



Filière ingénieurs

Industries Agricoles et Alimentaires



Mémoire de projet de fin d'étude

Sous thème :

Détection de l'origine du problème lié à la teneur en sel dans les conserves de poissons et élaboration d'un plan d'action

Réalisé par :

Nadia TAKI

Encadré par :

- Mme Hind M'KADEM, CIBEL-Agadir
- Mr. Said HALOTI, FST-Fès

Présenté le 01 juillet 2015 devant le jury composé de:

- Pr. S. HALOTI, FST-Fès
- Pr. A. LAZRAQ, FST-Fès
- Pr. J. ASSOUIK, FST-Fès
- Pr. E. EL GHADRAOUI, FST-Fès

Stage effectué au : Complexe Industriel BELHASSAN-Agadir

Année universitaire : 2014/2015

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail et ma profonde gratitude :

À ma mère et mon père pour l'éducation qu'ils m'ont prodiguée ; avec tous les moyens et au prix de tous les sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard, pour le sens du devoir qu'ils m'ont enseigné depuis mon enfance.

À mes chers frères et sœurs.

À mes très chers amis.

Pour tous ceux qui m'aiment et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce stage.

Remerciements

Dans le cadre de ce stage de projet de fin d'étude, je tiens à exprimer mes remerciements les plus distingués à Mr. Mohammed EL BAISSI. Directeur du Complexe Industriel BELHASSAN, de m'avoir acceptée d'effectuer ce stage au sein de sa société.

J'adresse aussi ma plus grande reconnaissance au Responsable qualité et mon encadrante au sein de la société CIBEL, Mme Hind M'KADEM pour son accueil, ses conseils et ses encouragements durant ce stage.

Ma reconnaissance s'adresse aussi à Mr. Said HALOTI et Mr. E. EL GHADRAOUI. Professeurs à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, pour leur encadrement, leurs conseils et leur acceptation d'évaluer et de juger mon travail.

Je tiens à remercier également, les agents de laboratoire au niveau de la société Mr. Lahoucine OUTALEB et Mlle Yassmine KHADIRI, qui m'ont donnée la chance de bénéficier de leur expérience et pour leur disponibilité.

J'adresse aussi mes remerciements les plus sincères, à tous mes professeurs de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.

Je remercie aussi toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à ma bonne intégration dans la société et tous ceux qui, par leur aide, conseil et compréhension m'ont permis d'avancer dans mon stage.

Finalement, je voudrais adresser mes remerciements et mon respect aux membres de jury, Mr. A. LAZRAQ et Mr. J. ASSOUIK. Professeurs à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, qui ont accepté d'évaluer mon travail de projet de fin d'études.

Liste des abréviations

ABVT : Azote Basique Volatil Total

BRC : British Retail Consortium

CIBEL : Complexe Industriel BELHASSAN

CE : Certification Européenne

FMVT : Filet du Maquereau à l'huile Végétale Tournesol

FMO : Filet du Maquereau à l'huile d'olive

IFS : International Food Standard

MPSA : Maquereau Sans Peau Sans Arrête

MES : Matière en suspension

NTK : Azote Total KJELDAHL

PGQ : Programme de Gestion de la Qualité.

PN : Poids Net

PNE : Poids Net Egoutté

PNM : Poids Net Moyen

SMIC : Société Marocaine d'Industrie de Conserve

SAC : Sud Atlantic Conserve

SPSA : Sardine, sans Peau, Sans Arrête

Liste des Figures

Figure 1: Etapes de formation du serti.....	13
Figure 2: Zones de coupes de boites rondes et boites 1/4 club 30.....	14
Figure 3: Mesures de serti	15
Figure 4: Diagramme de fabrication des conserves de poisson (Sardine Maquereau et SPSA)	17
Figure 5: Principe de la spectrométrie de masse couplée à un plasma inductif (ICP-MS)	25
Figure 6: Principe de la spectrométrie d'absorption atomique (SAA)	25
Figure 7: Schéma de dosage du sel.....	27
Figure 8: Structure de serti montrant le joint d'étanchéité où se fixe le sel	31
Figure 9: Schéma représentatif de la machine de jutage	32
Figure 10: Teneur en sel dans les conserves de sardines à l'huile végétale en fonction du temps.....	34
Figure 11: Teneur en sel dans les conserves de SPSA à l'huile végétale en fonction du temps.....	35
Figure 12: Teneur en sel dans les conserves de maquereaux à l'huile végétale en fonction du temps.....	36

Liste des Tableaux

Tableau 1: Produits de la société CIBEL	8
Tableau 2: Expression de la teneur en ABVT	9
Tableau 3: Degré de fraîcheur du poisson	10
Tableau 4: Couples Température/Temps de cuisson du poisson préparé.....	11
Tableau 5: Produits de la pêche cotière et artisanale par espèce au cours des années 2012 et 2013	19
Tableau 6: Produits de la pêche cotière et artisanale par port au cours des années 2012 et 2013	20
Tableau 7: Nombre d'établissements agréés par type d'activité (2012)	22
Tableau 8: Paramètres chimiques (mg/l) au niveau du collecteur général d'une conserverie de poisson (2003)	31

Tableau 9: Résultats du suivi de la teneur en sel dans les conserves de sardines à l'huile végétale.....	33
Tableau 10: Résultats du suivi de la teneur en sel dans les conserves de SPSA à l'huile végétale.....	35
Tableau 11: Résultats du suivi de la teneur en sel dans les conserves de maquereaux à l'huile végétale	36
Tableau 12: Caractéristiques des produits analysés	38
Tableau 13: Résultats d'analyse de la teneur en sel de la matière première après cuisson	40
Tableau 14: Résultats d'analyse de la teneur en sel dans les conserves de sardines à l'huile végétale.....	40
Tableau 15: Résultats d'analyse de la teneur en sel dans les conserves de SPSA à l'huile végétale.....	41
Tableau 16: Résultats d'analyse de la teneur en sel dans les conserves de maquereaux à l'huile végétale	41
Tableau 17: Poids net moyen et pourcentage moyen d'eau exsudée des conserves de sardines	44
Tableau 18: Pourcentage d'eau exsudée de chaque dose de saumure et pourcentage total d'eau exsudée	44
Tableau 19: Poids net moyen et pourcentage moyen d'eau exsudée des conserves de SPSA	45
Tableau 20: Pourcentage d'eau exsudée de chaque dose de saumure et pourcentage total d'eau exsudée	45
Tableau 21: Poids net moyen et pourcentage moyen d'eau exsudée des conserves de maquereaux.....	46
Tableau 22: Pourcentage d'eau exsudée de chaque dose de saumure et pourcentage total d'eau exsudée	46
Tableau 23: Résultats du pourcentage d'eau exsudée et de la teneur en sel après avoir appliqué la dose de 4ml pour les conserves de sardines à l'huile végétale	47
Tableau 24: Résultats du pourcentage d'eau exsudée et de la teneur en sel après avoir appliqué la dose de 3ml pour les conserves de sardines à l'huile végétale	48
Tableau 25: Résultats du pourcentage d'eau exsudée et de la teneur en sel après avoir appliqué la dose de 2ml pour les conserves de sardines à l'huile végétale	48
Tableau 26: Résultats du pourcentage d'eau exsudée et de la teneur en sel après avoir appliqué la dose de 3ml pour les conserves de SPSA à l'huile végétale.....	49

Tableau 27: Résultats du pourcentage d'eau exsudée et de la teneur en sel après avoir appliqué la dose de 2ml pour les conserves de SPSA à l'huile végétale.....	50
Tableau 28: Résultats du pourcentage d'eau exsudée et de la teneur en sel après avoir appliqué la dose de 5ml pour les conserves de maquereaux à l'huile végétale.....	51
Tableau 29: Résultats du pourcentage d'eau exsudée et de la teneur en sel après avoir appliqué la dose de 4ml pour les conserves de maquereaux à l'huile végétale.....	51
Tableau 30: Résultats du pourcentage d'eau exsudée et de la teneur en sel après avoir appliqué la dose de 3ml pour les conserves de maquereaux à l'huile végétale.....	52
Tableau 31: Résultats du pourcentage d'eau exsudée et de la teneur en sel après avoir appliqué la dose de 2ml pour les conserves de maquereaux à l'huile végétale.....	52

Sommaire

Introduction	1
<u>Première partie : Présentation du Complexe Industriel BELHASSAN</u>	
A. Présentation de la société CIBEL	4
B. Activités de la société	9
I. Processus de fabrication des conserves de poisson.....	9
1. Réception.....	9
1-1 Contrôle de la matière première	9
a. Détermination du moule du poisson.....	9
b. Echantillonnage pour l'analyse chimique.....	9
c. Détermination de la température du poisson	10
d. Analyse organoleptique du poisson.....	10
2. Préparation.....	10
3. Emboitage.....	11
4. Cuisson	11
5. Grattage et filetage(Maquereau).....	12
6. Jutage.....	12
7. Marquage des couvercles.....	12
8. Sertissage	13
8-1 Contrôle de sertissage	13
a. Contrôle visuel.....	13
b. Test de pression.....	13
c. Décorticage.....	14
d. Examen dimensionnel	14
9. Lavages des boites.....	15
10. Stérilisation.....	15
11. Refroidissement des boites	15
12. Emballage, étiquetage et stockage.....	15
12-1 Contrôle du produit fini	16
a. Histamine.....	16
b. Test de stabilité du produit fini.....	16
c. Analyse de la teneur en sel.....	16

13. Expédition	17
----------------------	----

Deuxième partie : Etude Bibliographique

A. Secteur halieutique au maroc	19
I. Ressources halieutiques au maroc	19
1. Produits de la pêche côtière et artisanale par espèce	19
2. Produits de la pêche côtière et artisanale par port	20
3. Destination des produits de la pêche	20
3-1 Consommation locale	20
3-2 Industries de transformation	21
II. Secteur des industries de la pêche.....	21
1. Industrie de conserve de poisson.....	22
B. Sel en agroalimentaire	23
I. Techniques de production du sel alimentaire	23
1. Sel gemme	23
2. Sel de mer	23
II. Types de sel	23
1. Sel naturel	23
2. Sel raffiné	24
III. Dosage du sel.....	24
1. Spectrométrie de masse couplée à un plasma inductif (ICP-MS)	24
2. Spectrométrie d'absorption atomique (SAA).....	25
3. Titration volumétrique	26
3.1 Méthode de Mohr.....	26
3.2 Méthode de charpentier-volhard	26

Troisième partie : Etude expérimentale

I. Détermination de la teneur en sel par la méthode de Charpentier-Volhard.....	29
II. Détection de l'origine du problème lié à la teneur en sel dans les conserves de poissons à l'huile végétale et élaboration d'un plan d'action	30
1. Description de la problématique	30
2. Description des produits à analyser	37
3. Stratégie du travail	38
3.1 Inventaire des causes.....	39

3.2 Vérification par une série d'essais expérimentaux	39
3.3 Evaluation des résultats des tests en les comparants avec les situations antérieurs	41
3.4 Elaboration d'un plan d'action.....	43
a. Méthodologie suivie pour la détermination des doses de saumure	43
b. Vérification des doses de saumure pour les conserves de sardines à l'huile végétale.....	47
c. Vérification des doses de saumure pour les conserves de sardines sans peau sans arrêt à l'huile végétale	49
d. Vérification des doses de saumures pour les conserves de maquereaux à l'huile végétale	50
Conclusion générale	54
Références bibliographiques.....	55
Annexes	56

Introduction

Dans plusieurs pays, le secteur de la pêche joue un rôle socio-économique vital et occupe une place très avancée parmi les secteurs de l'économie nationale, en particulier dans les pays qui sont à la fois producteurs, consommateurs et exportateurs de produits halieutiques. Sur le plan alimentaire, les produits de pêche contribuent de manière déterminante à la satisfaction des besoins alimentaires de la majorité de la population mondiale.

Au Maroc, avec le tourisme et l'agriculture, la pêche maritime constitue une source économique de grande importance, avec plus de 3000 km de côtes (atlantiques et méditerranéennes), il dispose de ressources halieutiques considérables [1].

A plusieurs reprises le Maroc se trouve premier dans le monde en capture de sardine, ce qui a généré la création d'une industrie de conserve importante, qui s'est dotée d'une réputation internationale pour la qualité de ses produits, portant ainsi le Maroc au premier rang mondial des exportateurs de conserves de poissons.

Ceci a poussé une bonne partie des grands pays importateurs de renforcer leur réglementation sur le contrôle des aliments et deviennent de plus en plus exigeants sur les produits de pêche transformés, conduisant ainsi tous les acteurs opérant dans ce domaine et les autorités à contrôler non seulement les produits finis, mais toute la chaîne de production. C'est dans cette perspective que le Complexe Industriel BELHASSAN a envisagé une amélioration continue de la chaîne de production, et elle a essayé depuis longtemps de régler le problème lié à la teneur en sel des conserves de sardines, de sardines, sans peau, sans arrête et de maquereaux à l'huile végétale, qui ne respecte pas la norme exigée par les clients et ceci, par la mise en œuvre de plusieurs méthodes d'ajout du sel qui sont éliminées, une après l'autre.

Aujourd'hui la société utilise une autre méthode pour l'ajout du sel dans les conserves de poissons à l'huile végétale, qui consiste à mélanger l'huile de jutage avec la saumure. Cette méthode a posé un problème, en ce qui concerne le taux final du sel qui est très faible et varie d'une façon aléatoire d'une conserve de poissons à l'autre. C'est dans ce cadre, que se situe la présente étude de projet de fin d'étude qui a pour but de détecter l'origine de ce problème dans les conserves de poissons à l'huile végétale et d'élaborer un plan d'action.

Dans la première partie de ce document nous allons donner un aperçu sur la société CIBEL, ainsi qu'une présentation détaillée de la chaîne de production. La deuxième partie sera conçue à l'étude bibliographique, alors que la troisième présentera la méthodologie suivie pour déceler la véritable cause du problème lié à la teneur en sel et élaborer un plan d'action.

Partie I :
Présentation du Complexe Industriel BELHASSAN

A. Présentation de la société CIBEL

La société OUED SOUSS conserve a été créée en 1963. Le 8 décembre 1989, les différents départements à savoir: Oued Souss Conserves, SMIC, SAC et le département de TanTan ont harmonisé leur statut afin de former une seule société nommée CIBEL (Complexe Industriel BELHASSAN).

- OUED SOUSS conserves :

Elle est située dans la zone industrielle Anza. Son activité est l'industrie de conserve de poissons.

- Sud Atlantic SAC :

Elle est située dans la zone industrielle Anza. Son activité est la fabrication de farine et huile de poissons.

- Société marocaine d'industrie de conserve SMIC :

Elle est située dans la zone industrielle Anza. Son activité est la fabrication de farine et huile de poissons.

