et de la température ambiante.

2.2.2.2 Étêtage-éviscération

C'est une opération qui consiste à éliminer manuellement la tête et les branchies, le coeur et une partie des viscères.

L'éviscération pratiquée est partielle. Une éviscération totale avec lavage minutieux des poissons aboutit à une maturation incomplète sans apparition de la saveur caractéristique. Les viscères contiennent des enzymes qui participent à la maturation du muscle de l'anchois.

2.2.2.3 Lavage-égouttage

Le lavage complète les opérations précédentes en éliminant les débris des viscères encore adhérents, le sang et les fécès répandus sur la chair. Il s'effectue au moyen d'une saumure saturée fraîchement préparée. Le poisson lavé est mis à égoutter quelques minutes avant de subir l'opération de salage-maturation.

2.2.3 Salage-maturation

Le salage-maturation, autrement appelé «*anchoitage*», consiste en un traitement de la chair au sel et qui se traduit par des modifications organoleptiques, physico-chimiques et biologiques. Au terme de cette opération, le produit dit anchoité acquiert l'essentiel de ses caractéristiques typiques.

2.2.3.1 Technique

Le poisson est d'abord frotté avec du sel puis introduit dans des fûts dont le fond est tapissé d'une couche de sel. Les fûts sont remplis en alternant les couches de sel et de poisson; la dernière couche étant formée de sel. La quantité de sel utilisée doit assurer le salage complet. Elle varie de 15 à 20 pour cent en fonction des unités de fabrication.

Lorsque les barils sont pleins, le poisson est soumis à une pression physique, réalisée généralement à l'aide d'un disque en bois placé à l'extrémité supérieure du fût et sur lequel une charge est placée sous forme de blocs de ciment. Il y a lieu de signaler la tendance à la généralisation de l'utilisation, par les saleurs, de barils en plastique qui présentent l'avantage d'être commodes à manipuler et surtout d'être faciles à nettoyer et à désinfecter.

Durant toute la phase de maturation, la charge de la pression n'est pas constante et le poisson baigne complètement dans la saumure saturée qui est régulièrement renouvelée après avoir éliminé la matière grasse et l'exsudat formé en surface des fûts.

La durée de l'anchoitage peut varier de 2 à 12 mois en fonction essentiellement de la température et de la pression exercée sur les fûts et leurs contenus.

2.2.3.2 Facteurs de l'anchoitage

Les facteurs de l'anchoitage se classent en facteurs intrinsèques et en facteurs extrinsèques.

Les premiers sont inhérents au poisson, matière première et au sel, ingrédient principal. Le poisson intervient par sa composition qui varie en fonction de l'espèce et de la saison, particulièrement la graisse sous-cutanée, susceptible d'entraver la vitesse de pénétration du sel. La fraîcheur du poisson est un autre élément qui conditionne la bonne conduite de l'anchoitage. Les teneurs élevées en histamine dans les produits finis sont le plus souvent attribuées à une matière première altérée.

La nature et la composition du sel ont une grande influence sur la maturation de l'anchois. Ces aspects ont été traités au chapitre relatif au choix des ingrédients.

Les facteurs extrinsèques de la maturation concernent les conditions ambiantes de température, le pressage et la durée de maturation.

Température

La température influence les processus enzymatiques d'anchoitage. Les modifications biochimiques recherchées doivent être lentes et progressives pour mieux les maîtriser afin d'obtenir des caractéristiques organoleptiques optimales. Une température de 18 à 20 °C est la mieux indiquée et permet, généralement, d'obtenir un produit dit «anchoité» en trois mois. Une température élevée accélère les réactions biochimiques, particulièrement la protéolyse, et aboutit à un produit altéré (Pirazzoli *et al.,* 1981). Une température basse (entre 12 à 15 °C) aboutit à une maturation convenable mais, dans ces conditions, la durée de l'anchoitage est prolongée.

Pressage

Le pressage a pour effet d'augmenter la teneur en extrait sec, de favoriser l'exsudation de l'eau et donc de diminuer l'activité de l'eau (a_w) tout en favorisant la pénétration rapide du sel, ce qui permet de stabiliser le produit du point de vue microbiologique.

Des pressions élevées ralentissent la vitesse de maturation mais accélèrent la pénétration du sel. Cette dernière diminue l'a_w et inhibe la croissance bactérienne plus rapidement mais le produit ne présente pas les meilleures caractéristiques sensorielles. Une pression insuffisante favoriserait le développement des bactéries halophiles avec une activité protéolytique intense ce qui conduit à un produit surmaturé, voire altéré suite à une protéolyse excessive.

Durée de l'anchoitage

Ce facteur est étroitement lié à la température et au degré de pressage. En fait, les trois paramètres (température, pression et durée de maturation) sont tellement liés que la modification d'un paramètre entraîne *ipso facto* celle des autres paramètres. La définition d'un paramètre n'a de signification technologique que si les autres paramètres sont en même temps pris en considération. Dans la pratique, c'est plutôt le couple température-pression qui est initialement défini, il conditionne par la suite la durée de la maturation. Une revue des travaux consacrés à ce sujet permet justement de constater l'existence de plusieurs combinaisons température-pression-durée. L'utilisation judicieuse d'une combinaison devrait permettre d'atteindre un même objectif, celui de l'obtention des caractéristiques organoleptiques typiques du produit anchoité en une durée raisonnable.

Le recours à une pression de 40 g/cm², augmentée graduellement jusqu'à 100 g/cm² pendant toute la période de maturation de l'anchois (*E. anchoita*) en Uruguay, est rapporté par Mattos *et al.* (1976). La maturation est obtenue après huit mois à une température ambiante de 15 à 30 °C. En Argentine, Filsinger (1987) démontre, sur la même espèce, que la meilleure qualité du produit est obtenue avec une pression de 131,5 g/cm², à une température de 18-20 °C pendant 300 jours. Pour l'anchois européen (*E. encrasicolus*), Pirazzoli *et al.* (1981) rapportent qu'en Italie, l'utilisation d'une pression de 90 à 95 g/cm² permet d'obtenir un produit de bonne qualité organoleptique après 8 mois de maturation à 18 °C alors que Baldrati *et al.* (1977) suggéraient auparavant l'utilisation d'une pression de 140 g/cm² qui permet l'acquisition rapide par le muscle des paramètres physico-chimiques ($a_w < 0,75$ et extrait sec ≥ 50 pour cent) nécessaires pour une bonne conduite de l'anchoitage.

Une enquête menée auprès d'une dizaine d'unités de fabrication au Maroc (Sebti, 2001) révèle que les ateliers qui pratiquent la maturation à température ambiante (20 à 30 °C) recourent à une pression élevée de 100 à 120 g/cm² au début, puis cette pression est diminuée, dès le troisième jour de maturation à 50-60 g/cm² pour être ensuite maintenue à cette valeur jusqu'à la fin de la maturation qui dure 2 à 3 mois. Pour les unités qui disposent de locaux réfrigérés, la pression exercée au départ est, généralement, plus basse (60 g/cm²); elle est diminuée jusqu'à 40 g/cm² après le troisième jour. Dans ce cas, la maturation est nécessairement conduite à une température basse comprise entre 12 à 14 °C, ce qui se traduit par un allongement de la durée de maturation jusqu'à 9 mois, voire parfois un an.

S'il existe plusieurs combinaisons des paramètres de l'anchoitage, la tendance générale des professionnels est de privilégier une maturation de longue durée, d'au moins 8 mois, afin de mieux maîtriser les phénomènes physico-chimiques et biochimiques qui président à l'anchoitage et qui aboutissent, de façon lente et progressive, à l'acquisition des caractéristiques organoleptiques optimales du produit final. Pour cela, les saleurs ont recours à une pression relativement élevée (supérieure à 90 g/cm²) ou une température basse (inférieure à 15 °C). Ces conditions de pression et de température ralentissent les processus enzymatiques de l'anchoitage, avec comme conséquence une

augmentation de la durée. Selon les professionnels, une maturation de longue durée aboutit à l'obtention d'un produit de très bonne qualité commerciale mais considèrent les longues périodes de maturation comme une contrainte économique parce qu'elles correspondent à une immobilisation des capitaux. Par contre, une maturation rapide à température élevée présente le risque de développement de bactéries indésirables, telles que les bactéries d'altération ou pathogènes.

2.2.3.3 Modifications subies au cours de l'anchoitage

La maturation est caractérisée par deux phénomènes. Le premier rapide et précoce, se traduit par une pénétration rapide du sel et une exsudation subséquente de l'eau tissulaire jusqu'à ce qu'un équilibre isotonique soit atteint. En même temps, une partie des graisses qui se forme à la surface avec la saumure est éliminée. Le deuxième phénomène est plus lent durant lequel des modifications lentes et progressives ont lieu et aboutissent à l'obtention d'un produit avec une consistance et un goût spécifiques.

Modifications macroscopiques

Les principales modifications macroscopiques ont été résumées par Campello (1985b). Elles portent sur:

- l'aspect de la peau et de son adhérence qui diminuent avec la maturation;
- l'aspect de la paroi abdominale qui peut être lysée lors de forte protéolyse (surmaturation);
- l'adhérence des filets à la colonne vertébrale qui diminue au cours de la maturation;
- l'odeur qui traduit l'arôme caractéristique du produit «anchoité»;
- la saveur qui se caractérise par la perte du goût «de poisson cru» remplacé par celui d'anchoité;
- la texture qui évolue d'un état ferme à un état moelleux;
- la couleur qui évolue d'un gris clair quand l'anchois est tout juste salé vers une teinte rose en fin de maturation.

Les premiers caractères qui apparaissent après un mois de salage concernent l'odeur, la saveur et la texture. La coloration typique est plus lente à se former (3 mois).

Modification physico-chimiques et biochimiques

L'évolution des caractéristiques physico-chimiques de l'anchois au cours de la maturation a fait l'objet de plusieurs travaux qui ont concerné plus d'une dizaine de lots de fabrication maturés à température ambiante (20 à 30 °C). Nous retenons l'étude de Azhari (1998), qui nous paraît plus complète et plus représentative des phénomènes compte tenu du nombre de paramètres analysés.

Les résultats qui représentent la moyenne de deux lots sont consignés au tableau 2.3.

Le pH musculaire, de 6,0 au début, chute à 5,4 après 3 à 4 mois de maturation. Cette baisse qui est attribuée essentiellement à l'accumulation d'acides gras libres, s'effectue malgré une augmentation significative en bases azotées notamment le NH_3. De ce fait, il est très important de souligner qu'une augmentation du pH au début de la maturation signifierait une évolution anormale du poisson anchoité. Par conséquent, la mesure du pH constitue un bon moyen de vérifier l'évolution normale au cours de la maturation.

L'activité de l'eau (a_w) du muscle du poisson frais est de 0,99. À J_o qui correspond au moment juste avant la mise en barils pour maturation, elle est de 0,81. Cette diminution importante s'explique par l'effet du présalage qui s'est traduit par une première pénétration du sel qui atteint une teneur supérieure à 1 pour cent (tableau 2.3). Après seulement 24 heures de maturation (J_1), l'a_w chute à des valeurs de 0,79 pour se stabiliser après trois mois à 0,76. Ces valeurs qui correspondent à celles déterminées par

TABLEAU 2.3
Évolution des paramètres physico-chimiques de l'anchois au cours de la maturation (d'après Azhari, 1998)

	Durée de maturation (jour)												
Paramètres analysés	J_o	J_1	J_2	J_3	J_4	J_5	J_{16}	J_{26}	J_{42}	J_{57}	J_{72}	J_{87}	J_{114}
pH	6,0	5,64	5,62	5,6	5,57	5,55	5,53	5,49	5,47	5,44	5,42	5,4	5,39
Humidité (%)	75,15	55,79	52,29	51,45	50,85	50,79	49,8	49,02	48,83	48,27	48,14	48,04	48,01
a_w	0,81	0,79	0,77	0,77	0,77	0,80	0,83	0,80	0,78	0,77	0,76	0,76	0,76
NaCl (%)	1,09	15,19	16,20	16,51	17,0	17,12	17,24	17,35	17,47	17,54	17,69	17,59	16,89
ABVT (mgN/100 g)	17,0	18,08	19,44	21,35	22,8	24,18	24,95	25,96	28,14	29,73	30,49	32,09	37,25
TMA (mgN/100 g)	1,22	1,28	2,28	3,37	4,68	5,04	5,38	6,07	6,51	6,27	6,07	5,46	5,12
DMA (mgN/100 g)	0,20	0,27	0,32	0,34	0,38	0,45	0,55	0,47	0,70	0,80	0,88	0,94	1,02
NH_3 (mgN/100 g)	14,89	15,43	15,86	16,92	17,06	17,49	17,83	18,30	19,94	20,68	22,13	23,8	29,75
Histamine (mgN/100 g)	0,98	1,71	1,56	1,3	1,44	1,61	1,65	1,72	2,81	2,96	4,11	4,67	5,45

plusieurs auteurs (Durand, 1982; Baldrati *et al.*, 1977; Pirazzoli *et al.*, 1981) permet de classer le poisson anchoité parmi les produits à humidité intermédiaire, c'est-à-dire les produits alimentaires dont l'a_w est comprise entre 0,6 et 0,8 (Cheftel et Cheftel, 1976).

Les teneurs en humidité de l'anchois frais avant le salage sont de 75 pour cent. Après 24 heures de maturation, elles chutent rapidement pour atteindre 55 pour cent. Après 2 à 3 semaines de maturation, l'humidité atteint une valeur constante avec 48 pour cent comme valeur moyenne. La teneur reste ensuite inférieure à 50 pour cent jusqu'à l'obtention du produit final.

Les teneurs en chlorures évoluent parallèlement à l'humidité. Sur l'anchois frais, elles sont de 0,15 pour cent (Chaouqy et El Marrakchi, 2005). Avant salage-maturation, elles atteignent 1 pour cent et s'expliquent, comme évoquées ci-dessus, par une première pénétration lors du présalage. Après 24 heures de maturation, elles augmentent pour atteindre des valeurs de l'ordre de 15 pour cent et, à la fin de la maturation, elles se stabilisent à des valeurs de 17 pour cent. Le suivi quotidien pendant les cinq premiers jours de maturation a permis de confirmer la pénétration rapide du sel comme le montre l'étude de la dynamique de pénétration du NaCl faite sur *Engraulis anchoita* par Zugarramurdi et Lupin (1976, 1977).

Les trois paramètres (pH, a_w et teneur en NaCl) qui sont par ailleurs interdépendants créent des conditions qui permettent une bonne protection contre un éventuel développement microbien de putréfaction à température ambiante pendant les premières étapes de la maturation.

Le potentiel rédox du poisson diminue au cours du salage, tout en demeurant positif. Le muscle peut par la suite atteindre des valeurs négatives rendant le milieu favorable à la multiplication des germes anaérobies stricts.

En tenant compte des résultats de plusieurs travaux, on peut dire qu'à la fin de la maturation et jusqu'au produit final, le muscle anchoité acquiert les caractéristiques physico-chimiques suivantes:

- pH = 5,3 - 5,7
- humidité < 50%
- a_w ≤ 0,76
- taux en NaCl > 15%

Ces caractéristiques sont importantes à connaître parce qu'elles sont utiles et nécessaires dans l'analyse des dangers sanitaires liés à la fabrication des semi-conserves d'anchois salés (voir Chapitre 3).

Modifications biochimiques

Ces modifications concernent principalement les fractions grasse et azotée.

Évolution de la fraction grasse:

Sous l'effet du pressage, une plus grande partie de la matière grasse exsude et est éliminée avec la saumure. La fraction qui reste dans le muscle subit une lipolyse lente et progressive qui se traduit par l'accumulation d'acides gras libres (AGL) dans le milieu. Le processus tend à se stabiliser en fin de maturation. Il est très important de souligner que l'essentiel des AGL sont produits au cours des trois premiers mois de maturation (Roldan, Barassi et Trucco, 1985).

La lipolyse s'accompagne de modifications dans la composition en acides gras libres du muscle: les acides gras saturés (C14:0, C16:0 et C18:0), augmentent légèrement, les acides monoinsaturés (C16:1, C18:1) ne changent pas beaucoup tandis que les acides polyènes (C20:5 et C22:6) diminuent au cours de la maturation (Pérez-Villarreal et Pozo, 1992).

L'abondance en acides gras polyinsaturés (AGPI), la lipolyse associée au salage (le chlorure de sodium est pro-oxydant), toutes ces conditions favorisent l'oxydation malgré un stockage en absence d'oxygène. Cependant, l'oxydation reste limitée. Une partie des produits d'oxydation (peroxydes et composés carbonylés) est éliminée avec la matière grasse exsudée ou dans la saumure, l'autre peut réagir avec les acides aminés ou les produits de décomposition des protéines, produisant ainsi des substances colorées et aromatiques.

Évolution de la fraction azotée:

Au cours de la maturation, les protéines myofibrillaires (actine et myosine) qui sont majoritaires et possèdent un caractère salinosoluble, sont solubilisées. Les protéines sarcoplasmiques sont dénaturées. Ces transformations (solubilisation et dénaturation) associées à l'abaissement du pH, favorisent l'activité des protéases tissulaires (digestives et musculaires). Cette dernière se traduit par la production de substances non protéiques, dont une partie passe dans la saumure, et l'autre partie contribue à l'acquisition de la texture et de la flaveur caractéristiques du produit anchoité. Répétons-le, ce phénomène est lent et un accroissement prématuré de la fraction azotée non protéique permet de prévoir une altération prochaine.

Les indices d'altération ont été étudiés au cours de la fabrication, particulièrement au cours de l'anchoitage (tableau 2.3).

L'ABVT (azote basique volatil total) comprend trois composants majeurs, la triméthylamine (TMA), la diméthylamine (DMA) et l'ammoniac.

La (TMA), comme l'ABVT, est un paramètre utilisé comme indice d'altération des produits de la pêche. Cette amine est produite par réduction de l'OTMA (oxyde de triméthylamine) par voie bactérienne. L'enzyme responsable est une «triamine oxydase» appelée communément «OTMase». Selon Barett et Kwan (1985), cette enzyme existe aussi bien chez les bactéries qui forment la flore naturelle d'origine marine que chez les entérobactéries. Parmi la flore naturelle, les genres ou espèces bactériens capables de réduire l'OTMA sont: *Vibrio* (particulièrement, *V. alginolyticus), Flavobacterium, Photobacterium, Phosphoreum* et *Shewanella putrefaciens* (anciennement *Alteromonas putrefaciens*). En ce qui concerne les entérobactéries, elles dégradent toutes l'OTMA à l'exception du genre *Erwinia* et certains espèces de *Shigella*. Toutes ces bactéries, qu'elles soient aérobies strictes ou aéro-anaérobies facultatives utilisent l'OTMA comme accepteur d'électrons dans la respiration anaérobie, selon l'équation générale (Ruiter, 1971):

$$\underset{\text{(OTMA)}}{AH_2 + (CH_3)_3NO} \longrightarrow \underset{\text{(TMA)}}{A + (CH_3)_3N + H_2O}$$

Cette réduction nécessite, en plus d'une «OTMase», une hydrogénase et un donneur d'hydrogène. L'acide lactique, rapidement produit dans le muscle en post-mortem par glycogénolyse en anaérobiose est le plus important donneur d'hydrogène, viennent ensuite le ribose, le pyruvate, le formate et le glucose. En présence d'acide lactique, la réaction s'écrit:

$$\underset{\text{(acide lactique)}}{CH_3CHOHCOOH} + \underset{\text{(OTMA)}}{(CH_3)_3NO} \longrightarrow \underset{\text{(acide pyruvique)}}{CH_3COCOOH} + \underset{\text{(TMA)}}{(CH_3)_3N} + H_2O$$

L'acide pyruvique est oxydé selon l'équation:

$$\underset{\text{(acide pyruvique)}}{CH_3CHOCOOH} + \underset{\text{(OTMA)}}{(CH_3)_3NO} \longrightarrow \underset{\text{(acide acétique)}}{CH_3COOH} + \underset{\text{(TMA)}}{(CH_3)_3N} + CO_2 + H_2O$$

La réaction complète peut s'écrire comme suit:

$$CH_3COHCOOH + 2\,(CH_3)_3NO \longrightarrow CH_3COOH + 2(CH_3)_3N + CO_2 + H_2O$$

Les propriétés de l'OTMase sont également précisées par Ruiter (1971). Le pH optimal de son activité est de 6,8 à 7,5, variable en fonction de l'espèce bactérienne alors que sa température optimale se situe autour de 35 °C. Aux températures de congélation, l'activité est nulle. La propriété la plus interéssante est le comportement de l'enzyme en présence de chlorure de sodium. L'OTMase bactérienne est complétement inhibée dès que la teneur en sel dépasse 10 pour cent (Nozawa, Ishida et Kadota, 1979; Fujii, 1977). Le NaCI possède une double action: inhibition de l'activité et répression de la synthèse de l'enzyme (Ruiter, 1971); cette dernière étant induite en présence du substrat OTMA.

La DMA, autre amine volatile formant l'ABVT, est produite à partir de l'OTMA par une enzyme tissulaire appelée déméthylase selon l'équation:

$$\underset{\text{OTMA}}{(CH3)\ 3\ NO} \longrightarrow \underset{\text{DMA}}{(CH3)2\ NH} + \underset{\text{(Formaldéhyde)}}{HCHO}$$

L'enzyme déméthylase n'existe que chez un nombre limité d'animaux marins. Chez les poissons, la plus grande activité est reconnue chez les Gadidés, particulièrement au niveau de leurs viscères, rein et rate. Elle possède une activité optimale à des températures comprises entre 30 à 40 °C mais le fait remarquable est que l'activité est encore possible aux températures négatives mais plus importante à -8°C qu'aux températures de -20 °C. Les conséquences de cette dégradation sont essentiellement d'ordre organoleptique. Le formaldélyde (FA) autre métabolite produit en même temps que la DMA provoque une dénaturation des protéines, ce qui se traduit par des modifications de la texture du muscle qui devient plus dur. L'anchois n'est pas concerné par cette dégradation du moment qu'il ne possède pas l'enzyme déméthylase.

Signalons que la TMA au même titre que la DMA peuvent également être produites par dégradation chimique de l'OTMA, réaction qui est favorisée par l'élévation de la température (Tokunaga, 1975; Yeannes, Del Valle et Lupin, 1983; Gallardo *et al.,* 1990).

L'ABVT voit sa teneur passer de 17 mg/100 g de muscle avant salage, à 37 mg/100 g après 114 jours de maturation. Sur l'anchois argentin (*E. anchoita*), l'augmentation des bases azotées est fonction de la durée de maturation: après 4 et 8 mois, les teneurs enregistrées sont respectivement de 46 et de 115 mg N/100 g de muscle (Mattos *et al.,* 1976). Une étude menée au Maroc (Ouahri, 1992) sur 111 prélèvements provenant de 6 unités de fabrication qui pratiquent la maturation en trois mois, donne des résultats du même ordre (37,2 mg/100 g en moyenne).

La progression de l'ABVT au cours de l'anchoitage est due principalement à l'accumulation de l'ammoniac (NH_3), quoique la TMA et la DMA y contribuent également. La teneur en TMA passe de 1,22 mg N/100 g à J_0 à 5,12 mg N/100 g après

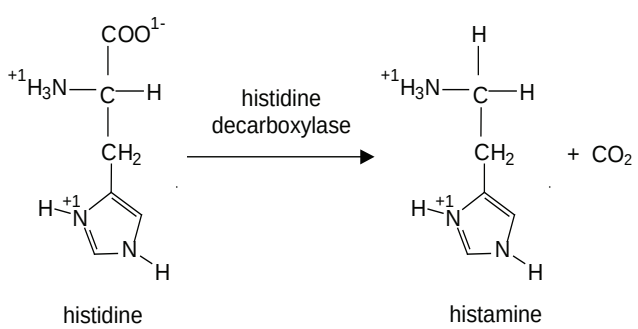
114 jours (tableau 2.3); elle peut atteindre 12,5 mg/100 g après 8 mois de maturation à température ambiante (Mattos *et al.*, 1976). Cette production lente et progressive de la TMA ne peut pas être attribuée à l'action de l'OTMase bactérienne qui réduit l'OTMA en TMA, du moment que cette enzyme est complètement inhibée en présence de 15 pour cent de NaCl. Le suivi de l'OTMA au cours de la maturation montre que ce substrat précurseur de la TMA voit sa teneur décroître de 28,45 mg N/100 g au début à 22,48 mg N/100 g après 2 mois de maturation à température ambiante (Jabri, 1996). Cette baisse ne peut donc être attribuée qu'à une dégradation du substrat par voie chimique. Cette dernière explique également la faible accumulation de la DMA dont la teneur passe de 0,20 mg N/100 g à J_0 à 1,02 mg N/100 g après 114 jours de maturation (tableau 2.3).

La teneur moyenne en NH_3 dans le muscle de l'anchois avant salage est de 14,89 mg N/100 g. Elle augmente progressivement pour atteindre une valeur de 29,75 mg N/100 g, contribuant ainsi à l'augmentation de l'ABVT, comme principal composant. Cette nette progression ne peut s'expliquer par l'action des désaminases bactériennes, inactives dans les conditions physico-chimiques d'a_w et de concentration saline qui règnent dans le muscle pendant la maturation mais plutôt par l'intervention d'enzymes digestives.

Une telle évolution de l'ABVT rend ce paramètre inadéquat pour apprécier l'altération de l'anchois maturé, mais sa mesure peut renseigner sur l'évolution de la maturation (Filsinger, Sisti et Bergamaschi, 1984).

