

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

Faculté des Sciences
et Techniques

Ecole Inter-Etats
des Sciences et Médecine
Vétérinaires (EISMV)



Année : 2003

N° 10

**APPRECIATION DE LA QUALITE
BACTERIOLOGIQUE DES BLOCS DE PULPE
DE SOLE TROPICALE (*Cynoglossus sp*) CRUE
CONGEELEE TRAITEE A SENEGAL PECHE ET
DESTINES A L'EXPORTATION**

MEMOIRE DE DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES
DE PRODUCTIONS ANIMALES

Présenté et soutenu publiquement
14 Octobre 2003 à 10 h à l'EISMV

par

Serigne Khalifa Babacar SYLLA
Né le 21 janvier 1974 à DIELERLOU (Sénégal)

MEMBRES DU JURY :

Président : Monsieur François Adébayo ABIOLA
Professeur à l'EISMV

Membres : Messieurs : **Bhen Sikina TOGUEBAYE**
Professeur à l'UCAD
Malang SEYDI
Professeur à l'EISMV
Directeur et Rapporteur de mémoire

DEDICACES

**Au Tout Puissant ALLAH, le miséricordieux
Et à son Prophète MOHAMED (PSL)**

JE DEDIE CE TRAVAIL :

A mon père Cheikh SYLLA et

A ma mère Ndèye Awa DIA

Vous n'avez épargné aucun effort pour mon éducation et pour que ce travail puisse voir le jour.

Retrouvez ici, le fruit des nombreux sacrifices consentis à mon endroit.

A mes grands-mères feu Seynabou LO et Khoury DIME

Vous avez été plus qu'une mère pour nous.

Que Dieu vous récompense en vous accueillant dans son paradis.

A la mémoire de mes grands-pères Boubacar DIA et Mamadou SYLLA

Vos prières et vos conseils nous ont toujours accompagnés.

Que la grâce de Dieu soit sur vous.

A mes sœurs Khady, Khoury, Seynabou, Penda, Marème

Ce travail est le vôtre car vous nous avez toujours été d'un grand soutien.

A mon frère Pape SYLLA

Que Dieu nous prête longue vie.

A mon oncle Saliou DIAGNE, mes neveux Madou, Hugo, Papy et ma nièce
PENDA

A mes amis : Mamadou BA, Gabi FALL, Arona DIONE, THIOUB, MBODJ,
GOUDIABY, CISSE, MOLELE, CYPRIEN, ALAIN, AKODA, ABA,
FOFANA, DJALAL, SEYDOU

Au personnel du Laboratoire d'HIDAOA : Mmes DIA, DIEYE, MAR, Mrs
KONE, Nalla BA, TRAORE, Ablaye BA, Docteur SOW.

A l'AEVS

A l'AEVD

Aux Professeurs de l'EISMV

Aux contribuables sénégalais qui m'ont permis avec d'énormes sacrifices, d'en
arriver là où je suis.

A ma patrie, le SENEGAL.

REMERCIEMENTS

A toutes les personnes physiques et morales qui ont contribué à la réalisation de ce travail :

- Au professeur Malang SEYDI, Chef du service HIDAOA de l'EISMV
- A tout le personnel du service HIDAOA
- Au Directeur Qualité de SENEGAL PECHE S.A.

A NOS MAÎTRES ET JUGES

A Monsieur Francois Adébayo ABIOLA, Directeur de l'EISMV

Vous nous faites un grand honneur en acceptant de présider notre jury de mémoire.

Recevez nos hommages les plus respectueux.

A Monsieur Bhen Sikina TOGUEBAYE, Professeur à la faculté des sciences et techniques

Vous avez spontanément accepté de juger ce travail malgré vos nombreuses occupations.

Votre abord facile et votre esprit scientifique nous ont profondément marqué.

Soyez assuré de notre sincère reconnaissance.

A Monsieur Malang SEYDI, Professeur à l'EISMV de Dakar

Vous avez été non seulement un Directeur de mémoire, mais aussi un père.

Vos conseils judicieux et vos critiques objectives ont été un guide précieux au cours de ce travail.

Veillez trouver ici, l'expression de nos sincères remerciements et de notre profonde gratitude.

LISTE DES TABLEUX ET FIGURES

TABLEAUX :

Tableau I : Spécifications organoleptiques

Tableau II : Spécifications métrologiques

Tableau III : Spécifications physico-chimiques

Tableau IV : Spécifications bactériologiques

Tableau V : Mentions à faire figurer sur l'étiquette

Tableau VI : Classification des groupes bactériens en fonction de leurs températures de croissance

Tableau VII : Les principales affections bactériennes dues à l'ingestion de chair de poisson

Tableau VIII : Analyses statistiques des résultats

Tableau IX : Contamination des blocs de pulpe de sole par les micro-organismes à 30°C

Tableau X : Contamination des blocs de pulpe de sole par les coliformes thermotolérants à 44°C

Tableau XI : Contamination des blocs de pulpe de sole par les Staphylocoques présumés pathogènes

Tableau XII : Contamination des blocs de pulpe de sole par les ASR

FIGURES :