La société C.I.B.E.L est située à quelques kilomètres de la ville d'Agadir et bénéficie de la longue expérience industrielle de OUED SOUSS conserves. Elle est une entreprise opérant principalement dans deux secteurs d'activité :

- la conserve du poisson ;
- la fabrication de la farine et l'huile de poisson ;

Consciente que la qualité est la clé de la compétitivité et l'un des avantages concurrentiels, La Société CIBEL s'est lancée dans une démarche qualité qui lui a permis:

- D'être certifié iso- 9001-2008
- D'être certifié PGQ: Le Certificat de conformité aux règles du Programme de Gestion de la Qualité.
- La Certification Label Maroc : elle s'applique aux conserves de sardines.
- La Certification BRC: BRC (British Retail Consortium), Global Standards Food, Version 5.

- La Certification IFS: International Food Standard (IFS), Version 5. La portée du système s'applique à la fabrication, au conditionnement et à l'expédition des conserves de sardines, de maquereaux et de thon.

La politique qualité de CIBEL se résume en cinq points :

- Fournir des produits de qualité et à moindre coût ;
- Respecter les exigences des clients ;
- Respecter les délais prescrits ;
- Développer la compétence du personnel ;
- Améliorer en permanence l'efficacité du système management de la qualité.

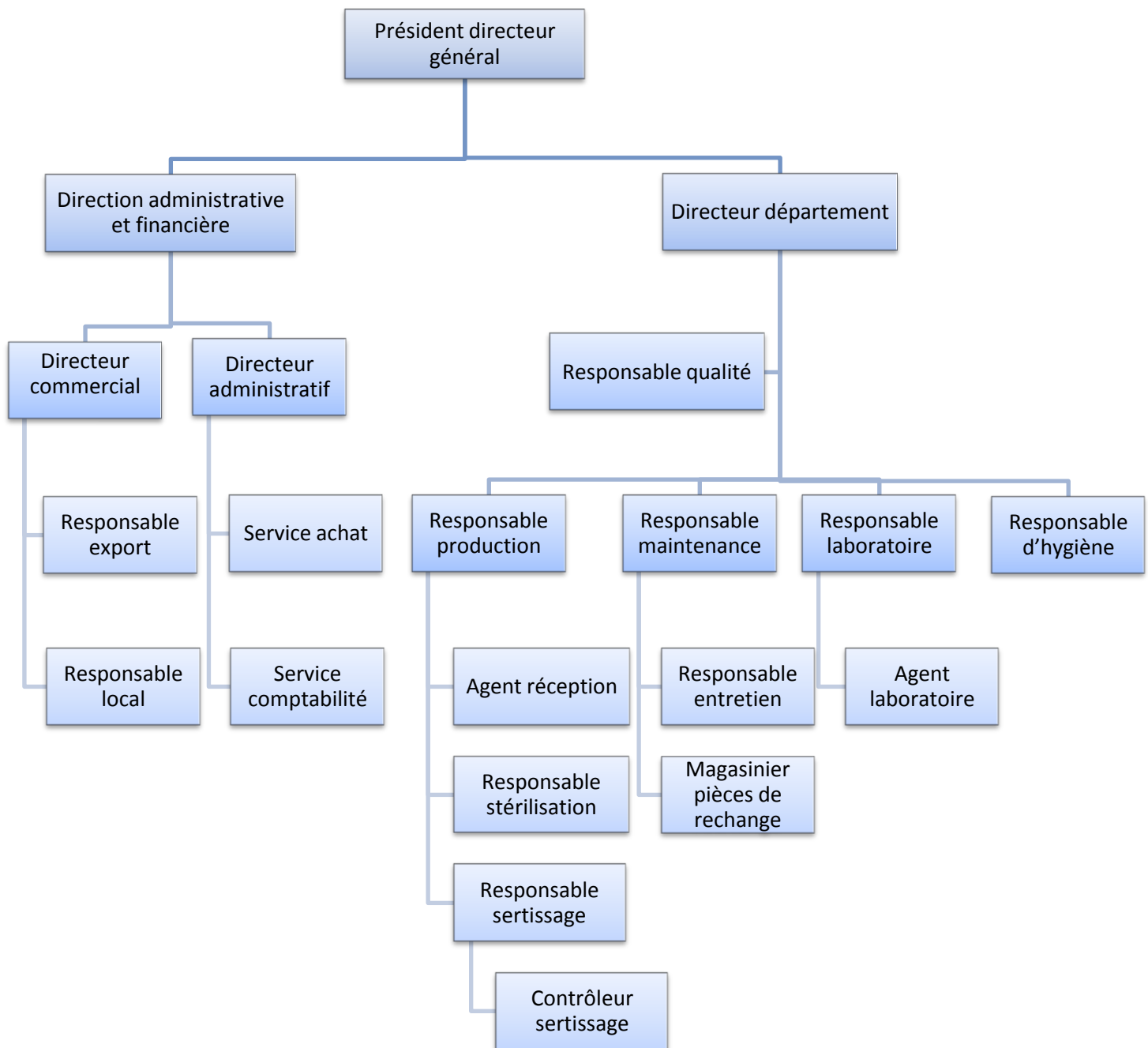
Au cours de ces dernières années, elle s'est dotée des nouvelles technologies afin d'être à la pointe du progrès et assurer la satisfaction de sa clientèle diversifiée et de plus en plus exigeante. La société CIBEL emploie actuellement 200 salariés permanents et environ 700 saisonniers. Cette société est considérée comme faisant partie des grandes industries de la région et contribue positivement au développement de la région du sud. Les marchés de l'entreprise : USA, Europe, Moyen orient et Afrique en plus du marché local.

Aujourd'hui, la société CIBEL Département OUED SOUSS est comptée parmi les leaders dans un marché qui a connu ces dernières années, une forte concentration des conserveries et par conséquent, la concurrence est devenue féroce.

1. Fiche technique de CIBEL

Raison sociale	BELHASSAN Complexe Industriel et Commercial.
Statut juridique	Société Anonyme.
Activité principale	Conserve de poisson.
Activités secondaires	Préparation de la farine et huile de poissons.
Date de fusion	01/01/1989.
Capital	24.488.000,00 DHS.
Nom du directeur	M. Mohammed EL BAISSI.
Adresse bureau	Quartier industriel Anza BP 135 Agadir.
Siège social – Usine	Zone industrielle portuaire Tan-Tan.
Registre de commerce	N° 105 Tan-Tan.
Identification fiscale	N° 257363.
C.N.S.S.	N°2061480.
Effectifs	900 dont 700 saisonniers.
Tél.	0548.20.43.62/65 ; 20.40.43/20.45.40 ; 20.40.10/11.
Fax	0548.20.52.40/20.40.80.
E-mail	cibel@iam.net.ma .
Marchés	Local, national et étranger : Europe, Afrique, Moyen Orient et Amérique.

2. Organigramme de la société



3. Gamme de produits

Les produits de la société CIBEL s'articulent généralement autour de trois variétés de poissons, la sardine le maquereau et le thon. La mise en conserve se fait selon les propres désires du client qui propose sa propre recette.

Tableau 1 : Produits de la Société CIBEL

Sardine, Maquereau ou Thon en conserve		
Types des produits	●Sardines à l'huile végétale ●Sardines à l'huile végétale et aux piments ●Sardines à l'huile végétale et au citron ●Sardines à l'huile d'olive ●Sardines à l'huile végétale et à la sauce tomate ●Sardines, sans peau, sans arrête à l'huile végétale ●Sardines au naturel ●Maquereaux à l'huile végétale ●Maquereaux à l'huile végétale et aux piments ●Maquereaux à la sauce tomate ●Filet du maquereau au naturel ●Filet du maquereau à l'huile d'olive ●Filet du thon à l'huile végétale	
Nom des marques	Belfort-Boite Blanche-Jadran-Fiesta-Obappa-Boite aluminium-Ocean rise-Saupiquet-Mer du sud-Geisha-Monica-Almare sea food-Gut and gusting	
Format des boîtes	¼ club 30	
	Haute ½	
	Jiteney	
Format des bocaux	Bocal de 212, 270, 277 et 314 ml	

B. Activités de la société

I. Processus de fabrication des conserves de poisson

1. Réception

La réception est la première étape de la chaîne de fabrication des conserves de poissons. Les usines de traitement reçoivent les poissons frais ou congelés dans des camions frigorifiques, afin de préserver au maximum les propriétés du poisson frais.

Après vérification de la qualité et de la fraîcheur du poisson, il est traité immédiatement ou entreposé dans des chambres froides, à une température inférieure à 4° C.

1-1 Contrôle de la matière première

a. Détermination du moule du poisson

C'est l'équivalent du nombre de pièces de poissons par 1 KG, sa détermination permet de déduire le nombre de pièces de poisson par boîte de conserve, et le rendement de la chaîne de fabrication.

b. Echantillonnage pour l'analyse chimique

Prendre un échantillon de 10 poissons recueillis au fond de différentes caisses, l'envoyer au laboratoire pour l'analyse chimique ABVT et Histamine.

- *Teneur en Azote Basic Volatil Total (ABVT)*

La qualité du poisson frais à la réception est évaluée en fonction de la teneur en ABVT, exprimée en mg/100g, selon le tableau suivant:

Tableau 2: Expression de la teneur en ABVT

Etat de fraîcheur	ABVT (mg/100g)
Satisfaisant	15,4-20,5
Acceptable	20,5-25
Inacceptable	>25

- Dosage de l'Histamine

Le dosage de l'histamine se fait par une méthode fluorimétrique. Selon la norme européenne le taux d'histamine doit être inférieur à 50 ppm au niveau de la réception.

c. Détermination de la température du poisson :

L'entreprise procède au contrôle de la température de poisson, à différents niveaux de la caisse par un thermomètre à sonde. La température doit être inférieure à 5 °C.

d. Analyse organoleptique du poisson :

Cette analyse est un indice déterminant de l'état et du degré de fraîcheur des poissons. Elle se fait à l'œil nu en se basant sur l'observation de l'état du poisson : peau, œil, branchies, couleur de la colonne vertébrale, écailles...

Les caractères de fraîcheur du poisson sont notés selon 4 niveaux (Annexe 1). Chacun de ces caractères est noté de 3 à 0 (fraîcheur décroissante). L'indice de fraîcheur est obtenu en faisant la moyenne arithmétique des notes partielles obtenues :

Tableau 3: Degré de fraîcheur du poisson

Appellation	Degré de fraîcheur
3 (Extra)	$\geq 2,7$
2 (Bonne)	≥ 2 et $< 2,7$
1 (Moyenne)	$\geq 1,5$ et < 2
0 (Non admis)	$< 1,5$

2. Préparation

C'est la première étape de transformation de la matière première, qui consiste à éliminer les parties non comestibles du poisson : tête, viscères, queue ainsi que les arrêtes pour la SPSA. L'opération s'effectue manuellement par des ouvrières à l'aide des ciseaux. Les déchets issus de la préparation sont récupérés et envoyés au SMIC (Société marocaine d'industrie de conserve) dont l'activité est la fabrication de farine et huile de poissons.

Après éviscération les poissons sont lavés à l'eau. Cette opération élimine à la fois une grande partie des micro-organismes présents en surface, et une source de contamination importante constituée par des résidus de sang, mucus et viscères qui adhèrent à la surface.

3. Emboîtement

C'est l'opération qui consiste à mettre en boîte le poisson préalablement préparé, d'une façon manuelle. Pour la sardine, cette étape vient directement après préparation, alors que pour le maquereau et la sardine, sans peau, sans arrête, la mise en boîte est effectuée après cuisson grattage et filetage.

Les boîtes remplies par la sardine sont inversées et rangées sur des grilles avant d'être acheminées vers les cuiseurs continus, alors que le maquereau et la sardine, sans peau, sans arrête sont rangés directement sur des grilles et acheminés vers les cuiseurs statiques.

4. Cuisson

Les principaux buts de cuisson de poisson sont :

- ✓ Eliminer une partie d'eau et une partie des huiles naturelles caractérisées par une odeur intense ;
- ✓ Décoller la chair des arrêtes ;
- ✓ Obtenir une texture convenable et améliorer le goût du produit ;
- ✓ Eliminer les bactéries végétatives et provoquer un choc thermique des spores bactériennes.

L'usine dispose de deux types de cuiseurs :

- **Cuiseur continu** : C'est un cuiseur à une chaîne dont la température et la fréquence sont réglables et comporte deux compartiments, le 1^{er} est pour la cuisson et le 2^{ème} est pour le séchage.
- **Cuiseur statique** : C'est un parallélépipède construit en acier avec une porte à fermeture où le poisson mis dans les chariots est cuit sans mouvement.

La durée de cuisson varie selon le produit :

Tableau 4: Couples température/temps de cuisson du poisson préparé

Nature de poisson	Cuiseur statique			Cuiseur continu		Refroidissement au sein des cuiseurs
	T°C	P (bar)	Durée	T°C	Temps	Durée
Sardine traditionnelle				95-100	40min	15min
SPSA	95-100	<1	10 à 25min			25min
Thon	95-100	<1	1h30 à 3h			25min
Maquereau	95-100	<1	30min à 1h30			25min

Pendant le refroidissement, une grande quantité d'eau est générée et déversée, c'est le cas surtout du maquereau qui est refroidie à plus de 24h dans une chambre froide après cuisson, ceci permettra d'empêcher la dilution de liquide de couverture (huiles, sauce ou saumure).

Cette quantité d'eau est constituée de deux fractions :

- L'une est directement due à la cuisson et renferme une très forte concentration de matière organique.
- L'autre est due aux eaux de lavage et de préparation.

5. Grattage et filetage (Maquereau et sardine, sans peau, sans arrête)

Cette opération sert à enlever la peau et la colonne vertébrale pour le maquereau et seulement la peau pour la SPSA à laquelle les arrêts sont déjà éliminés pendant l'étape de préparation. Pour avoir le filet propre qui va être mise dans les boites par la suite.

6. Jutage

C'est l'opération de remplissage des boites de conserves, déjà garnies de poisson, par un milieu de couverture qui peut être de l'huile végétale, de la sauce tomate ou autres préparations selon les exigences des clients. Ce liquide permet de faciliter le transfert de chaleur lors de la stérilisation, et d'incorporer de façon homogène le sel, et les additifs.

Après jutage, les boites sont acheminées sur une chaine transporteuse qui passe sous un distributeur du produit de couverture. Le jutage se fait par débordement et l'excès des produits de couvertures est récupéré puis filtré pour être réutilisé.

7. Marquage des couvercles

Les couvercles sont marqués par une imprimante jet d'encre. Le marquage à pour but d'informer la société et le consommateur sur la date de fabrication, la date limite de consommation et l'origine de fabrication du produit.

Exemple de code: UC 042 Z

- **UC** : code de la société CIBEL,
- **042** : code de la journée (le marquage est réalisé le 11 Février donc : 31 jour de janvier+ 11 février = 042),
- **Z** : Le code de l'année 2015.

8. Sertissage

Le sertissage est une opération très importante puisque une fermeture incorrecte donnerait lieu à une nouvelle contamination de l'aliment après stérilisation. Son objectif est de fixer le couvercle sur le corps de la boîte métallique à l'aide d'une sertisseuse d'une façon étanche. Il s'agit d'une imbrication obtenue par compression.