Un autre composé azoté qui peut se former pendant l'anchoitage est l'histamine, une amine produite par décarboxylation de l'histidine. Elle a toujours suscité l'intérêt des professionnels de la pêche et des hygiénistes en raison de sa toxicité pour l'homme lorsqu'elle s'accumule à des teneurs anormalement élevées dans le muscle de poisson.

L'histamine se forme par décarboxylation enzymatique de l'histidine. Cette réaction est catalysée par une enzyme, l'histidine-décarboxylase, d'origine bactérienne.



Il est actuellement admis que seule l'histidine libre peut être décarboxylée en histamine (Ferencik, 1970). L'histidine-décarboxylase, enzyme responsable de cette action, est hautement spécifique. L'acétylation de l'histidine et de la liaison peptidique aussi bien avec le radical COOH qu'avec le radical NH_2, empêche la décarboxylation bactérienne (Arnold et Brown, 1978). Comme corollaire, seuls les poissons dont la chair est riche en histidine libre, tels que ceux appartenant à la famille des Scombridés (maquereau et thon), des Clupéidés (sardine) et des Engraulidés (anchois) seront concernés par la formation d'histamine dans la chair.

Les principales bactéries productrices d'histamine dans le muscle de diverses espèces de poisson ont été étudiées par plusieurs auteurs. Les résultats de leurs travaux sont synthétisés dans le tableau 2.4.

Généralement, seules quelques bactéries entériques telles que *Morganella morganii, Raoultella planticola* (anciennement *Klebsiella pneumoniae*) et *Hafnia alvei* ont été fréquemment isolées du poisson impliqué dans les incidents d'intoxication histaminique malgré le fait que l'enzyme histidine-décarboxylase est largement distribuée chez les

entérobactéries. Parmi ces dernières, *M. morganii* est reconnue comme la bactérie la plus histaminoformatrice. Ce groupe microbien qui fait partie de la flore normale du tube digestif des humains et des animaux se multiplie aux températures moyennes de 30 °C (caractère mésophile). On devrait donc s'attendre à ce que le respect des règles d'hygiène au niveau de tous les segments de la filière pêche et de la réfrigération bien conduite (glaçage précoce et continu, ratio glace–poisson convenable, etc.) soit des moyens appropriés pour la maîtrise du danger. Cependant, des souches psychrotrôphes d'entérobactéries sont capables de produire l'histamine même à basse température (Huss, Ababouch et Gram, 2004). Ainsi, *Photobacterium phosphoreum* et *Morganella psychrotolerans* suscitent beaucoup d'intérêt parce qu'elles peuvent produire de l'histamine en quantité importante à basse température (0-5 °C). (Kanki *et al.*, 2004; Dalgaard *et al.*, 2007).

TABLEAU 2.4
Bactéries productrices d'histamine dans le muscle du poisson

Bactérie	Source	Références
Morganella morganii	Thon toxique	Frank, 1985; Taylor *et al.*, 1978
	Sardine altérée	El Marrakchi *et al.*, 1992 Ababouch *et al.*, 1992
	Anchois altéré	Chaouqy et El Marrakchi, 2005
Klebsiella pneumoniae (Raoultella planticola)	Thon toxique	Taylor *et al.*, 1978
Hafnia alvei	Thon toxique	Frank, 1985
Citrobacter freundii	Thon	Frank, 1985
Enterobacter cloacae	Thon	Frank, 1985
Vibrio sp.	Maquereau	Frank, 1985
Vibrio alginolyticus	Thon altéré	Yoshinaga et Frank, 1982
Photobacterium phosphoreum	Sardine séchée	Kanki *et al.*, 2004
Pediococcus halophilus	Anchois salé	Karnop, 1988
Clostridium perfringens	Thon altéré	Yoshinaga et Frank, 1982
Pseudomonas aeruginosa	Anchois altéré	Chaouqy et El Marrakchi, 2005
Morganella psychrotolerans et/ou Photobacterium phosphoreum	Thon en sauce chili	Emborg, Laursen et Dalgaard, 2005
Morganella psychrotolerans	Thon fumé à froid	Dalgaard, 2006

Bien que l'identité de *Photobacterium phosphoreum* n'ait été définitivement établie que ces dernières années, cette bactérie aurait été isolée pour la première fois en 1981 par des auteurs japonais (Okuzumi, Okuda et Awano, 1981 et 1982) qui utilisèrent l'appellation «bactérie du groupe N» en raison des difficultés pour leur identification. Ce n'est que plus tard que ce groupe a été identifié comme *Photobacterium phosphoreum* par Fujii *et al.* (1997).

Cette bactérie présente la double caractéristique d'être à la fois psychrotrophe (croit à +35 °C) et halophile modérée (une concentration de 2 pour cent en NaCl est nécessaire pour sa croissance). Kanki *et al.* (2004) signalent que malgré sa capacité à produire l'histamine en grande quantité, son implication dans les intoxications histaminiques n'a été que rarement rapportée (un cas au Japon suite à la consommation de sardine séchée contenant 300 mg d'histamine/100 g)

Karnop (1988) a mis en évidence le rôle de *Pediococcus halophilus* dans la production de l'histamine. Cette espèce est capable de décarboxyler l'histidine même à une concentration de 20 pour cent en sel dans le muscle de l'anchois. Son caractère strictement mésophile explique que la production d'histamine n'est appréciable que lors d'un entroposage à température ambiante (20 °C).

Une étude récente de la microflore des semi-conserves d'anchois retirées du marché car riches en histamine, a permis d'isoler, mais seulement après enrichissement, des bactéries du groupe *Bacillus* spp. et du groupe *Staphylococcus* spp. Toutefois, ces bactéries ont produit peu d'histamine en milieu de culture, indiquant qu'elles n'étaient

pas responsables de la production d'histamine qui a conduit au retrait des semi-conserves du marché (Kim *et al*., 2004)

Signalons que certains *Pseudomonas psychrotrophes* tels *P. aeruginosa*, agents d'altération du poisson sous glace, peuvent produire l'histamine mais à des taux relativement faibles (Ryser, Marth et Taylor, 1984)

Le suivi de l'histamine au cours de l'anchoitage (tableau 2.3) montre que cette amine s'accumule faiblement puisque les valeurs enregistrées en fin de maturation dépassent rarement des teneurs de 5 mg/100 g. Ces données concernent des lots d'anchois maturés à température ambiante (20-22 °C) pendant une durée maximale de 3 mois. Lorsque, pour des raisons commerciales, la maturation doit être menée sur une plus longue durée, il est impératif de conduire l'anchoitage à une température ≤20 °C ou de préférence ≤ 15 °C pour éviter l'accumulation de l'histamine jusqu'à des taux inacceptables. En effet, à température moyenne (22-25 °C), il y a sélection au bout de 3 mois de maturation, de bactéries halophiles parmi lesquelles domine *Pediococcus halophilus* (Pérez-Villarreal et Pozo, 1992). Cette dernière bactérie est capable de produire l'histamine même à des teneurs en sel supérieures à 20 pour cent (Karnop, 1988).

Changements microbiologiques au cours de l'anchoitage

L'évolution microbiologique au cours de l'anchoitage dépend aussi bien des conditions techniques de l'anchoitage (température, pression et durée) qui permettent l'acquisition rapide (en 2 à 3 jours) des caractéristiques physico-chimiques du muscle (salinité, pH et a_w), que de la nature de la flore présente initialement. Cette dernière est apportée essentiellement par le poisson et le sel. Les conditions hygiéniques de manutention, de débarquement et de préparation de l'anchois avant sa maturation, peuvent constituer des apports secondaires. Ainsi, les bactéries isolées au cours du processus de l'anchoitage ont deux origines: des bactéries marines introduites par le poisson et le sel et des bactéries non marines amenées par les manipulations et le matériel (Campello, 1985b).

Origine de la microflore:

La microflore au début de l'anchoitage provient principalement du poisson lui-même. Il est actuellement admis que la nature de la flore initiale du poisson qui est localisée au niveau de la peau, des branchies et du tube digestif, dépend de façon étroite du lieu de capture et de l'alimentation (Shewan, 1971; Shewan et Murray, 1979; Gennari et Tomaselli, 1988).

Les études effectuées sur les petits pélagiques de l'Atlantique marocain, notamment sur l'anchois montrent d'une façon générale que la flore initiale est dominée par des bactéries à Gram négatif (Chaouqy, El Marrakchi et Zekhnini, 2005). Cependant, la distribution en genres et espèces dépend de la nature de la flore dénombrée, notamment des modalités de culture (nature du milieu utilisé et conditions d'incubation). Ainsi, la flore mésophile aérobie totale est formée de *Shewanella* putrefaciens, *Vibrio et Pseudomonas* alors que la flore halophile modérée de *Vibrio*, *Staphylococcus* et de *Moraxella–Acinetobacter*.

Le sel, principal ingrédient dans le salage de l'anchois, n'est pas stérile. Les microorganismes apportés par le sel varient quantitativement et qualitativement en fonction essentiellement de l'origine du sel. Ainsi, le sel solaire (obtenu par évaporation de l'eau de mer) contient dix fois plus de microorganismes que le sel gemme. Les dénombrements effectuées sur milieu de culture banal révèlent des charges bactériennes de l'ordre de 102 à 103 colonies/g de sel (Huss et Valdimarsson, 1990).

D'un point de vue qualitatif, la flore du sel solaire est représenté essentiellement par les halophiles stricts tels que les Halobacteriaceae, suivis par les halotolérants formés principalement par les Bacillus (75 pour cent), le reste étant constitué par les genres Micrococcus et Sarcina. La microflore du sel gemme est principalement représentée

par des bactéries halotolérantes formées par les microcoques (70 pour cent), les corynébactéries (20 pour cent) et les Bacillus (4 pour cent) (Bensalma, 1996).

Aussi bien pour le poisson que pour le sel, une flore secondaire dite de contamination dont l'importance et la nature dépend des conditions d'obtention et de préparation des divers ingrédients, peut constituer un apport supplémentaire. Cette flore est généralement indésirable, surtout celle témoin de souillures d'origine fécale, c'est pourquoi son apport doit être réduit à un niveau acceptable par une maîtrise reposant sur le strict respect des règles d'hygiène.

Évolution de la flore microbienne:

Le suivi microbiologique au cours de l'anchoitage se heurte au choix du type de flore à dénombrer et à identifier du moment que la salinité du milieu culturel et les conditions d'incubation (température et durée) conditionnent les résultats microbiologiques (Campello, 1985a et 1985b). À titre d'exemple, les travaux effectués sur l'anchois capturé dans l'Atlantique marocain ont opté pour les flores suivantes (Akel, 1993; Bensalma, 1996; Azhari, 1998):

- Flore halophile modérée (FHM): elle regroupe tous les microorganismes capables de se multiplier dans un milieu gélosé simple préparé à l'eau de mer (au lieu de l'eau distillée). L'incubation est menée à 25 °C pendant 5 jours. Le dénombrement de cette flore qui comprend les halophiles modérés et les halotolérants, a pour objet de suivre l'évolution de la flore d'origine marine (la concentration en sel étant de 3,5 pour cent environ).
- Flore halophile (FH): elle concerne les microorganismes capables de se multiplier dans un milieu gélosé à 15 pour cent de chlorure de sodium. Le choix de cette concentration se justifie par la nécessité de créer des conditions de salinité qui règnent dans le muscle au cours de l'anchoitage (15 à 17 pour cent de NaCl).
- Flore mésophile aérobie totale (FMAT): elle est formée par les microorganismes qui cultivent à 30 °C pendant trois jours sur milieu gélosé pour numération.
- Flore productrice d'hydrogène sulfuré (FPHS): elle permet le suivi de la flore potentiellement protéolytique par le dénombrement des colonies noirâtres (production d'H_2S) sur le milieu de Gram, Trolle et Huss (1987).

Les résultats de l'évolution bactériologique montrent des variations quantitatives et qualitatives au cours de la maturation en fonction de la nature de la flore analysée.

D'un point de vue quantitatif, la FMAT diminue régulièrement au cours de la maturation. La population initiale moyenne qui est de l'ordre de 2 à 3.10^4 UFC/g, de muscle, atteint des charges bactériennes de moins de 10 à 6.10^2 UFC/g , variables en fonction des lots analysés (Akel, 1993; Bensalma, 1996). En ce qui concerne la FHM et la FH, il y a une augmentation qui est beaucoup plus nette après deux mois de maturation, suivie d'une diminution jusqu'à atteindre des charges moyennes de l'ordre de moins de 10 à 9.10^1 UFC/g pour la FHM (Akel, 1993) et de $7,7.10^2$ à $5,5.10^3$ UFC/g pour la FH (Bensalma, 1996). Une telle évolution s'explique par l'action du sel dont la teneur supérieure à 15 pour cent est rapidement atteinte dans le muscle (1 à 2 jours après salage), qui acquiert des valeurs d'a_w inférieures à 0,77. La dynamique rapide de pénétration du sel est rendue possible grâce à l'application d'une pression suffisamment élevée (> 90 g/cm^2) au début de la maturation. À la fin de l'anchoitage, la densité microbienne peut être considérée comme faible du moment que les dénombrements révèlent des charges bactériennes de moins de 10 UFC/g de muscle à $5,5.10^3$ UFC/g, variables en fonction de la nature de la flore dénombrée.

Qualitativement, la flore initiale qui est formée principalement de bactéries à Gram négatif, mésophiles, psychrotrophes et protéolytiques est inhibée et, au bout de trois mois de maturation à température ambiante, elle est supplantée par des bactéries à Gram positif avec prédominance des coques parmi la FMAT et la FHM, et présence quasi-exclusive des formes bacillaires parmi la FH. Au sein de la population des

coques, l'espèce *Pediococcus halophilus* prédomine nettement (Karnop, 1988). Cette dernière espèce se caractérise par sa capacité à produire l'histamine à des taux élevés, aux concentrations en sel de 15 pour cent qui sont généralement rencontrées dans les anchois salés. Une autre propriété singularise cette espèce est son caractère strictement mésophile: elle est inhibée dès que la température est inférieure à 15 °C. Lorsque la maturation est conduite aux températures de 20-22 °C, avec un pressage appropriée, cette bactérie devient prédominante après le troisième mois. Ces données expliquent la nécessité de conduire la maturation à basse température (<15 °C) lorsque la durée doit être prolongée au delà de trois mois. De même, l'entreposage des produits finis doit être effectué à une température basse (de l'ordre de 10 °C).

Cette évolution s'explique par la sélection, au cours de la maturation, de microorganismes plus ou moins adaptés au chlorure de sodium (Campello, 1985a). Dans une autre étude sur la maturation de l'anchois, Pérez-Villarreal et Pozo (1992) constatent que les halobactéries apparaissent au bout de 30 jours de maturation puis les dénombrements se stabilisent au bout de deux mois. Au sein de groupe, le genre *Halobacterium* prédomine, suivi par les Micrococcaceae et *Pediococcus halophilus*. Par ailleurs, l'appréciation des propriétés enzymatiques de 56 isolats provenant de la FMA et de la FHM, dénombrées au cours de la maturation de l'anchois révèlent qu'aucune souche ne dégrade l'OTMA, seulement 2 souches (soit 3,5 pour cent) dégradent les protéines du muscle de l'anchois et 4 souches (soit 7 pour cent) sont faiblement histidinolytiques (Akel, 1993).

Le suivi de la flore protéolytique au cours de l'anchoitage, réalisé à travers le dénombrement de la flore productrice d'H_2S à partir du milieu gélose-fer (Gram, Trolle et Huss,1987), montre une diminution nette et rapide de cette flore (Azhari, 1998) voire son absence tout au long du processus de maturation (Akel, 1993).

La faible densité microbienne constatée tout au long de l'étape de maturation et sur le produit fini, l'absence de flore productrice d'H_2S, le faible potentiel enzymatique notamment protéolytique des isolats testés, tout ceci amène à minimiser le rôle des bactéries dans la maturation de l'anchois et conforte l'hypothèse que l'anchoitage est un processus enzymatique mettant en oeuvre les protéases d'origine digestive.

2.2.3.4 Appréciation de l'anchoitage

L'une des préoccupations majeures des professionnels, c'est de pouvoir apprécier la fin de l'anchoitage c'est à dire le moment où la chair de l'anchois acquiert les caractéristiques organoleptiques recherchées. La plupart des industriels procèdent à une appréciation organoleptique de façon empirique, établie sur leurs propres expériences professionnelles. Cependant, une grille de notation chiffrée basée sur différents caractères organoleptiques a été proposée. De plus, des efforts sont actuellement focalisés sur la détermination d'indices analytiques.

Appréciation organoleptique

L'évaluation organoleptique de l'anchoitage est encore effectuée, de façon empirique, par les professionnels, se basant sur des critères simples comme «anchoité», «suranchoité» ou «sous-anchoité». Filsinger *et al.* (1982), en s'aidant de l'expérience des professionnels ont pu mettre au point une grille de notation permettant d'évaluer le moment où le produit est «anchoité». Cinq facteurs ont été pris en considération pour l'établissement de la grille (tableau 2.5). Il s'agit de la flaveur, de l'odeur, de la couleur et consistance du muscle et, enfin, de l'adhérence de la chair à la colonne vertébrale. Chaque facteur ou paramètre est évalué individuellement et noté de 0 à 8. La moyenne des cinq paramètres est considérée comme la note finale. La note 8 correspond à l'anchois détérioré ou surmaturé, la note 0 au produit frais avant maturation. Le point de maturation (qui correspond au produit possédant les caractéristiques organoleptiques optimales) correspond à la note 6. Grâce à cette grille de notation, le suivi au cours

de la maturation a permis aux auteurs (Filsinger *et al.,* 1982) de relever que l'essentiel des paramètres sensoriels qui caractérisent la maturation prennent place en moins de cent jours, cependant la maturation complète n'est obtenue qu'après dix mois.

Parce que des essais d'application de cette grille se sont avérés insatisfaisants et, après concertation avec les professionnels, Filsinger, Sisti et Bergamaschi (1987) proposèrent une autre grille de notation faisant appel à d'autres descriptions organoleptiques, avec les mêmes paramètres, pour l'appréciation du produit maturé (tableau 2.6). Dans cette deuxième grille dont la notation va de 0 à 100, la meilleure qualité a une note ≥ 86, une qualité très bonne de 66 à 85, une bonne qualité de 46 à 65, une qualité régulière de 26 à 45 et enfin, le produit avec une note ≤ 26 correspond à l'anchois altéré ou surmaturé.

TABLEAU 2.5
Évaluation organoleptique de l'anchois maturé (Filsinger *et al.*, 1982)

	Notation				
Facteur	**0**	**2**	**4**	**6**	**8**
Flaveur (négliger le goût salé)	poisson cru	neutre	ressemble légèrement au jambon	- goût de jambon, - viande cuite	- rance - mauvais goût
Couleur de la chair	naturelle du poisson frais	naturelle aux bords, rouge foncé à l'intérieur, rose au milieu	rose clair, rouge foncé ou rose à l'intérieur	couleur rose uniforme	rouge sombre, noire, tâches rouges et/ou points noirs
Odeur	chair fraîche	Neutre (odeur de saumure)	Odeur agréable des esters volatils	odeur agréable, caractéristique du produit anchoité	rance, acide, ammoniacale ou sulfurée.
Consistance de la chair	élasticité élevée, humide	moins élastique, moins humide	légère élasticité, plus compacte, pas de sensation humide	plus d'élasticité ferme et résistante à la pression du doigt	fragile, peu résistante
Adhérence de la chair à la colonne vertébrale	très adhérente, ne se sépare pas	très adhérente, ne se sépare pas facilement	adhérente, se sépare (filetage incomplet)	très peu d'adhérence filetage adéquat	la chair se déchire au moment du filetage

Il existe une différence fondamentale entre les deux grilles de notation. La première grille définit le point de maturation (notation 6) qui est par ailleurs proche du point 8, note correspondant à une surmaturation voire une altération; cette grille présente une description des caractères organoleptiques obtenus progressivement au cours de la maturation. La deuxième grille permet d'établir différentes classes de qualité du produit maturé, c'est pourquoi la notation régulièrement décroissante évolue d'une meilleure qualité (note ≥ 86) à une mauvaise qualité (note ≤ 26).

Cette grille de notation, reproduite au tableau 2.6, constitue la première référence servant à une évaluation organoleptique objective des anchois en semi-conserves. Elle a été utilisée par plusieurs spécialistes de l'anchois salé (Zugarramurdi *et al.*, 2004).

Indices chimiques de maturation

L'appréciation organoleptique reste une méthode pratique et rapide pour évaluer le degré de maturation des semi-conserves d'anchois. Cependant, elle souffre de son caractère, quelque peu subjectif. C'est pourquoi, les spécialistes ont essayé de définir des paramètres analytiques et objectifs pour apprécier l'anchoitage. Ces paramètres, qui sont des métabolites produits pendant la maturation, devraient présenter une bonne corrélation avec les caractéristiques organoleptiques de l'anchoitage.

TABLEAU 2.6
Évaluation organoleptique de l'anchois maturé (Filsinger *et al.*, 1987)

	Notation				
Facteur	100	80	60	40	20
Flaveur	rappelle celle de la viande fortement salée	ressemble à celle du jambon	ressemble à celle du jambon, du fromage doux	ressemble légèrement au jambon, très légère rancidité	rance, mauvais goûts
Couleur de la chair	couleur rose uniforme	rosâtre, rouge ou rose à l'intérieur	rouge sombre, rosâtre, rouge ou rose à l'intérieur	rose irrégulière, rouge foncé à l'intérieur présence de tâches rouges sombres	rouge foncé, tâches rouge-noir et/ou points noirs
Odeur	• plaisante d'esters volatils • odeur forte caractéristique de l'anchois	plaisante d'esters volatils	esters volatils	esters volatils, légèrement rances	mauvaises odeurs de rance, acide, ammoniacale et/ou sulfurée
Consistance de la chair	pas d'élasticité, chair ferme et résistante à la pression du doigt	ferme et résistante	légèrement élastique, humide	élastique, humide	friable
Adhérence de la chair à la colonne vertébrale	filets se séparent complètement	légère adhérence, filetage facile	adhérence, filetage incomplet	adhérence, séparation pas facile	filet se déchire au filetage

Le tableau 2.7 résume les résultats des différentes études relatives aux indices chimiques d'appréciation de la maturation.

Les modifications biochimiques du muscle de l'anchois concernent surtout les fractions grasse et azotée. Elles ont été décrites précédemment dans ce chapitre. L'évolution des composés lipidiques a permis de définir deux paramètres chimiques de maturation de l'anchois salé, à savoir l'indice des esters totaux et l'indice des acides gras libres (AGL).

TABLEAU 2.7
Indices chimiques d'appréciation de la maturation des anchois salés

Indice chimique	Valeur indicative	Commentaire	Références
Esters totaux	9 g KOH/100 g de matière sèche désalée	• permet d'estimer les stades tardifs de la maturation	Filsinger, Sisti et Bergamaschi, 1987
Acides gras libres (AGL)	15 mEq d'AGL/par 100 g de muscle	• permet d'estimer les stades précoces de la maturation	Roldan, Barassi et Trucco, 1985
AAL/AAT*	20%	• approprié pour apprécier la maturation	Baldrati *et al.*, 1975
		• rapport atteint avant maturation complète	Durand, 1982
NNP/AT*	33%	• rapport correspondant à l'obtention d'une bonne maturation organoleptique	Mattos *et al.* 1976; Durand, 1982; Campello, 1985b
	40%	• rapport correspondant à l'atteinte du point de maturation	Pérez-Villarreal et Pozo, 1992

* AAL/AAT = Acides aminés libres/acides aminés totaux; NNP/AT = Azote non protéique/azote total

Les esters sont formés par réaction d'estérification entre les alcools et les acides gras libres provenant de la décomposition des lipides. Selon Filsinger *et al.* (1982), il existe une corrélation étroite entre l'indice des esters totaux et l'évolution organoleptique durant la période entre 100 et 328 jours de maturation de l'anchois argentin. Cet indice serait donc approprié pour estimer les stades tardifs de la maturation lorsqu'elle se déroule sur une longue période. Selon les mêmes auteurs, un indice de 9 g de KOH/100 g de matière sèche déssalée indique une bonne progression de la maturation. Cependant, il ne permet pas de prédire la qualité des produits maturés (Filsinger *et al*., 1987).

Le suivi de la lipolyse au cours de la maturation a été étudié par Roldan, Barassi et Trucco (1985) du moment que les AGL possèdent une forte influence sur la flaveur du poisson salé et maturé. Ils ont remarqué une production régulière de ces acides au cours de la maturation avec plus de 65 pour cent de cette augmentation qui survient pendant les premiers 100 jours. La corrélation élevée qui existe avec l'évaluation organoleptique a conduit ces auteurs à retenir le dosage des AGL comme indice objectif pour apprécier les stades précoces de la maturation. Ils proposent la valeur de 15 mEq d'AGL/100 g de muscle comme limite correspondant à une maturation optimale.

En ce qui concerne l'évolution des composés azotés, d'autres indices ont été définis. Le premier indice retenu est relatif au rapport acides aminés libres sur acides amines totaux (AAL/AAT), proposé par Baldrati *et al.* (1975). Selon ces auteurs, un rapport de 20 pour cent peut être retenu comme critère de maturation. Cependant, Durand (1982), en se basant sur les critères organoleptiques définis par Filsinger *et al. (*1982), démontre que ce rapport est atteint à la neuvième semaine alors que l'anchoitage n'est pas encore terminé en particulier la texture et la couleur ne sont pas pleinement satisfaisantes.