1 : Diagramme de fabrication de la pulpe de sole tropicale

2 : Circuit de la pulpe de sole

LISTE DES ABREVIATIONS

T°= température

Tps= temps

H= heure

Mn= minute

Jj= jour

Mm= mois

Aa= année

Rq= responsable qualité

Cf= coliformes fécaux

Fmat= flore mésophile aérobie totale

Uv= ultra violet

| | <u>Pages</u> |
|---|--------------|
| INTRODUCTION | 1 |
| <u>Première partie</u> : GENERALITES | |
| CHAPITRE I – Modes de préparation et importance économique de la pulpe de sole | 2 |
| 1. DEFINITION..... | 2 |
| 2. TECHNOLOGIE DE LA PULPE DE SOLE..... | 2 |
| 3. IMPORTANCE ECONOMIQUE..... | 2 |
| CHAPITRE II – Spécifications du produit 4 | 4 |
| <i>(Codex alimentarius)</i> | 4 |
| 1. SPECIFICATIONS GENERALES..... | 5 |
| 2. AUTRES SPECIFICATIONS..... | 6 |
| 3. CONDITIONNEMENT ET EMBALLAGE..... | 6 |
| 4. ETIQUETAGE..... | 6 |
| 5. LIVRAISON..... | 6 |
| CHAPITRE III – Bactériologie de la pulpe de sole..... 7 | 7 |
| 1. SOURCES DE CONTAMINATION..... | 7 |
| 2. NATURE DE LA FLORE BACTERIENNE..... | 8 |
| 3. INCIDENCE ECONOMIQUE ET SANITAIRE DE LA CONTAMINATION BACTERIENNE..... | 8 |
| 3.1. Incidences économiques..... | 8 |
| 3.2. Incidences sanitaires..... | 9 |
| <u>Deuxième partie</u> : ETUDE EXPERIMENTALE | 10 |
| CHAPITRE I – Matériel et Méthodes | 10 |
| 1. MILIEU..... | 10 |
| 2. MATERIEL..... | 10 |
| 2.1. Produits analysés..... | 10 |
| 2.2. Matériels pour les analyses bactériologiques..... | 10 |
| 3. METHODES..... | 10 |
| 3.1. Méthode d'échantillonnage..... | 10 |
| 3.2. Méthode d'analyses bactériologiques..... | 12 |
| 3.2.1. Germes recherchés..... | 12 |
| 3.2.2. Préparation de la solution mère et des dilutions..... | 12 |
| 3.2.3. Dénombrement des micro-organismes aérobies à 30°C | 12 |
| 3.2.4. Dénombrement des coliformes thermotolérants à 44°C | 13 |

| | |
|--|-----------------|
| 3.2.5. Dénombrement des staphylocoques présumés pathogènes | 13 |
| 3.2.6. Dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) | 14 |
| 3.2.7. Dénombrement des Salmonelles | |
| CHAPITRE II – Résultats et Discussion | 15 |
| 1. RESULTATS | |
| 1.1. Contamination des blocs de pulpe de sole par les micro-organismes aérobies à 30°C | |
| 1.2. Contamination des blocs de pulpe de sole par les coliformes thermotolérants à 44°C | 16 |
| 1.3. Contamination des blocs de pulpe de sole par les Staphylocoques présumés pathogènes | 16 |
| 1.4. Contamination des blocs de pulpe de sole par les anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) | 16 |
| 2. DISCUSSION | |
| 2.1. Appréciation du niveau de qualité globale des blocs de pulpe de sole | 17 |
| 2.2. Appréciation du niveau de contamination des blocs de pulpe de sole par la Flore aérobie mésophile à 30°C | 17 |
| 2.3. Appréciation du niveau de contamination des blocs de pulpe de sole par les coliformes thermotolérants à 44°C | 18 |
| 2.4. Appréciation du niveau de contamination des blocs de pulpe de sole par les Staphylocoques présumés pathogènes | 18 |
| 2.5. Appréciation du niveau de contamination des blocs de pulpe de sole par les Anaérobies sulfito-réducteurs | 19 |
| 2.6. Appréciation du niveau de contamination des blocs de pulpe de sole par les Salmonelles | 19 |
| CHAPITRE III -APPROCHE HACCP | 20,21,22 |
| CONCLUSION | 23 |

INTRODUCTION

Au Sénégal, les sociétés exportatrices de produits halieutiques occupent une place considérable dans l'industrie agro-alimentaire. Le secteur de la pêche maritime sénégalaise a connu une croissance spectaculaire depuis trois décennies. Les captures débarquées, qui étaient de l'ordre de 50 000 tonnes en 1965, ont atteint 450 000 tonnes en 1997 : elles ont été multipliées par plus de 7 en 30 ans, soit un taux de croissance de près de 7 % par an en moyenne , sur la période 1965-1997 (12).

Constituant aujourd'hui la première branche exportatrice du Sénégal avec un chiffre d'affaires global à l'exportation évalué à plus de 185 milliards de francs CFA, le secteur de la pêche représente, selon les dernières estimations de 2001, environ 12 % du PIB du secteur primaire et 2 % du PIB total du pays (4). Parmi les denrées qui ont généré cette valeur monétaire, les poissons élaborés et particulièrement les filets de sole figurent en bonne place.

Cependant, si l'industrie de la sole est en pleine expansion, bon nombre d'entreprises se limitent essentiellement à la transformation des produits en filets de sole (25645 tonnes exportées en 2002). Une variété de produit non moins prisée par les consommateurs européens gagnerait également à être bien valorisée. Il s'agit de la pulpe de sole congelée qui, longtemps considérée comme un produit de récupération, est devenue un produit à forte valeur ajoutée.

Cette étude menée au niveau de Sénégal-Pêche retrace la technologie appropriée à ce produit, sa qualité bactériologique et propose un plan de maîtrise des risques inhérent à son élaboration suivant la méthode HACCP.

Ce travail comprend deux grandes parties :

- Première partie : Généralités
- Deuxième partie : Etude expérimentale.

Première partie : **GENERALITES**

CHAPITRE I – Modes de préparation et importance économique de la pulpe de sole

1. DEFINITION

La pulpe de sole est un produit à base de chair de sole crue sous forme de pâte. Cette pâte de sole de consistance molle et de couleur rose pale (voir photo n°1 en annexe), est souvent mélangée avec un liant (féculé de pomme de terre) et congelée en bloc (9, 20, 28, 40).

Les espèces utilisées pour l'élaboration de la pulpe de sole tropicale appartiennent au genre cynoglossus (voir photo n°2 en annexe)