La fermeture de serti se fait en trois phases (figure 1):

- Une phase de compression: qui réunit intimement le fond et le corps de la boîte par une pression verticale,
- Une phase dite de première passe (roulage): qui consiste à enrouler l'ourlet du couvercle autour du rebord du corps. Pour ce faire, on utilise une molette présentant un profil spécial.
- Une phase de seconde passe (serrage): qui écrase progressivement le roulé obtenu lors de la première passe.

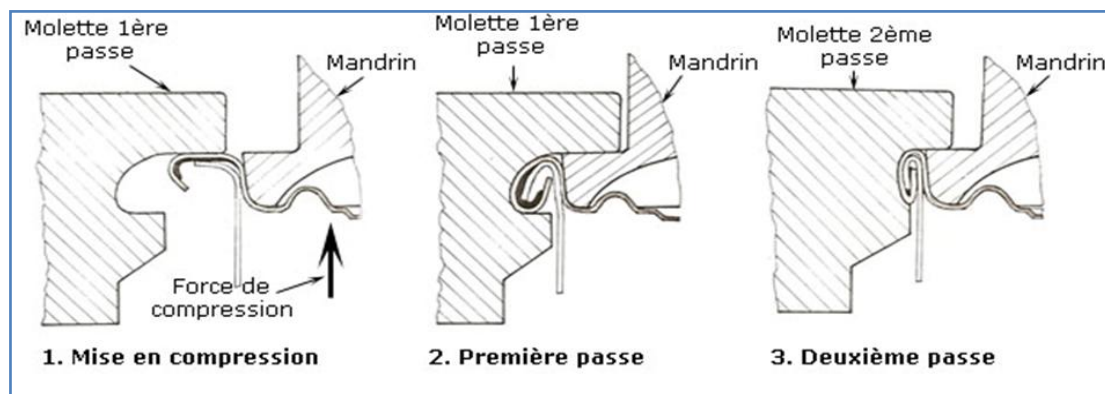


Figure 1 : Etapes de formation du Serti

8-1 Contrôle de sertissage

Pour assurer l'étanchéité des boîtes, le service de contrôle de sertissage effectue régulièrement plusieurs tests.

a. Contrôle visuel

Il est réalisé chaque 30 minute en cours de production pour vérifier s'il y a présence des défauts de sertissage comme : Ondulations, Picots, Arête vive ou fracture, Serti incomplet, Faux serti, Chocs ou rayures sur le corps.

b. Test de pression

Ce test se fait sur une boîte au bout de chaque 4h à chaque tête de sertisseuse, il consiste à :

- Sertir une boîte vide ;

- Injecter de l'air à l'intérieur de la boîte grâce à une pompe manuelle jusqu'à atteindre une pression de 2bar ;
- Immerger la boîte dans l'eau pour détecter les fuites s'il en existe.

Si le résultat montre la présence de fuite ou une grande probabilité de présence de fuite, avertir le sertisseur pour qu'il arrête la machine et cherche l'origine de la fuite.

c. Décorticage

C'est une opération qui se fait à l'aide d'une cisaille et une pince pour séparer le corps et le couvercle, elle a pour but de déterminer les défauts à l'intérieur du serti.

d. Examen dimensionnel

C'est une méthode de mesure des dimensions intérieures et extérieures de serti par projection, pour assurer que la sertisseuse est bien calibrée conformément aux instructions du fabricant des boîtes vides. Le contrôle dimensionnel du serti par projection se déroule en deux étapes :

- ✓ Coupes latérales de serti par une scie circulaire électrique : 8 coupes pour les boîtes ¼ club 30 et 3 coupes pour les boîtes rondes (figure 2).

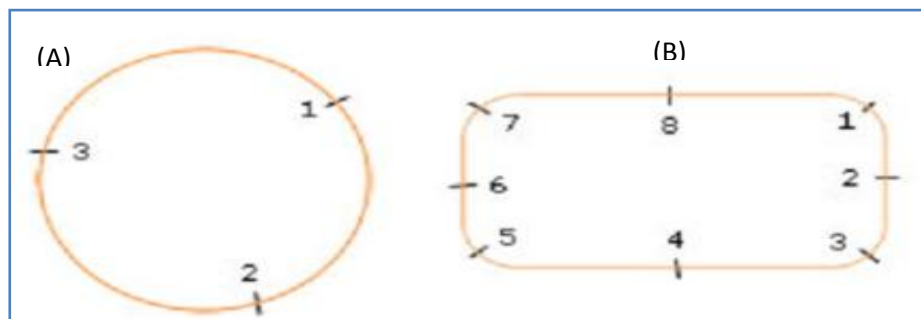


Figure 2: Zones de coupe de boîtes rondes (A) et boîte 1/4 club 30 (B)

- ✓ Projection de chaque coupe de serti sur le projecteur de serti pour prendre les mesures présentées dans la figure 3.

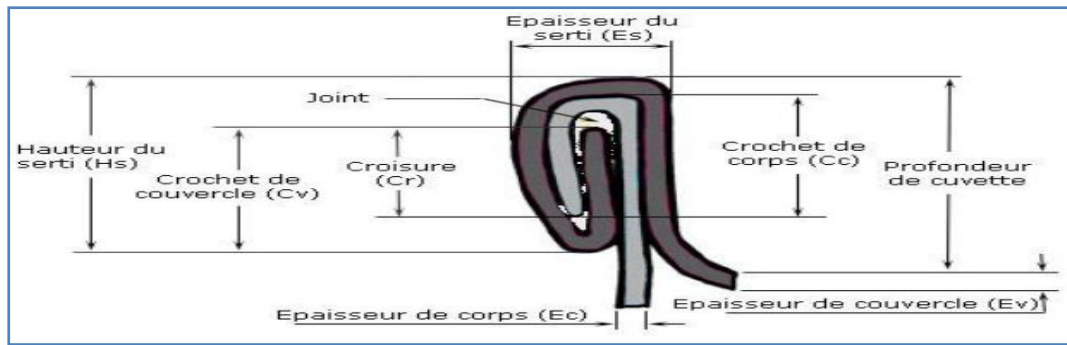


Figure 3: Mesures du serti

9. Lavage des boîtes

Les boîtes doivent être lavées avant le passage en autoclave, afin d'enlever les débris et le mucus de poisson, les traces d'huile ou de sauce tomate, qui adhèrent aux boîtes serties.

10. Stérilisation

La stérilisation est une opération de destruction de toute sorte de micro-organismes, de sorte à éviter la dégradation des conserves de poisson avec le temps. Elle est assurée par la combinaison de la température et de la pression, dans des autoclaves pendant un temps déterminé. Ces trois paramètres varient selon le format de la boîte et la nature du produit.

La stérilisation se fait en 3 phases :

- ✓ **Phase de montée de la pression et de la température** : commence dès la fermeture de l'autoclave jusqu'à une température de 123°C cette phase dure 23 min.
- ✓ **Phase de stérilisation** : La température diminue à 122°C pour y rester stable.
- ✓ **Phase 3 = Phase de refroidissement** : pendant laquelle la température baisse jusqu'à 40 °C et aussi la pression à 0 bar pour préparer l'ouverture de l'autoclave.

11. Refroidissement des boîtes

Le refroidissement s'effectue à température ambiante pendant 20 à 40 minutes afin de ramener la température des boîtes à une température inférieure ou égale à 37°C.

12. Emballage, Etiquetage, et Stockage

Après refroidissement, les ouvrières inspectent les boîtes de conserve et mettent à l'écart toutes celles qui présentent des déformations. Les boîtes sans défaut sont emballées en barquette ou en carton selon les exigences des clients, puis elles sont stockées dans des locaux secs à température ambiante.

12-1 Contrôle du produit fini

a. Histamine

Pour le produit fini la norme marocaine et européenne interprète les résultats de dosage de l'histamine comme suit :

La qualité est satisfaisante si :

- ✓ La teneur en histamine ne dépasse pas 100 ppm ;
- ✓ Deux échantillons (2 boîtes) peuvent avoir une teneur dépassant 100 ppm mais n'atteignant pas 200 ppm.

b. Test de stabilité du produit fini

Le test de stabilité a pour objectif de contrôler l'efficacité de la stérilisation des boîtes de conserve de poissons et de s'assurer qu'elles ne renferment pas de bactéries capables d'altérer la qualité du produit, dans les conditions normales de stockage et de distribution.

Trois boîtes sont prélevées, la première est incubée à 37 °C, la deuxième à 55°C pendant sept jours et l'autre est un témoin, qui est déposée sur la paillasse dans les conditions de température ambiante et pendant sept jours.

A la fin de l'incubation les boîtes subissent l'examen suivant :

- Mesure de pH ;
- Vérification de l'aspect extérieur de la boîte (bombage, fuites) ;
- Vérification de l'aspect de contenu (couleur, texture, odeur).

La conserve de poisson est considérée commercialement stérile (ou stable), si après étuvage :

- Variation de pH par rapport au témoin non étuvé inférieur à 0,3 unité de pH.
- Aspect extérieur de la boîte : bonne (pas de bombage de la boîte)
- La couleur de la chair : blanche
- La texture de la chair : ferme
- L'odeur de la chair: typique

c. Analyse de la teneur en sel

L'analyse de la teneur en sel se fait selon la méthode de Charpentier-Volhard. Le taux du sel est régi par la norme européenne de (1±0,3%).

13. Expédition

Les produits finis sont d'abord analysés par la société pour confirmer leur qualité, puis ils sont emballés et étiquetés selon le type et la destination, et enfin les boîtes sont acheminées au magasin pour les stocker à température ambiante.

On peut résumer toutes les étapes de fabrication des conserves de sardines, de SPSA et de maquereaux dans la figure suivante :

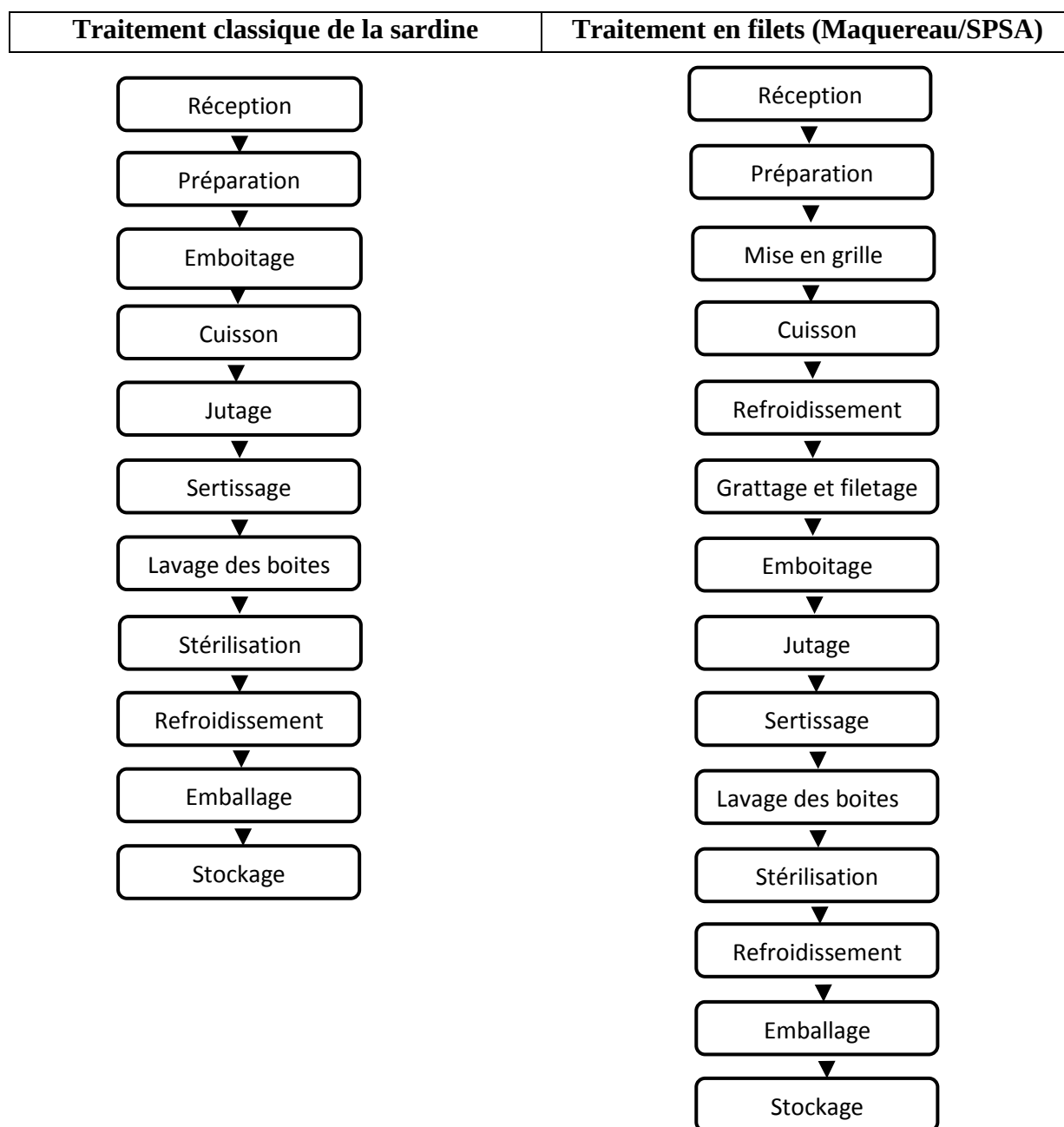


Figure 4 : Diagrammes de fabrication des conserves de poissons (Sardine, Maquereau et SPSA)

Partie II :
Etude Bibliographique

A. Secteur halieutique au Maroc

Le littoral marocain s'étend sur 3 500 kilomètres ; ses eaux marines disposent de ressources halieutiques importantes qui le classe parmi les grands producteurs mondiaux des produits de la mer soit, dérivant directement de la pêche ou indirectement de l'industrie de transformation [2]. La pêche représente 3% du PIB national, 16% des exportations globales et 56% des exportations des produits alimentaires [3].

I. Ressource halieutique au Maroc

Le littoral marocain réputé pour compter parmi les zones les plus poissonneuses dans le monde, [4] Il se caractérise par une grande diversité des ressources présentes, 500 espèces dont 60 font l'objet d'une exploitation.

1. Produits de la pêche côtière et artisanale par espèce

Les richesses halieutiques placent ainsi, le Maroc au premier rang des producteurs de poissons en Afrique et au 25^{ème} rang à l'échelle mondiale. Il est aussi le premier exportateur mondial de sardine, notamment l'espèce "*Sardina Pilchardus*" [3].