En 1976, Mattos *et al*. ont proposé un autre indice correspondant au rapport azote non protéique sur azote total (NNP/AT). Lorsque ce rapport atteint 33 pour cent, la maturation peut être considérée comme complète. Plus tard, Durand (1982) confirme que cette valeur est obtenue après 12 semaines de mise en sel avec un produit qui présente les caractères anchoités convenables. Selon cet auteur, ce dernier rapport est satisfaisant dans la mesure où un plus grand nombre de réactions biochimiques du métabolisme azoté sont prises en compte. Campello (1985b) obtient la même valeur au bout de 12 semaines alors que tous les caractères organoleptiques de l'anchoitage sont apparus depuis quelques semaines, à l'exception de la coloration rose qui n'est visible qu'un mois plus tard. Enfin, Pérez-Villarreal et Pozo (1992) confirment l'existence d'une bonne corrélation entre le rapport NNP/NT et le temps de maturation avec une valeur de 40 pour cent indiquant le «point de maturation».

Comme on le voit, il n'y donc pas unanimité quant à la valeur de ce deuxième rapport qui semble pourtant plus satisfaisant que le premier. Cela serait dû à une variation dans les méthodes organoleptiques utilisées par les auteurs.

En 1984, Filsinger, Barassi et Lupin ont proposé l'indice ABVT, utilisé pour apprécier l'altération de l'anchois frais, comme paramètre chimique objectif pour le suivi des différentes étapes de la maturation de l'anchois.

Compréhension du phénomène de maturation

S'il est communément admis que la maturation est un processus enzymatique, l'origine et la nature des enzymes en cause restèrent inconnues pendant longtemps.

Le suivi analytique au cours de la maturation a bien montré la pénétration rapide du sel permettant l'acquisition par le substrat (muscle de l'anchois) après seulement 2 jours de maturation des caractéristiques physico-chimiques suivantes: pH de 5,3 à 5,7, $a_w \leq 0{,}76$, teneur en NaCl>15% et une humidité <50%. Ces conditions sont indéniablement hostiles à toute activité microbienne avant la sélection d'une flore halophile, qui ne peut se produire qu'après trois mois de maturation lorsque cette dernière est conduite à température ambiante. Ces conditions amènent les spécialistes

à privilégier de façon quasi-unanime l'action des enzymes tissulaires, particulièrement les enzymes digestives auxquelles on attribue un rôle en tant qu'agents primordiaux de la maturation. Les enzymes musculaires (cathepsines) n'auraient qu'un rôle secondaire du moment que leur activité est inhibée aux concentrations en sel (> 15%) atteintes rapidement dans le muscle au début de la maturation. Par ailleurs, le rôle des enzymes digestives se justifie pour les raisons suivantes:

- Une éviscération totale conduit à l'obtention d'un produit sous-maturé. À l'opposé, l'absence d'éviscération aboutit à un produit suranchoité. Des essais comparatifs entre des lots d'anchois totalement éviscérés, partiellement éviscérés et non éviscérés ont montré que l'éviscération affecte le temps nécessaire pour atteindre «le point de maturation», avec une différence de 45 jours entre les lots partiellement éviscérés et les lots totalement éviscérés pour une température de maturation de 20 °C (Pérez-Villarreal et Pozo, 1992).
- Les enzymes digestives notamment celles des cœca–pylores et de l'intestin, apparentées à la trypsine, ne sont pas affectées par des concentrations élevées en NaCl; ce dernier à la concentration molaire de 50 mM aurait même un effet stabilisant sur ces enzymes (Martinez, Olsen et Serra, 1988).
- La faible densité bactérienne dénombrée au cours de la maturation (Bensalma, 1996), le faible potentiel enzymatique des isolats (Akel, 1993; Huss et Valdimarsson, 1990) et l'absence de la flore protéolytique (Azhari, 1998; Akel, 1993).
- L'impossibilité de réussir une maturation convenable avec l'anchois ayant subi la congélation; cette dernière provoquant la dénaturation des enzymes tissulaires (Baldrati *et al*., 1975).

Parce qu'une flore halophile se développe durant les dernières étapes de l'anchoitage, Pérez-Villarreal et Pozo (1992) lui attribuent un certain rôle en fin de maturation. Cependant, cette flore ne s'installe et ne devient active qu'après la maturation, elle serait plutôt responsable de l'altération (protéolyse et production d'histamine) comme le montrent les essais de conservation à température ambiante (Romli, 1993).

2.2.4 Lavage-égouttage

Le lavage a pour objet de débarrasser le poisson des restes de sel et de le préparer pour l'opération de filetage. Ce lavage se fait à l'aide d'une saumure saturée, fraîchement préparée en utilisant de l'eau potable. C'est une nécessité technique pour éviter des pertes de sel intramusculaire.

Généralement, on procède en deux temps: un premier lavage à l'aide d'une saumure froide suivie d'un deuxième lavage à l'aide d'une saumure chaude (60 à 70 °C), ce qui a pour effet de débarrasser le muscle d'une partie de la peau.

Après lavage, le poisson est égoutté par centrifugation mécanique.

2.2.5 Filetage

Il consiste à lever parallèlement à la colonne vertébrale sur toute la longueur du poisson, étêté et équeuté, deux bandes musculaires, pratiquement identiques, débarrassées des arêtes et restes de viscère et peau. Il se pratique manuellement par des ouvrières. Cette étape doit s'effectuer le plus rapidement possible et, surtout, requiert un haut niveau d'hygiène du personnel afin d'obtenir un produit salubre.

Les filets ainsi préparés et sélectionnés peuvent être présentés des deux manières suivantes:

- filets allongés: disposés à plat en couches parallèles à l'une et/ou l'autre, des parois de l'emballage;
- filets roulés: enroulés sur eux mêmes, sur toute leur longueur avec ou sans garniture.

2.2.6 Conditionnement

Cette étape comporte trois opérations, à savoir: la mise en boîte ou en bocaux, l'assaisonnement, et enfin, le sertissage/capsulage.

Les filets sont disposés manuellement dans les boîtes ou en bocaux. L'ensemble est alors pesé pour normaliser le contenu en fonction de la capacité déclarée de chaque contenant.

L'assaisonnement consiste à ajouter le milieu de couverture aux filets d'anchois suivant le choix des clients. Le milieu de couverture (huile d'olive ou tout autre huile végétale raffinée) peut contenir d'autres ingrédients ajoutés au poisson avant la fermeture du conditionnement, tels que les aromates (végétaux aromatiques tels les morceaux de citron, oignon, cornichon, clou de girofle, laurier, thym, poivre en grain, etc.) ou leurs extraits aromatiques.

Cette opération se pratique le plus souvent, mécaniquement. Le sertissage est l'opération mécanique qui consiste à assembler un couvercle, encore appelé fond, sur un corps de la boîte pour en assurer une fermeture étanche, au moins aux liquides. Généralement, cette opération est réalisée à l'aide de sertisseuses qui fonctionnent de façon automatique.

Les boîtes utilisées peuvent être en aluminium, en fer blanc ou en matériaux flexibles et stérilisables (*flexible pouches*). Lorsque les anchois sont conservés dans des bocaux en verre, ceux-ci sont fermés à l'aide de capsules métalliques afin d'en assurer l'étanchéité au moins aux liquides.

2.2.7 Marquage

Le marquage a pour objet d'informer l'utilisateur sur le produit et de répondre aux exigences de la traçabilité nécessaire à l'identification du lot. Il peut être réalisé, selon la nature de l'emballage, par estampage, jet d'encre, impression directe ou simple étiquetage.

Les éléments du marquage doivent répondre aux prescriptions réglementaires en vigueur dans chaque pays. Dans tous les cas, au minimum, ils doivent comporter les indications suivantes:

- la dénomination commerciale de vente (ex: anchois salés à l'huile d'olive);
- l'origine et le lot de fabrication;
- les conditions d'utilisation notamment la température et la durée de conservation; et
- le poids net.

2.2.8 Lavage

Il a pour objet d'éliminer les taches d'huile et autres encore adhérentes à la boîte afin d'avoir une meilleure présentation des produits. Cette opération s'effectue mécaniquement en trois temps: application d'un détergent à chaud, rinçage et, enfin, séchage des boîtes dans un tunnel parcouru d'un courant d'air chaud.

2.2.9 Entreposage

Les conditions requises pour un entreposage adéquat sont en premier lieu le respect d'une température basse, inférieure à 20 °C, voire même à 15 °C. Il ne faut pas oublier que les produits en question sont des semi-conserves c'est à dire des produits dont la conservation est limitée dans le temps à basse température. À ces températures, les semi-conserves d'anchois gardent leurs caractéristiques originelles pendant au moins un an.

Il est communément admis que les semi-conserves sont généralement des produits dont la conservation est basée sur l'inhibition (et non la destruction) de la flore pathogène quand elle existe et de la majorité de la flore d'altération (flore protéolytique). De ce fait, la durée de conservation de ces produits est limitée dans le temps, de quelques semaines à plusieurs mois, lorsqu'ils sont entreposés à une température contrôlée.

Des essais portant sur cinq lots d'anchois salés provenant de deux usines au Maroc ont été réalisés en vue de déterminer leur durée de conservation à température basse (Romli, 1993). Les lots ont été subdivisés en deux groupes: l'un entreposé à basse température (5 °C), l'autre à température ambiante (20 à 25 °C) pendant une période minimale de sept mois.

À des intervalles réguliers, les lots ont été suivis du point de vue chimique et microbiologique. Parallèlement, l'appréciation de l'aspect de l'huile de couverture (claire ou trouble) et l'apparition d'un éventuel bombement des boîtes était noté.

Le suivi chimique comprenait la mesure du pH, la détermination des teneurs en ABVT, en TMA, en histamine, en azote soluble et en azote non protéique soluble, et enfin, la mesure de l'acidité oléique. Les analyses bactériologiques ont concerné les dénombrements de la FMAT, de la FHM et de la FPHS.

L'exploitation des résultats, dont les valeurs représentent la moyenne de 5 lots et qui sont résumés sur le tableau 2.8, a permis de tirer les conclusions importantes détaillées ci-après:

- Le pH augmente aussi bien pour les lots entreposés à basse température que pour les lots maintenus à température ambiante. Il passe de 5,40 à J_o (début de l'entreposage) à des valeurs de 5,51 et 5,72, respectivement pour les lots stockés pendant 195 jours à basse et moyenne température. Lorsque les lots sont considérés individuellement, le bombement des boîtes, quand il survient, coïncide avec un pH voisin de 5,7. Cette situation est observée sur deux lots, après 165 jours de stockage à température moyenne.
- L'ABVT voit sa teneur initiale moyenne (environ 48 mg N/100 g) augmenter pour atteindre des valeurs de 66 mg N/100 g et 90 mg N/100 g après sept mois d'entreposage, respectivement pour les lots entreposés à température basse et à température moyenne. L'accumulation de l'ABVT est donc plus nette à température ambiante particulièrement pour deux lots où des teneurs de 119,91 et 143,36 mg N/100 g sont enregistrés après 165 jours de stockage. Cette production excessive coïncide avec le bombement de plus de 30 pour cent des boîtes formant les lots. Cette augmentation est principalement due à la production d'ammoniac par voie enzymatique et rend l'indice ABVT inapproprié pour évaluer l'altération des produits finis. Cependant cet indice garde toute sa valeur pour l'appréciation du degré d'altération de l'anchois en tant que matière première.
- L'azote soluble, obtenu à partir d'un broyat de filet d'anchois, stocké une nuit au réfrigérateur puis centrifugé, et l'azote non protéique soluble, préparé par traitement à l'acide trichloracétique à 20 pour cent du centrifugeat, voient leurs teneurs augmenter tout au long de la période de stockage. Cependant, l'augmentation est plus nette pour les échantillons provenant de lots entreposés à température moyenne. Cette évolution est le témoin d'une protéolyse qui se traduit par la libération de peptides et d'acides aminés qui s'accumulent dans l'huile de couverture en provoquant son trouble (Pirati et Guidi, 1971). Ce dernier qui est observé un mois avant le bombement des boîtes coïncide avec des teneurs en ABVT, azote soluble et azote non protéique soluble, respectivement de 82 mg N/100 g, 1,89 g N/100 g et 1,75 g N/100 g. La protéolyse s'accompagne également de production de gaz, notamment le dioxyde de carbone et l'hydrogène, qui entraînent le bombement des boîtes (Pirati et Guidi, 1971).
- La TMA passe d'une teneur moyenne de 3,7 mg N/100 g dans le poisson frais à des valeurs comprises entre 5 et 6 mg N/100 g, en fonction de la température de stockage. L'accumulation lente et progressive ne présente pas de différences significatives entre les lots stockés à basse température et ceux entreposés à température moyenne. Du moment que l'OTMase bactérienne est inhibée dès que la teneur en sel dépasse 10 pour cent (Nozawa, Ishida et Kadota, 1979), l'augmentation relative est attribuée à une dégradation de l'OTMA par voie

chimique, ce qui s'explique aussi par la faible accumulation de la DMA. Ces considérations amènent à conclure que la TMA peut être considérée comme un indice fiable pour apprécier la qualité des semi-conserves d'anchois. Sa présence à des taux excessifs dans les produits finis traduit beaucoup plus l'effet de l'utilisation d'une matière première altérée (teneur élevée en TMA dans le poisson frais) qu'une accumulation au cours de la fabrication ou pendant le stockage.

– Les teneurs initiales en histamine sont de l'ordre de 4,5 mg N/100 g de chair. Au bout de 5 mois de stockage à température ambiante, elles atteignent des valeurs de l'ordre de 18 mg N/100 g et à partir du sixème mois dépassent les valeurs de 35 mg/100 g.

Il est très important de noter que l'augmentation du taux d'histamine est précédée un mois avant par l'apparition d'un trouble de l'huile de couverture et coïncide avec le bombement des boîtes. À basse température et jusqu'au 18ème mois, les teneurs sont toujours restées inférieures aux limites acceptables (10 mg N/100 g). Ces résultats confirment ceux des travaux effectués par Veciana Nogues, Vidal Carou et Marine Font (1989) sur les mêmes produits entreposés à basse température (4 à 6 °C) et à température ambiante (18 à 22 °C). Après 6 et 8 mois de stockage à température ambiante, les teneurs enregistrées sont respectivement de 11,7 et 21 mg/100 g de muscle tandis que celles des boîtes entreposées à basse température étaient restées constantes de l'ordre de 2 mg/100 g.

Malgré des teneurs en chlorure de sodium supérieures à 15 pour cent, lorsque les conditions de température sont favorables, il y a production notable d'histamine à des taux susceptibles de dépasser les limites réglementaires. Les entérobactéries, principales productrices d'histamine dans le poisson frais, sont, dans la plus grande majorité inhibées dès que le taux de sel dépasse 5 pour cent. La production d'histamine observée dans les lots entreposés à température ambiante est attribuée à la sélection de bactéries halophiles dont principalement *Pediococcus halophilus*, capable de produire de l'histamine même à des teneurs en sel voisines de 20 pour cent (Karnop, 1988). Cette bactérie est strictement mésophile et sa croissance est inhibée dès que la température est inférieure à 15 °C. Ces propriétés expliquent pourquoi l'histamine voit ses teneurs toujours inférieures aux limites acceptables à basse température et peuvent atteindre, voire dépasser, les limites d'acceptabilité lorsque la température de stockage devient favorable.

– L'évolution de l'acidité de l'huile de couverture, paramètre qui traduit le degré de lipolyse, révèle que sa teneur augmente au cours de l'entreposage, particulièrement dans les lots entreposés à température ambiante, en restant nettement au dessous des normes (2,5 pour cent) jusqu'au septième mois de stockage.
– Les résultats des analyses bactériologiques révèlent qu'au cours de l'entreposage dans des conditions favorables de température, la flore productrice d'H_2S, potentiellement protéolytique, est absente, la flore aérobie mésophile diminue et la flore halophile augmente. Une telle évolution suggère une sélection des bactéries halophiles susceptibles de provoquer l'altération halophile (protéolyse et production d'histamine).

Le suivi comparatif du comportement des semi-conserves d'anchois à basse et moyenne températures montrent bien que les caractéristiques physico-chimiques acquises en fin de maturation, notamment une concentration en sel supérieure à 15 pour cent et une a_w inférieure ou égale à 0,76, ne permettent pas une inhibition complète des bactéries. Lorsque la température est favorable (20 à 25 °C), il y a sélection, après trois mois de stockage, d'une flore halophile dont la multiplication se traduit par une protéolyse, une lipolyse au niveau de l'huile de couverture et une accumulation de l'histamine pouvant dépasser largement la limite d'acceptabilité. Lors d'un stockage à basse température, ces processus d'altération sont nettement inhibés car la flore halophile est mésophile. Toutes ces considérations confirment la recommandation d'entreposer les semi-conserves d'anchois salés aux températures inférieures ou égales à 10-15 °C pendant une durée maximale d'au moins un an.

TABLEAU 2.8

Évolution de divers paramètres chimiques et bactériologiques des semi-conserves d'anchois pendant l'entreposage en fonction de la température

Conditions de stockage (durée, température)		Paramètres analysés								
		pH	ABVT[2]	Azote[3] Soluble	Azote[3] Non protéique	TMA[2]	Histamine[2]	Acidité[4] oleique	FMAT[5]	FHM[5]
J_o		5,40	47,91	-	-	3,68	4,54	0,33	$7,8.10^3$	$1,2.10^4$
J_{15}	5 °C	5,42	51,06	1,55	1,43	3,74	4,09	0,35	$5,9.10^3$	$1,1.10^4$
	temp. ambiante	5,41	53,17	1,56	1,46	4,05	4,90	0,38	$1,9.10^3$	$0,3.10^4$
J_{45}	5 °C	5,47	49,58	1,53	1,42	4,11	3,44	0,37	$5,5.10^3$	$1,8.10^4$
	temp. ambiante	5,49	64,08	1,67	1,50	4,61	4,66	0,47	$1,8.10^3$	$0,3.10^4$
J_{75}	5 °C	5,45	52,19	1,55	1,50	4,30	3,77	0,38	$4,8.10^3$	$0,5.10^4$
	temp. ambiante	5,55	71,68	1,79	1,64	5,04	5,94	0,53	$1,1.10^3$	$0,1.10^4$
J_{105}	5 °C	5,43	56,23	1,61	1,50	4,80	3,99	0,44	$4,9.10^3$	$0,6.10^4$
	temp. ambiante	5,51	79,69	1,86	1,75	4,95	5,23	0,56	$1.4.10^3$	$0,2.10^4$
J_{135}	5 °C	5,48	63,75	1,56	1,47	5,18	3,43	0,48	$4,8.10^3$	$0,5.10^4$
	temp. ambiante	5,51	81,64	1,89	1,75	4,86	5,71	0,58	$1,4.10^3$	$0,2.10^4$
J_{165}	5 °C	5,50	66,29	1,65	1,54	5,05	3,47	0,52	$4,9.10^3$	$0,6.10^4$
	temp. ambiante	5,69	89,47	1,97	1,90	4,74	16,03	0,63	$0,4.10^3$	$0,4.10^4$
J_{195}	5 °C	5,51	68,11	1,71	1,56	6,20	4.92	0,57	$5,2.10^3$	$0,7.10^4$
	temp. ambiante	5,72	99,12	2,14	2,01	5,07	37,24	0,98	$0,3.10^3$	$0,1.10^4$

[1] Les résultats présentés constituent la moyenne de 5 lots expérimentés.
[2] Résults exprimés en mg N/100 g de muscle.
[3] en g/100 g de muscle
[4] en g pour 100 g d'huile de couverture.
[5] Unité formant colonie (UFC) par gramme de muscle

3. Caractérisation des dangers liés à la production des semi-conserves d'anchois salés

On entend par danger «un agent biologique, chimique ou physique présent dans l'aliment ou état de cet aliment pouvant avoir un effet nocif sur la santé» (Codex Alimentarius, 2003a). Ce chapitre est consacré à la caractérisation des dangers qui pourraient être associés à la production des semi-conserves d'anchois salés. Ces dangers peuvent être biologiques (surtout bactériologiques), chimiques ou physiques.

3.1 DANGERS BIOLOGIQUES (BACTÉRIOLOGIQUES)

Les bactéries pathogènes, susceptibles d'être véhiculées par les produits de la pêche, peuvent être divisées en deux groupes (Huss, Ababouch et Gram, 2004):

- Un groupe formé de bactéries indigènes c'est à dire natives du milieu marin. est représenté par les genres ou espèces suivants: *Clostridium botulinum*, *Vibrio* sp. (*V. cholerae, V. parahaemolyticus* et *V. vulnificus*), *Aeromonas hydrophila*, *Plesiomonas shigelloides* et *L. monocytogenes*.
- Un groupe constitué de bactéries non indigènes du milieu marin, dont la présence dans les produits de la pêche est le plus souvent consécutive à une contamination post-capture par les manipulateurs humains, par l'eau non potable, la glace fabriquée à partir d'eau non potable ou par un environnement (ustensils, équipement, locaux) mal nettoyé ou mal désinfecté. Ce groupe est représenté par les entérobactéries (e.g. *E. coli* et *Salmonella*) et les staphylocoques entérotoxinogènes.

Parmi ces bactéries, celles dont l'apparition dans les semi-conserves d'anchois salés peut être raisonnablement envisagée concernent *C. botulinum*, les bactéries productrices d'histamine, *Staphylococcus aureus* et les entérobactéries pathogènes (*E. coli* et *Salmonella*).

3.1.1 *Clostridium botulinum*

C. botulinum est une bactérie à Gram positif, sporulée, anaérobie stricte appartenant à la famille des Bacillaceae. Cette bactérie est redoutable parce qu'elle produit une neurotoxine dont l'ingestion entraîne le botulisme chez l'homme, maladie assez grave, voire mortelle. Cette intoxication est causée par la toxine préformée dans l'aliment. Les symptômes qui apparaissent généralement 18 à 36 heures après l'ingestion de l'aliment impliqué, se manifestent par la nausée et des vomissements mais la manifestation clinique dominante, en raison du neurotropisme de la toxine, est l'apparition de signes neurologiques graves. Ces derniers se traduisent par des troubles de la vision (double vision) et une paralysie totale ou partielle pouvant conduire à la mort par asphyxie (paralysie du diaphragme et des muscles de la poitrine). Quant l'issue n'est pas fatale, la convalescence est souvent lente (de 4 à 6 mois) et les séquelles graves. Si le botulisme est une maladie grave, sa fréquence est très basse.

Sur la base des caractères sérologiques de la toxine, *Clostridium botulinum* peut être groupée en huit types (A, B, C_1, C_2, D, E, F et G). En fonction de leur aptitude à dégrader les protéines, Farber (1991) distingue deux groupes parmi les types pathogènes pour l'homme (tableau 3.1):

TABLEAU 3.1
Caractéristiques de *Clostridium botulinum* (d'après Farber, 1991)

Propriété	*Clostridium botulinum*	
	Groupe I	Groupe II
Protéolyse	+	–
Type de toxine	A, B, F	E, B, F
Botulisme chez l'homme	+	+
pH d'inhibition	4,6	5,0
Concentration inhibitrice en NaCl	10%	5%
A_w (Activité de l'eau) minimale	0,94	0,97
Température de croissance	10-48	3,3-45
$D_{100°C}$ des spores*	25 min	< 0,1 min

* $D_{100°C}$: Le temps de réduction décimale à 100 °C, c'est-à-dire le temps de traitement à 100 °C, nécessaire pour réduire une charge microbienne à 1/10ème de sa valeur initiale.

- Les types protéolytiques A, B et F qui sont thermorésistants, mésophiles et halotérants.
- Les types E, B et F non protéolytiques qui sont thermosensibles, psychrotrophes et halosensibles. Ce sont ces derniers types qui sont généralement rencontrés dans l'habitat marin, particulièrement les sédiments. Comme conséquence de la présence de ces organismes dans l'environnement marin, les produits de la pêche peuvent être naturellement contaminés par *C. botulinum*.

Ainsi, *C. botulinum* type E a été isolé des sédiments d'eau douce aux États-Unis d'Amérique et au Danemark, des sédiments de mer en Scandinavie, en Amérique du Nord (États-Unis d'Amérique et Canada) ainsi qu'à partir d'organismes aquatiques incluant aussi bien les poissons benthiques (le flet par exemple) que les pélagiques tels le hareng ou la morue (Gram, 2001). Dans une recherche effectuée par Baker, Genigeogis et Garcia (1990), deux études de prévalence conduites l'une sur 166 produits de la mer frais et l'autre sur 36 filets de poisson ont révélé des incidences respectives de 21,7 et 66,7 pour cent.

Bien que des cas de botulisme soient sporadiquement signalés dans plusieurs pays à travers le monde, les données épidémiologiques les plus complètes sont surtout disponibles dans les pays développés. Ces données indiquent que la majorité des foyers de botulisme survenus dans les régions tempérées et nordiques sont associés au poisson et, en général, le type E est la toxine responsable (Huss, Ababouch et Gram, 2004), quoique que les types A et B peuvent également être présents, croître dans les produits de la pêche et être la cause du botulisme. Sur 41 foyers de botulisme dus aux produits de la pêche aux États-Unis d'Amérique entre 1899 et 1977, 25 étaient dus au type E, 11 au type A et 4 au type B (Eyles et Warth, 1981).

Une étude menée par Huss (1993) indique que sur 165 foyers de botulisme survenus en Amérique du Nord, au Japon et en Scandinavie sur une période de 25 ans, les produits ayant fait l'objet d'un traitement de stabilisation limité (produits fumés ou fermentés) représentent de loin le groupe de produits le plus dangereux (123 cas sur 165). Les semi-conserves (17 cas sur 165) et les conserves appertisées (3 cas sur 165) ont également été incriminées.