2. TECHNOLOGIE DE LA PULPE DE SOLE

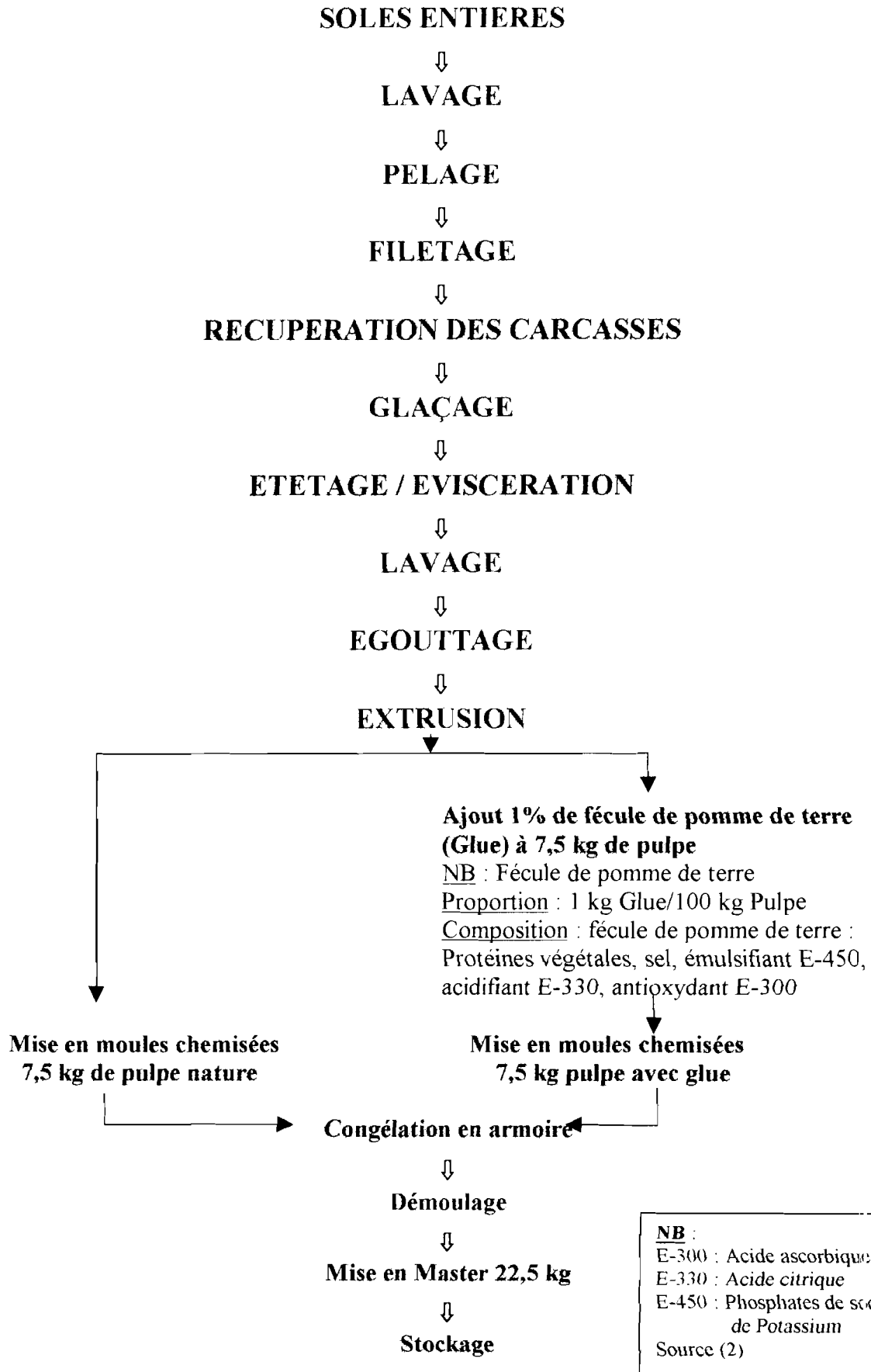
Voir Diagramme de fabrication.

3. IMPORTANCE ECONOMIQUE

L'importance économique est grande car au niveau du filetage (opération qui consiste à enlever les morceaux de chair de part et d'autre de l'arête centrale du poisson), les rendements atteignent rarement 50 % pour la sole langue. Ainsi, l'extrusion des carcasses de sole permet de récupérer les restants de chair laissés sur les squelettes et de ce fait limite considérablement les pertes à ce niveau.

Par ailleurs, la pulpe de sole est un produit très prisé par la clientèle européenne. En effet, comme en témoigne la production exportée en 2002 (15 tonnes) et son prix au kilogramme à l'exportation (0,7 dollars US) ; le manque à gagner serait considérable sans elle.

Figure n°1 : **DIAGRAMME DE FABRICATION DE LA PULPE DE SOLE**



CHAPITRE II – Spécifications du produit (10, 30)

1. Spécifications générales

| | |
|-------------------------------------|--|
| <u>Espèce</u> : | Cynoglossus spp |
| <u>Méthode et lieu de capture</u> : | Pêchée en Atlantique Centre-Est (Sénégal) et en Océan pacifique (Vietnam) |
| <u>Définition du produit</u> : | Bloc de pulpe de poisson fabriqué à partir de sole tropicale, après avoir enlevé les filets entiers sur chacune des faces du poisson |
| <u>Type de congélation</u> : | En armoire à plaques (T°= -40°C, Tps=3h 30mn) |
| <u>Type de préparation</u> : | Crue |

2. Autres spécifications

Elles sont consignées dans les tableaux suivants :

Tableau I : Spécifications organoleptiques

| Spécifications | Cible | Tolérance |
|-----------------------|---|--|
| ▪ Texture | Molle, juteuse | <i>Aucune</i> |
| ▪ Couleur | Blanc / beige à rose pâle | <i>Aucune</i> |
| ▪ Odeur | Spécifique, absence d'odeur étrangère | <i>Aucune</i> |
| ▪ Goût | Spécifique, absence de saveur étrangère | <i>Aucune</i> |
| ▪ Défectuosité | <ul style="list-style-type: none"> ➔ Absence de parasite (nématode, anisakis) ➔ Absence d'arêtes (les restes de colonne vertébrale sont considérés comme arêtes que si elles sont décelables après cuisson) ➔ Absence de corps étrangers (restes de nageoire, peau, viscère) ➔ Absence de brûlure de + de 100 cm² ➔ Absence de poche d'air de + de 7 cm² ou 2 cm³ ➔ Absence de poche de glace de + de 7 cm² ou 2 cm³ | <ul style="list-style-type: none"> <i>Aucune</i> <i>1 arête/kg</i> <i>1 unité/kg</i> <i>1 bloc/80 blocs</i> <i>1 poche d'air / bloc</i> <i>1 poche de glace / bloc</i> |

Tableau II : Spécifications métrologiques

| Spécifications | Cible | Tolérance |
|---------------------------|--|---|
| ▪ Poids net du colis | 20 kg : 2 blocs x 10 kg 22,5 kg : 3 blocs x 7,490 kg | Aucune |
| ▪ Poids net du bloc | 10 kg 7,490 kg | ⊖ Ecart maximum toléré : 150 g Poids moyen \geq 10 kg ⊖ Ecart maximum toléré : 112,5 g Poids moyen \geq 7,490 kg |
| ▪ Dimension du bloc LxIxh | 550 x 338 x 50 482 x 255 x 62 | + / - 5 mm |
| ▪ Forme du bloc | Parallélépipède régulier : longueur, largeur, hauteur constantes en tout point | 10 mm d'écart maxi, entre la valeur la plus basse et valeur la plus haute sur les 3 dimensions |

Tableau III : Spécifications physico-chimiques

| Spécifications | Cible | Tolérance |
|---------------------------|---|------------------------------|
| ▪ ABVT (à la demande) | | 25 mg d' NH_3 /100g |
| ▪ TMA/ABVT (à la demande) | | \leq 35 % |
| ▪ Corps métallique | Absence | Aucune |
| ▪ Contaminant | Absence à des taux présentant une toxicité aiguë ou chronique pour la consommation humaine (DSP/PSP, ciguatoxines, pesticides, métaux lourds, histamines) | Aucune |