Le tableau 5 présente les produits de la pêche côtière et artisanale par espèce au cours des années 2012 et 2013 : [5]

Tableau 5: Produits de la pêche côtière et artisanale par espèce au cours des années 2012 et 2013

Espèces	Poids en tonne 2012	Poids en tonne 2013
Poissons Pélagiques	979762	1 030 108
Sardine	670172	698 569
Maquereau	115305	150 230
Anchois	34983	15 980
Poissons Blancs	74189	71 818
Merlu	1652	1 538
Saint Pierre	865	1 332
Céphalopodes	39589	1 538
Poulpe	25242	29 560
Calmar	1454	1305
Coquillages	901	567
Crustacés	8019	7199

2. Produits de la pêche côtière et artisanale par port

La ressource halieutique est répartie sur l'ensemble du territoire Marocain. Elle est essentiellement concentrée en Atlantique centre et sud. Le tableau 6 regroupe les produits de la pêche côtière et artisanale par port au cours des années 2012 et 2013 : [5]

Tableau 6: Produits de la pêche côtière et artisanale par port au cours des années 2012 et 2013

	Poids en tonne 2012	Poids en tonne 2013
Méditerranée	26 859	33 955
Nador	9 239	11 965
Al Hoceima	6 592	8 819
M'DIQ	5 760	6 876
Atlantique	1 094 078	1 139 018
Dakhla	210 552	233 913
Laayoune	253 558	296 070
Tan Tan	128 752	79 990
Agadir	61 238	55 201
Safi	34 270	28 659
Larache	18 507	20 297
Casablanca	15 825	17 120

2. Destination des produits de la pêche

Les ressources halieutiques côtières et artisanales Marocaines sont destinées aux secteurs suivants :

3-1 Consommation locale

Les captures effectuées par la flotte côtière sont destinées à hauteur de 33% à la consommation nationale. Celle-ci, a porté en moyenne sur 200 000 tonnes par an ces dix dernières années. Elle s'élève à seulement 7 kg par an et par habitant et demeure très faible pour un pays à vocation maritime et dont le littoral s'étend sur des milliers de kilomètres. En moyenne, la consommation annuelle mondiale de poisson par personne est de 14 Kg. Plusieurs facteurs expliquent cette faiblesse. Il y a d'abord le prix élevé du poisson, comparé

au pouvoir d'achat du consommateur, mais aussi les habitudes de consommation de ce dernier qui préfère la viande rouge et blanche.

Les sardines et les anchois constituent les principales catégories de poissons fortement consommées par le marché local [4].

3-2 Industries de transformation

En 2013, 37.34% des apports de la flotte côtière, sont destinés principalement aux unités de congélation, 15.46% destinés à la farine et huile de poissons et 13.02% aux conserveries [5].

II. Secteur des industries de la pêche

L'industrie du poisson, est l'une des plus anciennes activités du secteur agroalimentaire. Les premiers ateliers ont été installés par les Espagnols à partir de 1918 à Tanger, puis à Mohammedia pour le traitement du thon. Depuis, cette activité a fait du chemin, et aujourd'hui, ses aptitudes sont mondialement reconnues [6].

L'industrie de transformation et de valorisation des produits de la pêche occupe une place privilégiée dans l'économie marocaine, du fait qu'elle traite près de 70% des captures de la pêche côtière et exporte environ 85% de sa production sur une centaine de pays dans les cinq continents. Le secteur des industries de la pêche est très diversifié et compte, en 2012, 414 unités qui regroupent les activités de conserve de poissons, semi-conserve, conditionnement à l'export des produits de la mer frais, congélation, fabrication de farine et huile de poisson et traitement des algues marines.[7]

Tableau 7: Nombre d'établissements agréés par type d'activité (2012) [7]

Activités	Établissements agréés par la DIP
Congélation	189
Conserve	48
Semi conserve	34
Conditionnement des poissons frais	58
Conditionnement des coquillages	23
Farine et huile de poisson	25
Décorticage des crevettes	11
Entreposage	13
Autres (Salaison, fumage, surimi)	13
Total unités à terre	414

1. Industrie de conserve de poisson

L'industrie du conserve de poisson au Maroc est le fruit d'une longue évolution et d'accumulation de savoir faire. Elle regroupe actuellement 48 unités actives, offrant une capacité de traitement journalière de 3 000 tonnes de matière première et employant 35 000 salariés entre permanents et saisonniers. Ces unités concentrées essentiellement à Safi (20) et Agadir (12).

En 2012, cette industrie a réalisé un chiffre d'affaires à l'export de 4,3 milliard de Dh. Les destinations les plus importantes de la conserve marocaine sont le marché européen (39% des exportations) et le marché africain (43%) [7].

La sardine est la reine de la conserve Marocaine, son volume dans les exportations de conserves est toujours proche de 90% quelque soit les années considérées. Les autres conserves principales sont du maquereau et du thon.

B. Sel en agroalimentaire

I. Techniques de production du sel alimentaire

La fabrication et l'utilisation du sel sont l'une des industries chimiques les plus anciennes, plusieurs sources de production sont possibles.

1. Sel gemme

Le sel gemme est un dépôt de minerai contenant une grosse concentration de sel comestible. Ces gisements de sel ont été constitués par l'évaporation ancienne de lacs ou de mers intérieures. Ce type de dépôts est appelé évaporite. Chaque gisement a une composition particulière. On peut y trouver de l'halite presque pure (NaCl), mais également, de la sylbite (KCl) ou du gypse (CaSO₄). Ces dépôts peuvent être extraits traditionnellement dans une mine ou par injection d'eau. L'eau injectée dissout le sel et la solution de saumure peut être pompée à la surface où le sel est récolté.

2. Sel de mer

Le sel est également obtenu par évaporation de l'eau de mer, habituellement en bassins peu profonds chauffés par la lumière de soleil. Après évaporation seuls les grains de sel restent sur les tables salantes. Cette pratique est appelée la saliculture. C'est une méthode qui est restée traditionnelle et artisanale.

II. Types de sel

1. Sel naturel

Le sel naturel n'est pas raffiné et contient encore tous ses minéraux naturels. Il a donc des propriétés gustatives et un aspect différent suivant la quantité de minéraux qu'il contient. Le sel des marais salants ou le sel gemme non raffiné rentrent dans cette catégorie.

Le sel de mer non raffiné est plus riche en magnésium (sous forme de chlorure de magnésium) ainsi qu'en oligo-éléments et en fer.

Cependant, les sels naturels peuvent ne pas contenir suffisamment d'iode pour empêcher les maladies dues à des insuffisances d'iode comme le goitre. Ils sont utilisés pour déneiger ou dégeler les routes.

2. Sel raffiné

Le raffinage permet d'obtenir un sel de couleur blanche. Il est alors composé de NaCl pratiquement pur (99,9 %) et reste le plus employé dans l'alimentation. Environ 7 % du sel raffiné est aussi utilisé comme additif, mais la plus grande partie est destinée aux usages industriels (fabrication du papier, réglage de la teinte des textiles et des tissus, production de savons et détergents). Aujourd'hui, la majeure partie du sel raffiné est préparée à partir du sel gemme extrait des mines de sel. Après que le sel brut a été remonté des mines, on le raffine pour l'épurer et pour faciliter son stockage. La purification comporte habituellement une phase de recristallisation. Durant cette phase, une solution de saumure est traitée avec des produits chimiques qui précipitent les impuretés (en grande partie des sels de magnésium et de calcium). Des étapes multiples d'évaporation permettent alors de rassembler les cristaux purs de chlorure de sodium, qui sont séchés au four ou en autoclave.

Des agents anti-agglomérants et de l'iodure de potassium sont généralement ajoutés au moment de la phase de séchage. Ces agents sont des produits chimiques hygroscopiques qui absorbent l'humidité évitant le colmatage des cristaux de sel [8].

III. Dosage du sel

Les méthodes de dosage développées ci-dessous sont celles les plus utilisées par l'industrie agroalimentaire.

1. Spectrométrie de masse couplée à un plasma inductif (ICP-MS)

a.Principe :

1. Mise en solution de l'échantillon.
2. Introduction de l'échantillon dans une chambre de vaporisation.
3. Nébulisation de l'échantillon à l'aide d'argon gazeux (transformation en un aérosol liquide composé de micro gouttelettes de quelques μm).
4. Ionisation: L'aérosol est envoyé dans une torche à plasma d'argon à très haute température (entre 6 000 et 10 000°C) suffisante pour vaporiser, dissocier, atomiser et ioniser complètement la plupart des éléments.
5. Séparation (m/z) et détection.

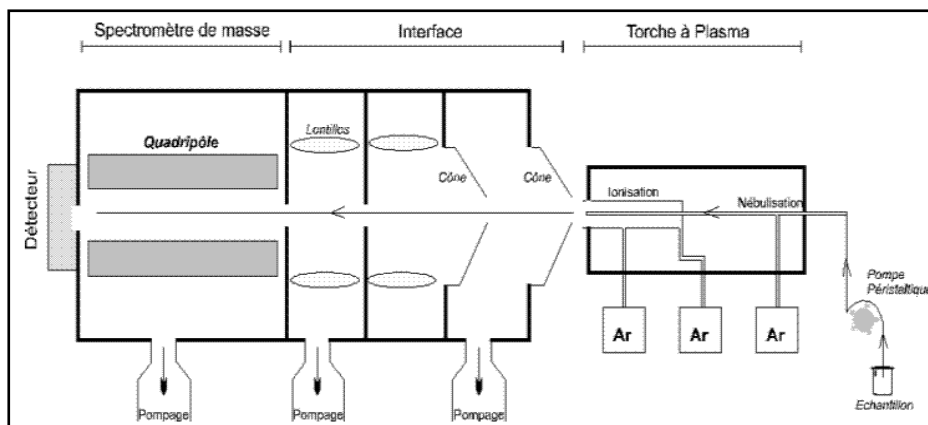


Figure 5 : Principe de la spectrométrie de masse couplée à un plasma inductif (ICP-MS)

2. Spectrométrie d'absorption atomique (SAA)

Cette technique permet de doser uniquement le sodium, il faut donc dissocier les chlorures.

a.Principe :

1. Mise en solution.
2. Pulvérisation dans une flamme ou dans un four en graphite et transformation en vapeurs atomiques.
3. Envoi sur ces vapeurs d'une radiation caractéristique des atomes à doser.
4. Absorption de la radiation par les atomes non excités sur le trajet de la lumière.
5. Comparaison des absorbances obtenues à celles de la solution étalon.

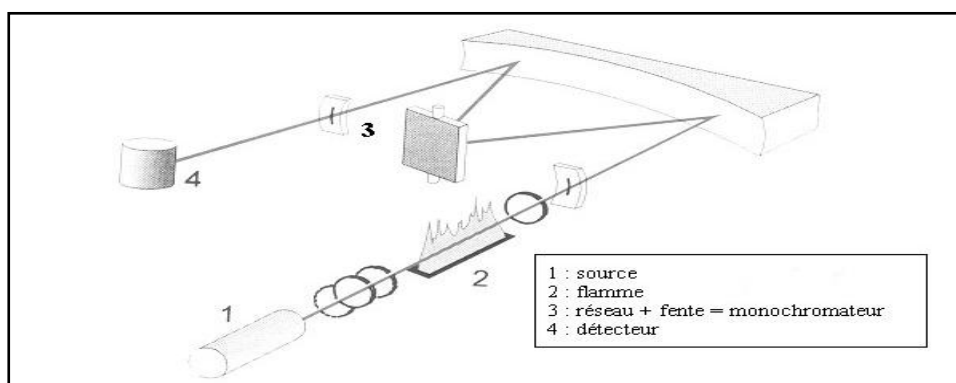


Figure 6 : Principe de la spectrométrie d'absorption atomique (SAA)

Le prix de la machine est élevé (environ 100 000 euros), mais l'analyse par soustraction reste abordable. La limite de détection est de l'ordre du ppm en flamme et du ppb en four.

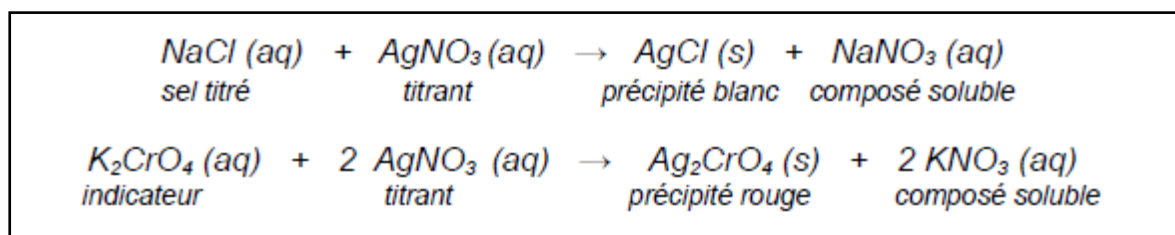
3. Titrage volumétrique

3-1 Méthode de Mohr

Cette méthode concerne les produits neutres et légèrement basiques. Elle s'applique au beurre et au poisson salé.

a.Principe :

Le titrage volumétrique est basé sur la précipitation différentielle de deux anions : Cl^- et $(\text{CrO}_4)_2^-$ par l'ajout d'une solution de nitrate d'argent (AgNO_3) en milieu neutre ou alcalin. L'ajout d'un indicateur coloré, le chromate de potassium (K_2CrO_4), est nécessaire.



Cette méthode est peu chère et facile à mettre en œuvre. L'inconvénient c'est qu'elle permet également le dosage d'autres ions car il existe des interférences possibles du Cl^- avec les ions bromure, iodure, cyanure, sulfure, thiosulfate, orthophosphate et sulfite.

3-2 Méthode de Charpentier-Volhard

Cette méthode concerne les produits acides. Elle s'applique au fromage, à la viande et aux produits de la mer transformés. C'est la méthode utilisée au niveau de la société CIBEL pour le dosage de la teneur en sel dans les conserves de poisson.

a.Principe :

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

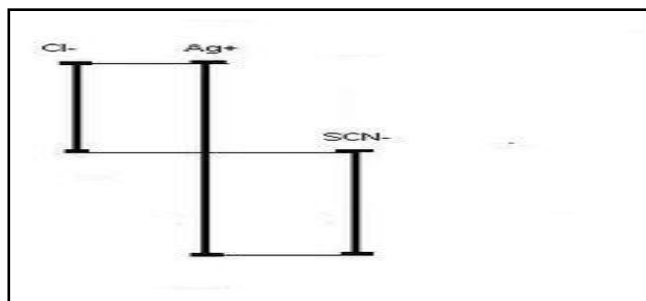


Figure 7 : Schéma de dosage du sel

Il s'agit d'une méthode de dosage des ions Cl^- par l'utilisation de 2 solutions étalons (AgNO_3 et KSCN).

1. Ajout d' AgNO_3 en excès : $\text{Cl}^- (\text{aq}) + \text{Ag}^+ (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{AgCl} (\text{s})$
2. Dosage de l'excès d'ions d'argent par une solution titrée de thiocyanate de potassium (KSCN) : $\text{Ag}^+ (\text{aq}) + \text{SCN}^- (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{AgSCN} (\text{s})$ (couleur blanche)
3. Détection du point de fin de titrage à l'aide d'un indicateur composé d'ion fer (III), l'alun de fer ammoniacal : $3 \text{Fe}^{3+} (\text{aq}) + 3 \text{SCN}^- (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3 (\text{aq})$ (couleur rouge-orange)

Le titrage volumétrique est peu cher et simple [9].