Les tableaux 3.2 et 3.3 résument les caractéristiques de croissance de *C. botulinum*. Il en ressort que quelque soit le type, les conditions physico-chimiques qui empêchent la croissance de la bactérie sont un pH <4,6; une a_w <0,94; une température <3,3 °C ou une concentration en NaCl >10%. Il faut préciser que chacun de ces facteurs est pris séparément. Quand ils sont associés, ces paramètres interagissent pour créer une inhibition microbienne à des valeurs moins extrêmes que celles évoquées ci–dessus. Par exemple, *C. botulinum* type E est inhibé à des valeurs de pH <4,6 quand il est cultivé à 30 °C mais à 5 °C, sa croissance est inhibée par des pH <6,2 (Owens et Mendoza, 1985). De même, la concentration en sel a une influence très importante car le salage constitue l'élément technologique fondamental de stabilisation des semi-conserves d'anchois salés. Sous des conditions favorables de croissance, 5 à 10 pour cent de sel

sont nécessaires pour inhiber *C. botulinum* quel que soit le type sérologique (tableau 3.1). Mais, il faut plus de sel à température moyenne (37 °C) qu'à basse température. De même, si un taux de 5 pour cent en NaCl est nécessaire pour inhiber la croissance du type E, un abaissement du pH à 6,2-6,5 réduit la tolérance à moins de 5 pour cent (Gram, 2001). Huss, Ababouch et Gram (2004) ont résumé l'importance de ces interactions dans le tableau 3.2.

TABLEAU 3.2
Effet combiné de la température, pH et concentration en sel pour inhiber la croissance de *Clostridium botulinum* dans les produits alimentaires

Température		Concentration en sel				Traitement thermique
T <3,5 °C						
3,5 °C < T <10 °C	et	(pH <5,0	OU	CSA[1] >3,5%	ou	90 °C,10 min)
T >10 °C	et	(pH <4,5	OU	CSA >10%	ou	121 °C, 2,4-3 min)

[1] CSA: Concentration en sel dans la phase aqueuse du muscle de poisson

Non seulement la concentration en sel est importante, mais la vitesse de pénétration du sel dans le muscle doit également être prise en considération. Selon Owens et Mendoza (1985), la concentration saline dans la phase aqueuse du muscle de l'anchois immergé dans la saumure à 20 pour cent atteint 10 pour cent après 12 heures et 18 pour cent après 24 heures. Le suivi analytique des semi-conserves d'anchois salés montre que la concentration saline atteint 10 pour cent au cours du présalage et 15 pour cent après 24 heures de maturation (Chapitre 2). En fin de maturation, le muscle de l'anchois acquiert les caractéristiques physico-chimiques suivantes:

- concentration saline: > 15%
- a_w: < 0,76
- humidité: < 50%
- pH: 5,3-5,7

Ces caractéristiques ainsi que la vitesse de pénétration du sel montrent bien que le risque de la toxinogénèse par *C. botulinum* est pratiquement nulle, à condition qu'on s'assure que le taux de 10 pour cent de NaCl (CSA) soit atteint au niveau du présalage et celui de 15 pour cent après 24 heures de maturation.

3.1.2 Entérobactéries pathogènes

Les entérobactéries pathogènes dont la présence dans les semi-conserves d'anchois salés peut être raisonnablement envisagée sont représentées par *Escherichia coli*, *Salmonella* et des entérobactéries productrices d'histamine.

3.1.2.1 Escherichia coli

E. coli appartient à la famille des entérobactéries. C'est une bactérie commune au tractus gastro-intestinal de l'homme et des animaux à sang chaud. Généralement les souches qui colonisent le tube digestif se comportent en commensal inoffensif et depuis longtemps, *E. coli* est considérée comme indicateur de la contamination d'origine fécale de l'eau et des aliments. Sa présence dans ces derniers peut signifier celle d'autres microorganismes considérés comme plus redoutables tels que les salmonelles ou les virus. Mais *E. coli* est bien plus qu'un simple microorganisme indicateur puisqu'au sein de cette espèce, il existe des souches pathogènes pour l'homme, classées en pathovars définis sur la base des facteurs de virulence, des symptômes cliniques et des antigènes O (somatique) et H (flagellaire). Les groupes importants sont (Doyle *et al.*, 1997):

- *E. coli* entéropathogène (ECEP)
- *E. coli* entérotoxinogène (ECET)
- *E. coli* entéro–invasive (ECEI)
- *E. coli* à adhésion diffuse (ECAD)

- *E. coli* entéroagrégant (ECEAg)
- *E. coli* entérohémorragique (ECEH)

La description des facteurs de virulence a permis de caractériser les souches associées à des pathologies différentes (septicémie, diarrhée, méningite) ainsi que des souches responsables d'un même type de pathologie (diarrhée).

Il n'existe aucun cas documenté d'infection alimentaire à *E. coli* impliquant les produits de la pêche (Huss, Ababouch et Gram, 2004). De plus, les différentes souches sont assez sensibles au sel. Par conséquent, le respect des bonnes pratiques hygiéniques et de fabrication devrait permettre de maîtriser les risques d'infection par *E. coli*.

3.1.2.2 Salmonella

Les salmonelles appartiennent à la famille des Entérobactéries. Au sein du genre *Salmonella*, on reconnaît deux espèces: *S. enterica* et *S. bongori*. La première espèce comprend six sous–espèces, chacune d'elles étant divisée en plusieurs sérotypes (Huss, Ababouch et Gram, 2004).

Ces organismes mésophiles apparaissent principalement dans le tube digestif de l'homme et des animaux ainsi que dans les environnements pollués par les fèces humains ou animaux. Ils sont pathogènes soit exclusivement pour l'homme (*S. typhi*) soit exclusivement pour l'animal (*S. abortus*) soit le plus souvent pour les deux. Chez l'homme, les principaux symptômes, qui apparaissent généralement 12 à 36 heures après ingestion du produit contaminé, sont représentés par la fièvre, les douleurs abdominales, la diarrhée, les nausées et les vomissements. Cependant, ces signes cliniques peuvent varier considérablement d'une maladie grave au simple portage provoquant une infection asymptomatique, en fonction de la virulence de la souche, de l'état immunitaire de l'hôte et de la dose infectante.

Tous les aliments peuvent être contaminés par les salmonelles mais les produits de la pêche, moins fréquemment contaminés que les autres aliments, sont par conséquent rarement des véhicules de salmonelles pour l'homme, à l'exception des coquillages et des produits d'aquaculture, notamment en zone tropicale (Dalsgaard, 1998; Feldhusen, 2000).

TABLEAU 3.3
Caractéristiques physico-chimiques pour l'inhibition de la croissance de quelques bactéries pathogènes (adapté de Huss, 2004 et Farber, 1991)

Bactéries	valeurs minimales des paramètres physico-chimiques			
	pH	A_w (activité de l'eau)	NaCl (CSA)[1]	Température
Clostridium botulinum	< 4,6	< 0,94	> 10%	< 3,3 °C
Escherichia coli	< 4,4	< 0,94	> 6%	< 5 °C
Salmonella	< 4,5	< 0,95	> 5%	< 7 °C
Staphylococcus aureus	< 4,5	< 0,83%	> 15%	< 7 °C

[1] CSA: Concentration en sel dans la phase aqueuse du muscle de poisson

Considérant ces facteurs qui conditionnent la croissance limite, on voit qu'*E. coli* présente une résistance légèrement supérieure à *Salmonella* vis à vis du sel, quoiqu'une teneur supérieure à 6 pour cent (ou une a_w inférieure à 0,94) inhibe totalement les deux entérobactéries pathogènes. Dans le cas des semi-conserves d'anchois, des teneurs en sel dépassent 10 pour cent sont rapidement atteintes dans le muscle (moins de 24 heures) au niveau de l'étape présalage. Cependant, il est nécessaire de rappeler que *Salmonella* peut survivre dans une solution à 10 pour cent de sel pendant 1 à 3 mois et *E. coli* plusieurs semaines dans le poisson salé (Huss et Valdimarsson, 1990).

De nouveau, le respect des bonnes pratiques hygiéniques et de fabrication devrait permettre de maîtriser les risques d'infection par *Salmonella*.

3.1.3 Staphylococcus aureus

Le genre *Staphylococcus* appartient à la famille des Micrococcaceae et comprend plusieurs espèces dont *Staphylococcus aureus*, seule espèce pathogène pour l'homme parce qu'elle est capable de produire une entérotoxine.

Les symptômes qui sont dus à l'ingestion de l'entérotoxine préformée dans l'aliment, apparaissent rapidement et sont caractérisés par l'absence de fièvre et par la nausée, des vomissements, et quelquefois de la diarrhée avec douleurs abdominales. Généralement, la maladie est bénigne et les symptômes disparaissent au bout de 24 heures. Dans les cas sévères, la déshydratation peut avoir des conséquences graves.

Le principal réservoir est représenté par le rhinopharynx et la peau de l'homme et des animaux. On estime jusqu'à 60 pour cent de la population humaine porteuse de *S. aureus* dont 25 à 30 pour cent étant positive pour la production d'entérotoxine (Huss, 1993).

Cette bactérie survit bien dans l'environnement et peut être isolée à partir de diverses sources telles que l'eau, la poussière, l'air, le sol ou les surfaces qui peuvent constituer à leur tour des sources de contamination pour l'homme et les animaux (Huss, 1993; Huss, Ababouch et Gram, 2004). Les produits de la pêche sont généralement contaminés par les manipulateurs porteurs de lésions cutanées ou présentant une infection à la gorge. Cependant, les staphylocoques peuvent être isolés à partir du poisson juste après capture, spécialement des eaux chaudes (Gram et Huss, 2000).

Les caractéristiques de croissance figurent dans le tableau 3.3. *S. aureus* est une bactérie mésophile et peut croître à l'intérieur d'une gamme de températures comprise entre 7 et 47 °C avec une croissance optimale à 37 °C. Les valeurs de température qui permettent la synthèse des entérotoxines sont situées dans l'intervalle de 10 °C à 46 °C avec une production optimale aux alentours de 40 °C (Tatini, 1973). De telles conditions de température pourraient expliquer la fréquence élevée des intoxinations staphylococciques pendant les mois les plus chauds (Huss, 2004).

Le pH optimal de croissance de *S. aureus* et de la production des toxines se situe entre 6,0 à 7,0 avec des valeurs extrêmes de 4,5 à 9,3 (Tatini, 1973). Vis à vis du NaCl, la bactérie se comporte en halotolérante du moment qu'elle peut croître en présence de 15 pour cent de chlorure de sodium (Tatini, 1973), teneur rencontrée habituellement dans les semi-conserves d'anchois salés. Cependant, l'entérotoxigénèse est plus sensible aux concentrations élevées de NaCl que ne l'est la croissance de *S. aureus* (Smith, Buchanan et Palumbo, 1983). Généralement, dès que la concentration du milieu en sel dépasse 10 pour cent, la production de toxines est inhibée. Enfin, signalons que *S. aureus* peut survivre plusieurs semaines dans le poisson salé (Huss et Valdimarsson, 1990).

Un autre élément à prendre en considération est l'action antagoniste de la flore compétitive. Les staphylocoques sont considérés comme de faibles compétiteurs et la présence de *S. aureus* dans les produits crus a de faibles conséquences hygiéniques (Huss, 1993). Dans les produits où la flore compétitive a été éliminée (conserves appertisées ou produits précuits) ou réduite (cas des produits salés par exemple), une recontamination par *S. aureus* constitue un danger réel. Dans le cas des semi-conserves d'anchois salés, le filetage qui se pratique manuellement après salage-maturation, étape qui se traduit par une réduction partielle de la flore compétitive, constitue une étape critique de recontamination par *S. aureus*.

3.1.4 Bactéries productrices d'histamine

Le mécanisme de formation de l'histamine dans le muscle du poisson a déjà été traité dans le chapitre précédent. L'accumulation dans le muscle du poisson frais est due quasi-exclusivement aux entérobactéries. Parmi ces dernières, *Morganella morganii*, *Raoultella planticola* (anciennement *Klebsiella pneumoniae*) et *Hafnia alvei* ont été fréquemment isolées du poisson impliqué dans les incidents d'intoxication histaminique (Kanki *et al.*, 2004) mais l'enzyme histidine-décarboxylase est largement distribuée chez toutes les entérobactéries. Ces dernières qui ne font pas partie de la flore naturelle du poisson mais le contaminent après capture, présentent la propriété d'être mésophiles, ce qui explique que généralement la production d'histamine est beaucoup plus importante quand le poisson est exposé aux températures élevées (Ababouch *et al.*, 1991).

Il a été admis pendant longtemps que la réfrigération ou le glaçage appropriés constitue un moyen efficace pour maîtriser la production d'histamine. Mais plusieurs études ont démontré que cette amine peut aussi s'accumuler à des taux toxiques même à basse température dans la sardine (Ababouch *et al.*, 1991), dans le saumon emballé sous vide (Jørgensen, Huss et Dalgaard, 2000) ou dans le thon (Emborg, Laursen et Dalgaard, 2005; Dalgaard *et al.*, 2007). Ces derniers auteurs ont identifié les bactéries responsables comme étant de la famille des Enterobacteriaceae, notamment l'espèce *Morganella psychrotolerans* et de la famille des Vibrionaceae, notamment l'espèce *Photobacterium phosphoreum*. Les implications que ces dernières présentent pour l'accumulation de l'histamine dans les anchois pendant le salage doivent être étudiées soigneusement pour développer les meilleures mesures de maîtrise de ce risque. Des études préliminaires conduites au Maroc sur l'anchois entreposé sous glace, ont montré que les teneurs enregistrées après 10 jours étaient de 5,06 mg/100 g de muscle tandis qu'elles atteignaient 84,3 mg/100 g en seulement un jour dans le muscle du même poisson stocké aux températures plus élevées (20-25 °C) (Chaouqy et El Marrakchi, 2005). Il est un fait qui mérite d'être souligné, c'est qu'au temps du rejet organoleptique du poisson sous glace qui correspond au moment où il entame son altération, les teneurs en histamine enregistrées sont toujours inférieures à 3 mg/100 g de muscle. Ces teneurs basses semblent indiquer qu'une réfrigération en l'absence d'altération qu'elle soit organoleptique ou chimique, peut signifier une accumulation d'histamine à des taux relativement bas. Cette observation, si elle est confirmée, est d'importance pratique puisqu'il suffit de vérifier, au moment de la réception, que le poisson a été correctement réfrigéré (mesure de la température à coeur) et qu'il ne présente pas de signes d'altération chimique et/ou organoleptique, pour considérer que la production d'histamine a été correctement maîtrisée.

Au cours de l'étape salage–maturation lors de la fabrication des semi-conserves d'anchois salés, il y a accumulation lente et progressive de l'histamine et au bout de quatre mois de maturation à 22-25 °C, les teneurs enregistrées restent inférieures à 6 mg/100 g (voir Chapitre 2, tableau 2.2). Cependant, à la fin de maturation, il y a sélection des halophiles parmi lesquels prédomine *Pediococcus halophilus* (Pérez-Villarreal et Pozo, 1992). Cette dernière bactérie se distingue par son caractère strictement mésophile (sa croissance est inhibée aux températures inférieures à 15 °C) et par sa capacité à produire l'histamine même à des teneurs en sel supérieures à 15 pour cent (Karnop, 1988). Ces deux propriétés (halophilie et mésophilie) expliquent que la production d'histamine à des taux inacceptables peut survenir au cours de la maturation lorsque celle-ci est conduite pendant plus de quatre mois aux températures de 22-24 °C et pendant l'entreposage–distribution lorsque les produits finis sont exposés à température élevée comme l'ont montré les essais de conservabilité à température ambiante (voir Chapitre 2). En conséquence, la maîtrise de la production d'histamine repose, là aussi, sur le recours à une température contrôlée lors des étapes de maturation, du stockage et de la distribution, en plus de la maîtrise de l'hygiène pendant la fabrication.

3.2 DANGERS CHIMIQUES

3.2.1 Métaux lourds

La présence des métaux lourds dans les aliments en général et les produits de la pêche en particulier constitue un problème majeur de santé publique dû souvent à la pollution de l'environnement marin par le rejet de déchets industriels et agricoles (Linde, Sanghez Galan et Garcia Vazquez, 2004). La bioaccumulation des traces de métaux lourds dans le poisson est maintenant bien admise. Les poissons prédateurs, en raison de leur comportement alimentaire, concentrent et véhiculent des métaux toxiques pour l'homme (Storelli et Marcotrigiano, 2004). Cependant, cette bioaccumulation

ne corrèle pas toujours bien avec la taille, le poids et l'âge du poisson ou sa longévité (Murphy *et al.,* 1978).

Plusieurs études ont été réalisées pour évaluer le niveau de contamination de l'environnement marin et des produits de la pêche par les métaux, principalement le mercure (Hg), le cadmium (Cd) et le plomb (Pb) en raison de leur haute toxicité (Storelli et Marcotrigiano, 2004; Linde, Sanghez Galan et Garcia Vazquez, 2004; Voegborlo, Methnani et Abedin, 1999; Murphy, Atchison et McIntosh, 1978). Elles ont révélé une contamination fréquente du thon par le Hg à des taux dépassant les taux limites réglementaires exigés par l'Union européenne, dans une proportion pouvant avoisiner 72 pour cent (Storelli et Marcotrigiano, 2004).

La plupart des études ont été réalisées sur les produits de la pêche appertisés (Lourenço *et al.,* 2004). Ces études ont conclu que les conserves de thon contenaient les taux les plus élevés en Hg, mais ces taux restaient inférieurs à la limite réglementaire de 0,5 mg/kg de l'Union européenne. Par contre, les conserves de mollusques (calamar et moule) contenaient les teneurs en Cd les plus élevées, avec 18,5 pour cent d'échantillons dépassant la limite réglementaire. Pour ce qui est du plomb, il a été détecté dans moins de 23 pour cent des échantillons, mais à des niveaux inférieures aux limites réglementaires.

Par contre, peu d'informations sont disponibles sur l'anchois frais ou salé. Une récente étude conduite en Espagne (2006) sur l'anchois argentin (*Engraulis anchoita*) a conduit aux conclusions suivantes:

- Les teneurs en Hg et Pb relevées sur le poisson frais sont inférieures à la limite détectable et ne constituent pas un problème dans le commerce de l'anchois frais ou salé. Par contre, la teneur en Cd excède le niveau maximal tel que proposé par le règlement européen 466/2001 dans 44 pour cent des cas sans toutefois atteindre la limite de 0,3 mg/kg qui est définie pour l'espadon. À ce sujet, les auteurs de l'étude pensent que l'inclusion de l'espèce *E. anchoita* avec l'espadon dans le groupe de poisson avec une limite en Cd de 0,3 mg/kg serait une option pragmatique.
- Au cours de la maturation, la concentration en Cd augmente pendant les premiers mois puis diminue à partir du sizième mois jusqu'au douxième mois. Tenant compte d'une telle évolution, il est proposé d'appliquer un facteur de concentration de 4,5 pour toutes les espèces d'anchois transformé.

Avec ces propositions relatives au Cd et tenant compte des teneurs faibles du Hg et du Pb, il semblerait que la présence de ces métaux dans l'anchois frais et transformé ne serait pas un danger sanitaire qui peut être raisonnablement envisagé.

3.3 CONCLUSION

Les dangers sanitaires majeurs qui peuvent être raisonnablement associés à la production des semi-conserves d'anchois sont représentés par la multiplication de *C. botulinum* et la production de toxines botuliniques, la multiplication de *S. aureus* et la production d'entèrotoxines, la contamination par les entérobactéries pathogènes (*E. coli* et *Salmonella*) et la formation d'histamine à des taux inacceptables.

Le glaçage précoce des anchois frais, le respect des règles d'hygiène et des bonnes pratiques de salage sont des mesures nécessaires et efficaces pour maîtriser ces dangers. Elles seront décrites en détail dans le chapitre suivant dans le cadre d'une démarche préventive HACCP appliquée aux unités d'anchoitage.

4. Application du système HACCP pour l'assurance de la salubrité et de la qualité des anchois salés

Le système HACCP – Analyse des risques – points critiques pour leur maîtrise, est un système qui définit, évalue et maîtrise les dangers d'intérêt pour la salubrité. Il peut également être utilisé pour la maîtrise de la qualité. C'est un outil qui permet d'évaluer les dangers et de mettre en place des systèmes de maîtrise axés davantage sur la prévention que sur l'analyse du produit fini. En plus de l'amélioration de la salubrité et de la qualité des anchois salés, l'application rigoureuse du système HACCP, notamment la tenue de registres, donne aux clients une bonne idée des compétences de l'entreprise et aux autorités sanitaires un aperçu du respect des exigences réglementaires.

4.1 PRINCIPES DE BASE DU SYSTÈME HACCP

Plusieurs ouvrages ont été consacrés au système HACCP et aux modalités de sa mise en œuvre. À l'échelle internationale, la Commission du *Codex Alimentarius* a adopté, en 1997 et 1999, les textes de base de l'hygiène alimentaire avant de mettre à jour en 2003 les lignes directrices pour l'application du système HACCP (Codex Alimentarius, 2003b). Les définitions et principes de base suivants s'inspirent des textes du *Codex Alimentarius*.

4.1.1 Définitions

Maîtriser: Prendre toutes les mesures nécessaires pour garantir et maintenir la conformité aux critères définis dans le plan HACCP.

Maîtrise: Situation dans laquelle les méthodes suivies sont correctes et les critères sont satisfaits.

Mesure de maîtrise: Toute intervention et activité à laquelle on peut avoir recours pour prévenir ou éliminer un danger qui menace la salubrité de l'aliment ou pour le ramener à un niveau acceptable.

Mesure corrective: Toute mesure à prendre lorsque les résultats de la surveillance exercée au niveau du PCM indiquent une perte de maîtrise.

Points critiques pour la maîtrise (PCM): Stade auquel une surveillance peut être exercée et est essentielle pour prévenir ou éliminer un danger menaçant la salubrité de l'aliment ou le ramener à un niveau acceptable.

Seuil critique: Critère qui distingue l'acceptabilité de la non-acceptabilité.

Écart: Non respect d'un seuil critique.

Diagramme des opérations: Représentation systématique de la séquence des étapes ou opérations utilisées dans la production ou la fabrication d'un produit alimentaire donné.

HACCP: Système qui définit, évalue et maîtrise les dangers qui menacent la salubrité des aliments.

Plan HACCP: Document préparé en conformité des principes HACCP en vue de maîtriser les dangers qui menacent la salubrité des aliments dans le segment de chaîne alimentaire à l'étude.

Danger: Agent biologique, biochimique ou physique ou état de l'aliment ayant potentiellement un effet nocif sur la santé.

Analyse des risques: Démarche consistant à rassembler et à évaluer les données concernant les dangers et les facteurs qui entraînent leur présence, afin de décider lesquels d'entre eux représentent une menace pour la salubrité des aliments et, par conséquent, devraient être pris en compte dans le plan HACCP.

Surveiller: Procéder à une série programmée d'observations ou de mesures afin de déterminer si un CCP est maîtrisé.

Étape: Point, procédure, opération ou stade de la chaîne alimentaire (y compris matières premières), depuis la production primaire jusqu'à la consommation finale.

Validation: Obtention de preuves que les éléments du plan HACCP sont efficaces.

Vérification: Application de méthodes, procédures, analyses et autres évaluations, en plus de la surveillance, afin de déterminer s'il y a conformité avec le plan HACCP.

4.1.2 Principes

Le système HACCP repose sur les sept principes suivants:

Principe 1: Procéder à une analyse des risques
Définir les dangers potentiels auxquels on peut raisonnablement s'attendre à chacune des étapes de la production – transformation – distribution, procéder à une analyse des risques pour identifier les dangers dont la nature est telle qu'il est indispensable de les éliminer ou de les ramener à un niveau acceptable et identifier les mesures à appliquer pour maîtriser chaque danger.

Principe 2: Déterminer les points critiques pour la maîtrise (PCM)
Déterminer tout point, étape ou procédure au niveau desquels une maîtrise est nécessaire pour éliminer un danger ou le réduire à un niveau acceptable.

Principe 3: Fixer le ou les seuils critiques
Etablir les seuils critiques dont le non dépassement indiquera que les dangers sont maîtrisés aux PCM.

Principe 4: Mettre en place un système de surveillance de la maîtrise des PCM
Etablir un système de surveillance de la maîtrise des dangers aux PCM. Ce système comprendra des analyses, observations et autres tests aux PCM.

Principe 5: Déterminer les mesures correctives
Déterminer les mesures correctives à prendre lorsque la surveillance révèle qu'un PCM donné n'est pas maîtrisé.

Principe 6: Établir les procédures de vérification
Appliquer des procédures de vérification et autres analyses afin de confirmer que le système HACCP fonctionne efficacement.

Principe 7: Constituer un système de registres
Constituer un dossier dans lequel figureront toutes les procédures et tous les relevés concernant ces principes et leur mise en œuvre.

4.2 APPLICATION DE SYSTÈME HACCP À LA FABRICATION D'ANCHOIS SALÉS

Avant d'appliquer le système HACCP à une unité de fabrication d'anchois salés, l'unité devra appliquer un code de bonnes pratiques d'hygiène basés sur *les Principes généraux d'hygiène alimentaire* du *Codex Alimentarius* (Codex Alimentarius, 2003b) adaptés aux anchois.