Tableau IV : Spécifications bactériologiques (16)

| Micro-organismes | Norme |
|---|-------------------|
| ▪ Micro-organismes aérobies mésophiles à 30°C | 500 000 germes/g |
| ▪ Coliformes thermotolérants à 44°C | 100 germes/g |
| ▪ Staphylococcus coagulase positive | 100 germes/g |
| ▪ Bactéries anaérobies sulfite-réductrices à 46°C | 10 germes/g |
| ▪ Salmonelles | Absence dans 25 g |
| ▪ Listeria monocytogenes (à la demande) | 100 germes/g |
| ▪ <i>Vibrio cholerae, parahaemolyticus</i> (à la demande) | Absence dans 25 g |

Plan d'échantillonnage et d'interprétation conforme à l'arrêté du 21.12.1979 :

- Plan à 3 classes retenu de résolution : $n = 5$; $c = 2$
- Sauf pour Salmonelles et Listeria monocytogenes pour lesquelles un plan à deux classes ($n=5$, $c=0$) est appliqué.

3. Conditionnement et emballage

- Conditionnement ⇒ Chemise en carton paraffiné
- Emballage :
⇒ Regroupement des blocs par (2 x 10) ou (3 x 7,5) en master carton
⇒ Fermeture : par un cerclage *sans agrafe métallique* ou à l'aide de ruban adhésif.

4. Etiquetage

Tous les colis portent une étiquette sur laquelle figurent les informations suivantes :

Tableau V : Mentions à faire figurer sur l'étiquette

| | |
|--|--|
| ▪ Dénomination de vente | <i>Blocs de pulpe de sole tropicale crus congelés</i> |
| ▪ Espèce | <i>Cynoglossus spp</i> |
| ▪ méthode et lieu de capture | <i>pêchée en / au...</i> |
| ▪ Calibre | <i>7,5 kg ou 10 kg</i> |
| ▪ Poids net | <i>22,5 kg (3 blocs x 7,5 kg) ou 20 kg (2 blocs x 10 kg)</i> |
| ▪ Date de congélation | <i>jj / mm / aa</i> |
| ▪ A consommer de préférence avant fin : | <i>jj / mm / aa</i> |
| ▪ Conditions de conservation | <i>A conserver à -18°C</i> |
| ▪ La mention | <i>Ne jamais recongeler un produit décongelé</i> |
| ▪ N° d'Agrément sanitaire | <i>ADRIGEL AEROPOLE</i> |
| ▪ Importateur | <i>Immeuble Rafale – 44 340 Bouguenais (France)</i> |

5. Livraison

- **Température à cœur du produit :** ≤ -18°C
- **Mode :** Colis en vrac en conteneur congélateur de type Reefer, maintenant la température d'ambiance ≤ -18°C
- **Traçabilité :** Communication pour chaque conteneur, des numéros de lot embarqués avec notification des quantités respectives et de leur emplacement dans le conteneur.
- **Présentation :** - Colis exempts de perforation : produit contenu non visible
- Colis non effondrés : arêtes des colis d'équerre.

CHAPITRE III – Bactériologie de la pulpe de sole

1. Sources de contamination

D'une manière générale, peu d'aliments sont naturellement stériles. Ils sont parfois contaminés originellement (bactériémie, portage sain) et systématiquement de façon secondaire par le personnel, le matériel et l'environnement (45). Le muscle du poisson est pratiquement stérile de son vivant et la contamination par les bactéries ne survient qu'à partir de la mort de l'animal. Cependant, comme l'indique ROZIER (45) et LEVEAU (31), deux origines de contamination des produits de la pêche sont possibles. Il s'agit :

- d'une origine primaire ou endogène liée au milieu de vie des produits de la pêche (milieu marin, eau douce) ;
- d'une origine secondaire ou exogène qui a trait à la contamination des produits de la pêche après la capture.

Chez le poisson vivant, les micro-organismes se rencontrent initialement sur toutes les surfaces externes en contact direct avec l'eau de mer (17, 21, 27). On les trouve au niveau de la peau, des branchies, mais également des intestins (14, 46).

Selon de nombreux auteurs, la charge microbienne du poisson vivant ou fraîchement capturé est très variable (FRAZIER cité par SEYDI) (46). Elle est de l'ordre de :

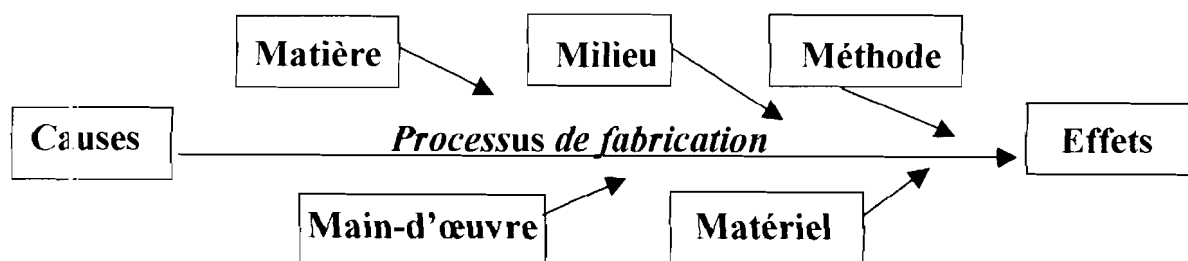
- 10^6 à 10^8 germes/ml dans les intestins
- 10^3 à 10^6 germes/g pour les branchies.

Selon SHEWAN (1974) cité par HUSS (25), la peau contiendrait 10^2 à 10^7 germes/cm².

Par ailleurs, PETIT (42) rapporte que les voies de pénétration des bactéries dans le poisson sont la peau, les branchies et l'appareil digestif.

Après la capture, les produits de la mer sont sujets à de multiples possibilités de contamination qualifiées de secondaires ou d'exogènes. Cette contamination fait intervenir deux types de vecteurs : les vecteurs animés et les vecteurs inanimés (27).

Ces vecteurs peuvent être étudiés de façon systématique en faisant appel au diagramme d'ISHIKAWA. C'est un diagramme de causes à effets permettant de recenser les causes de la contamination microbienne par les 5 M que sont : Milieu, Matériel, Main-d'œuvre, Matière et Méthode.