Partie II :
Etude Expérimentale

I. Détermination de la teneur en sel selon la méthode de Charpentier-Volhard

a. Principe

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

b. Réactifs

- ✓ Acide nitrique concentré à 65%
- ✓ Solution nitrate d'argent 0,1N (AgNO_3)
- ✓ Solution thiocyanate d'ammonium 0,1N (NH_4SCN)

c. Mode opératoire

- ✓ Hacher un échantillon représentatif du poisson
- ✓ Peser environ 2g de la chair du poisson et la placer dans un erlenmeyer de 150 ml
- ✓ Ajouter 5ml de la solution nitrate d'argent
- ✓ Ajouter 20ml d'acide nitrique concentré à 65%
- ✓ Chauffer et laisser 15min sur plaque chauffante à 250°C
- ✓ Après ébullition ajouter 20 ml d'eau distillé et poursuivre le chauffage pendant 15min
- ✓ Laisser refroidir à température ambiante
- ✓ Ajouter 2ml d'alun de fer et titrer avec thiocyanate d'ammonium 0,1 N jusqu'à l'apparition d'une légère coloration rouge brune

d. Expression des résultats

$$\text{Teneur en sel (exprimée en NaCl) en \%} = \frac{V_1 - V_2}{P} * 0,585$$

Avec :

V_1 : Volume d' AgNO_3 0,1N ($V_1=5\text{ml}$)

V_2 : Volume d' NH_4SCN 0,1N versé en ml

P : Prise d'essai en g

II. Détection de l'origine du problème lié à la teneur en sel dans les conserves de poissons à l'huile végétale et élaboration d'un plan d'action

Devant le souci majeur des entreprises d'améliorer la qualité des produits fabriqués, les industriels accordent ces dernières années une place importante à l'amélioration continue de leurs produits afin de satisfaire les besoins du marché et des clients.

La majorité des produits du Complexe Industriel BELHASSAN sont exportés principalement vers l'Afrique, l'Europe et le moyen Orient, avec un faible pourcentage vers le marché local, ce qui impose des clients de plus en plus exigeants, et nécessitent ainsi l'utilisation des démarches qui assurent l'amélioration de la production tout en respectant les exigences de la qualité du produit fini.

1. Description de la problématique

La qualité organoleptique d'un produit, étant un pré-requis pour le consommateur, c'est pour cela que, les clients exigent et imposent toujours des normes à respecter et à mettre en considération à cet égard.

C'est ainsi que la société CIBEL, s'est engagée dans une vision de maîtrise complète du processus de fabrication des conserves de poisson à l'huile, afin de corriger le problème lié à la teneur en sel du produit fini, qui ne respecte pas la norme imposée par les clients.

Ce problème s'est posé, depuis l'utilisation de la méthode de saumurage qui est pratiquée par presque la majorité des conserveries, et qui consiste à introduire le poisson préalablement préparé (étêter, éviscérer, et équeuter), dans une goulotte centrale contenant de la saumure à une concentration de 20°B. Cette méthode diffère d'une conserverie à l'autre, selon l'emplacement de la goulotte centrale, qui se situe soit entre la ligne de préparation et la ligne d'emboitage dans certaines conserveries, ou entre les deux lignes de préparation dans d'autres, c'est le cas de la société CIBEL, dont elle a posé des problèmes, en ce qui concerne le temps de saumurage non contrôlé, conduisant ainsi, à des pièces de poisson trop salées et d'autres peu salées. Un autre problème a été également relevé à savoir : le déversement des eaux saumurées dans la mer qui sont très chargées en sel (Tableau 8) et nécessitent ainsi, un traitement préalable avant de les rejeter [10].

Tableau 8 : Paramètres chimiques (mg/l) au niveau du collecteur général d'une conserverie de poisson (2003) (Valeurs entre parenthèses : normes autorisées au Maroc et en Tunisie*) [11].

MES	NTK	Détergents	Cl-	Ca ²⁺	Na ⁺
1295	117,6	1,05	16271	541,1	6637,5
(50)	(30)	(3)	(600)*	(500)*	(300)*

Tous ces problèmes ont poussé la société à remplacer l'utilisation de la saumure au niveau des lignes de fabrication des conserves, par l'ajout du sel sec directement dans les boîtes de conserves d'une façon manuelle. Cette technique avait comme inconvénient les quantités non précises du sel ajoutées par les ouvrières dans chaque boîte, ce qui conduisait à des teneurs en sel hors normes.

Pour résoudre ce problème, le responsable maintenance a installé une enceinte remplie du sel sec au niveau de chaque sertisseuse, cette enceinte est liée à un détecteur de métal afin de détecter le passage des boîtes métalliques. Donc, après jutage avec de l'huile, une quantité du sel est injectée dans chaque boîte de conserve. Cette technique a posé plusieurs problèmes : d'une part la quantité du sel non précise injectée dans chaque boîte (même problème posé par la méthode d'ajout du sel sec d'une façon manuelle), et d'autre part il y'avait le problème du sel qui se fixe entre le crochet de corps et le crochet du couvercle et empêche ainsi l'étanchéité de la boîte (Figure 8).

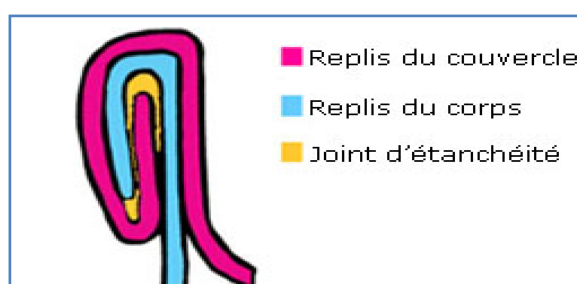


Figure 8 : Structure de serti montrant le joint d'étanchéité où se fixe le sel

Afin de résoudre ces problèmes, la société a décidé d'ajouter le sel dans les boîtes déjà garnies du poisson sous forme de saumure de 20°B mélangée avec de l'huile. Ce mélange est assurée au niveau des machines grâce à un moteur qui fait circuler les deux liquides (huile et saumure) avec une grande vitesse jusqu'à l'écoulement du mélange dans les boîtes de conserves (Figure 9).

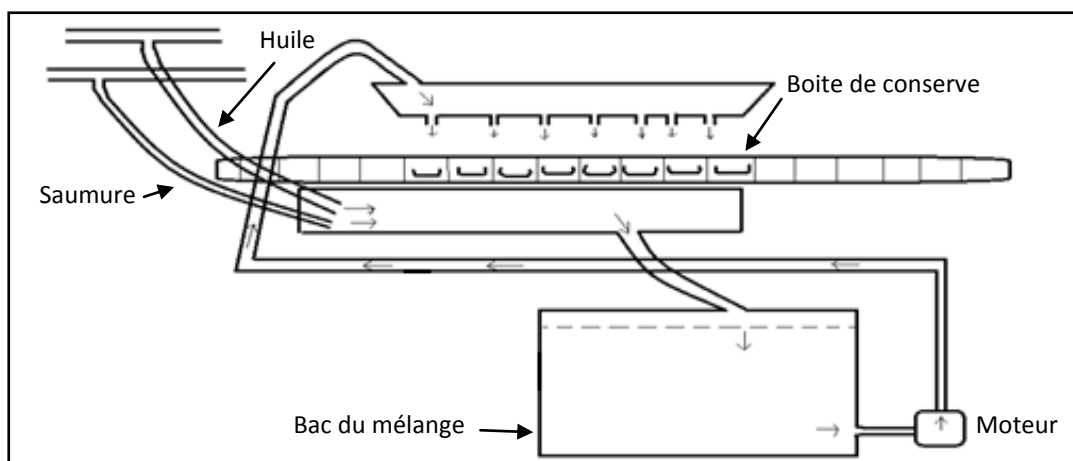


Figure 9 : Schéma représentatif de la machine de jutage

Cette technique du mélange n'a pas résolu le problème, du fait que l'analyse de la teneur en sel réalisée au niveau du laboratoire sur les trois produits de la société, pour lesquels cette méthode est utilisée (conserves de maquereaux, de sardines, et de sardines, sans peau, sans arrête à l'huile végétale) a montré une variation aléatoire et reste globalement inférieure par rapport aux exigences des clients (Tableaux 9, 10, 11 et figures 10, 11, 12). Il y'avait plusieurs réclamations à ce propos, qui proposaient d'avoir un malaxeur au niveau du bac, et un débitmètre pour régler la vitesse d'écoulement de l'huile et de la saumure.

Remarque : le problème de la teneur en sel s'est posé seulement pour les conserves à l'huile végétale de format $\frac{1}{4}$ club 30, du fait que les autres conserves du même format mais au naturel ou à la sauce, le sel est ajouté au moment de la préparation du milieu de couverture. Donc, la quantité du sel est maitrisable et même s'il y'avait un dépassement de la norme autorisée, ça sera à cause d'une mauvaise préparation du milieu. Pour les autres formats des conserves (Haute $\frac{1}{2}$, Jiteney), ou des bocaux de poisson à l'huile végétale, la quantité des conserves produite est faible. Donc, le sel sec est ajouté directement avant jutage, avec précision pour chaque ajout.

L'analyse de la teneur en sel est réalisée sur sept marques pour les conserves de sardines à l'huile végétale, quatre marques pour les conserves de SPSA et sur deux marques pour les conserves de maquereaux, du fait que l'intervalle du PNE, avant jutage diffère d'une marque à l'autre. Nous avons réalisé plusieurs prélèvements à différentes dates, et pour chaque marque, on a prélevé 3 échantillons (Boîtes de conserves) d'une façon aléatoire (Tableau 9, 10 et 11).

Tableau 9 : Résultats du suivi de la teneur en sel dans les conserves de sardines à l'huile végétale

Date de prélèvement	Produit	Marque	Poids Net	Poids Net Egoutté	Eau exsudée en %	Teneur en sel en %	Norme exigée pour la teneur en sel
02/03/2015	Sardine à l'huile Végétale	Belfort	128,5	91	9,33	0,9	1%
			126,5	88,5	7,9	0,87	
			130	94,5	7,69	0,87	
	Sardine à l'huile végétale	Fiesta	128,5	82,5	5,05	0,67	1%
			129	86,5	6,97	0,61	
			128,5	84	8,56	0,76	
04/03/2015	Sardine à l'huile végétale	Obappa	127	91,5	10,23	0,67	1%
			126	90,5	10,31	0,73	
			128,5	101,5	7,78	0,49	
	Sardines au citron et à l'huile végétale	Jadran	130,5	101,5	7,66	0,46	1%
			127	91	9,05	0,61	
			128	84,5	9,76	0,76	
05/03/2015	Sardines à l'huile végétale	Jadran	125,5	86	7,17	0,43	1%
			128	89	7,81	0,49	
			127,5	92	7,84	0,64	
	Sardines à l'huile végétale	Boite Blanche	128,5	96,5	5,05	0,73	1%
			135,5	104,5	8,11	0,58	
			130	97	6,92	0,73	
09/03/2015	Sardine à l'huile végétale	Mer du sud	131	105	9,92	0,93	1%
			131,5	90,5	9,12	0,61	
			128,5	90,5	4,66	0,93	
	Sardine à l'huile végétale	Monica	123	98,5	7,31	0,55	1%
			125,5	96	7,56	0,58	
			127,5	90	7,84	0,67	

Remarque :

Le pourcentage d'eau exsudée se calcule seulement pour les conserves de poissons conditionnées à l'huile végétale, selon la formule suivante :

$$\text{Eau exsudée en \%} = \frac{V}{PN} * 100$$

Avec :

V : Volume d'eau exsudée dans le produit fini (consERVE de poissons)

PN : Poids Net

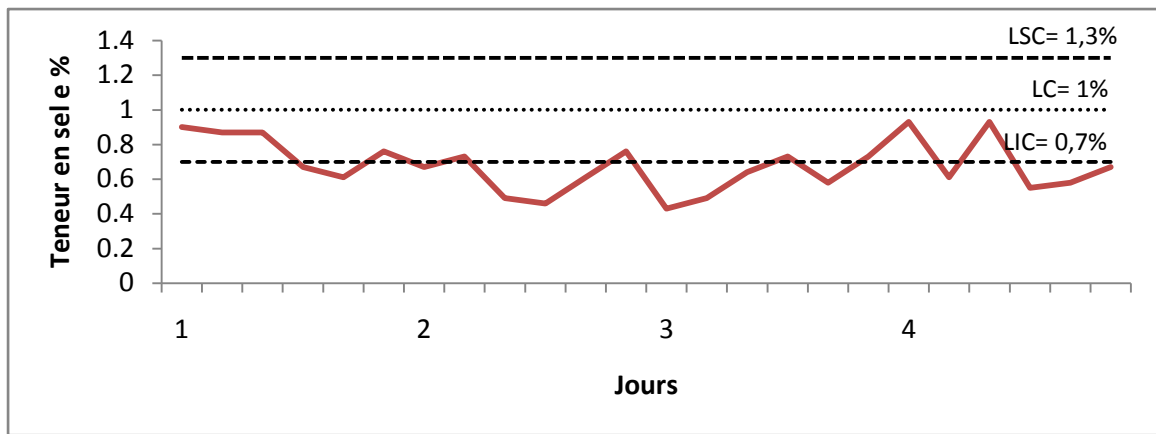


Figure 10 : Teneur en sel dans les conserves de sardines à l'huile végétale

N.B : LSC : Limite Supérieure de Contrôle

LC : Limite Centrale

LIC : Limite Inférieure de Contrôle

➤ **Interprétation des résultats**

- Les clients du Complexe Industriel BELHASSAN imposent une teneur en sel de 1%, qui est régie par la norme européenne de $(1 \pm 0,3\%)$ pour tous les produits de la société. Mais comme le montre la figure 10, la teneur en sel est en dessous de la limite inférieure (0,7%) pour la plupart des échantillons et varie également, d'une façon aléatoire pour une même marque (Tableau 9).
- Nous avons également, remarqué que certains échantillons ne respectent pas la norme exigée pour l'eau exsudée (Tableau 9), qui doit être normalement inférieure à 8% pour les conserves de sardines à l'huile végétale (Voir annexe 2, tableau 1).