Les responsables de l'entreprise doivent être sensibilisés et engagés pour la mise en œuvre du système HACCP. Les cadres et les employés concernés doivent posséder la formation et l'expertise nécessaires à sa mise en œuvre efficace. Si l'expertise nécessaire n'est pas disponible au sein de l'entreprise, il faut faire appel à des experts externes confirmés. Ceux-ci peuvent être disponibles dans des structures gouvernementales, privées, de formation, de recherche ou autre. Leurs interventions peuvent être ponctuelles, notamment lors du développement du système HACCP et au début de sa mise en œuvre.

L'application pratique des principes du système HACCP repose sur l'exécution des tâches suivantes décrites à la figure 4.1.

Les modalités d'application de ces tâches et leur adaptation à la fabrication d'anchois salés sont illustrés ci-après en considérant que l'unité en question a mis en place un programme d'hygiène adéquat (conception sanitaires des ateliers et des équipements, hygiène du personnel, nettoyage et désinfection) en conformité avec les règlements sanitaires en vigueur. Dans ce cas, l'application du système HACCP se focalisera sur la maîtrise des dangers autres que ceux qui sont dûs au manquement d'hygiène, comme illustré ci-après. Les informations fournies ci-après le sont à titre indicatif pour illustrer l'application des principes du HACCP. Elles doivent être étoffées et adaptées au cas par cas.

4.2.1 Constituer une équipe HACCP

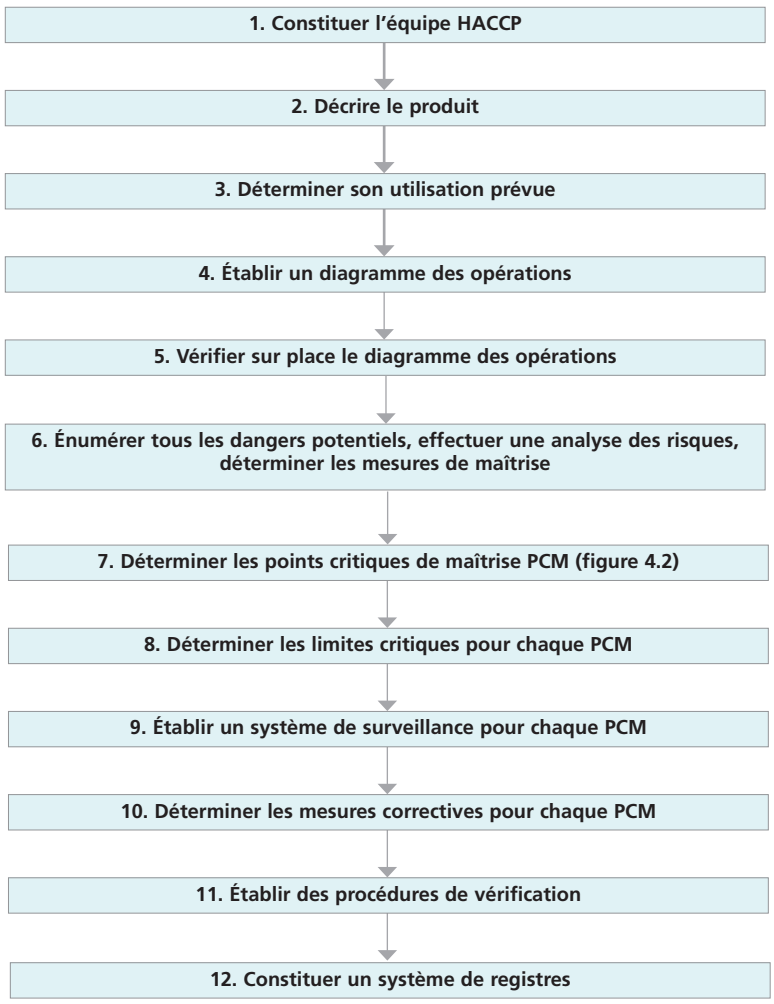
L'équipe HACCP doit avoir la formation et les connaissances nécessaires pour l'élaboration et la mise en œuvre d'un système HACCP adéquat. Si nécessaire, une expertise externe peut être utilisée tout en assurant un perfectionnement régulier des membres de l'équipe HACCP pour s'informer des derniers développements techniques et réglementaires.

À titre d'exemple, l'équipe HACCP d'une unité d'anchois salés hypothétique comprendra:

- **le responsable qualité** qui a un diplôme en sciences alimentaires, sciences vétérinaires ou équivalent, l'expérience nécessaire dans le secteur halieutique, notamment la fabrication des anchois salés et une formation HACCP pratique;
- **les responsables des ateliers** pré-salage, salage et fermeture des récipients et sertissage, ayant une bonne expérience pratique dans leurs domaines respectifs et une formation HACCP;
- **le responsable maintenance** des installations et équipement;
- **le responsable hygiène** avec une formation adéquate en hygiène alimentaire;
- **le responsable du laboratoire** de contrôle avec une formation adéquate en méthodes d'analyses alimentaires.

FIGURE 4.1

Séquences d'activités à accomplir pour appliquer le système HACCP



4.2.2 Décrire le produit

Une description détaillée du produit, notamment les caractéristiques en relation avec sa salubrité et qualité, doit être faite. Elle contiendra la nature de la matière première, des ingrédients et de leurs pourcentages respectifs dans le produit, les caractéristiques physico-chimiques (pH, a_w, concentration en sel, etc.), le mode de conditionnement, la durée de conservation et les conditions d'entreposage et de distribution.

À titre d'exemple, le produit peut être décrit comme suit:

- **Composition**: Filets d'anchois (Engraulis encrasicholus) salés: 61,2 pour cent à 71,4 pour cent; Huile végétale: 29,6 pour cent à 39,8 pour cent; Teneur en sel des filets: >15%; pH = 5,3 à 5,7. Activité de l'eau a_w <0,76.
- **Emballage et format**: Alliage en aluminium en format 1/15. Boîte rectangulaire en fer blanc format 1/2 et 4/4. Verre cylindrique formats 105 g, 110 g, 130 g, 205 g, 250 g, 380 g et 450 g.
- **Conditions et durée de conservation**: 12 mois à T °C <15 °C

4.2.3 Déterminer l'utilisation prévue

Il faut préciser l'utilisateur/consommateur auquel est destiné le produit, le mode d'emploi (consommer tel quel ou après cuisson), les modalités de conservation chez le distributeur (réfrigéré ou à température ambiante). Il est notamment important d'identifier tout mode d'utilisation qui pourrait augmenter un risque sanitaire donné ainsi que tout consommateur susceptible aux risques identifiés (enfants en bas âge, femmes enceintes, personnes âgées, etc.)

À titre d'exemple, les anchois salés fabriqués selon le diagramme de la figure 4.2 sont destinés à la consommation humaine, sans cuisson, en tant que tels ou en mélange avec d'autres produits alimentaires ou en salades. Ils sont également utilisés dans la fabrication des pizzas et peuvent être consommés par toutes les catégories de personnes. Ils sont exportés en Europe et aux États-Unis d'Amérique.

4.2.4 Établir le diagramme de fabrication

L'équipe HACCP doit établir le programme de fabrication en y indiquant toutes les étapes ainsi que les paramètres techniques (temps, température, flux, taux de sel, etc.) qui aideront à mieux cerner les risques et l'efficacité des mesures de maîtrise du système HACCP. La figure 4.2 représente un exemple de diagramme de fabrication d'anchois salés. Il est utilisé ici à titre illustratif.

4.2.5 Confirmer sur place le diagramme de fabrication

L'équipe HACCP, ou l'un de ses membres qualifié, devra vérifier et confirmer *in situ* le diagramme des opérations pendant la fabrication effective d'anchois salés. Cette activité sera l'occasion pour compléter les données techniques réelles des diverses opérations (durées, températures, taux de sel, etc.).

4.2.6 Procéder à l'analyse des dangers

L'équipe HACCP doit énumérer tous les dangers auxquels on peut raisonnablement s'attendre à chacune des étapes de l'élaboration des anchois salés.

Rappelons qu'un danger est tout état de l'aliment ou tout agent biologique, chimique ou physique présent dans l'aliment et ayant potentiellement un effet nocif sur la santé du consommateur ou la qualité du produit.

L'équipe HACCP doit ensuite procéder à une analyse des risques afin d'identifier les dangers qu'il est indispensable d'éliminer ou de ramener à un niveau acceptables pour obtenir des anchois salés sains et de bonne qualité.

L'analyse des risques est primordiale et doit être réalisée convenablement. Autrement, une analyse de risques inappropriée conduira à l'élaboration d'un plan HACCP inapproprié.

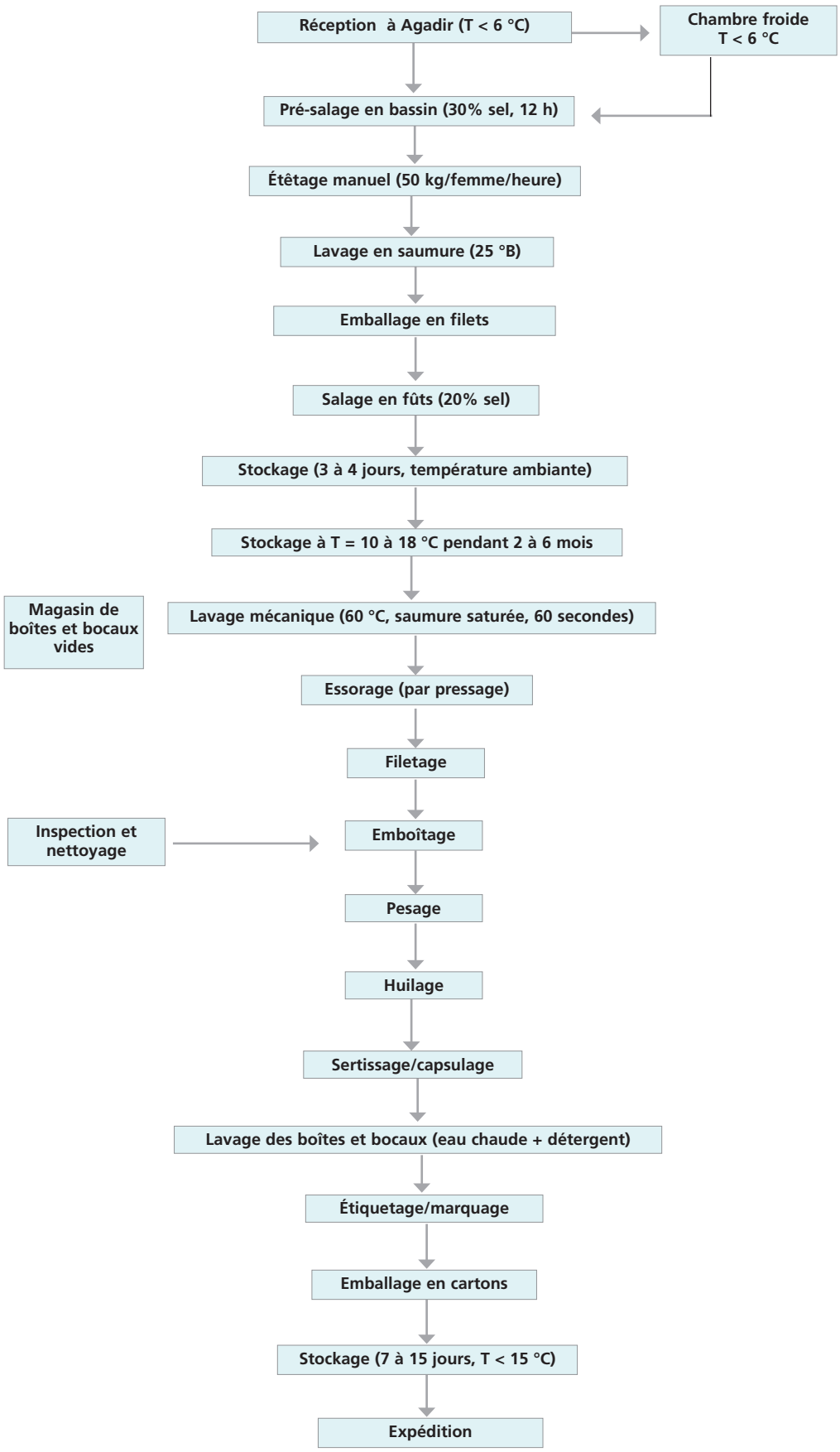
Lors de l'analyse des risques, il faut tenir compte dans la mesure du possible, des facteurs suivants:

- probabilité qu'un danger survienne et gravité de ses conséquences sanitaires;
- évaluation quantitative et/ou qualitative de la présence des dangers;
- survie ou prolifération de microorganismes nocifs;
- production ou persistance dans les anchois salés de toxines, substances chimiques ou d'agents physiques; et
- facteurs et conditions à l'origine de ce qui précède.

En utilisant les informations scientifiques et techniques des chapitres précédents, une analyse des risques pour les anchois salés a été conduite et est résumée au tableau 4.1. Ce tableau résume entre autres les dangers identifiés et les mesures conçues pour les maîtriser.

FIGURE 4.2

Diagrammes de fabrication des filets d'anchois salés à l'huile



4.2.7 Déterminer les points critiques de maîtrise (PCM)

Un PCM est un stade auquel la maîtrise peut être exercée et est essentielle pour prévenir ou éliminer un danger ou le ramener à un niveau acceptable. La détermination des PCM peut être facilitée par l'application de l'arbre de décision du *Codex* (figure 4.3) qui est une approche logique de raisonnement.

Il peut exister plus d'un PCM où une opération de maîtrise est appliquée pour prévenir le même danger. De la même façon, plusieurs dangers peuvent être maîtrisés à un PCM donné.

L'application de l'arbre de décision doit se faire avec souplesse selon l'opération considérée. Il ne s'applique pas à toutes les situations et d'autres approches peuvent être utilisées. Si la maîtrise d'un danger réel à un PCM est nécessaire, mais qu'elle n'en existe pas une applicable, alors le procédé de fabrication doit être modifiée, pour inclure l'étape de maîtrise indispensable.

À titre d'exemple, le plan HACCP (tableau 4.1) représente les PC au niveau desquels il faut procéder à la maîtrise des dangers identifiés.

4.2.8 Fixer les seuils critiques pour chaque point critique de maîtrise PCM

Les seuils critiques sont les critères qui séparent ce qui est acceptable de ce qui ne l'est pas. Ils représentent les limites selon lesquelles on peut juger si une mesure de maîtrise est appliquée correctement à une étape critique donnée. Leur respect est indispensable pour la maîtrise des dangers aux PCM. Ils se rapportent à des paramètres, de préférence mesurables, tels que la température, la durée, le taux de sel, etc. et s'inspirent des législations alimentaires en vigueur, de normes élaborées par la profession ou l'entreprise sur la base de données scientifiques et techniques fiables.

À titre d'exemple, le plan HACCP (tableau 4.1) définit les seuils critiques pour les mesures de maîtrise conçues pour éliminer ou réduire à un niveau acceptable les dangers identifiés précédemment.

4.2.9 Mettre en place un système de surveillance pour chaque PCM

L'équipe HACCP doit élaborer une série programmée de mesures et observations dont les résultats permettront d'établir si les mesures de maîtrise ont été correctement appliquées ou non.

Le système de surveillance permet:

- de mesurer le niveau de performance d'une opération de maîtrise au niveau d'un PCM donné;
- de déterminer, en temps réel, la perte ou une tendance vers la perte, de la maîtrise à un PCM donnée;
- d'établir des registres documentaires qui reflètent la performance du système à chaque PCM.

Un système de surveillance doit définir:

- le paramètre à surveiller (quoi?);
- la méthode de surveillance (comment?);
- la fréquence de mesures ou observations (quand?);
- la ou les personnes responsables de la surveillance (par qui?);
- l'étape où s'effectuera la surveillance (où?).

Dans la mesure du possible, il faudra procéder à des ajustements de procédés lorsque les résultats de la surveillance indiquent une tendance vers une perte de maîtrise à un PCM. Ces ajustements devront être effectués avant qu'aucun écart ne survienne. Les données obtenues doivent être évaluées par une personne expressément désignée à cette fin et possédant les connaissances et l'autorité nécessaires pour mettre en oeuvre, au besoin, des mesures correctives. Si la surveillance n'est pas continue, les contrôles exercés doivent alors être suffisamment fréquents et approfondis pour garantir la maîtrise du PCM. La plupart de ces contrôles se font en cours de production. Ils

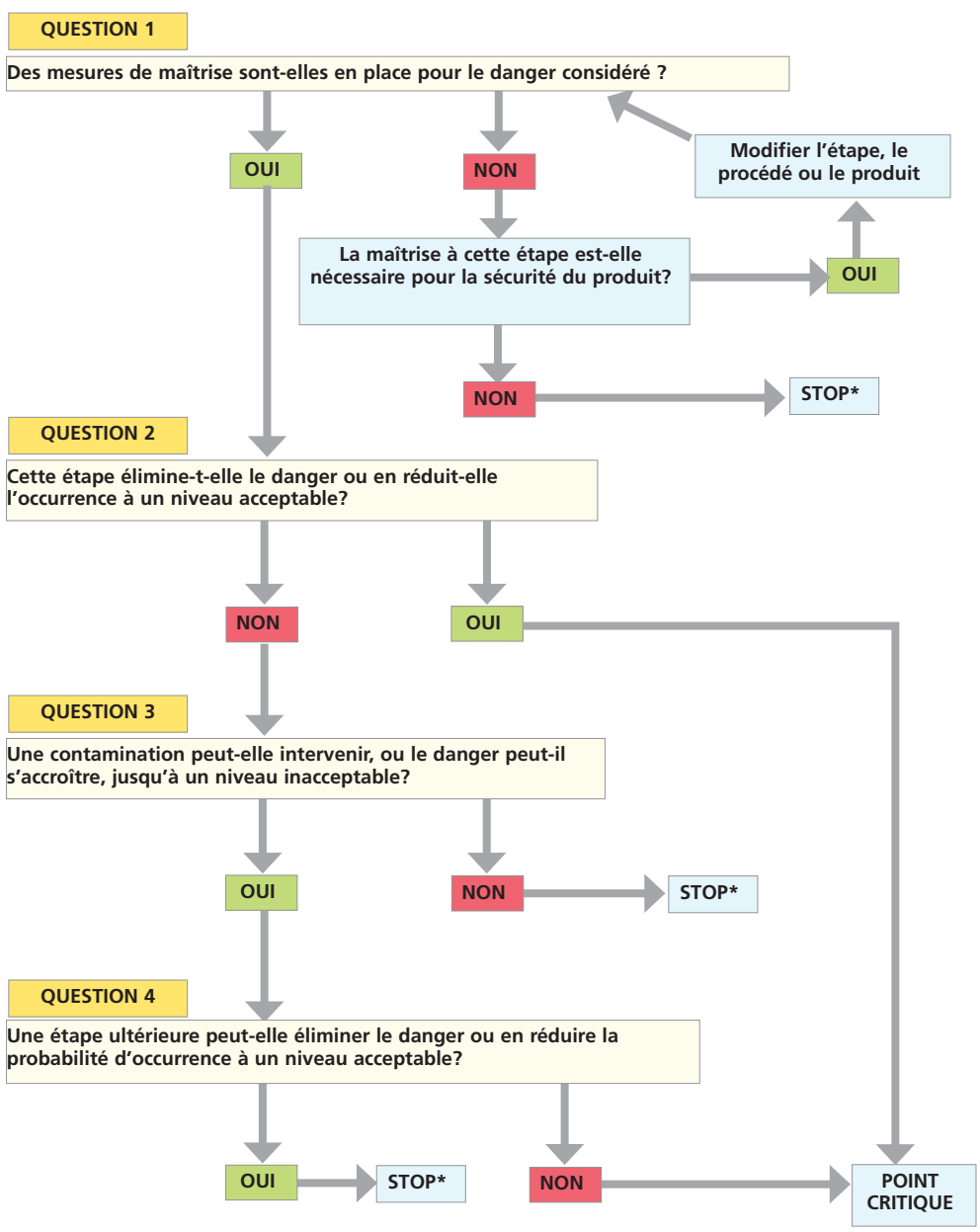
doivent donc être rapides. C'est pourquoi on préfère généralement relever rapidement des paramètres physiques ou chimiques, indicateurs de l'état microbiologique du produit, plutôt que d'effectuer des essais microbiologiques longs.

Tous les relevés et comptes rendus résultant de la surveillance des PCM doivent être signés par la ou les personnes chargées des opérations de surveillance, ainsi que par un ou plusieurs responsables de l'entreprise.

Le plan HACCP (tableau 4.1) résume le système de surveillance proposé pour le diagramme de fabrication de la figure 4.2. Les détails sont présentés à 4.13.4 – 4.13.12.

FIGURE 4.3

Arbre de décision pour l'identification des points critiques de maîtrise



* L'étape n'est pas un point critique. Passer à l'étape suivante

4.2.10 Établir un plan de mesures correctives

Étant donné que l'objectif principal de l'application d'un système HACCP est la prévention des risques sanitaires et de qualité, il est impératif d'établir un plan de mesures correctives qui seront mises en œuvre dès que la surveillance indique une perte de maîtrise à un PCM donné. Chaque mesure corrective doit indiquer l'action à prendre pour restaurer la maîtrise, le sort qui sera réservé aux anchois élaborés pendant la perte de maîtrise et l'évaluation à effectuer pour s'assurer que la maîtrise a été restaurée. Elles doivent être consignées dans les registres HACCP et être signées par la ou les personnes habilitées.

À titre d'exemple, le plan HACCP du tableau 4.1 résume les mesures correctives recommandées pour le diagramme de fabrication d'anchois de la figure 4.2.

4.2.11 Instaurer des procédures de vérification

La vérification consiste en l'application de méthodes, procédures, tests, y compris l'échantillonnage aléatoire et analyses, en plus de la surveillance, afin de déterminer que le système HACCP fonctionne correctement et qu'il adhère au plan HACCP.

La vérification devrait être effectuée par une personne qualifiée, autre que la personne chargée de la surveillance ou de l'application des mesures correctives. Lorsque certaines activités de vérification ne peuvent pas être réalisées par l'entreprise, elles peuvent être prises en charge par des personnes qualifiées externes à l'entreprise.

Les activités de vérification et leurs résultats doivent être consignés dans les registres HACCP et indiquer, entre autres, les méthodes utilisées, la date, les personnes, les résultats et les actions entreprises pour corriger les déviations ou améliorer le système HACCP.

À titre d'exemple la procédure de vérification suivante peut être recommandée pour l'élaboration d'anchois selon le diagramme de la figure 4.2.

Autant que nécessaire, mais au moins une fois par semaine, l'équipe HACCP évalue tous les résultats d'analyse et autres observations, de mesures correctives éventuellement appliquées et tire les conclusions nécessaires pour la production future.

Sur le long terme, mais au moins une fois par an, l'équipe HACCP devrait:

- Évaluer les résultats de la surveillance et mesures correctives pour évaluer la performance et identifier les causes de pertes de maîtrise. Elle profitera de cette occasion pour passer en revue les plaintes et commentaires des clients de l'entreprise et des services officiels de contrôle alimentaire.
- Les résultats de cette évaluation serviront à mettre à jour le système HACCP, à identifier les besoins de formation/perfectionnement, de maintenance, de changement (augmentation ou diminution) de fréquence des surveillances, de révision de la liste des fournisseurs agréés de matière première, sel, boîtes métalliques, bocaux en verre.
- Un audit externe pour évaluer la performance des mesures de maîtrise, de surveillance ou correctives. L'auditeur analysera les registres HACCP, y compris, ceux relatifs au calibrage des instruments et méthodes d'analyses, la formation, les plaintes des clients et services de contrôle. Le rapport d'audit sera discuté avec les responsables de l'entreprise et l'équipe HACCP pour identifier les mesures adéquates à l'amélioration de la performance du système HACCP. Ce sera également l'occasion pour informer les responsables et cadres de l'entreprise des nouveaux développements technologiques, analytiques et réglementaires.

4.2.12 Établir un système d'enregistrement et de documentation

La tenue de registres précis est indispensable pour une mise en œuvre efficace du système HACCP. Les registres doivent contenir l'information de base de l'élaboration du système HACCP, de la mise en œuvre de la surveillance, des actions correctives et

d'évaluation. L'absence, même partielle, de registres fiables représente une déviation critique du plan HACCP.

Les registres HACCP peuvent comprendre:

- les documents utilisés pour élaborer le plan HACCP,
- les documents détaillant les procédures et méthodes de surveillance et vérification,
- les registres générés par l'application du système HACCP, comme les registres de surveillance à chaque PCM,
- les registres des actions correctives, de vérification/validation et
- les registres de formation des employés.

A titre d'exemple, les tableaux 4.14.1 à 4.14.11 sont proposés pour l'enregistrement des résultats de surveillance et autres actions correctives, obtenus lors de la fabrication d'anchois salés selon le diagramme de la figure 4.2 et le plan HACCP du tableau 4.1.