2. Nature de la flore bactérienne

Les bactéries se distinguent en trois groupes en fonction de leur température de croissance :

- le groupe des mésophiles
- le groupe des psychrophiles
- le groupe des thermophiles.

Le tableau ci-dessous indiquent les températures de croissance de ces trois catégories de germes.

Tableau VI : Classification des groupes bactériens en fonction de leurs températures de croissance

| Germes | Températures caractéristiques (°C) | | | Délai minimum entre 2 multiplications |
|---|------------------------------------|---------|---------|---------------------------------------|
| | Minimum | Optimum | Maximum | |
| Mésophiles (coliformes) | 5 - 10 | 30 - 40 | 45 | 20 minutes |
| Psychrophiles ou Psychrotrophes (Pseudomonas) | -5 à +5 | 20 - 25 | 30 | 60 minutes |
| Thermophiles (Clostridium) | 30 - 35 | 45 - 55 | 60 | 10 minutes |

Source (43, 45)

3. Incidence économique et sanitaire de la contamination bactérienne

3.1. Incidences économiques

L'incidence économique relève de la contamination du poisson frais par les germes d'altération. Selon LISTON (33) les micro-organismes sont les principaux responsables de l'altération des produits de la mer. Il indique par ailleurs qu'un muscle de poisson prélevé stérilement et maintenu à 0°C, se conserve plus de six semaines sans modification organoleptique détectable (33).

Par contre, des auteurs comme ADAM et coll., cités par HUSS (25) et SHEWAN (48), ont montré qu'initialement les germes d'altération, ne constituent qu'une très faible proportion (moins de 10 %) de la contamination initiale.

Toutefois, leur pourcentage augmente pendant le stockage sous glace, car ils possèdent des temps de génération courts aux températures de réfrigération (10 à 20 heures à 0°C) (6).

3.2. Incidences sanitaires

Les infections et intoxications bactériennes transmises par l'ingestion de chair de poisson sont nombreuses et variées. Le tableau ci-dessous indique les affections bactériennes et leurs symptomatologies.

Tableau VII : Les principales affections bactériennes dues à l'ingestion de chair de poisson

| Agents responsables | Durée incubation | Symptômes | | | |
|-------------------------------------|--------------------|-------------|----------|----------|--------|
| | | Vomissement | Diarrhée | Coliques | Fièvre |
| <i>Salmonella</i> | 24 h (6 → 72 h) | ± | +++ | +++ | + |
| <i>Clostridium botulinum</i> type E | 12 h (6 → 24 h) | + | ++ | + | |
| <i>Escherichia coli</i> | 12 h | + | +++ | | + |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 2 – 3 h | +++ | +++ | | + |
| <i>Vibrio parahaemolyticus</i> | 12 – 24 h | ++ | +++ | ± | |

Source (23)

Deuxième partie : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I – Matériel et Méthodes

1. MILIEU

Le milieu est représenté par le plan de masse de l'usine indiqué sur la figure n°2. Il comprend les trois circuits suivants :

- le circuit du personnel
- le circuit du produit
- le circuit des déchets

2. MATERIEL

2.1. Produits analysés

Il s'agit de 148 échantillons de blocs de pulpe de sole crue congelée (7,5 kg/bloc) prélevés au démoulage, c'est-à-dire à la sortie des armoires de congélation. Au total, 1110 kg de pulpe ont été soumis aux analyses bactériologiques.

2.2. Matériel pour les analyses bactériologiques

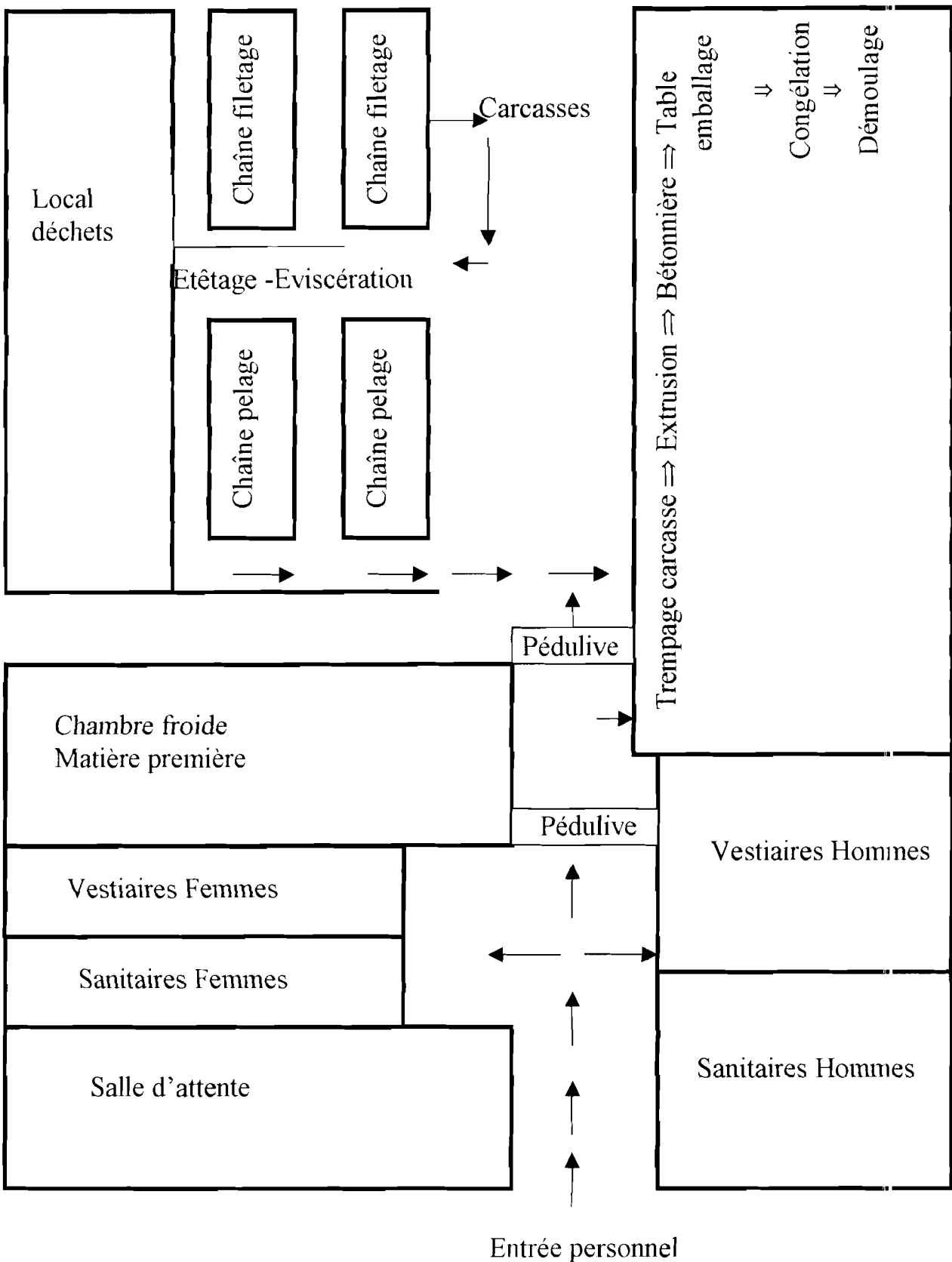
Il s'agit du matériel technique qui comprend le matériel de prélèvement (chalumeau, glacières, carbo-glace, etc.) et le matériel de laboratoire classique (balances, autoclaves, four pasteur, becs bunsen, étuves, verreries diverses, boîtes de Pétri, pipettes, milieux de cultures et réactifs...).