Tableau10 : Résultats du suivi de la teneur en sel dans les conserves de sardines, sans peau, sans arrête à l'huile végétale

Date de prélèvement	Produit	Marque	Poids Net	Poids Net Egoutté	Eau exsudée en %	Teneur en sel en %	Norme exigée pour la teneur en sel
03/03/2015	SPSA	Boite Blanche	127	95	6,29	0,67	1%
			130	90,5	6,15	0,52	
			127	90,5	4,72	0,38	
	SPSA	Fiesta	128,5	97,5	9,33	0,64	1%
			128	95	8,59	0,58	
			126,5	95,5	8,69	0,55	
10/03/2015	SPSA	gut and gusting	127	95	3,14	0,55	1%
			127,5	98	5,49	0,52	
			126,5	97	6,32	0,73	
	SPSA	Almare sea food	132	99	4,54	0,58	1%
			130	93	4,61	0,67	
			129,5	90,5	2,31	0,67	
11/03/2015	SPSA	Boite Blanche	131	96	4,19	0,64	1%
			124	87,5	6,45	0,96	
			130,5	95,5	3,83	0,4	
	SPSA	Almare sea food	129	89,5	9,3	0,76	1%
			128,5	89,5	2,33	0,46	
			128,5	97	3,5	0,73	

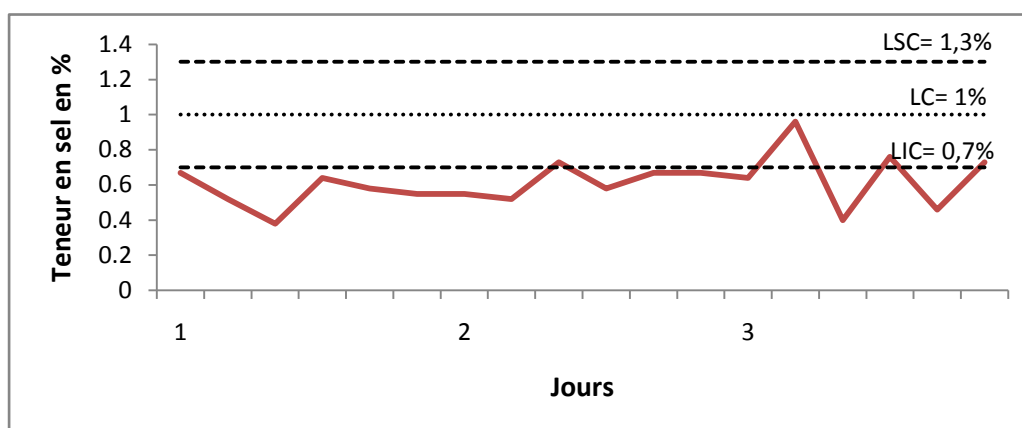


Figure 11 : Teneur en sel dans les conserves de sardines, sans peau, sans arrête à l'huile végétale

➤ **Interprétation des résultats**

- Nous avons relevé les mêmes problèmes pour les conserves de sardines, sans peau, sans arrête, que ce soit pour la teneur en sel qui est en dessous de la limite inférieure (0,7%) pour la plupart des échantillons et varie d'une façon aléatoire pour une même marque (Figure 11, tableau 10), ou pour la teneur en eau (eau exsudée) qui a dépassé la limite régie par la norme européenne (Tableau 10) pour certains échantillons, qui doit être normalement inférieure à 6% pour les conserves de sardines, sans peau, sans arrête à l'huile végétale (Voir annexe 2, tableau 2).

Tableau11 : Résultats du suivi de la teneur en sel dans les conserves de maquereaux à l'huile végétale

Date de prélèvement	Produit	Marque	Poids Net	Poids Net Egoutté	Eau exsudée en %	Teneur en sel en %	Norme exigée pour la teneur en sel
04/03/2015	FMVT	Boite Blanche	130	91	3,48	1,02	1%
			129	92,5	3,1	0,84	
			126	80	2,38	0,61	
06/03/2015	FMVT	Boite Blanche	131	90	4,58	0,61	1%
			128	84,5	3,51	0,67	
			130,5	90,5	4,59	0,67	
11/03/2015	FMO	Boite Blanche	127,5	73	3,92	0,76	1%
			128	86	3,58	0,67	
			133,5	101	3,37	0,64	
16/03/2015	MPSA	Almare sea food	130	91	4,2	0,9	1%
			129,5	98,5	2,31	0,61	
			127	78	2,36	0,76	

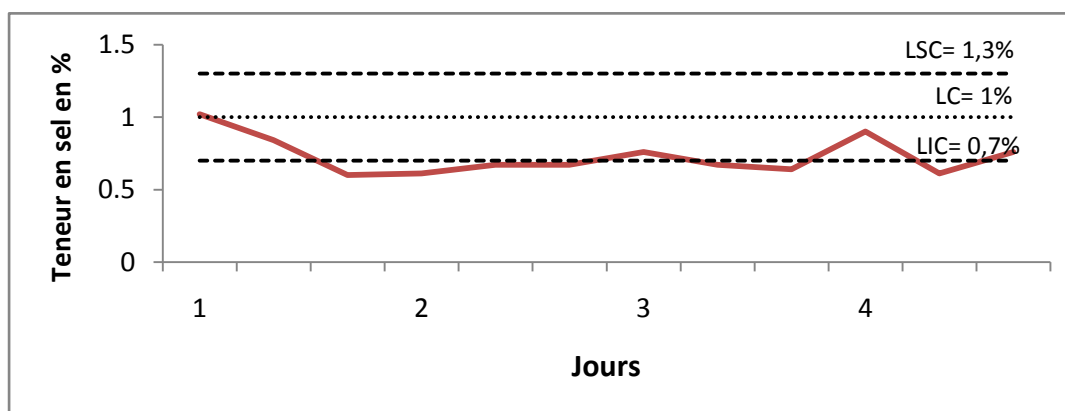


Figure 12 : Teneur en sel dans les conserves de maquereaux à l'huile végétale

➤ **Interprétation des résultats**

- Pour les conserves de maquereaux à l'huile végétale, le tableau 11 montre qu'il n'y a pas un dépassement de la norme pour l'eau exsudée qui doit être inférieure à 6% (Voir annexe 2), mais la figure 12 montre que certains échantillons des conserves de maquereaux dépassent la limite inférieure tolérée pour la teneur en sel (0,7%) et varie d'une façon aléatoire.

Pour ces raisons, je me suis intéressée, dans la présente étude à la détection de l'origine du problème, ainsi qu'à l'élaboration d'un plan d'action.

2. Description des produits à analyser

Cette étude a porté sur Trois produits de la société (Conserves de sardines à l'huile végétale, de maquereaux et de SPSA), commercialisés seulement sous deux marques (Mer de sud et Boite blanche), du fait que l'intervalle du PNE avant jutage, diffère d'une marque à l'autre.

Tableau12 : Caractéristiques des produits analysés

Produit	Conserves de sardines à l'huile végétale	Conserves de SPSA à l'huile végétale	Conserve de maquereaux à l'huile végétale
Marque	Mer de sud	Boite Blanche	Boite Blanche
Intervalle du PNE avant jutage	De 95 à110g	De 90 à 100g	De 85 à90g
PN	125 g avec une erreur maximale tolérée de -5g	125 g avec une erreur maximale tolérée de -5g	125 g avec une erreur maximale tolérée de -5g
PNE du produit fini	90 g avec une erreur maximale tolérée de -8g	90g avec une erreur maximale tolérée de -8g	90 g avec une erreur maximale tolérée de -8g
Méthode de cuisson	Les boites remplies par la sardine sont inversées et rangées sur des grilles et acheminées vers les cuiseurs continus.	la sardine sans peau sans arrêt est rangée directement sur des grilles qui sont acheminées vers les cuiseurs statiques.	Le maquereau est rangé directement sur des grilles qui sont acheminées vers les cuiseurs statiques.
Temps de refroidissement après cuisson	Après cuisson on procède directement au jutage.	Après cuisson on procède directement au grattage, filetage, emboitage puis jutage.	Après cuisson le maquereau est refroidi à plus de 24h avant de procéder au grattage, filetage, emboitage puis jutage.
Norme exigée pour l'eau exsudée en %	<8%	<6%	<6%
Norme exigée pour la teneur en sel en %	1±0,3%	1±0,3%	1±0,3%

3. Stratégie du travail

Face à ce problème, nous avons décidé de travailler comme suit :

- Inventaire des différentes causes qui seraient à l'origine du problème de la variation aléatoire et la faible teneur en sel dans les conserves de poisson à l'huile,
- Vérification par une série d'essais expérimentaux,
- Evaluation des résultats des tests en les comparants avec les situations antérieures,
- Elaboration d'un plan d'action.

3.1 Inventaire des causes

Nous avons choisi d'utiliser la technique de brainstorming, afin de mettre en évidence toutes les causes de l'origine du problème étudié. Elle permet de produire un maximum d'idées en groupe dans un minimum de temps, de favoriser la créativité et de faire émerger des idées nouvelles. Nous avons procédé par poser des questions aux différents opérateurs dans la chaîne de fabrication des conserves de poisson, et nous avons pu relever les causes suivantes :

- ✓ Taux du sel initial dans la matière première (maquereau, SPSA et sardine) ;
- ✓ Absence d'un débitmètre qui règle la vitesse d'écoulement de la saumure et de l'huile (déjà signalée dans les réclamations clients), ce qui cause une différence des débits au niveau des différentes sertisseuses ;
- ✓ Absence d'un malaxeur pour mélanger l'huile et la saumure (déjà signalée dans les réclamations des clients). Le mélange est assuré au niveau des machines grâce à un moteur qui fait circuler les deux liquides (huile et saumure) avec une grande vitesse, jusqu'à l'écoulement du mélange dans les boîtes de conserves ;
- ✓ Poids Net Egoutté de la boîte de conserve avant jutage, qui diffère d'une boîte de conserve à l'autre ;
- ✓ Le temps de refroidissement et la méthode de cuisson (cuisson statique ou continue) de la matière première, qui ont un effet très important sur la teneur en eau du produit fini, et donc, sur la différence de la teneur en sel d'un produit à l'autre ;
- ✓ La taille de sardine qui peut être différente d'une marque à l'autre, ce qui peut avoir un effet sur le degré de dilution ;
- ✓ La concentration de la saumure préparée par les ouvrières ;
- ✓ La non faisabilité du mélange de l'huile et de la saumure.

3.2 Vérification par une série d'essais expérimentaux

Après l'inventaire des différentes causes possibles, nous avons procédé à leur vérification par une série d'essais expérimentaux pour les trois produits (conserves de sardines à l'huile végétale, de SPSA et de maquereaux) ; afin de déceler la véritable cause. C'est pour cela que nous avons procédé comme suit :

1. Vérifier l'effet du taux du sel initial, par l'analyse de la teneur en sel, de la matière première (sardine, maquereau et sardine, sans peau, sans arrêt) après cuisson. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 13 : Résultats d'analyse de la teneur en sel de la matière première après cuisson

Matière première	Teneur en sel en %		
	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3
Sardine	0,43	0,4	0,43
Sardine, sans peau, sans arrêt	0,64	0,64	0,61
Maquereau	0,61	0,58	0,58

2. Afin de vérifier l'effet d'autres causes, nous les avons réglés et refait l'analyse de la teneur en sel, afin d'évaluer les résultats obtenus par rapport aux résultats antérieurs et nous avons procédé comme suit :

- ✓ Détermination des débits de l'huile et de la saumure au niveau d'une machine et les fixer afin de tester tous les échantillons dans les mêmes conditions. Ceux-ci ont été fixés respectivement à 19,69 l/min et à 1,49 l/min ;
- ✓ Fixation du poids net égoutté de la boîte de conserve avant jutage pour les trois produits à 90 g, pour avoir le même degré de dilution pour un même produit ;
- ✓ Travailler sur une seule marque pour chaque produit (Mer de sud pour les conserves de sardines et boîte blanche pour les conserves de maquereaux et SPSA) ;
- ✓ Préparation d'une saumure de 20°B ;
- ✓ Réalisation du mélange de l'huile et de la saumure à l'aide d'un malaxeur et procéder au remplissage des boîtes déjà garnies du poisson ;

Les résultats de l'analyse de la teneur en sel sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableau 14 : Résultats d'analyse de la teneur en sel dans les conserves de sardines à l'huile végétale

Produit	Marque	Poids Net	Poids Net Egoutté du produit fini	Eau exsudée en %	Teneur en sel en %
Conserves de sardines à l'huile végétale	Mer de sud	131	83,5	10,11	0,96
		127	82,5	7,69	0,61
		128,5	83,5	10,68	0,9
		130	82,5	6,29	0,64
		128	82,5	5,46	0,58
		128,5	81	5,83	0,52
		128,5	82,5	8,56	0,87
		129	80,5	7,36	0,78
		129	79,5	7,36	0,76

Tableau 15 : Résultats d'analyse de la teneur en sel dans les conserves de sardine, sans peau, sans arrête à l'huile végétale

Produit	Marque	Poids Net	Poids Net Egoutté du produit fini	Eau exsudée en %	Teneur en sel en %
Conserves de sardines, sans peau, sans arrête à l'huile végétale	Boite Blanche	125	86	6,4	0,93
		128,5	86,5	3,89	0,46
		128,5	87,5	6,22	1,02
		128,5	88,5	5,44	0,64
		127,5	87,5	4,7	0,58
		131	89	6,1	1,05
		125	86,5	5,6	0,76
		126,5	88,5	4,74	0,58
		131	87,5	5,34	0,73

Tableau16 : Résultats d'analyse de la teneur en sel dans les conserves de maquereaux à l'huile végétale

Produit	Marque	Poids Net	Poids Net Egoutté du produit fini	Eau exsudée en %	Teneur en sel en %
Conserves de maquereaux à l'huile végétale	Boite Blanche	125,5	92,5	5,66	0,99
		124,5	91,5	6,42	1,08
		126,5	94	6,32	1,08
		130	93	3,84	0,84
		131	90	3,05	0,64
		130	90,5	3,07	0,7
		128	91	4,68	0,73
		130	95	3,46	0,76
		128,5	92,5	2,72	0,61

3.3 Evaluation des résultats des tests en les comparants avec les situations antérieures

- ✓ Nous avons remarqué d'après le tableau 13 qui traduit le taux initial du sel dans la matière première, que la teneur en sel de sardine, sardine, sans peau, sans arrête et de maquereau est presque la même, d'un échantillon à l'autre, pour un même produit.
- ✓ Les tableaux 14, 15 et 16 montrent que même après fixation du poids net égoutté de la boite de conserve avant jutage, la fixation des débits de l'huile et de la saumure, la réalisation du malaxage, le problème de faible teneur en sel persiste pour certains échantillons, dont les valeurs sont de 0,52-0,58-0,61-0,64% pour les conserves de sardines à l'huile végétale ; de 0,46-0,58-0,64% pour les conserves de SPSA et de 0,61-0,64% pour les conserves de maquereaux, respecte l'intervalle régi par la norme

européenne pour d'autres, et varie d'une façon aléatoire : de 0,52 à 0,96% pour les conserves de sardines à l'huile végétale ; de 0,46 à 1,05% pour les conserves de SPSA et de 0,61 à 1,08% pour les conserves de maquereaux.

- ✓ Nous avons aussi constaté que la teneur en sel, augmente avec l'augmentation de la teneur en eau du produit fini, pour un même produit. Cette teneur en eau a dépassée aussi la limite régie par la norme européenne, que ce soit pour les conserves de sardines à l'huile végétale (tableau 14), dont nous avons eu des échantillons avec un pourcentage d'eau exsudée de 10,11-10,68 et de 8,56%, qui doit être normalement inférieure à 8%, ou pour les conserves de SPSA et de maquereaux à l'huile végétale (tableaux 15 et 16), dont nous avons eu des échantillons avec des valeurs de 6,1-6,4-6,22 et de 6,42-6,32%, qui doivent être normalement, inférieure à 6%.