4.2.13 Récapitulatif

Le plan HACCP du tableau 4.1 résume l'application des principes du système HACCP à la fabrication des semi-conserves d'anchois salés, mais un manuel HACCP complet devrait en principe comprendre trois parties:

- L'analyse HACCP telle que décrite précédemment au Sous Chapitre 4.2
- La description détaillée des mesures de maîtrise appliquées par l'entreprise. celles-ci doivent contenir suffisamment de détails techniques pour permettre à tout auditeur d'en évaluer la pertinence et l'efficacité. Pour l'exemple de fabrication de la figure 4.2 et du plan HACCP du tableau 4.1. les mesures de maîtrise comprennent:
  - Les bonnes pratiques hygiéniques. Un exemple est décrit ci-après (4.2.14.1) pour illustration seulement.
  - Les bonnes pratiques de manutention de l'anchois frais. Un exemple est décrit ci-après (4.2.14.2) pour illustration seulement.
  - Les bonnes pratiques de salage des anchois. Un exemple est décrit ci-après (4.2.14.3) pour illustration seulement.
- La description détaillée des mesures de surveillance, en prévilégiant les méthodes rapides mais fiables qui permettent d'obtenir des données en temps réel pour pouvoir activer les mesures correctives rapidement. Pour l'exemple de fabrication de la figure 4.2, les mesures de surveillance comprennent:
  - Contrôle des pratiques hygiéniques au laboratoire. Un exemple est décrit ci-après (4.2.14.4) pour illustration seulement.
  - Dosage du chlore actif dans l'eau et les solutions de désinfection. Un exemple est décrit ci-après (4.2.14.5) pour illustration seulement.
  - Mesure de la température du poisson. Un exemple est décrit ci-après (4.2.14.6) pour illustration seulement.
  - Évaluation de la fraîcheur du poisson. Un exemple est décrit ci-après (4.2.14.6) pour illustration seulement.
  - Détermination de l'azote basique volatil total (ABVT). Un exemple est décrit ci-après (4.2.14.7) pour illustration seulement.
  - Détermination de l'histamine. Un exemple est décrit ci-après (4.2.14.8) pour illustration seulement.
  - Examen des boîtes métalliques et des bocaux en verre. La description de cet examen et assez longue et dépend de formats et taille de boîtes et des spécifications des fabricants de ces conteneurs. Il faut se réfèrer à leurs manuels et surtout s'assurer que les cadres chargés de ces examens sont bien formés et experimentés.
  - Détermination de la teneur en sel dans le poisson. Un exemple est décrit ci-après (4.2.14.9) pour illustration seulement.

- Détermination de la force de la saumure. Un exemple est décrit ci-après (4.2.14.10) pour illustration seulement.

– Le système de registres documentaires qui sera utilisé pour documenter les activités de surveillance, leurs résultats et les actions entreprises, notamment les mesures correctives. Ces registres doivent être simples et indiquer clairement les responsables du contrôle et de la suite qui leur est donné. Pour l'exemple de fabrication de la figure 4.2 et du plan HACCP 4.1 un exemple de système de registres est décrit ci-après pour illustration seulement:
  - un formulaire pour le contrôle de la santé des employés (tableau 4.2.14.1)
  - un formulaire de contrôle de l'hygiène du personnel (tableau 4.2.14.2)
  - un formulaire de contrôle du nettoyage et désinfection (tableau 4.2.14.3)
  - un formulaire de contrôle du chlore résiduel (tableau 4.2.14.4)
  - un formulaire de contrôle de la qualité microbiologique de l'eau (tableau 4.14.5)
  - un formulaire de contrôle de la qualité du poisson frais (tableau 4.2.14.6)
  - un formulaire de contrôle des conditions de prè-salage (tableau 4.2.14.7)
  - un formulaire de contrôle des conditions de salage (tableau 4.2.14.8)
  - registre de maintenance de l'équipement (tableau 4.2.14.9)
  - un formulaire pour enregistrer toute mesure corrective (tableau 4.2.14.10)

4.2.14 Exemples de mesures de maîtrise, de surveillance et de registres documentaires

4.2.14.1 Bonnes pratiques hygiéniques

Hygiène du personnel

Lors de l'embauche, toute personne affectée au travail et à la manipulation du poisson est soumise à un examen médical pour s'assurer qu'elle est saine et apte à manipuler les produits alimentaires. Cet examen médical est répété régulièrement, mais au moins une fois par an. Au besoin, notamment pendant les visites de suivi médicales, la sensibilisation aux règles d'hygiène corporelle et vestimentaire est effectuée.

Toute personne nouvellement embauchée est sensibilisée aux règles d'hygiène à respecter, soit directement par le responsable hygiène, soit par son responsable immédiat (chef de ligne). Cette sensibilisation est refaite régulièrement, soit en groupes, soit pour la totalité du personnel, sous la supervision du responsable contrôle qualité.

Par ailleurs, des écriteaux sont placardés à divers endroits stratégiques de l'usine (vestiaires, entrée de l'usine, cantine, salles de travail) pour rappeler intuitivement au personnel les règles d'hygiène.

Pendant l'élaboration des produits, le plus parfait état de propreté est exigé du personnel et ce à tous les nivaux de fabrication. En particulier:

- Tout le personnel de la société porte des vêtements de travail appropriés et propres ainsi qu'une coiffure propre enveloppant complètement la chevelure. La tenue de travail, fournie par la société reste à l'usine après le travail et est lavée et blanchie par la Société au moins une fois par semaine.
- Tout le personnel affecté à la manipulation et à la préparation des produits de la pêche est tenu de se laver et de se désinfecter les mains au moins à chaque reprise de travail. Les blessures aux mains sont recouvertes par un pansement étanche.
- Il est interdit de fumer, de cracher, de boire et de manger dans les locaux de travail et d'entreposage des produits.
- La surveillance du respect des règles d'hygiène se fait par le responsable d'hygiène et ses collaborateurs, qui vérifient, à la sortie des vestiaires, que la tenue de travail est appropriée et que le personnel respecte les consignes données (ongles coupées, pas de port de bijoux et montres, cheveux recouverts, lavage et désinfection des mains, désinfection des bottes dans les pédiluves).
- Ensuite, le responsable de chaque opération ou ligne de travail est chargé de la supervision de son personnel pour s'assurer du respect des règles d'hygiène.

Nettoyage et désinfection

Le programme de nettoyage et désinfection vise à ce que le sol, les murs, les plafonds, le matériel et les instruments utilisés pour le travail du poisson soient maintenus en bon état de propreté et d'entretien, de façon à na pas constituer une source de contamination pour les produits.

À cet effet, une équipe est designée et ses membres sont formés par le responsable d'hygiène et le responsable qualité, pour effectuer toutes les opérations du programme de nettoyage et désinfection. Ce programme est régulièrement évalué par prélèvement de surfaces et analyses microbiologiques (4.2.14.4).

Le nettoyage et la désinfection sont réalisés comme suit:

- Les couteaux et les instruments de travail sont ramassés.
- Les déchets sont raclés et placés dans les poubelles.
- La surface des murs, du sol et les surfaces de travail sont aspergées d'eau pour effectuer un premier rinçage.
- Un nettoyage et une désinfection des surfaces sont réalisés par application manuelle:
  - d'un détergent-désinfectant homologué, avec des propriétés fongicides et bactéricides;
  - un rinçage à l'eau, après 30 minutes, pour évacuer le désinfectant.
- Tous les paniers, les fûts et les caisses sont lavés avec de la soude caustique à 1 pour cent, rincés à l'eau, puis désinfectés avec une solution d'hypochlorite de Na (eau de Javel) avant d'être rincés de nouveau à l'eau.
- Les ciseaux et autres ustensiles de travail sont rincés à l'eau, puis placés dans une solution de détergent-désinfectant pour la nuit. Le matin, ils sont rincés juste avant utilisation. Cette opération est effectuée par la suite après chaque 4 heures de travail au moins.
- Les bassins de préparation de la saumure sont nettoyés et désinfectés une fois par mois.
- La désinsectisation des salles de travail est effectuée chaque soir par fumigation d'un insecticide homologué, efficace contre les insectes volants (mouches, moustiques, etc.) et rampants (cafards, fourmis, etc.).
- L'atmosphère des sanitaires et des vestiaires est désinfectée, le matin et le soir, par pulvérisation d'un désinfectant homologué.

TABLEAU 4.1

Exemple de plan HACCP pour l'élaboration des semi-conserves d'anchois salé*

Point critique de maîtrise	Danger(s)	Mesure(s) de maîtrise	Limite (s) critique(s)	Procédures de surveillance				Mesure(s) corrective(s)	Registre	Vérification des registres
				Paramètre (quoi)	Méthode (comment)	Responsable (par qui)	Fréquence ou plan d'échantillonnage (quand)			
Personnel	Contamination des produits	Examen médical à l'embauche et au moins une fois par an	Personnel sain et apte à travailler 4.2.14.1	Etat de santé 4.2.14.1	Visite médicale 4.2.14.1	Médecin qualifié	à l'embauche et une fois par an au moins	Ne pas embaucher personne malade et écarter de la fabrication toute personne qui tombe malade après l'embauche	Formulaires T 4.2.14.1/10	Une fois tous les 3 mois
		Sensibilisation et formation du personnel à l'hygiène 4.2.14.1	Personnel formé 4.2.14.1	Aptitude à appliquer les règles d'hygiène 4.2.14.1	Evaluation d'aptitude 4.2.14.1	Responsable hygiène	Suite à la formation et régulièrement après	Recommencer la formation/ sensibilisation et écarter de la fabrication toute personne inapte à appliquer strictement les règles d'hygiène	Dossiers de formation	Après chaque formation et chaque mois après
		Application stricte des règles d'hygiène 4.2.14.1	Règles d'hygiène strictement appliquées	Pratique des règles d'hygiène	Supervision du personnel 4.2.14.1	Responsable hygiène	Pendant la fabrication au moins 2 fois/jour	Recommencer la formation/ sensibilisation et écarter de la fabrication toute personne inapte à appliquer strictement les règles d'hygiène	Formulaires T 4.2.14.1/10	Une fois par semaine
Nettoyage et désinfection (N+D)	Survie de germes et contamination des produits	Développement d'un programme de N+D approprié 4.2.14.1	Programme de N+D approprié 4.2.14.1	Efficacité du programme de N+D	Selon méthode décrite à 4.2.14.4	Spécialiste N+D	Avant application et à chaque changement de programme de N+D	Modifier le programme de N+D et le valider par personne qualifié	Formulaires T 4.2.14..2/10	Une fois tous les 3 mois
		Sensibilisation et formation du personnel responsable du N+D 4.2.14.1	Personnel de N + D formé 4.2.14.1	Aptitude à appliquer le programme de N+D 4.2.14.1	Évaluation d'aptitude 4.2.14.1/4	Responsable hygiène	Suite à la formation et régulièrement après	Recommencer la formation/ sensibilisation et écarter toute personne inapte à appliquer strictement le programme de N+D	Dossiers de formation	Une fois par an
		Application rigoureuse du programme de N+D 4.2.14.1	Programme de N + D strictement appliqué 4.2.14.1	Pratique de N+D 4.2.14.1	Supervision du personnel et prélèvement 4.2.14.4	Responsables hygiène et laboratoire	Au moins une fois par semaine	Recommencer la formation/ sensibilisation et écarter toute personne inapte à appliquer strictement le programme de N+D	Formulaires T 4.2.14.3/10	

*Le plan HACCP présenté ici, l'est à titre indicatif seulement. Il doit être adapté à la situation rélle de chaque societé pour identifier les dangers réels et les moyens les plus appropriés pour les contrôler.

Point critique de maîtrise	Danger(s)	Mesure(s) de maîtrise	Limite (s) critique(s)	Procédures de surveillance				Mesure(s) corrective(s)	Registre	Vérification des registres
				Paramètre (quoi)	Méthode (comment)	Responsable (par qui)	Fréquence ou plan d'échantillonnage (quand)			
Approvision-nement en eau	Contamination des produits par des germes à partir d'eau non potable	Utilisation d'eau de ville potable 4.2.14.1	Eau potable 4.2.14.1	Qualité de l'eau	analyse microbiologique 4.2.14.4	Responsable laboratoire	une fois par mois et en cas d'alerte	Ne pas utiliser eau non potable. Évaluer l'état microbiologique de produits lavés à l'eau non potable et retirer tout produit contaminé	Formulaires T 4.2.14.4/10	Une fois par semaine
		Chloration de l'eau de forage 4.2.14.1	0,5 ppm de chlore résiduel actif	Taux de chlore résiduel actif	Méthode Lovibond 4.2.14.5	Responsable laboratoire	chaque jour	Ajuster taux de chlore. Évaluer l'état microbiologique de produits lavés à l'eau non potable et retirer tout produit contaminé	Formulaires T 4.2.14.4/10	Une fois par semaine
Réception des anchois	Anchois altéré	Glaçage et réfrigération adéquats 4.2.14.2	T≤ 6 °C	Température	thermomètre 4.2.14.6	Responsable qualité	Chaque réception 10 caisses/lot	Évaluer la fraîcheur. Trier poisson et refuser l'anchoitage de poisson de fraîcheur inacceptable	Formulaires T 4.2.14.5/10	Chaque jour
			Fraîcheur ≥ 1,6	Fraîcheur du poisson	Barème CEE 4.2.14.7	Responsable laboratoire	Plan d'échantillonnage S 4.13.7	Trier poisson et refuser tout poisson de fraîcheur inacceptable	Formulaires T 4.2.14.5/10	Chaque jour
			ABVT < 25 mg N/100 g	ABVT	Méthode décrite à 4.2.14.8	Responsable laboratoire	10 poissons/lot	Refuser le lot	Formulaires T 4.2.14.5/10	Chaque jour
	Taux d'histamine élevé	Glaçage et réfrigération adéquats 4.2.14.2	T≤ 6 °C	Température	Thermomètre 4.2.14.6	Responsable qualité	chaque réception 10 caisses/lot	Trier poisson selon la fraîcheur et refuser tout poisson de fraîcheur inacceptable	Formulaires T 4.2.14.5/10	Chaque jour
			Histamine < 5 mg-N/100 g	Taux d'histamine	Méthode décrite à 4.2.14.9	Responsable laboratoire	10 poissons/lot	Rejeter tout lot avec des taux d'histamine ≥ 5 mg-N/100 g	Formulaires T 4.2.14.5/10	Chaque jour
Réception des boîtes métalliques et bocaux vides	Boîtes bocaux vides défectueux ou sales	Vérification des boîtes et bocaux à la réception et avant utilisation	Aucune boîte ou bocal défectueux	Etat des boîtes et bocaux	Méthode décrite par fabricant des boîtes	Responsable sertissage et bocaux	5 boîtes ou bocaux par palette	Refuser toute boîte ou bocal défectueux, nettoyer les boîtes et bocaux sales	Formulaires T 4.2.14.6/10	Chaque réception de boîtes/ bocaux
Pré-salage réception de sel	Contamination des anchois par les bactéries du sel 4.2.14.3	Approvision-nement en sel alimentaire auprès de fournisseurs agréés	Cahier de charge et liste de fournisseurs agrées 4.2.14.3	Liste des fournisseurs agrées	Vérification	Responsable qualité	chaque livraison	Refuser tout sel de source ou qualité douteuse; vérifier régulièrement l'adhésion aux spécifications par les fournisseurs de sel	Formulaires T 4.2.14.7/10	Une fois tous les 3 mois

Point critique de maîtrise	Danger(s)	Mesure(s) de maîtrise	Limite (s) critique(s)	Procédures de surveillance				Mesure(s) corrective(s)	Registre	Vérification des registres
				Paramètre (quoi)	Méthode (comment)	Responsable (par qui)	Fréquence ou plan d'échantil-lonnage (quand)			
Salage en fûts et maturation	Altération microbienne	Salage approprié: atteindre 15% de NaCl dans le muscle en 3 jours au plus 4.2.14.3	15% de sel dans le muscle en 3 jours au plus	% NaCl dans le muscle	Méthode décrite à 4.2.14.10	Responsable laboratoire	Chaque lot	Evaluer la qualité sensorielle, ajuster le sel, la pression ou la durée de maturation. Retirer de la production tout lot avarié. Identifier la cause de la déviation et la corriger pour la production future	Formulaires T 4.2.14.7/10	Chaque semaine
Lavage des anchois maturés et parés	Altération bactérienne suite à une diminution de taux de sel dans le muscle	Utilisation de saumure saturée et propre 4.2.14.3	Saumure à 25° B	Force de la saumure	Méthode décrite à 4.2.14.10	Responsable qualité	Une fois par jour	Ajuster la force de la saumure. Vérifier la qualité des anchois lavés à la saumure non saturés. Retirer tout anchois altérés ou risquant de l'être à cause d'un taux de sel faible	Formulaires T 4.2.14.7/10	Chaque semaine
Sertissage/ capsulage	Infiltration d'eau dans les boîtes/bocaux conduisant à une diminution du taux de sel et à une multiplication bactérienne	Formation du personnel responsable du sertissage/capsulage	Personnel qualifié	qualification du responsable sertissage/ capsulage	Vérification entretien et observation	Responsable production et responsable qualité	A l'embauche et autant que nécessaire après	Améliorer les qualifications. si nécessaire, recruter un responsable sertissage/capsulage mieux qualifié	Dossier de formation	Une fois par an
		Maintenance des sertisseuses et capsuleuses	sertisseuses/ capsuleuses en bon état	Etat de fonctionnement des sertisseuses	Vérification	Responsable maintenance	Autant que nécessaire et au moins 3 fois par an	Refaire la maintenance complète vérifier la qualité des conteneurs fermés pendant que l'équipement était défectueux. Refaire sertissage/ capsulage ou emboîtage si nécessaire	Formulaires T 4.2.14.8/10	Une fois par an
		Sertissage et capsulage appropriés	Pas de défauts de sertissage/ capsulage	Serti et capsule	Contrôle visuel et analyse du serti	Responsable contrôle sertissage/ capsulage	Contrôle visuel au démarrage puis chaque 30 minutes et contrôle du serti et chaque 2h selon spécifications du fournisseur de boîtes/bocaux	Identifier la cause du défaut de sertissage/capsulage Isoler les boîtes/bocaux fermés depuis le dernier contrôle, reconditionner leurs contenus	Selon les spécifications du fournisseur des boîtes/ bocaux	Chaque jour
Stockage avant expédition	Altération par les bactéries halophiles à cause de stockage à température élevée	Stockage à température adéquate	T≤ 15 °C	Température	Enregistre-ment par thermo-graphe	Responsable qualité	Continue	Identifier la cause de l'élévation de la température et y remédier Vérifier la qualité des produits stockés et retirer tout produit avarié	thermo-graphes	Chaque jour

Nom et addresse de la société _____ Date: _____
Nom et signature du responsable de la société: _____ Date: _____
Nom et signature du responsable qualité: _____ Date: _____

TABLEAU 4.2
Exemple d'un programme de nettoyage et désinfection

Local ou matériel	Programme de nettoyage et désinfection	Concentration en détergent ou en désinfectant	Fréquence de nettoyage et désinfection
Salle de préparation (sol, murs, drains, …)	• Raclage des surfaces • Rinçage à l'eau • Nettoyage – désinfection (contact de 30 min) • Rinçage à l'eau	3%	Chaque jour le matin avant le début du travail. Si nécessaire, raclage des surfaces et nettoyage le soir à la fin du travail
Tables de travail	• Raclage des surfaces • Rinçage à l'eau • Nettoyage à la soude caustique • Rinçage à l'eau • Désinfection à l'eau chaude	1%	Après chaque 4 heures d'utilisation
Paniers, fûts et caisses	• Rinçage à l'eau • Nettoyage à la soude caustique • Rinçage à l'eau • Désinfection à l'eau chaude	1% 80°C	Après utilisation et, si nécessaire juste avant utilisation
Ciseaux et autres ustensiles de travail	• Rinçage à l'eau • Trempage dans la solution de détergent-désinfectant • Rinçage à l'eau	3%	À la fin de la journée de travail et toutes les 4 heures
Chambres froides	• Raclage des surfaces • Rinçage à l'eau • Nettoyage à la soude caustique (contact de 30 min) • Rinçage à l'eau • Désinfection	1% 3%	Une fois par mois et autant que nécessaire.
Conteneurs à déchets, local d'entreposage des déchets	• Rinçage à l'eau • Nettoyage à la soude (contact de 30 min) • Rinçage à l'eau • Désinfection à l'eau de Javel • Rinçage à l'eau après 30 min	1% 200 mg/l	Nettoyage et désinfection une à deux fois par jour selon les besoins.
Sanitaires et locaux annexes	• Raclage des surfaces • Rinçage à l'eau • Nettoyage au savon (contact de 30 min) • Rinçage à l'eau • Désinfection à l'eau de Javel • Rinçage à l'eau auprès 30 min	1% 200 mg/l	Le matin et toutes les 4 heures
Véhicules de transport	• Rinçage à l'eau • Nettoyage au savon • Rinçage à l'eau • Désinfection à l'eau de Javel	1% 200 mg/l	Après chaque livraison
Nettoyage et désinfection des mains	• Solution à l'eau de Javel	200 mg/l	A chaque retour au travail, après la visite des toilettes et autant que nécessaire
Préparation des pédiluves	• Solution à l'eau de Javel	200 mg/l	Chaque jour

Dératisation et désinsectisation

En plus de la désinsectisation quotidienne des salles de travail, il faut procéder à une dératisation et désinsectisation (D+C) complètes, chaque six mois et autant que nécessaire, pour la destruction systématique des rongeurs, des insectes et de toute autre vermine. Les raticides, insecticides ou toute autre substance pouvant présenter une certaine toxicité sont entreposés dans des armoires fermant à clef.

Traitement de l'eau

L'eau utilisée pour fabriquer la glace, nettoyer le poisson ou les locaux et le matériel est de l'eau potable du réseau municipal. Sa qualité microbiologique est vérifiée chaque mois. L'eau de puits doit subir un traitement systématique à l'hypochlorite de sodium (eau de Javel), à raison de 1 à 2 mg/l de chlore actif, pour la rendre potable. La concentration en chlore actif de l'eau traitée sera vérifiée chaque jour, à l'aide du comparateur de Lovibond (4.2.14.5).

4.2.14.2 Bonnes pratiques de manutention de l'anchois frais

Le responsable approvisionnement procède à l'évaluation de la fraîcheur des anchois, selon la méthode décrite à l'annexe 7, avant de les acheter. Il doit être formé sur l'utilisation de cette méthode de cotation pour pouvoir l'appliquer convenablement.

Avant le chargement des camions, le poisson est glacé dans des caisses, en alternant couche de glace et couche de poisson. Les caisses utilisées sont des caisses en plastique de 25 kg, faciles à nettoyer et à désinfecter. La glace est achetée chez des fournisseurs agrées qui utilisent l'eau potable ou l'eau de mer propre et les conteneurs appropriés. La quantité de glace utilisée varie selon la durée du trajet et le type de camion, réfrigéré ou isotherme. Le tableau 4.3 décrit les quantités de glace recommandées selon la durée du transport.

TABLEAU 4.3
Quantités de glace utilisées pour le transport du poisson frais

Type de camion	Quantité de glace (kg) nécessaire pour conserver 100 kg de poisson pendant:				
	3 heures	6 heures	12 heures	18 heures	24 heures
Isotherme	22[(1)] à 35[(2)] Kg	38 à 45 kg	40 à 65 kg	53 à 85 kg	65 à 105 kg
Réfrigéré	17[(1)] à 25[(2)] kg de glace pour 100 kg de poisson quelque soit la durée				

[(1)] Cette quantité de glace est utilisée lorsque la température ambiante est faible, de l'ordre de 15 °C, alors que la quantité
[(2)] est utilisée lorsque la température ambiante est d'environ 30 °C.

Lors du transport, les poissons doivent être maintenus à la température de la glace fondante avec la possibilité d'écoulement de l'eau de fusion pour ne pas affecter la salubrité du produit. Ces moyens de transport ne sont pas utilisés pour le transport d'autres produits pouvant affecter ou contaminer le poisson, sauf après un nettoyage approfondi, suivi d'une désinfection.

4.2.14.3 Exemple de salage des anchois

La conservation et la maturation des anchois par salage commence d'abord par un pré-salage en cuves, où le poisson et le sel sec sont mélangés, à raison de 30 kg de sel pour 100 kg d'anchois. La vidange de la cuve reste ouverte pendant 2 heures environ de façon à permettre l'écoulement du sang, mucus et de l'eau d'exsudation. Ensuite, le poisson est recouvert entièrement de saumure saturée en sel et le pré-salage continue pendant 24 heures.

Ensuite, le poisson est placé dans des caisses qui sont distribuées aux ouvriers pour son parage. Après éviscération et étêtage des anchois pré-salés, ils sont lavés dans de la saumure saturée, avant de procéder à un salage mixte. Ce dernier se fait dans des fûts en plastique d'une capacité de 300 kg, en alternant une couche de sel, avec une couche de poisson. Une charge est placée au dessus du fût pour exercer une pression d'environ 60 à 80g/cm^2, afin de faciliter l'exsudation.

Au fur et à mesure que le sel pénètre dans la chair du poisson, il y a exsudation d'eau qui reste dans le fût formant graduellement une saumure. Au besoin, de la saumure saturée est ajoutée dans les fûts. Au bout de 2 à 3 jours, on enlève la charge, on ajoute des anchois du même lot pour compenser le tassement dû à l'exsudation et on remet la charge. La maturation se fera alors dans cette saumure jusqu'au moment du parage et conditionnement final.

Approvisionnement en sel

Il faut utiliser du sel raffiné acheté chez des fournisseurs agrées. Il ne doit pas contenir de sable, poussière ou autres corps étrangers. Si nécessaire il faut faire, sur chaque lot de sel, une analyse chimique des taux de cuivre, de chlorure de calcium et de chlorure de magnésium et une analyse microbiologique pour l'évaluation de la charge en germes halophiles. Le cuivre donne une couleur brunâtre indésirable, les sels de calcium et de magnésium donnent un goût amer alors que les germes halophiles conduisent à une putréfaction des produits salés.

Préparation de la saumure

Afin d'éviter que la teneur en sel de la chair de poisson ne s'abaisse après le pré-salage ou la maturation, toutes les opérations de lavage du poisson sont réalisées en utilisant de la saumure saturée en sel. Celle-ci est préparée en dissolvant le sel fin dans l'eau potable à raison de 358 g de sel par litre d'eau.