3. METHODES

3.1. Méthode d'échantillonnage

Les échantillons ont été prélevés à la fin de chaque journée de production, c'est-à-dire après congélation des produits. Un bloc est choisi au hasard puis acheminé directement au laboratoire en vue de son analyse.

Figure n°2 : **CIRCUIT DE LA PULPE DE SOLE
AU NIVEAU DE L'USINE**



3.2. Méthode d'analyses bactériologiques

3.2.1. Germes recherchés

Ce sont les germes suivants :

- les micro-organismes aérobies à 30°C
- les coliformes thermotolérants à 44°C
- les Staphylocoques présumés pathogènes
- les Anaérobies sulfito-réducteurs
- les Salmonelles.

3.2.2. Préparation de la solution mère (SM) et des dilutions **(NF V 08-010-Mars 1996) (3)**

Solution mère (SM)

Une quantité de 25 g est prélevée aseptiquement à partir de l'échantillon de bloc de pulpe, puis introduit dans un sachet stérile. Il est ensuite ajouté au contenu du sachet 100 ml d'eau peptonée tamponnée (EPT) stérile. Le mélange est homogénéisé au StomacherND pendant 1 à 2 minutes. Cette solution diluée au 1/5 est appelée SM. Elle servira à la préparation d'autres dilutions après 30 minutes de repos, temps nécessaire pour la revivification des germes.

Dilutions

A partir de la SM, des dilutions de plus en plus petites sont réalisées ; 5 ml de la SM sont prélevés et introduits dans un tube à essai contenant 5 ml d'EPT. On obtient une solution à 10^{-1} . De ce tube, il est prélevé 1 ml qui est introduit dans un autre tube à essai contenant 9 ml d'EPT, ce qui donne une solution à 10^{-2} . L'opération se poursuit ainsi jusqu'à l'obtention de la dilution 10^{-4} utilisée dans ce travail.

3.2.3. Dénombrement des micro-organismes aérobies à 30°C **(NF V 08-011) (3)**

Le milieu de culture utilisé pour ce dénombrement est la gélose standard pour dénombrement ou PCA (Plate Count Agar). Les ensemencements sont effectués à partir des dilutions 10^{-3} et 10^{-4} . Ici, 1 ml de chaque dilution est prélevé puis introduit dans des boîtes de Pétri stériles. Puis dans chacune des boîtes, on coule 10 à 15 ml de PCA préalablement fondu et ramené à une température de 45 à 50°C. Le tout est homogénéisé par des mouvements circulaires à la main dans un sens puis dans l'autre. On laisse solidifier avant de couler une deuxième couche qui sert de revêtement de protection contre les germes

de contamination superficielle. En effet, le milieu est peu sélectif. Après solidification de la deuxième couche, l'incubation se fait à l'étuve à 30°C pendant 48 à 72 heures avec couvercle en bas. A l'issue de ce délai, on procède au dénombrement de toutes les colonies situées entre les deux couches.

Pour avoir le niveau de contamination en germes par gramme de produit, on utilise la formule suivante :

$$\text{Nombre} = \frac{C_1 + C_2}{V (n_1 + 0,1 n_2)d}$$

C_1 et C_2 = Nombre de colonies de 2 boîtes successives comptées

V = Volume de dilution utilisé (soit 0,1 ou 1 ml)

n_1 = Nombre de boîtes de Pétri comptées pour la première dilution

n_2 = Nombre de boîtes de Pétri comptées pour la deuxième dilution

d = facteur de dilution à partir duquel le premier comptage a été fait.

Ceci est valable pour tous les autres dénombrements.

3.2.4. Dénombrement des coliformes thermotolérants à 44°C **(NF V 08-060) (3)**

Le milieu de culture utilisé pour le dénombrement des coliformes thermotolérants est le « Violet Red Bile Lactose Agar » (VRBL). La dilution 10^{-1} est utilisée pour les ensemencements. Les boîtes de Pétri sont coulées en double couche. L'incubation se fait à 44°C pendant 24 à 48 heures. Ces bactéries apparaissent rouge foncé. Seules les colonies ayant un diamètre supérieur à 0,5 mm sont prises en compte.

3.2.5. Dénombrement des staphylocoques présumés pathogènes **(NF V 08-014) (3)**

L'isolement se fait sur le milieu « Baird Parker » (BP) auquel on ajoute du jaune d'œuf et du tellurite de potassium, le tout coulé en boîte de Pétri. Après 0,1 ml de la solution 10^{-1} est étalé en surface. L'incubation se fait à 37°C pendant 48 heures. Les colonies de *Staphylococcus aureus* apparaissent noires, brillantes, rondes, bombées, d'un diamètre compris entre 0,5 et 2 mm et présentent un liséré opaque entouré d'une auréole d'éclaircissement. On poursuit l'identification des colonies en réalisant le test à la coagulase.

3.2.6. Dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) **(NF V 08-061) (3)**

Le milieu de culture utilisé est la gélose Trypticase Sulfite Cycloserine (TSC). Un tube à essai contenant 10 ml de TSC reçoit 1 ml de la dilution 10^{-1} . Après homogénéisation du mélange, on y met quelques gouttes de paraffine pour favoriser l'anaérobiose. Lorsque le milieu se solidifie, on incube à 37°C pendant 24 heures, les colonies noires et grosses sont dénombrées.

3.2.7. Dénombrement des Salmonelles **(NF V 08-01) (3)**

Elle se fait à partir de 25 grammes de produit et comporte plusieurs étapes :

➤ **Pré-enrichissement**

La solution mère est incubée à 37°C pendant 24 heures, pour permettre le développement des Salmonelles stressées.