Conclusion

A la lumière de ces résultats nous pouvons dire que la teneur en sel de la matière première (sardine, maquereau, sardine sans peau sans arrêt), peut avoir un effet sur la différence du taux de sel, d'un produit à l'autre, mais pas pour un même produit. Même remarque pour l'effet de la méthode de cuisson et le temps de refroidissement qui diffère d'un produit à l'autre : pour le maquereau le refroidissement est réalisé en chambre froide, à plus de 24 h après cuisson sur grille en cuiseur statique, donc, il sera bien égoutté avant de procéder le grattage, filetage et mise en boîte, alors que la sardine, sans peau, sans arrêt est grattée directement après cuisson directe sur grille, et la sardine subie une cuisson en boîte dans les cuiseurs continus et passe directement au jutage, avant qu'elle soit bien égoutté, ce qui risque de diluer le milieu de couverture. Donc, ce ne sont pas les causes de la variation aléatoire du taux du sel pour un même produit.

Malgré la standardisation d'un certain nombre de paramètres, tels que le PNE avant jutage, les débits, et l'utilisation des malaxeurs, nous avons obtenu pour un même produit une grande différence dans le pourcentage d'eau exsudée.

D'après ces résultats nous pouvons dire aussi que l'utilisation de la méthode de mélange de l'huile avec la saumure, ne permet pas de maîtriser la quantité de saumure mise dans chaque boîte. C'est pour cela que nous avons eu une grande différence dans le pourcentage d'eau exsudée et de la teneur en sel. L'utilisation de cette méthode a ajouté un autre problème au lieu de résoudre celui du sel ; il s'agit de l'augmentation du taux d'eau dans le produit fini.

3.4 Elaboration d'un plan d'action

Afin de résoudre ce problème, nous avons décidé d'utiliser la saumure, mais cette fois-ci, sous forme de doses ajoutées dans les boîtes de conserve, déjà garnies du poisson directement avant jutage. Tout en prenant en compte, les paramètres suivants :

- ✓ Taux du sel cible ($1 \pm 0,3\%$) ;
- ✓ Poids Net Egoutté de la boîte de conserve avant jutage, qui est régi d'un intervalle de 85 à 90 g pour le maquereau, de 95 à 110 g pour la sardine, et de 90 à 100 g pour la sardine, sans peau, sans arrête ;
- ✓ Poids Net Egoutté et le Poids Net du produit fini, qui doivent être respectivement de 90 et 125 g, avec une erreur maximale tolérée qui est respectivement de -8 et -5g ; (voir annexe 3)
- ✓ Concentration de la saumure utilisée (20°B);
- ✓ Dose de la saumure ajoutée ;
- ✓ Teneur en eau (eau exsudée) du produit fini ; qui doit être inférieure à 6% pour les conserves de sardines, sans peau, sans arrête et de maquereaux, et inférieure à 8% pour les conserves de sardines. (annexe 2)

a. Méthodologie suivie pour la détermination des doses de saumure

Pour déterminer la dose de saumure à ajouter pour chaque produit (conserves de sardines, de sardines, sans peau, sans arrête et de maquereaux), nous avons utilisé la norme sur la teneur en eau du produit fini, et nous avons procédé comme suit :

- ✓ Jutage des boîtes de conserves déjà garnies du poisson (ces boîtes sont bien pesées afin de respecter l'intervalle régi pour le PNE avant jutage) avec de l'huile sans saumure ;
- ✓ Détermination du pourcentage moyen d'eau exsudée, ainsi que le Poids Net Moyen de chaque produit (conserves de sardines, de sardines, sans peau, sans arrête et de maquereaux) ;
- ✓ Détermination du pourcentage d'eau exsudée de chaque dose de saumure par rapport au Poids Net Moyen ;
- ✓ Calcul du pourcentage total d'eau exsudée.

Les résultats sont présentés dans les tableaux suivants (17, 18, 19, 20, 21 et 22) :

Tableau 17 : Poids Net Moyen et pourcentage moyen d'eau exsudée des conserves de sardines à l'huile végétale

Produit	Poids Net Egoutté avant jutage à l'huile	Poids Net	Poids Net Egoutté du produit fini	Eau exsudée en %
Conserves de sardines à l'huile végétale	98	129,5	88,5	5,01
	99	129,5	90	4,63
	101,5	128	90,5	5,85
	102,5	129	90,5	5,42
	103	131	92,5	5,34
	105	131	95	4,58
	106,5	131	98	4,58
	107	130	97,5	5,76
	108	130,5	99,5	5,36
Moyenne		129,94		5,17

Tableau 18 : pourcentage d'eau exsudée de chaque dose de saumure et pourcentage total d'eau exsudée (conserves de sardines à l'huile végétale)

Doses de saumure en ml	Pourcentage d'eau exsudée de chaque dose /PNM	Total d'eau exsudée en %
8 ml	6,15	11,32
7 ml	5,38	10,55
6 ml	4,61	9,78
5 ml	3,84	9,01
4 ml	3,07	8,24
3 ml	2,30	7,47
2 ml	1,53	6,70
1 ml	0,76	5,93

➤ **Interprétation des résultats**

- Le calcul du pourcentage moyen d'eau exsudée des conserves de sardines à l'huile végétale sans saumure, le PNM, le pourcentage d'eau exsudée de chaque dose de saumure/PNM, ainsi que le pourcentage total d'eau exsudée, nous a permis de déterminer les doses nécessaires à ajouter pour les conserves de sardines à l'huile végétale, pour avoir une teneur en eau inférieure à 8% et qui sont de 3ml, 2ml, et 1ml (Tableau 18).

Tableau 19 : Poids Net Moyen et pourcentage moyen d'eau exsudée des conserves de sardines, sans peau, sans arrête à l'huile végétale

Produit	Poids Net Egoutté avant jutage à l'huile	Poids Net	Poids Net Egoutté du produit fini	Eau exsudée en %
Conserves de sardines, sans peau, sans arrête à l'huile végétale	90	126,5	87,5	3,16
	91,5	127	89,5	4,72
	92	126,5	88,5	3,55
	93,5	126	91	3,17
	96	126,5	94,5	3,95
	97,5	128	93	4,29
	98	128,5	95,5	4,66
	99,5	129	99	3,87
	100	129,5	97,5	4,24
Moyenne		127,5		3,95

Tableau 20 : pourcentage d'eau exsudée de chaque dose de saumure et pourcentage total d'eau exsudée (conserves de SPSA à l'huile végétale)

Doses de saumure en ml	Pourcentage d'eau exsudée de chaque dose /PNM	Total d'eau exsudée en %
8 ml	6,27	10,22
7 ml	5,49	9,44
6 ml	4,70	8,65
5 ml	3,91	7,86
4 ml	3,13	7,08
3 ml	2,34	6,29
2 ml	1,56	5,51
1 ml	0,77	4,72

➤ **Interprétation des résultats**

- D'après le tableau (20) nous avons constaté que les doses qui nous permettent d'obtenir un pourcentage d'eau exsudée final inférieure à 6%, pour les conserves de sardines, sans peau, sans arrête à l'huile végétale sont de 2ml et 1ml.

Tableau 21 : Poids Net Moyen et pourcentage moyen d'eau exsudée des conserves de maquereaux à l'huile végétale

Produit	Poids Net Egoutté avant jutage à l'huile	Poids Net	Poids Net Egoutté du produit fini	Eau exsudée en %
Conserves de maquereaux à l'huile végétale	85,5	127,5	87,5	0,39
	86	127,5	87,5	0
	86,5	130	89	0
	87	128,5	87,5	0
	88	130	89	0,38
	88,5	128,5	90	0,38
	89	126	91	0
	89	128	92,5	0
	90	126,5	91,5	0
Moyenne		128,05		0,12

Tableau 22 : Pourcentage d'eau exsudée de chaque dose de saumure et pourcentage total d'eau exsudée (conserves de maquereaux à l'huile végétale)

Doses de saumure en ml	Pourcentage d'eau exsudée de chaque dose/PNM	Total d'eau exsudée en %
8 ml	6,24	6,36
7 ml	5,46	5,58
6 ml	4,68	4,8
5 ml	3,9	4,02
4 ml	3,12	3,24
3 ml	2,34	2,46
2 ml	1,56	1,68
1 ml	0,78	0,9

➤ **Interprétation des résultats**

- Nous avons remarqué d'après le tableau (21) que le pourcentage moyen d'eau exsudée, pour les conserves de maquereaux sans saumure est très faible (0,12%). Alors qu'il est moyen pour les conserves de sardines, sans peau, sans arrête (3,95%) (Tableau 19), et très élevé pour les conserves de sardines (5,17%) (Tableau17). Ceci peut être expliqué par le fait que le maquereau est refroidit à plus de 24h en chambre froide, après cuisson directe sur grille. Ceci lui permet d'être bien égoutté ; alors que la sardine, sans peau, sans arrête est grattée directement après cuisson directe sur grille. Au contraire de la sardine qui a subie une cuisson en boîte et passe directement au jutage et reste encore de l'eau dans la chair, ce qui risque de diluer le milieu de couverture.

- Pour les conserves de maquereaux nous avons constaté que les doses qui nous permettent d'obtenir un pourcentage d'eau exsudée final inférieur à 6% sont de l'ordre de 7ml à 1ml (Tableau 22).
- Les PN et les PNE du produit fini comme nous l'avons déjà signalé (Tableau 12) doivent être respectivement de 125 et 90g avec une erreur maximale tolérée qui est respectivement de -5 et -8g. Alors, nous avons noté qu'aucun échantillon n'a dépassé le poids minimale toléré, que ce soit pour les conserves de sardines à l'huile, de sardines sans peau sans arrête ou de maquereaux (Tableaux 17,19 et 21) parceque nous avons bien respecté l'intervalle régi pour le PNE avant jutage.

Après avoir déterminé les doses de saumure pour chaque produit, il nous reste maintenant de les vérifier et de préciser lesquels, vont nous permettre d'avoir un produit qui respecte la norme relative à la teneur en sel.

b. Vérification des doses de saumure pour les conserves de sardines à l'huile végétale

Les doses déterminées par la méthode décrite en page 14 (4-1 Méthodologie suivie pour la détermination des doses de saumure), qui nous permettent d'avoir un pourcentage d'eau exsudée final inférieur à 8% pour les conserves de sardine, sont de 3, 2, et 1ml, mais nous avons commencé la vérification à partir de 4ml pour être sûr de la méthodologie suivie.

Les résultats sont présentés dans les tableaux suivants (23, 24 et 25):

Tableau 23 : Résultats du pourcentage d'eau exsudée et de la teneur en sel après avoir appliqué la dose de 4ml pour les conserves de sardines à l'huile végétale

Poids Net Egoutté avant jutage	Poids Net	Poids Net Egoutté du produit fini	Eau exsudée en %	Teneur en sel en %
95,5	129,5	85	7,72	1,02
99	130	88	7,69	1,08
101,5	131,5	90	7,98	1,05
102,5	131,5	92	7,6	0,99
103,5	131	93	7,63	1,02
103,5	131,5	92	8,36	1,02
106,5	132,5	95,5	8,67	1,02
107	131,5	95	8,36	1,19

➤ **Interprétation des résultats**

- D'après le tableau 23 nous pouvons remarquer que la dose de 4ml n'est pas applicable, parceque nous avons obtenu des échantillons avec une teneur en eau de plus de 8% même si la teneur en sel respecte l'intervalle régi par la norme européenne ($1 \pm 0,3\%$).

Tableau 24 : Résultats du pourcentage d'eau exsudée et de la teneur en sel après avoir appliqué la dose de 3ml pour les conserves de sardines à l'huile végétale

Poids Net Egoutté avant jutage	Poids NET	Poids Net Egoutté du produit fini	Eau exsudée en %	Teneur en sel en %
95	127,5	88	7,45	0,99
97	129	87,5	7,36	0,9
97	129	88	7,36	0,93
99	129	88,5	7,75	0,84
103	129	93,5	7,75	0,9
104,5	130	95,5	7,69	0,93
105	128,5	94,5	8,56	0,96
107	131,5	96,5	7,98	0,87

➤ **Interprétation des résultats**

- Nous pouvons remarqué d'après le tableau 24 que la dose de 3ml, nous a conduit à un taux du sel qui respecte l'intervalle régi et un pourcentage d'eau exsudée qui a dépassé la limite imposée (8%), pour un seul échantillon.

Tableau 25 : Résultats du pourcentage d'eau exsudée et de la teneur en sel après avoir appliqué la dose de 2ml pour les conserves de sardines à l'huile végétale

Poids Net Egoutté avant jutage	Poids Net	Poids Net Egoutté du produit fini	Eau exsudée en %	Teneur en sel en %
96,5	130,5	90	6,13	0,76
97,5	130,5	87,5	6,13	0,76
99	131	89	7,25	0,78
100	131	90	7,25	0,73
101,5	131	91	7,25	0,73
102	131	93	7,25	0,81
103,5	131	91,5	7,25	0,7
106	131	92	6,48	0,76

➤ **Interprétation des résultats**

- La dose de 2ml comme le montre le tableau 25, nous a permis d'avoir un taux du sel et un pourcentage d'eau exsudée, qui ne dépassent pas les normes imposées.

- Nous avons noté aussi qu'aucun échantillon n'a dépassé le poids minimal toléré, que ce soit pour le PN ou le PNE du produit fini (Tableaux 23, 24 et 25), puisque nous avons bien respecté l'intervalle régi pour le PNE avant jutage, qui doit être de 95 à 110 g pour les conserves de sardines.

c. Vérification des doses de saumure pour les conserves de sardines, sans peau, sans arrête à l'huile végétale

Les doses déterminées qui nous permettent d'obtenir un pourcentage d'eau exsudée final inférieur à 6% pour les conserves de sardines, sans peau, sans arrête, sont de 2 et 1ml, mais nous avons commencé la vérification à partir de 3ml.

Les résultats sont présentés dans les tableaux suivants (26 et 27) :

Tableau 26 : Résultats du pourcentage d'eau exsudée et de la teneur en sel après avoir appliqué la dose de 3ml pour les conserves de sardines, sans peau, sans arrête à l'huile végétale

Poids Net Egoutté avant jutage	Poids Net	Poids Net Egoutté du produit fini	Eau exsudée en %	Teneur en sel en %
90	127,5	89	5,49	1,02
92	129,5	88,5	6,56	0,93
93	129	90,5	5,81	0,99
94	128,5	91	5,44	0,99
95	127,5	93	5,49	0,96
97	129,5	92	6,94	0,99
98	129,5	94,5	6,56	0,9
99	129,5	96,5	5,79	1,05

Interprétation des résultats

- Les résultats du tableau 26 montrent que les teneurs en eau de certains échantillons ont dépassé le pourcentage régi, qui doit être inférieur à 6% pour les conserves du SPSA. Alors qu'aucun échantillon n'a dépassé l'intervalle régi pour la teneur en sel. Donc la dose de 3ml n'est pas applicable.