Suivi de la teneur en sel du poisson et des saumures

La teneur en sel des anchois salés est primordiale pour la conservation de la qualité et de la salubrité des produits finis.

Les germes responsables de l'altération et les entérobactéries sont complètement inhibés à partir d'une teneur en sel de la chair de 6 pour cent. Certains autres bactéries, notamment *Clostridium botulinum* type A et B, nécessitent des concentrations ≥ 9% pour inhiber leur germination et croissance. Le germe *S. aureus* ne se multiplie plus quand la concentration en sel ≥ 10 à 15 pour cent (selon les souches). Il ne produit plus de toxines à partir de 15 pour cent en sel.

Un suivi de la concentration en sel de la chair doit être assurée chaque mois et pour chaque lot pour maîtriser les problèmes d'altération. Les consignes de travail ont un salage à 15 pour cent.

La teneur en sel des saumures est mesurée par le responsable salage à l'aide d'un salinomètre (tableau 4.4).

4.2.14.4 Contrôle des pratiques hygiéniques au laboratoire

Introduction

La méthode de sensibilisation et supervision du personnel pour s'assurer du respect et de l'application stricte des règles d'hygiène est décrite au paragraphe 4.2.14.1. Parfois, des contrôles de l'application des règles d'hygiène, peuvent être effectuées. Ces contrôles sont décrits ci-après.

Contrôle de la qualité microbiologique de l'eau

Principe de la méthode

Un volume important d'eau est aseptiquement filtré sur une membrane qui retient les germes contenus dans l'eau. La membrane est ensuite aseptiquement transférée sur une boîte de Petri contenant un milieu nutritif sur lequel cultivent les germes retenus sur la membrane. Après incubation, ces germes sont comptés pour évaluer la qualité microbiologique de l'eau.

TABLEAU 4.4.
Expression de la salinité des saumures

Degré salinomètre	Degré Baumé	g sel% g	g sel/litre d'eau
0	0,0	0,000	0,0
10	2,7	2,640	27,0
20	5,3	5,279	55,6
30	7,9	7,919	85,8
40	10,5	10,558	117,7
50	12,9	13,198	151,7
55	14,1	14,517	169,5
60	15,3	15,837	187,9
65	16,5	17,157	206,6
70	17,7	18,477	226,2
75	18,8	19,796	246,3
80	20,0	21,116	267,1
85	21,2	22,436	288,7
90	22,3	23,755	310,8
95	23,5	25,075	333,9
100	24,6	26,395	357,9

Préparation de l'échantillon
Laisser couler l'eau pendant 2 à 3 minutes avant de prélever un échantillon de 5 litres qui seront placés aseptiquement dans un conteneur stérile. L'analyse doit se faire le plus rapidement possible. Autrement, il faut garder l'échantillon dans un réfrigérateur pendant un délai qui ne doit pas dépasser 4 heures. Si l'eau est chlorée, il faut la mélanger avec une solution de thiosulfate de sodium stérile à raison de 1 ml par litre.

Analyse bactériologique
4 x 500 ml à 4x 1000 ml d'eau sont filtrés séparément et aseptiquement sous vide à travers une membrane filtrante (Milipore) de 0,45 µm de porosité. Chaque membrane est ensuite placée dans une boîte de Petri dans laquelle on a préalablement coulé le milieu de culture adéquat (éosine méthylène bleu pour les coliformes, milieu de Slanetz pour les streptocoques, milieu «RCA reinforced *clostridium medium*» pour les *Clostridium* sulfito-réducteurs). Les boîtes de Petri sont ensuite incubées pendant 24 heures à 37 °C pour les coliformes totaux et les streptocopques fécaux et à 44,5 °C pour les coliformes fécaux et les *Clostridium* sulfito-réducteurs.

Interprétation des résultats
Les critères microbiologiques, établis par l'Union européenne (1980) et par l'Organisation mondiale de la santé (OMS, 1984) sont présentés ci-après (tableau 4.5).

TABLEAU 4.5
Critères microbiologiques de l'eau potable

Germes recherchés	Critères de la CEE (1980)	Critères de l'OMS (1984)
Coliformes totaux	Absence dans 100 ml	Absence dans 100 ml*
Coliformes fécaux	Absence dans 100 ml	Absence dans 100 ml
Streptocoques fécaux	Absence dans 100 ml	
Clostridium sulfito-réducteurs	Absence dans 20 ml	

* Pour les résultats d'analyse sur une période longue (un an par exemple), l'OMS admet la présence de coliformes totaux, à raison de 3/ 100 ml, dans de rares échantillons, mais jamais dans deux ou plusieurs échantillons consécutifs.

Contrôle de l'efficacité du nettoyage et désinfection

Principe de la méthode

Après nettoyage et désinfection, la charge microbienne des surface est estimée en balayant la surface à analyser à l'aide d'un écouvillon stérile qui et ensuite transféré dans de l'eau distillée stérile pour dilution. Les germes sont dispensés à l'aide d'un mixeur Vortex et la numération est réalisée sur milieu de culture gélosé.

Méthode

Les zones critiques de l'usine sont identifiées. Ce sont les zones où il y a une concentration d'opérations préparatoires et qui nécessitent un nettoyage et désinfection minutieux. Une surface de 100 à 400 cm^2 est délimitée. Elle est balayée à l'aide d'un écouvillon stérile qui est transféré dans 250 ml d'eau peptonée stérile (0,1 pour cent p/v). Les germes sont dispersés à l'aide d'un mixeur Vortex avant de préparer des dilutions décimales successives dans l'eau peptonée (0,1 pour cent p/v). La numération est réalisée en ensemençant, à partir des dilutions, la gélose «PCA plate count agar»pour la flore totale. Les boîtes de Pétri de PCA sont ensemencées en profondeur et incubées à 35 °C pendant 72 heures.

Interprétation des résultats

L'efficacité du nettoyage et de la désinfection est évaluée selon le tableau 4.6 suivant:

TABLEAU 4.6
Critères microbiologiques pour évaluer l'efficacité du nettoyage et de la désinfection

Charge microbienne UFC* /50 cm^2	Classement
> 300	inacceptable
100-300	acceptable
10-100	satisfaisant

* UFC: Unités formant des colonies

Il faut noter que seule une certaine proportion (environ 40 pour cent) de la microflore présente sur la surface analysée est prélevée. L'exploitation des résultats se fait surtout en comparant deux surfaces différentes et en étudiant l'évolution des résultats dans le temps pour détecter le développement des «germes de l'atelier». Auquel cas, il faut changer, du moins temporairement jusqu'à la disparition de ces germes, de désinfectant et de programme de nettoyage et désinfection.

Contrôle microbiologique de l'hygiène du personnel

Principe de la méthode

L'hygiène corporelle observée par les employés est contrôlée en réalisant des empreintes digitales ou de la peau, ou un écouvillonnage, sur un milieu de culture gélosé préalablement coulé en boîte de Pétri. Ces boîtes sont ensuite incubées sous des conditions dépendant des germes recherchés.

Méthode

Des membres du personnel sont choisis au hasard et soumis à un écouvillonnage sur les mains et les avant-bras. Chaque écouvillon est transféré dans 250 ml d'eau peptonée stérile (0,1 pour cent p/v). Les germes sont dispensés à l'aide d'un mixeur. Vortex avant de préparer des dilutions décimales successives dans l'eau peptonée (0,1 pour cent p/v). La numération est réalisée en ensemençant, à partir des dilutions, la gélose «EMB éosine méthylène blue» pour les coliformes «ou le milieu de Baird Parker pour la numération de *Staphylococcus aureus*. Les boîtes de Pétri contenant EMB sont incubées à 37 °C pendant 24 heures pour les coliformes totaux ou à 44,5 pour les coliformes fécaux, alors que les boîtes contenant Baird Parker sont incubées à 37 °C pendant 48 heures.

Interprétation des résultats
Si le nettoyage et la désinfection des mains sont faits convenablement, il ne doit pas y avoir de coliformes sur la peau des mains et des avant-bras.

Par contre, la présence des staphylocoques sur la peau humaine est un phénomène naturel. Ce sont des bactéries ubiquistes qui se rencontrent chez l'homme et chez de nombreuses espèces animales, sur la peau et la muqueuse du rhinopharynx. On estime que 30 à 60 pour cent des sujets sont des porteurs de *S. aureus*. Les résultats des analyses peuvent être utilisés pour orienter les personnes porteuses de *S. aureus* vers des activités où ils auront à effectuer un minimum de manipulations directes du poisson.

4.2.14.5 Dosage du chlore actif dans l'eau et les solutions de désinfection

Principe
Le chlore actif libre réagit instantanément avec la DPD pour donner une coloration rouge stable.

Méthode
Placer la cuve moulée contenant 10 ml d'échantillon dans le compartiment gauche du comparateur Lovibond. Rincer l'autre cuve avec l'échantillon e y placer quelques gouttes du même échantillon. Y mettre une tablette DPD et laisser agir en agitant. Compléter le volume de la cuve 2 à 10 ml avec l'échantillon et la placer dans le compartiment de droite du comparateur Lovibond. Tenir le comparateur en position verticale et placer le disque d'essai à son centre en s'assurant que l'échelle de lecture fait face à l'utilisateur. Tenir le comparateur dirigé vers une source de lumière naturelle ou artificielle puis faire tourner le disque d'essai jusqu'à obtenir la coïncidence de la couleur de l'échantillon avec celle du disque. Faire la lecture de la teneur en chlore actif.

Interprétation des résultats
L'eau traitée doit contenir une teneur en chlore résiduel compris entre 1 et 2 ppm. L'eau potable de la ville doit contenir 0,3 à 0,5 ppm de chlore actif. Pour les solutions de désinfection à base d'hypochlorite de sodium «eau de Javel» se rapporteur au tableau 4.

4.2.14.6 Mesure de la température du poisson frais à la réception

Méthode
Il convient de mesurer la température du poisson sur une dizaine de caisses choisies à différents endroits du camion, au centre, en haut, en bas et sur les côtés. Les caisses contenant le poisson le plus chaud sont souvent au centre dans le cas du poisson transporté en camion frigorifique.

Les thermomètres qui conviennent le mieux sont les thermomètres à sonde. La sonde est insérée en longueur dans le poisson à travers l'anus. Une partie du thermomètre aussi longue que possible est insérée pour éviter les erreurs dues à la conduction de chaleur. La mesure est faite rapidement avant que le poisson ne se réchauffe.

Les zones chaudes du camion sont repérées et la fraîcheur du poisson qui s'y trouve sera minutieusement examinée. La précision du thermomètre doit être régulièrement vérifiée, par exemple dans la glace fondante (0 °C) et l'eau bouillante (100 °C).

4.2.14.7 Évaluation de la fraîcheur du poisson

La fraîcheur du poisson est évaluée selon le barème du tableau 4.7. Elle est effectuée sur un échantillon prélevé selon les recommandations du tableau 4.8.

TABLEAU 4.7
Méthode de l'Union européenne (Règlement 33/89) de cotation de la fraîcheur

	CATÉGORIE DE FRAÎCHEUR			
	Extra (cote 3)	**A (cote 2)**	**B (cote 1)**	**Non admis (cote 0)**
1-Aspect				
1.1 Peau	– Pigmentation vive et chatoyante, pas de décoloration – Mucus aqueux, transparent	– Pigmentation vive mais sans lustre – Mucus légèrement trouble	– Pigmentation en voie de décoloration et ternie – Mucus opaque	– Pigmentation terne – Mucus laiteux
1.2 Œil	– Convexe (bombé) – Cornée transparente – Pupille noire, brillante	– Convexe légèrement affaissé – Cornée légèrement opalescente – Pupille noire, ternie	– Plat – Cornée opalescente – Pupille opaque	– Concave au centre* – Cornée laiteuse – Pupille grise
1.3 Branchies	– Couleur brillante, Pas de mucus	– Moins coloré, traces légères de mucus clair	– Mucus opaque	– Mucus laiteux
1.4 Chair (coupure dans l'abdomen)	– Bleuâtre, translucide, lisse, brillante – Sans aucun changement de coloration originale	– Veloutée, cireuse, feutrée	– Légèrement opaque	– Opaque*
1.5 Couleur le long de la colonne vertébrale	– Pas de coloration	– Couleur légèrement modifiée – Légèrement rose	– Rose	– Rouge*
1.6 Organes	– Reins et résidus d'autres organes rouge-brillants, de même que le sang à l'intérieur de l'aorte	– Reins et résidus d'autres organes rouges mat, sang se décolorant	– Reins et résidus d'autres organes et sang rouge pâle	– Reins, résidus d'autres organes et sang brunâtres
2-ETAT				
2.1 Chair	– Ferme et élastique – Surface lisse	– Élasticité diminuée	– Légèrement flasque (molle), élasticité diminuée – Surface cireuse (velouté) et ternie	– Molle (flasque)* – Écailles se détachant de la peau, surface granuleuse
2.2 Colonne vertébrale	– Se brise au lieu de se détacher	– Adhérente	– Peu adhérente	– Non adhérente*
2.3 Péritoine	– Adhérent totalement à la chair	– Adhérent	– Peu adhérent	– Non adhérent*
3-ODEUR				
3.1 Branchies, peau, cavité abdominale	– Algue marine	– Ni d'algue, ni mauvaise	– Légèrement putride, aigre	– Putride, aigre*

* Ou un stade d'altération plus avancé.

Méthode d'évaluation et interprétation des résultats

TABLEAU 4.8
Plan d'échantillonnage pour l'évaluation de la fraîcheur du poisson

Nombre (*) de poissons dans le lot (N)	Nombre de poissons dans l'échantillon (n)	Nombre de défectueux limite pour accepter le lot
2 à 15	2	0
16 à 25	3	0
26 à 90	5	0
91 à 150	8	1
151 à 500	13	1
501 à 1 200	20	2
1 201 à 1 0000	32	3
10 001 à 35 000	50	5
35 001 à 500 000	80	7
500 001 et plus	125	10

* Pour évaluer le nombre de poissons dans un lot, il faut prélever de façon aléatoire au moins dix poissons, mesurer leur poids et déterminer le poids moyen d'un poisson. Le nombre de poissons dans le lot est le poids du lot divisé par le poids moyen d'un poisson.

À l'examen, chacun des différents caractères de fraîcheur est noté de 0 à 3 (fraîcheur décroissante), selon la méthode du tableau 9. L'indice de fraîcheur est obtenu en faisant la moyenne arithmétique des notes obtenues pour chaque caractère.

Avec l'expérience, l'examinateur se contente de donner une note globale en évaluant minutieusement, mais rapidement, la fraîcheur à travers l'examen de l'aspect et l'odeur des yeux, des branchies et de la peau. En cas de doute, l'examinateur peut ouvrir le poisson pour confirmer son examen par évaluation des parties internes du poisson.

TABLEAU 4.9
Catégories de fraîcheur selon le règlement (33/89) de l'Union européenne

Appellation	Indice de fraîcheur
Extra	Égal ou supérieur à 2,7
A	Égal ou supérieur à 2 et inférieur à 2,7
B	Égal ou supérieur à 1 et inférieur à 2
C (non admis)	Inférieur à 1

4.2.14.8 Détermination de l'azote basique volatil total (ABVT)

Introduction

Le dosage de l'azote basique volatil total (ABVT) permet de déterminer la teneur totale en bases azotées volatiles (ammoniac, triméthylamine, etc.) résultant de la dégradation des composés azotés du poisson lors de l'altération. La méthode utilisée est la distillation d'un extrait traité par le carbonate de lithium.

Principe du dosage

Les bases azotées volatiles totales sont déplacées par le carbonate de lithium, base faible n'hydrolysant ni l'urée, ni les protides ni les acides aminés. Le distillat est titré en retour par l'acide sulfurique.

Réactifs

Tous les réactifs doivent être de qualité analytique. Les solutions sont préparées dans l'eau distillée. Les réactifs à préparer sont:

- silicone Rhodosil (antimousse 420);
- acide sulfurique 0,1 N;
- ferrocyanure de potassium à 15 pour cent dans l'eau;
- acétate de zinc dans l'eau;

- solution de phénolphtaléine à 2 pour cent dans l'alcool à 90 pour cent;
- solution de carbonate de lithium saturée (environ 8 pour 1000);
- solution aqueuse d'alizarine sulfonate de sodium à 0.5 pour cent.

Appareillage

Il faut disposer du matériel suivant:

- balance de précision au décigramme;
- mixeur à grande vitesse (8 000 à 45 000 tours/min);
- ballon pyrex de 500 ml, avec système de raccordement à un tube réfrigérant droit montage permettant un barbotage de l'extrémité inférieure du réfrigérant dans un bécher de 100 ml. (L'expérience montre qu'il faut utiliser un montage avec rodages sphériques maintenu par pinces, qui se démontent facilement, même à chaud et assurent une étanchéité suffisante.); et
- système de chauffage pour la distillation.

Préparation des échantillons

- Peser 10 g ± 0,1g de chair de poisson, mettre dans un flacon cylindrique de 250 ml à large ouverture et ajouter 50 ml d'eau distillée.
- Broyer l'échantillon ainsi préparé à l'aide du mixeur.
- Transférer le broyat dans le ballon de l'appareil à distiller.
- Rincer le flacon et la tige du broyeur-mixeur avec 50 ml d'eau distillée.
- Verser les eaux de rinçage dans le ballon de distillation.

Dosage de l'ABVT

- Ajouter successivement en agitant à chaque fois:
  - 3 gouttes de rhodosil;
  - 1 ml de la solution de ferrocyanure de potassium;
  - 1 ml de la solution d'acétate de zinc;
  - gouttes de la solution de phénolphtaléine; et
  - 20 ml de la solution de carbonate de lithium. (Cette dernière adjonction s'accompagne d'un virage au rouge franc de la phénolphtaléine.).
- Relier aussitôt le ballon au réfrigérant descendant dont l'extrémité aboutira dans un bêcher de 100 ml contenant 20 ml d'eau distillée et 5 gouttes d'alizarine. le distillat doit tomber directement dans ce mélange, la partie inférieure du réfrigérant étant immergée.
- Chauffer le ballon à ébullition et lorsque le virage au violet de l'alizarine est amorcé, poursuivre encore la distillation pendant 10 minutes.
- Retirer le ballon du réfrigérant.
- Rincer l'appareil de distillation et recueillir les eaux de lavage dans le béche.r
- Ajouter l'acide sulfurique 0,1 N jusqu'au virage de l'alizarine au jaune paille. Soit V le nombre de millilitres d'acide 0,1 N ajouté.

Expression des résultats

La teneur en ABVT (exprimée en mg – N/100 g d'échantillon) + 1,4 x V x 10 = 14V

V = volume d'acide sulfurique 0,1N nécessaire pour neutraliser le distillat de l'échantillon.

Interprétation des résultats

La qualité des poissons pélagiques peut être évaluée en fonction de la teneur en ABVT selon le tableau 4.10 suivant:

TABLEAU 4.10
Classement de la qualité des poissons pélagiques selon la teneur en ABVT (mg-N/100 gr)

Qualité satisfaisante	Qualité acceptable	Qualité inacceptable
15 à 20,5	20,5 à 25	> 25

4.2.14.9 Dosage de l'histamine par chromatographie en couche mince

Objet et domaine d'application

Cette méthode de dosage de l'histamine est applicable à tous les produits de la pêche quelque soit leur mode de présentation ou de préparation.

Principe de la méthode

L'histamine est extraite par le méthanol puis séparée des autres constituants aminés par chromatographie en couche mince. Elle est ensuite révélée sur la plaque par une solution de ninhydrine.

Réactifs

Tous les réactifs doivent être de qualité analytique. L'eau utilisée doit être de l'eau distillée ou de l'eau déminéralisée. Les réactifs à préparer sont:

- méthanol;
- n-butanol;
- acétone;
- chloroforme;
- ammoniaque concentrée;
- ninhydrine pure;
- acide acétique glacial;
- solution de ninhydrine à 0,3/100 préparée en dissolvant 300 mg de ninhydrine pure dans 100 ml de n-butanol auquel on a ajouté 3 ml d'acide acétique glacial;
- solution mère d'histamine à 1 g/1 000 ml préparée en dissolvant 0,1656 g de chlorhydrate d'histamine dans 100 ml d'acide chlorhydrique 0,1 N; et
- solution étalon d'histamine à 0,05 g/1 000 ml ou 0,07 g/1 000 ml préparées en introduisant 5 ml ou 7 ml de la solution d'histamine à 1g/1 000 ml dans une fiole jaugée de 100 ml et en complétant avec de l'acide trichloroacétique à 10 g/100 ml. Ces solutions étalons sont stables pendant plusieurs semaines au réfrigérateur.

Appareillage

- hachoir à viande pour hacher l'échantillon de poisson;
- mixeur à grande vitesse (entre 8 000 et 45 000 révolutions/minute);
- systèmes de filtration avec des filtres de porcelaine et des filtres en papier de 150 mm;
- microseringue;
- plaques CCM (20 cm x 20 cm) avec du silica gel G étalé sur une épaisseur de 2 mm;
- pulvérisateur; et
- cuve d'élution.

Préparation de l'échantillon

Broyer un échantillon de poisson représentatif, en prélever 10 ± 0,1 g et les ajouter à 50,0 ml de méthanol. Homogénéiser le mélange dans un mixeur pendant 2 minutes puis filtrer et transférer l'ensemble à un flacon de 100 ml. Rincer les restes de l'homogénéisât avec du méthanol et transférer dans le flacon. Fermer ce dernier et chauffer dans un bain marie à 60 °C pendant 15 minutes.

Après refroidissement, ajuster à 100 ml avec du méthanol et placer dans des tubes de centrifugation. Centrifuger à 200 rpm pendant 5 minutes. Cet extrait peut être gardé pendant sept jours à une température entre 2 °C et 6 °C.

Séparation de l'histamine

Prélever, à l'aide de la microseringue, 10 µl de l'extrait ainsi préparé et les déposer à 4 ou 5 cm des bords d'une plaque CCM de silica gel G60, préalablement lavée à l'acétone pour éliminer les interférences. Déposer également 20 µl d'une solution étalon d'histamine à 5 mg/100 g et 10 mg/100 g. Laisser sécher la plaque à l'air.

Dans la cuve d'élution, préparer les solvants d'élution chloroforme-méthanol-amoniaque concentré dans les proportions 2:2:1. On peut également utiliser le système d'élution méthanol-ammoniaque concentré dans les proportions 20:1. Introduire la plaque dans la cuve, refermer hermétiquement et attendre que le front du solvant ait atteint la marque des 10 cm au moins, sortir la plaque, la mettre à sécher à l'air libre ou gentiment sur une plaque chauffante jusqu'à évaporation complète du solvant.

Détermination de l'histamine

Visualiser la tâche d'histamine en pulvérisant la solution de ninhydrine sur la plaque CCM. Le R_f de l'histamine est environ 0,8. Éventuellement, comparer la surface de la tache de l'échantillon à celle des solutions étalon d'histamine pour avoir une idée semi-quantitative de la concentration en histamine.

4.2.14.10 Dosage du sel dans le poisson

Principe de la méthode

Les ions chlorures sont précipités par le nitrate d'argent. L'excès d'ions Ag^+ est dosé par volumétrie au moyen de thiocyanate d'ammonium en présence d'alun ferrique.

Réactifs

Seuls les réactifs pour analyse sont utilisés. Toutes les solutions sont préparées avec de l'eau distillée ou de l'eau déminéralisée. Les réactifs nécessaires sont:

- acide nitrique concentré (HNO_3);
- solution de nitrate d'argent 0,1N ($AgNO_3$) Titrisol. Autrement, la solution d'$AgNO_3$ doit être étalonnée contre une solution de NaCl 0,1N contenant 5,844 g de NaCl pur par litre;
- solution de thiocyanate d'ammonium 0,1N (NH_4SCN) Titrisol. Autrement, la solution de NH_4SCN doit être étalonnée contre une solution d'$AgNO_3$ 0,1N; et
- solution de sulfate d'ammonium de fer saturée $NH_4Fe\ (SO_4)2\ 12H_2O$.

Matériel

Il faut disposer du matériel suivant:

- hachoir à viande pour hacher l'échantillon de poisson;
- erlenmeyer de 250 ml;
- burette; et
- plaque chauffante.

Dosage du chlorure de sodium

Hacher un échantillon représentatif de poisson; en peser 2 g à 0,001 g près et les placer dans un erlenmeyer de 250 ml. Ajouter suffisamment de nitrate d'argent 0,1 N pour précipiter le NaCl sous forme d'AgCl.

Ajouter 20 ml d'HNO_3 concentré et placer dans le col de l'erlenmeyer un réfrigérant contenant de l'eau. Chauffer lentement jusqu'à dissolution complète de l'échantillon; seul le précipité blanc de nitrate d'argent doit rester comme résidu.

Ceci s'obtient généralement au bout de 15 minutes. Refroidir l'erlenmeyer, y ajouter 50 ml d'eau distillée et 5 ml de solution de sulfate d'ammonium ferrique et titrer avec le thiocyanate d'ammomnium 0,1 N jusqu'à apparition d'une légère coloration rouge-brun permanente.