➤ **Enrichissement**

Les milieux de culture utilisés sont le bouillon au sélénite (BS) et celui de Rappaport Vassiliadis (RV). On ajoute 1 ml et 0,1 ml de la SM dans deux tubes contenant respectivement 10 ml de BS et 10 ml de RV. Après homogénéisation, le mélange contenant le BS est incubé à 37°C pendant 24 heures et celui contenant le RV est incubé à 42°C pendant 24 heures.

➤ **Isolement**

On utilise deux milieux : la gélose lactosée au vert brillant (GVB) et la gélose Hektoen (HK). L'ensemencement se fait en surface à l'aide d'une oëse. On obtient alors 4 boîtes ensemencées dont 2 contenant du GVB et 2 autres du HK. Une des boîtes de chaque milieu est ensemencée avec le mélange contenant le BS et l'autre boîte avec le mélange contenant le RV. Les 4 boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 heures. Sur GVB, les colonies rouges sont récupérées et sur HK les colonies à centre noir sont récupérées.

➤ **Purification**

L'ensemencement se fait sur gélose nutritive (GN). Ce sont les colonies suspectes qui sont ensemencées. L'incubation dure 18 à 24 heures à 37°C.

➤ **Identification**

On utilise la galerie API 20E qui comporte 20 micro-tubes contenant des substrats déshydratés. Les micro-tubes sont inoculés avec une suspension bactérienne qui reconstitue les milieux. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des réactions colorées spontanées ou révélées par l'addition de réactifs.

Ces réactions sont interprétées à l'aide du tableau de lecture et l'identification fait appel à un catalogue analytique d'identification.

CHAPITRE II – Résultats et Discussion

1. RESULTATS

Le tableau III indique les moyennes, minima et maxima obtenues pour chaque type de germes à la suite de l'analyse des 148 échantillons.

Les Salmonelles n'ont pas été mises en évidence.

Tableau VIII : Analyses statistiques des résultats

| | | FMA. | COLIF. | STAPH. | ASR |
|------------|--------|-------------------|---------------|---------------|-------------|
| Nombre Ech | Valide | 148 | 148 | 148 | 148 |
| Moyenne | | 577.750,00 | 96,35 | 28,85 | 0,14 |
| Minimum | | 1.000 | 0 | 0 | 0 |
| Maximum | | 9.500.000 | 1.240 | 1.000 | 10 |

1.1. Contamination des blocs de pulpe de sole par les micro-organismes aérobies à 30°C

L'annexe 1 indique les niveaux de contamination (fréquence et pourcentage) pour la flore totale.

Le tableau IV présente la répartition de la contamination des 148 échantillons par la flore totale en fonction de la norme.

Tableau IX : Contamination des blocs de pulpe de sole par les micro-organismes à 30°C

| Résultats | Fréquence | Pourcentage | Pourcentage cumulé |
|------------------|------------------|--------------------|---------------------------|
| Acceptable | 30 | 20,3 | 20,3 |
| Non satisfaisant | 7 | 4,7 | 25 |
| Satisfaisant | 111 | 75 | 100 |
| TOTAL | 148 | 100 | |

1.2. Contamination des blocs de pulpe de sole par les coliformes thermotolérants à 44°C

L'annexe 2 indique les niveaux de contamination (fréquence et pourcentage) pour les coliformes thermotolérants à 44°C.

Le tableau ci-dessous présente la répartition de la contamination des 148 échantillons par ces coliformes en fonction de la norme.

Tableau X : Contamination des blocs de pulpe de sole par les coliformes thermotolérants à 44°C

| Résultats | Fréquence | Pourcentage | Pourcentage cumulé |
|------------------|------------|-------------|--------------------|
| Acceptable | 8 | 5,4 | 5,4 |
| Non satisfaisant | 3 | 2 | 7,4 |
| Satisfaisant | 137 | 92,6 | 100 |
| TOTAL | 148 | 100 | |

1.3. Contamination des blocs de pulpe de sole par les Staphylocoques présumés pathogènes

L'annexe 3 indique les niveaux de contamination (fréquence et pourcentage) pour les Staphylocoques présumés pathogènes.

Le tableau ci-dessous présente la répartition de la contamination des 148 échantillons par ce groupe de germe en fonction de la norme.

Tableau XI : Contamination des blocs de pulpe de sole par les Staphylocoques présumés pathogènes

| Résultats | Fréquence | Pourcentage | Pourcentage cumulé |
|--------------|------------|-------------|--------------------|
| Acceptable | 3 | 2,3 | 2,3 |
| Satisfaisant | 145 | 98 | 100 |
| TOTAL | 148 | 100 | |

1.4. Contamination des blocs de pulpe de sole par les anaérobies sulfito-réducteurs (ASR)

L'annexe 4 indique les niveaux de contamination (fréquence et pourcentage) pour les ASR.

Le tableau ci-dessous présente la répartition de la contamination des 148 échantillons par les ASR en fonction de la norme.

Tableau XII : Contamination des blocs de pulpe de sole par les ASR

| Résultats | Fréquence | Pourcentage | Pourcentage cumulé |
|--------------|-----------|-------------|--------------------|
| Satisfaisant | 148 | 100 | 100 |

2. DISCUSSION

La discussion sera axée sur deux points :

- Appréciation du niveau global de la qualité bactériologique de la pulpe de sole
- Appréciation qualitative et quantitative des flores recherchées.

Dans les deux volets de cette discussion, nos résultats seront comparés à ceux de travaux antérieurs sur le même produit et/ou des produits qui se rapprochent le plus de la pulpe de sole (filets de sole, couronnes de sole, médaillons de sole, sole tropicale Pan Ready, ...).

2.1. Appréciation du niveau de qualité globale des blocs de pulpe de sole

Comparés aux normes françaises, les résultats se répartissent comme suit :

- 93,12 % sont satisfaisants
- 5,54 % sont acceptables
- 1,34 % sont non conformes.

Avec 1,34 % de non conformité, le niveau de qualité des blocs de pulpe de sole est appréciable. La figure de l'annexe 5 donne une représentation graphique de ces résultats. Nichols et coll. (39) ont obtenu sur des pâtés de poisson un taux de non conformité assez proche du nôtre (1,7 %). D'autres études réalisées sur 160 échantillons de filets de sole (47) et 191 échantillons de sole tropicale Pan Ready (38), ont révélé respectivement 19,97 % et 3,14 % de non conformité. Ces résultats largement supérieurs aux nôtres montrent qu'il y a une amélioration significative dans la maîtrise de la qualité bactériologique des produits issus de la sole au fil des années.