Tableau 27 : Résultats du pourcentage d'eau exsudée et de la teneur en sel après avoir appliqué la dose de 2ml pour les conserves de sardines, sans peau, sans arrête à l'huile végétale

Poids Net Egoutté avant jutage	Poids Net	Poids Net Egoutté du produit fini	Eau exsudée en %	Teneur en sel en %
91	125	89,5	4,8	0,9
92,5	126,5	91,5	5,53	0,81
93	126	92,5	5,15	0,81
94,5	127	92	5,9	0,9
96,5	126,5	96,5	5,53	0,84
97,5	128,5	92,5	5,05	0,81
98	128	96	4,68	0,81
99,5	128	98,5	4,68	0,87

➤ **Interprétation des résultats**

- La dose de 2ml nous a résolu le problème d'eau exsudée et en même temps nous a permis d'avoir un taux du sel conforme aux exigences.
- Même remarque concernant les PN et les PNE du produit fini, aucun échantillon n'a dépassé le poids minimal toléré (tableaux 26 et 27), du fait que nous avons bien respecté l'intervalle régi pour le PNE avant jutage, qui doit être de 90 à 100 g pour les conserves de sardines, sans peau, sans arrête.

d. Vérification des doses de saumure pour les conserves de maquereaux à l'huile végétale

Les doses qui nous permettent d'obtenir un pourcentage d'eau exsudée final inférieur à 6% pour les conserves de maquereaux, sont de l'ordre de 7 à 1ml, mais nous avons commencé les essais à partir de 5ml, puisque même si les doses 7 et 6ml nous donnent une teneur en eau final qui ne dépasse pas la norme, ils peuvent conduire à une teneur en sel très élevée.

Les résultats sont présentés dans les tableaux suivant (28, 29, 30 et 31) :

Tableau 28 : Résultats du pourcentage d'eau exsudée et de la teneur en sel après avoir appliqué la dose de 5ml pour les conserves de maquereaux à l'huile végétale

Poids Net Egoutté avant jutage	Poids Net	Poids Net Egoutté du produit fini	Eau exsudée en %	Teneur en sel en %
85	125,5	88	4,78	1,37
85,5	126,5	89	3,95	1,25
86	125	89,5	4,4	1,4
87,5	128	90	4,29	1,25
88	127,5	91,5	3,52	1,28
88,5	128	93	3,51	1,4
89	128	92,5	3,9	1,25
90	128	94	3,51	1,37

➤ **Interprétation des résultats**

- Le pourcentage d'eau exsudée obtenue avec la dose de 5ml est inférieure à 6%, mais les résultats de la teneur en sel ne sont pas convenables (Teneur en sel supérieure à la limite tolérée (1,3%)) pour certains échantillons (Tableau 28). On aura le même résultat si on avait essayé les doses de 6 et 7ml.

Tableau 29 : Résultats du pourcentage d'eau exsudée et de la teneur en sel après avoir appliqué la dose de 4ml pour les conserves de maquereaux à l'huile végétale

Poids Net Egoutté avant jutage	Poids Net	Poids Net Egoutté du produit fini	Eau exsudée en %	Teneur en sel en %
85	126	85,5	3,96	1,19
85,5	125,5	86,5	3,98	1,28
86,5	124,5	90	3,21	1,25
87	127,5	88	3,13	1,19
87,5	127,5	88,5	3,92	1,28
88	126,5	88,5	4,36	1,17
89	128	90	3,51	1,17
90	129	91	3,87	1,25

➤ **Interprétation des résultats**

- Nous pouvons constater d'après le tableau 29 que la dose de 4ml est faisable, du fait qu'elle nous a permis d'obtenir un pourcentage d'eau exsudée et une teneur en sel, qui respectent les normes régies.

Tableau 30 : Résultats du pourcentage d'eau exsudée et de la teneur en sel après avoir appliqué la dose de 3ml pour les conserves de maquereaux à l'huile végétale

Poids Net Egoutté avant jutage	Poids Net	Poids Net Egoutté du produit fini	Eau exsudée en %	Teneur en sel en %
85	125	86	3,2	0,96
86	125,5	91,5	2,78	1,05
86,5	126	88	2,77	1,05
87	125	87,5	3,6	1,08
88	126,5	89	3,16	1,17
89	124,5	86,5	3,21	1,02
90	127,5	90,5	3,13	1,02
90	126	91,5	3,17	1,11

Tableau 31 : Résultats du pourcentage d'eau exsudée et de la teneur en sel après avoir appliqué la dose de 2ml pour les conserves de maquereaux à l'huile végétale

Poids Net Egoutté avant jutage	Poids Net	Poids Net Egoutté du produit fini	Eau exsudée en %	Teneur en sel en %
88	127,5	88,5	2,74	0,84
86,5	128,5	85,5	3,11	0,81
89,5	128,5	89	2,72	0,9
85	125	86	3,6	0,81
87	129	88,5	2,32	0,87
90	129	90,5	2,71	0,9
89	128,5	91	2,72	0,87
87,5	126	89	3,17	0,84

➤ **Interprétation des résultats des tableaux 30 et 31**

- Les résultats des tableaux 30 et 31 montrent que les doses de 3 et 2ml, nous ont permis d'avoir en même temps un pourcentage d'eau exsudée inférieure à 6% et un taux du sel qui ne dépasse pas l'intervalle régi.
- Les PN et les PNE du produit fini sont conformes aux normes du fait qu'aucun échantillon n'a dépassé le poids minimal toléré (tableaux 28, 29, 30 et 31) puisque nous avons bien respecté l'intervalle régi pour le PNE avant jutage, qui doit être de 85 à 90 g pour les conserves de maquereaux.

Conclusion

La méthodologie suivie pour déterminer les doses de saumure, nous a permis de fixer les doses à ajouter pour chaque produit, sans dépasser les normes, que ce soit pour la teneur en sel, ou pour le pourcentage d'eau exsudée. Ces doses sont de 2ml, pour les conserves de

sardines, et pour les conserves de sardines, sans peau, sans arrête, et de 4, 3, 2ml pour les conserves de maquereaux. Les résultats de la teneur en sel, obtenus avec la dose de 2ml pour les conserves de sardines à l'huile végétale (Tableaux 25), sont suffisants pour confirmer que la dose de 1ml conduira à des teneurs inférieures à la limite tolérée (0,7%). Pour les conserves de sardines, sans peau, sans arrête et de maquereaux, les résultats de la teneur en sel obtenus avec la dose de 2 ml sont élevés, par rapport à ceux des conserves de sardines, par contre sans analyse de la teneur en sel nous ne pouvons pas confirmer que nous aurons à 100% des teneurs au dessus de la limite tolérée (0,7%) avec la dose de 1ml.

Conclusion générale

La présente étude a été élaborée, en vue de répondre aux exigences clients, en ce qui concerne la qualité organoleptique des conserves de poisson. Nous avons pu montrer dès les premiers essais que la méthode utilisée, par la société pour l'ajout du sel dans les conserves de maquereaux, SPSA et sardines à l'huile végétale, qui consiste à mélanger l'huile et la saumure n'était pas applicable, du fait que même après régulation des débits, la réalisation du malaxage comme a été proposé par les clients, et même après fixation du PNE avant jutage, les résultats de la teneur en sel n'étaient pas conformes aux exigences clients, mais cette méthode a ajouté un autre problème au lieu de résoudre celui du sel dont la société a souffert depuis longtemps ; il s'agit de l'augmentation de la teneur en eau (eau exsudée), qui a dépassé les normes pour certains échantillons.

C'est pour cela, que nous avons essayé une autre méthode qui consiste à ajouter la saumure de 20°B, sous forme de doses dans les boîtes de conserves avant jutage à l'huile, tout en contrôlant le taux d'eau dans le produit fini. Après avoir déterminé les doses de saumure à ajouter pour chaque produit (conserves de maquereaux à l'huile végétale, de sardines, et de SPSA), nous avons pu contrôler la quantité de saumure à déposer dans chaque boîte de conserve, qui n'était pas maîtriser par la première méthode (mélange de l'huile et la saumure). Ceci, nous a permis d'avoir une teneur en sel qui respecte l'intervalle régi par la norme européenne ($1 \pm 0,3\%$), ainsi qu'une teneur en eau finale inférieure à 8% pour les conserves de sardines et inférieure à 6% pour les conserves de maquereaux et SPSA.

Références bibliographiques

- [1] : Qualité des produits halieutiques : dosage des teneurs en histamine, azote basique volatile total (ABVT) et du taux des sulfites dans quelques produits de pêche, Master chimie, Faculté des sciences Agadir (2009). Nouredine EL BARAKA
- [2] : Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime. Département de la pêche maritime. Présentation de Plan HALIEUTIS.
- [3] : Chiffres de l'étude réalisée par la BMCE Bank, Revue d'Information de la Banque Marocaine du Commerce Extérieur, n°264 mai 1999.
- [4] : Le-secteur-des-peches-maritimes-au-Maroc.pdf
- [5] : Les produits de la pêche côtière et artisanale au cours des années 2012 et 2013. Rapport statistiques ONP
- [10] : Article : Traitement biotechnologique des effluents des conserveries de poissons (2007)
- [11] : Caractérisation des rejets liquides d'une conserverie de poissons (2007). P 229 (PDF)

Références webographiques

- [6] : <http://fr.1001mags.com/parution/food-magazine/numero-8-mars-2009/page-30-31-texte-integral>
- [7] : www.mpm.gov.ma/wps/portal/Activites-de-valorisations
- [8] : Wikipedia/Sel alimentaire
- [9] : http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/130410_rapport_sel_part_2_cle06dd12.pdf

Annexes

Annexe 1 : Evaluation de la fraîcheur du poisson selon la méthode de l'union européenne

Objet d'examen	Critères			
	Extra (3)	Bonne (2)	Moyenne(1)	Non admis (0)
Apparence				
Peau	Pigmentation brillante, pas de décoloration, mucus transparent et aqueux	pigmentation brillante mais, non luisante, mucus légèrement trouble	Pigmentation en voix de décoloration et terne, mucus laiteux	Pigmentation terne, mucus opaque
Œil	Convexe, cornée transparente, pupille noire et brillante	Convexe et légèrement enfoncée, cornée légèrement opalescente, pupille noire et terne	Plat, cornée opalescente, pupille opaque	Concave au centre, cornée laiteuse, pupille grise
Branchies	Couleur brillante, pas de mucus	Moins coloré, quelques traces de mucus clair	Légèrement opaques	Jaunâtres, mucus laiteux
Chair (abdomen)	Bleuâtre, translucide, pas de changement de couleur	Veloutée; cireuse. terne, couleur légèrement altérée	Légèrement opaque	Opaque
Couleur de la colonne vertébrale	Incolore	Légèrement rosée	Rose	Rouge
Organes	Les reins et résidus sont rouges	Les reins et résidus sont rouges ternes et le sang se décolore légèrement	Les reins, résidus et sang sont roses	Les reins, résidus et sang sont brunâtres
Etat Physique				
Chair	Ferme, élastique à surface lisse	Mois élastique	Légèrement molle à surface cireuse	Molles à surface granuleuse et les écailles se détachent facilement
Colonne vertébrale	Se casse au lieu de se détacher	Adhère	Adhère légèrement	N'adhère pas
Péritoine	Adhère à la chair	Adhère plus ou moins	Adhère légèrement	N'adhère pas
Odeur				
Branchies, peau, cavité abdominale	Odeur d'algues marines	Pas de mauvaise odeur ni d'odeur d'algues	Légèrement putride	Putride

Annexe 2 : Eau exsudée

Tableau 1: Eau exsudée pour les conserves de Sardines

Définition du défaut	Classification du défaut			
	Grave	Majeur	Mineur	Sans défaut
Eau exsudée Conditionnement à l'huile uniquement (teneur en eau exprimée en % du contenu net de la boîte)				
Inférieur ou égal à 12 et supérieur à 10	4	-	-	-
Inférieur ou égal à 10 et supérieur à 8	-	2	-	-
Inférieur à 8%	-	-	-	0

Tableau 2 : Eau exsudée pour les conserves de Maquereaux et SPSA

Définition du défaut	Classification du défaut			
	Grave	Majeur	Mineur	Sans défaut
Eau exsudée Conditionnement à l'huile uniquement (teneur en eau exprimée en % du contenu net de la boîte)				
Supérieur à 8%	4	-	-	-
Supérieur à 6 et inférieur ou égal à 8%	-	2	-	-
Inférieur à 6%	-	-	-	0

Annexe 3 : l'erreur maximale tolérée pour le PNE et le PN de la boîte de conserve

Pour les différents produits qui peuvent être fabriqués à CIBEL, l'erreur maximale tolérée pour chaque poids net de produit est donnée au tableau suivant :

Poids Net du produit (g)	Poids Net minimal toléré (g)
80	75
88	83
90	86
113	108
120	115
125	120
250	241
300	291
425	412
1000	985

En l'absence d'une réglementation européenne concernant le contrôle métrologique de la masse nette égouttée, l'erreur maximale tolérée est portée au double de celle prévue au tableau ci-dessus. Ainsi le PNE minimal toléré est présenté dans le tableau suivant :

Poids Net Egoutté du produit (g)	Poids Net Egoutté minimal toléré (g)
80	60
88	78
90	82
113	103
120	110
125	115
250	232
300	282
425	399
1000	970

***Filière Ingénieurs
Industries Agricoles et Alimentaires***



Nom et prénom : Nadia TAKI

Année Universitaire : 2014-2015

Titre : Détection de l'origine du Problème lié à la teneur en sel dans les conserves de poissons et élaboration d'un plan d'action

Résumé

Le Complexe Industriel BELHASSAN, est une société spécialisée dans la mise en conserve de poissons (Maquereau, Sardine, Sardine, sans peau, sans arrête et Thon). Pour conserver sa position dans le marché étranger et pour satisfaire ses clients, CIBEL a essayé plusieurs méthodes d'ajout du sel dans les conserves de sardines, de maquereaux et de sardines, sans peau, sans arrête à l'huile végétale, pour régler le problème lié à la teneur en sel du produit fini, qui ne respecte pas la norme exigée par les clients. Parmi ces méthodes il y'a le saumurage, l'ajout du sel sec (voir la méthode la plus optimum pour ce processus), qui sont éliminées puisqu'elles avaient posé de gros problèmes et le mélange de l'huile et de la saumure, qui est utilisée actuellement par la société.

En effet, le présent projet a pour objectif de rechercher la cause principale de la variation aléatoire et de la faible teneur en sel dans les conserves de poissons à l'huile végétale, suite à l'utilisation de la méthode de remplissage des boîtes de conserves avec un mélange de l'huile et de la saumure. Ainsi après un certain nombre d'essais, nous avons pu relever que cette méthode n'est pas applicable, du fait qu'elle a engendré un autre problème au lieu de résoudre celui du sel ; il s'agit de l'augmentation de la teneur en eau du produit fini et nous avons pu mettre en œuvre une autre méthode, qui consiste à ajouter la saumure sous forme de doses avant le jutage et ceci, nous a permis de maintenir la teneur en sel dans l'intervalle régi par la norme européenne ($1\pm 0,3\%$) et de respecter la norme, concernant la teneur en eau (eau exsudée) pour les conserves de maquereaux, de sardines et de sardines, sans peau, sans arrête à l'huile végétale.

Mots clés : Poissons, conservation, variation aléatoire, teneur en sel, saumure, teneur en eau.