Expression des résultats

La teneur en sel (/100 g)= 0,595 x (V_1-V_2)

V_1= ml d'$AgNO_3$ V_2 = ml de NH_4SCN

TABLEAU 4.2.14.1
Santé des employés

Nom de la société		Numéro d'agrément sanitaire	
Nom et prénom	Date d'embauche	Date de la dernière visite médicale	Résultats de la visite médicale

Responsable hygiène: _____ Date: _____

Responsable Contrôle qualité:_____Date: _____

TABLEAU 4.2.14.2
Contrôle de l'hygiène personnelle

Nom de la société		Numéro d'agrément sanitaire	
Date et heure	Contrôle visuel	Prélèvement éventuel sur mains et analyses bactériologiques	Observations

Responsable hygiène: _____ Date: _____

Responsable Contrôle qualité:_____Date: _____

TABLEAU 4.2.14.3
Contrôle du nettoyage et de la désinfection

Nom de la société		Numéro d'agrément sanitaire			
Local ou équipement	**Date et heure**	**Détergent et concentration**	**Désinfectant et concentration**	**Prélèvement de surface éventuel**	**Observations**
Salle de préparation					
Tables de travail					
Paniers et autres ustensiles de travail					
Chambre froide					
Véhicules de transport					
Conteneurs à déchets et local de leur entreposage					
Sanitaires et locaux annexes					

Responsable hygiène: _____ Date: _____

Responsable Contrôle qualité:_____Date: _____

TABLEAU 4.2.14.4
Contrôle du chlore résiduel

Nom de la société		Numéro d'agrément sanitaire	
Date et heure	Volume de la citerne (m^3)	Taux de chlore actif (ppm)	Observation(s)

Responsable hygiène: _____ Date: _____

Responsable Contrôle qualité: _____ Date: _____

TABLEAU 4.2.14.5
Contrôle de la qualité microbiologique de l'eau (en UFC/100 ml)

Nom de la société		Numéro d'agrément sanitaire			
Date	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	Streptocoques fécaux	*Clostridium* sulfito-réducteurs	Conclusion

Responsable laboratoire: _____ Date: _____

Responsable hygiène: _____ Date: _____

Responsable Contrôle qualité: _____ Date: _____

TABLEAU 4.2.14.6
Contrôle de la qualité du poisson frais

Nom de la société	Numéro d'agrément sanitaire
Provenance: Bateau:	Camion:
Date d'achat:	Date de Livraison:
Quantité (tonnes):	Destination
Température:	**Cote de fraîcheur du poisson (0-3)**
Nombres de mesures: Intervalle: Température moyenne (°C)	Taille de l'échantillon: Intervalle: Moyenne:
ABVT (mg-N/100 g):	Histamine (mg/100 g):
Conditions de stockage avant utilisation	Durée de stockage avant utilisation
Responsable achat:	Responsable Contrôle qualité:

TABLEAU 4.2.14.7
Contrôle des conditions de pré-salage

Nom de la société		Numéro d'agrément sanitaire			
Date	No. de la cuve	Quantité de poisson (kg)	Quantité de sel (kg)	Heure début pré-salage	Heure fin pré-salage

Responsable pré-salage: _____ Date: _____

Responsable Contrôle qualité: _____ Date: _____

TABLEAU 4.2.14.8
Contrôle des conditions de salage

Nom de la société		Numéro d'agrément sanitaire			
Date et heure	Fût No	Quantité d'anchoist	Quantité de sel ajouté	Numéro du lot	Teneur en sel (en%) dans les anchois du lot

Responsable hygiène:_____ Date: _____

Responsable Contrôle qualité: _____ Date: _____

TABLEAU 4.2.14.9
Registre des maintenances de l'équipement

Nom de la société		Numéro d'agrément sanitaire		
Date	Camion frigorifique No	Chambre froide	Sertisseuse No	Entrepôt de stockage des anchois salés

Responsable maintenance:_____ Date: _____

Responsable production:_____ Date: _____

Responsable contrôle qualité:_____ Date: _____

TABLEAU 4.2.14.10
Enregistrement des mesures correctives

Nom de la société		Numéro d'agrément sanitaire
Date:	Point critique:	Numéro du lot:
Description de la déviation:		
Description de la mesure corrective:		
Situation actuelle:		
Date et heure de maîtrise du problème:		
Responsable maîtrise:	Date:	
Responsable de la société:	Date:	
Responsable Contrôle qualité:		

Références

Ababouch, L., Afilal, M.E., Benabdeljelil, H. et Busta, F.F. 1991. Quantitative changes in bacteria, aminoacids and biogenic amines in sardines (*Sardina pilchardus*) stored at ambient temperature (25-28 °C) and in ice. *International Journal of Food Science and Technology* 26, 297-306.

Ababouch, L., Afilal, M.E., Rhafiri, S. et Busta, F.F. 1992. Identification of histamine-producing bacteria isolated from sardine (*Sardina pilchardus*) stored in ice and ambient temperature (25). *Food Microbiology* 8, 127-136.

Akel, M. 1993. Comportement de l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) au cours de sa maturation. Aspects microbiologiques. Mémoire de 3ème cycle en Industries Agro-alimentaires. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat, Maroc.

Arnold, S.H et Brown, W.D. 1978. Histamine toxicity from fish products. *Advances in Food Research* 24, 114-154.

Azhari, H. 1998. Suivis chimique et microbiologique de l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) pendant la maturation. Mémoire de 3ème cycle en Industries Agro Alimentaires. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat, Maroc.

Baker, D.A., Genigeogis, C. et Garcia, G.W. 1990. Prevalence of *C.botulinum* in seafood and significance of multiple incubation temperatures for the determination of its presence and type in fresh retail Fish. *Journal of Food Protection* 53, 668-673.

Baldrati, G., Cassara, A., Guidi, G. et Porretta, A. 1975. Technologie de transformation des anchois. I. Maturation sous sel d'anchois frais et congelés. *Industrie de la Conserve* 50, 261-268.

Baldrati, G., Guidi, G., Pirazolli, P. et Porretta, A. 1977. Tecnologia di trasformazione delle acciughe. II Influenza della pressatura sulla maturazione delle acciughe sotto sale. *Industria Conserve* 52, 3-11.

Barrett, E.L. et Kwan, H.S. 1985. Bacterial reduction of trimethylamine oxide. *Annual Review of Microbiology* 39, 131-149.

Bennour, M. A., El Marrakchi, A., Hasnaoui, N. , Amir, M. et Ayoub, K. 1994. Effet du glaçage associé au salage sur la conservabilité de la sardine (*Sardina pilchardus*) et du maquereau (*Scomber scombrus*). Article présenté dans le cadre de la réunion commune des commissions C2, D1, et D3. Institut International du Froid. Fès. Maroc 3-7 Mai 1993. *Actes Editions* 1994. Rabat.

Bensalma, M.F. 1996. Contribution à l'étude de l'anchoitage du poisson. Etude physico chimique et bactériologique. Mémoire de 3ème cycle en Industries Agro Alimentaires. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.

Campello, F. 1985a. Microflore et anchoitage. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes* 47, 227-236.

Campello, F. 1985b. Approche microbiologique de l'anchoitage. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes* 47, 217-226.

Cha, Y.J., Lee, E.H. et Kim, H.H. 1985. Studies on the processing of low salt fermented sea foods. Changes in volatiles compounds and fatty acid composition during the fermentation of anchovy prepared with low sodium contents. *Bulletin Korean Fishing Society*. 18, 511-518.

Cha, Y.J., Lee, K.H., Lee, E.H., Kim, J.S. et Joo, D.S. 1990. Studies of the processing of rapid fermented anchovy prepared with low salt contents by adapted micro-organisms. Processing of low salt fermented anchovy and of protease produced by strain. *Bulletin Korean Fishing Society*. 21, 71-79.

Chaouqy N.E. et El Marrakchi, A. 2005. Aspects chimiques et bactériologiques de l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) entreposé sous glace et à moyenne température (20-25 °C). *Revue Medecine Vetérinaire* 156, 341-349.

Chaouqy, N., El Marrakchi, A. et Zekhnini, M. 2005. Bactéries actives dans l'alteration de l'anchois (*Engraulis encrasicoles*) entreposé sous glace et à température ambiente. *Science des Aliments*. 25, 130-146.

Cheftel, J.C. et Cheftel, H. 1976. Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Volume 1. Edit. Technique et Documentation. Lavoisier, Paris.

Codex Alimentarius Commission [Codex Alimentarius] 1979. l'alinéa 5.4.2 du Code d'usages international recommandé pour le poisson salé (CAC/CRP 26-1979).

Codex Alimentarius Commission [Codex Alimentarius] 2003a. Code d'usages pour les poissons et les produits de la pêche (CAC/RCP 52-2003). p. 7

Codex Alimentarius Commission [Codex Alimentarius] 2003b. Code d'usages international recommandé - Principes généraux d'hygiène alimentaire. CAC/RCP 1-1969, RÉV. 4 (2003). FAO. Rome, Italie.

Codex Alimentarius Commission [Codex Alimentarius] 2003c. Code d'usage pour les poissons et les produits de la pêche. Chapitre 11: Transformation du poisson salé et du poisson salé séché. Pp 102-109. CAC/RCP 52-2003. FAO. Rome. Italie.

Codex Alimentarius Commission [Codex Alimentarius] 2003d. Code d'usage pour les poissons et les produits de la pêche. Chapitre 2.7: Poisson salé. Pp 11-12. CAC/RCP 52-2003. FAO. Rome. Italie.

Dalgaard, P. 2006. Microbiology of marine muscle foods. In: Y.H. Hui, Editor, Handbook of *Food Science, Technology, and Engineering*, CRC Press, Boca Raton, FL, USA (2006), pp. 53-1–53-20.

Dalgaard, P., Emborg, J., Kjølby, A., Sørensen, N.D. et Ball, N.Z. 2007. Histamine and biogenic amines - formation and importance in seafood. In Improving Seafood Products for the Consumer (ed.) Børresen,T. Cambridge, UK: *Woodhead Publishing Ltd.* "In Press".

Dalsgaard, A. 1998. The Occurrence of Human Pathogenic *Vibrio* Spp. and *Salmonella* in Aquaculture. *International Journal of Food Science and Technolog, vol. 33, no 2, pp. 79-189*

Doyle, M.P, Zhao, T., Meng, J. et Zhao, S. 1997. *Escherichia coli* 0157.H7. In: Doyle M.P, L.R.Beuchat et T.J.Monville (eds). *Food Microbiology. Fundamentals and Frontiers*. ASM Press, Washington D.C., U.S.A. pp. 171-191.

Durand, P. 1982. Etude de la fraction azotée soluble de l'anchois salé au cours de la maturation. Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes. 45, 271-281.

El Marrakchi A., Bouchriti, N., Bennour, M., Hamama, A. et Koufail, A. 1992. The bacteriology of Moroccan sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice. Enzymatic properties of bacterial flora. *Microbiologie Alimentation Nutrition* 14, 52-60.

Emborg, J., Laursen, B.G. et Dalgaard, P. 2005. Significant histamine formation in tuna (*Thunnus albacores*) at 2 °C - effect of vacuum- and modified atmosphere-packaging on psychrotolerant bacteria. *International Journal of Food Microbiology* 101, 263-279.

Eyles, M.J. et Warth, A.D. 1981.Assessment of risk of botulism from vacuum packaged saw fish: a review. *Food Technology in Australia*. 30, 574-580.

Farber, J.M. 1991. Microbiological aspects of modified atmosphere packaging technology. A review. *Journal of Food Protection*. 54, 58-70.

Feldhusen, F. 2000. The role of seafood in bacterial foodborne diseases. *Microbes and Infection* 2 (13):1651-1666.

Ferencik, M. 1970. Formation of histamine - forming bacterial in tuna and other marine fish. In. "Histamine in marine products; production of bacteria, measurement and prediction of formation" *FAO Fisheries Technical Paper* N° 252.

Fidanza, F., Coli, R. et Damiani, P. 1972. Composizione chimica e valore nutrivo delle acciughe del golfo di Salerno. *Scienze Tecnologiche Degli Alimenti* 2, 353-355.

Filsinger, B., Barassi, C.A., Lupin, H.M. et Trucco, R.E. 1982. An objective index for the evaluation of the ripening of salted anchovy. *International Journal of Food science and Technology*. 17, 193-200

Filsinger, B.E, Barassi, C.A. et Lupin, H.M. 1984. Formación de nitrógeno básico volátil total durante la maduración de anchoita (*Engraulis anchoita*). Revista Agronomica Tecnologia Alimentaria 24,524 528.

Filsinger, B.E. 1987. Effect of pressure on the salting and ripening processus of anchovies (*Engraulis anchoita*). *Journal of Food Science* 52, 919-922.

Filsinger, B., Sisti, E. et Bergamaschi, N.J. 1987. Technical note: chemical and sensory assessments in ripened anchovies. International *Journal of Food Science* and Technology. 22, 73-76.

Frank, H.A. 1985. Histamine-forming bacteria in tuna and other marine fish. In. "Histamine in marine products: production by bacteria, measurement and prediction of formation": *FAO Fisheries Technical Paper* N°252.

Fujii, T. 1977. Microbial studies on salted fish stored at low temperature. *Bulletin Tokei Regional Fisheries Research Laboratory* 92, 1-63.

Fujii, T., Hiraishi, A., Kobayashi, T., Yoguchi, R. et Okuzumi, M. 1997. Identification of the psychrotrophic histamine-production marine bacteria previously referred to as the N-group bacteria. *Fisheries Sciences* 63, 807-810.

Gallardo, J.M., Perez-Martin, R.I., Franco, S., Aubourg, J.M. et Stelo, C.G. 1990. Changes in volatile basse and trimethylamine oxide during the canning of albacore (*Tunnus alalunga*). *International Journal of Food Science and Technology* 25, 78-81.

Gennai, M. et Tomaselli, S. 1988. Changes in aerobic microflora of skin and gills of Mediterranean sardines (*Sardina pilchardus*) during storage in ice. *International Journal of Food and Microbiology*. 6, 341-347.

Gram, L. 2001. Potentiel hazards in cold smoked fish: *Clostridium botulinum* type E. *Journal of Food Science*. 66, 1082-1087.

Gram, L. et Huss, H.H. 2000. Fish and shellfish products. In: Lund, B.M., Baird-Parker, T.C. and Gould, G.W. (Eds). The microbiological safety and Quality of Foods. *Aspen Publishers Inc.*, Gaithersberg, Maryland, U.S.A. pp. 472, 506.

Gram, L., Trolle, G. et Huss. H.H. 1987. Detection of specific spoilage bacteria from fish stored at low (0 °C) and high (20 °C) temperatures. *International Journal Food Microbiology*. 4, 65-72.

Gudmundsson, E., Asche, F. , Nielsen, M. 2006. Revenue distribution through the seafood value chain. *FAO Fisheries Circular* No.1019. Rome, FAO. 2006. 42p.

Horrocks, L.A. et Yeo, Y.K. 1999. Health benefits of docosa hexaenoic acid (DHA). Pharmacology Research 40: 211,225.

Huss, H.H. 1993. Assurance of seafood quality and safety .FAO/Danida Regional Workshop on fish technology and quality control. Shangai, China, 22 February 19 Mars. FAO/GCP/INT/391/DEN.

Huss, H.H., Ababouch, L. et Gram, L. 2004. Assessment and management of seafood safety and quality. *FAO Fisheries Technical Paper* N°444.

Huss, H.H. et Valdimarsson, G. 1990. Microbiologie du poisson salé. Fishing Technology News. 1, 3-5.

Jabri, M. 1996. Contribution à l'étude de l'anchoitage du poisson (*Engraulis encrasicolus*) aspect physico-chimique. Mémoire de 3ème cycle IAA. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat.

Joly, B. et Reynaud, A. 2002. Entérobactéries : systématique et méthodes de diagnostic. Paris: Techniques et Documentation. *Editions médicales internationales.* Cachan. France

Jørgensen, L.V., Huss. H.H. et Dalgaard, P. 2000. The effect of biogenic amine production by single bacterial cultures and metabiosis on cold-smoked salmon. *Journal of Applied Microbiology.* 89, 920-934.

Josupeit, H. 1995. The World Market for Anchovies. FAO/GLOBEFISH Research Programme, Vol. 40. Rome, FAO. 1995. 49 pp.

Jouve, J.L. 1993. La qualité microbiologique des aliments. Maîtrise et critères. *Edition. Polytechnica*. Paris. France.

Kanki, M., Yoda, T., Ishibashi, M. et Tsukamat, T. 2004. Photobacterium phosphoreum caused a histamine fish poisoning incident. *International Journal of Food Microbiology* 92, 79-87.

Karnop, G. 1988. Histamine in salted anchovies. *Archives für lebensmittel hygiene* 39, 67-73.

Kim, S.H., Eun J.B., Chen, T.Y., Wei, C.I., Clemens, R.A. et An, H. 2004. Evaluation of histamine and other biogenic amines and bacterial isolation in canned anchovies recalled by the USFDA. *Journal of Food Science* 69 (6): M157-162.

Lee, H.E., Kim, J.S., Ahn, C.B., Joo, D.S., Lee, S.W., Lim, C.W. et Park, H.Y. 1989. Comparaisons in food quality of anchovy snacks and its changes during storage. *Bulletin of Korean fishing Society* 22,49 58.

Linde, A.A., Sanghez Galan, S. et Garcia Vazquez, E. 2004. Heavy metal contamination of Europeen eel (Anguilla anguilla) and brown trout (Salmo trutta) caught in wild ecosystems in Spain. *Journal of Food Protection*. 67, 2332-2336.

Lourenço H.M., Alfonso, C., Martins, M.F., Lino, A.R et Nunes M.L. 2004. Levels of toxic metals in canned sea food. Journal Aquatic of Food ProductionTtechnology. 13 (3): 117 125.

Martinez, A., Olsen, R.L. et Serra, J.L. 1988. Purification and characterization of two trypsin like enzymes from the digestive tract of anchovy *Engraulis encrasicolus*. Compendium of Biochemical Physiology. 91B, 677-684.

Martinez, A. et Gildberg, A. 1988. Autolytic degradation of belly tissue in anchovy (*Engraulis encrasicolus*). International *Journal of Food Science* Technology. 23, 185 194.

Mattos, S.A., Torrejon, E.S., Gus, P.L. et Rodriguez, J.S. 1976. Study on the utilization of *Engraulis anchoita* for the preparation of anchovies. Handling, processing and marketing of tropical fish. p. 257-259.

Murphy, B.R., Atchison, G.J. et McIntosh, A.W. 1978. Cadmium and zinc content of fish from an industrially contaminated lake. *Journal of Fish Biology*. 13, 327-335.

Murray C.K. et Gibson, D.D. 1972. An investigation of the method of determination of TMA in fish muscle extract by the formation of its picrate salts. *International Journal of Food science and Technology*. 7, 35-46.

Nozawa, E., Ishida, Y. et Kadota, H. 1979. Combined effect of NaCl and temperature on TMA production by some bacteria isolated from chilled salted fish. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific fisheries*. 45, 1395-1399**.**

Okuzumi, M., Okuda, S. et Awano, M. 1981. Isolation of psychrophilic and halophilic histamine-forming bacteria from *Scomber japonicus. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish*. 47:1591-1598.

Okuzumi, M., Okuda, S. et Awano, M. 1982. Occurrence of psychrophilic and halophilic histamine-forming bacteria (N-group bacteria) on/in red meat fish. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish*. 48:799-804.

Ouahri, M. 1992. Contribution à l'étude technologique et analytique des semi conserves d'anchois (*Engraulis encrasicolus*). Thèse de Doctorat vétérinaire. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat. Maroc.

Owens, J.D. et Mendoza, L.S. 1985. Enzymically hydrolysed and bacterially fermented fishery products. *International Journal of Food science and Technology* 20, 273-293.

Pérez-Villarreal, B. et Pozo, R. 1992. Ripening of the salted anchovy (*Engraulisencrasicolus*): Study of the sensory, biochemical and microbiological aspects. Pages 157-167

Pirati, D. et Guidi, G. 1971. Influenza della temperatura di conservazione sui filetti di acciughe. *Industria Conserve* 46, 103-108.

Pirazzoli, P., Baldrati, G., Incerti, I. et Ambroggi, F. 1981. Tecnologia di trasformazione delle acciughe. III Influenza della temperatura sulla maturazione delle acciughe sotto sale. Industria Conserve 56, 77-81.

Roldan, H.A., Barassi, C.A. et Trucco, R.E. 1985. Increase of free fatty acids during ripening of anchovies (*Engraulis anchoita*). *International Journal of Food science and Technology*. 20 581-585.

Romli, H. 1993. Conservabilité au froid et à température ambiante de la semi conserve d'anchois (*Engraulis encrasicolus*). Mémoire de 3ème cycle agronomique. Option halieutique. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat, Maroc

Ruiter, A. 1971. Trimethylamine and the quality of fish. Voedings middelen Technologie 2,1 10.

Ryser, E.T., Marth, E.H., et Taylor, S.L. 1984. Histamine production by *psycrotrophic pseudomonas* isolated from tuna fish. *J. Food Prot*. 47: 378-380.

Sebti, A. 2001. La semi conserve d'anchois : étude analytique et technologique. Mémoire de 3ème cycle I.A.A. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat. Maroc

Shewan, J.M. 1971. The microbiology of fish and fishery products. A progress report *Journal Applied Bacteriology* 34, 299-315.

Shewan, J.M. et Murray, C.K. 1979. The microbiological spoilage of fish with special reference to the role of psychrophiles.In A.D. Russel and Fuller (eds.), Cold tolerant microbes in spoilage and the environment. Academic Press (New York) p. 117-136.

Smith, J.L., Buchanan, R.L. et Palumbo, S.A. 1983. Effect of food environment on staphylococcal enterotoxin synthesis: A review. *Journal of Food Protection*. 46, 545-555.

Soudan, F. 1965.La conservation par le froid des poissons, crustacés et mollusques. *Baillère et fils, éditeurs*. Paris. France

Storelli, M.M. et Marcotrigiano, G.O. 2004. Content of mercury and cadmium in fish (Thunnus alalunga) and Cephalopods (Eledone moschata) from the South eastern Mediterranean sea. *Food Additives and contaminants*. 21, 1051-1056.

Tatini, S.R. 1973. Influence of food environments on growth of *S. aureus* and production of various enterotoxins. *Journal Milk Food Technology* 36, 559-563.

Taylor, S.L., Guthertz, L.S., Tillman, M.L.F. et Lieber E.R. 1978. Histamine production by food- borne bacterial species. *Journal Food Safety* 1, 173-187.

Tokunaga, T. 1975. On the thermal decomposition of OTMA in muscle of some marine animals. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*. 45, 535-546.

Veciana Nogues, M.T., Vidal Carou, M.C. et Marine Font, A. 1989. Histamine and tyramine in preserved and semi preserved fish products. *Journal of Food Science* 54, 1653-1655.

Veciana Nogues M.T., Vidal Carou, M.C. et Marine Font, A. 1990. Histamine and tyramine during storage and spoilage of anchovies, *Engraulis encrasicolus*: relationships with other fish spoilage indicators. A research note. *Journal of Food Science*. 55, 1192-1193

Villar, M., Ruiz Holgado, A.P., Sanchez, J.J., Trucco, R.E. et Oliver, B. 1985. Isolation and characterization of *Pediococcus halophilus* from salted anchovies (*Engraulis anchoita*). *Applied and Environmental Microbiology*, 49, 664-666.

Voegborlo, R.B., Methnani, E.L. et Abedin, M.Z. 1999. Mercury, cadmium and lead content of canned tuna fish. Food Chemistry 67, 341-345.

Yeannes, M.I., Del Valle, C.E. et Lupin, H. M. 1983. Generación de bases nitrogenadas volátiles durante el proceso de elaboración de conservas de pescado. *Revista Agroquimica Tecnologica Alimentaria* 23, 585-590.

Zlatanos, S. et Sagredos, A. N. 1993. The fatty acids composition of some important Mediterranean fish species. *Fat Science Technology*. 95, 175-180.

Zugarramurdi, A. et Lupin, H.M. 1976. Studies on anchovy salting. I. Equilibrium considerations and concentration profiles *Latin American Journal of Chemical Engineering and Applied Chemistry* 6, 79-90.

Zugarramurdi, A. et Lupin, H.M. 1977. Studies on anchovy salting. II. Dynamics of the process 7,2

Zugarramurdi, A. et Lupin, H. M. 1980. A model to explain observed behaviour on fish salting. *Journal of Food Science*. 54 (5) 1305-1311, 1317.

Zugarramurdi, A., Parrin, M.A., Galadeta, L., Carrizo, G. et Lupin, H.M., 2004. The effect of improving raw material quality on product quality and operating costs: a comparative study for lean and fatty fish. *Food Control*. 15: 503-509.

Le présent document est une mise au point des aspects économiques, techniques et hygiéniques de l'élaboration des semi-conserves d'anchois. Il compile et analyse les études qui ont été réalisées dans les pays ayant une tradition d'anchoitage et/ou une importante industrie de fabrication des semi-conserves d'anchois, notamment la France, l'Espagne, l'Italie, le Maroc, la Turquie et l'Argentine. Il est destiné tout d'abord aux professionnels de l'industrie des semi-conserves d'anchois, mais également aux qualiticiens, technologues, inspecteurs sanitaires et chercheurs en technologie et hygiène alimentaires. Il est divisé en plusieurs chapitres conçus pour éclairer le lecteur sur les aspects économiques et techniques de l'élaboration des semi-conserves d'anchois, puis le guider à travers les aspects hygiéniques et sanitaires avant de fournir des exemples pratiques à même de permettre la mise en place d'un programme HACCP (Analyse des risques – points critiques pour leur maîtrise) pour l'assurance de la sécurité sanitaire du produit fini. Toutefois, il faut souligner que le plan HACCP proposé et ses éléments de maîtrise et de surveillance sont fournis à titre d'exemple pour illustrer les modalités pratiques d'un tel exercice. Ils doivent être impérativement adaptés à la situation particulière de chaque unité d'anchoitage pour développer une démarche HACCP fiable.

ISBN 978-92-5-206310-0 ISSN 2070-7029

9 789252 063100

I0928F/1/07.09/650