2.2. Appréciation du niveau de contamination des blocs de pulpe de sole par la Flore aérobie mésophile à 30°C

La moyenne générale est de $5,7 \cdot 10^5$ germes/g de pulpe de sole. Cette moyenne est supérieure à celles obtenues par :

- OUATTARA (1986) : $2,6 \cdot 10^5$ germes/g de filet de sole ;
- NDIAYE (1998) : $3,17 \cdot 10^5$ germes/g de filet de sole ;
- DIALLO (2002) : $0,57 \cdot 10^5$ germes/g de filet de sole ;
- SADAGA (2003) : $2,3 \cdot 10^5$ germes/g de filet de sole.

Par contre, elle est inférieure à celle trouvée par MAZRA (36) : $8,5 \cdot 10^5$ germes/g de filet de sole.

Le dénombrement de cette flore permet d'apprécier la charge microbienne du produit. Par rapport aux critères retenus, elle est responsable d'un caractère non conforme de 4,7 % des échantillons de pulpe de sole. Ce taux de non

conformité obtenu s'explique d'abord par la qualité des matières premières utilisées. En effet, les carcasses de sole sont considérées comme les déchets du filetage lors du traitement des soles à l'usine. A ce niveau, les risque de rupture d'un tube digestif sont très élevés et les carcasses sont facilement contaminées. Ensuite, cela s'explique également par le long séjour des carcasses de sole dans les bacs de ramassage avant leur traitement. Il a été constaté quelquefois une absence de glaçage des carcasses en surface ou alors un glaçage insuffisant (le ratio devrait être 2,5 kg de glace/kg de produit).

Par ailleurs, DOUGLAS (13) a montré que les carcasses issues du filetage sont très contaminées (10^7 germes/g)

2.3. Appréciation du niveau de contamination des blocs de pulpe de sole par les coliformes thermotolérants à 44°C

Les coliformes thermotolérants ou « fécaux » : Entérobacter, Citrobacter, Klebsiella et plus particulièrement *Escherichia coli*, sont de fidèles indicateurs de la contamination fécale des aliments (1).

Par rapport aux critères, ils sont responsables du caractère non conforme de 2 % des échantillons. Les résultats montrent aussi une moyenne générale de $0,96.10^2$ coliformes par gramme de produit. Cette moyenne est inférieure à celles trouvées par d'autres auteurs qui ont travaillé sur la chair ou les filets de sole. En effet, MAZRA (36) a obtenu pour 60,9 % des échantillons analysés, une moyenne de $6,25.10^2$ germes/g de filets de sole alors que NDIAYE (37) a obtenu une moyenne de $2,92.10^2$ coliformes fécaux/g de filets congelés.

Il faut attribuer la présence de ces coliformes à un manque d'hygiène du personnel. Mais il faut aussi préciser que la présence de ces coliformes fécaux est surtout facilitée par le mode d'étêtage qui s'effectue transversalement à la paroi abdominale de la sole. Ce qui favorise l'émission des germes entériques en grand nombre.

Par ailleurs, l'hygiène du matériel et le respect de la fréquence de renouvellement des bains de lavage (toutes les 30 minutes) nécessitent une surveillance accrue des opérations. Cependant, en incisant la tête jusqu'à la base de la cavité abdominale de manière oblique, il doit être possible d'éviter l'émission des germes du tube digestif de la sole.

2.4. Appréciation du niveau de contamination des blocs de pulpe de sole par les Staphylocoques présumés pathogènes

La moyenne générale obtenue est de 28,85 germes par gramme de produit. Tous les échantillons analysés sont conformes aux normes. Cependant les résultats montrent que 14 échantillons ont un nombre de germes supérieur à 100. Fort heureusement, ils ont tous une coagulase négative.

La majorité des *Staphylococcus aureus* sont coagulase positive, mais il existe des souches atypiques de Staphylocoques qui ont une coagulase négative. En effet, selon MATTHEWS et all. (34), l'identification biochimique des Staphylocoques peut être incorrecte et du coup influencer la recherche de la prévalence des souches pathogènes et l'efficacité de certaines thérapies.

Ainsi comme l'ont montré des études récentes (7, 29, 35), il serait plus judicieux pour l'identification et la différenciation de la coagulase négative de *Staphylococcus* d'utiliser, la méthode PCR (Polymerase Chain Reaction).

2.5. Appréciation du niveau de contamination des blocs de pulpe de sole par les Anaérobies sulfito-réducteurs

La moyenne générale est de 0,14 germes par gramme de produit. Cette moyenne est faible. Elle corrobore avec celles de travaux antérieurs pour lesquels le nombre de germes obtenu pour l'ensemble des échantillons est inférieur à 100.

Il faut signaler que les spores de *Clostridium botulinum* de type E habituellement dans l'environnement marin, peuvent être présentes en même temps sur les produits de la pêche (filets de poisson, chair de poisson, ...).

Par ailleurs des études ont montré que ces germes peuvent se développer et produire leur toxine à des températures de 3,3 à 4°C (18). Ainsi la faible résistance de leur forme végétative à la congélation pourrait expliquer le faible taux de contamination obtenu (26).

En outre, *Clostridium botulinum* se développe plus rapidement dans un environnement pauvre en oxygène, d'où le risque d'augmentation de la production de toxine, lorsque le produit est conditionné avec du matériel plastique (5, 19, 24, 32).

2.6. Appréciation du niveau de contamination des blocs de pulpe de sole par les Salmonelles

Aucune Salmonelle n'a pu être mise en évidence. Ceci est peut-être lié à nos méthodes de recherche simplifiées. En effet, comme l'indiquent CATSARAS et GREBOT (8), la recherche des Salmonelles par la méthode classique peut être négative, alors même que l'échantillon en renferme 10^5 à 10^8 germes/g. Ils l'expliquent par la présence éventuelle de germes compétiteurs (coliformes, Proteus) et à un moindre degré par le milieu d'isolement, si bien que la fréquence élevée des coliformes fécaux entraîne une forte suspicion de la présence de Salmonelles.

En outre, les Salmonelles sont les principaux responsables d'intoxications alimentaires dans le monde et particulièrement *Salmonella enteritidis* (15, 22, 49). De ce fait l'identification rapide des Salmonelles s'avère indispensable pour protéger la santé publique humaine et animale et l'industries agro-alimentaire . Beaucoup de chercheurs préconisent la détection des Salmonelles par la technique PCR en 24 heures (43).

CHAPITRE III- Approche HACCP

Le diagnostic de la qualité bactériologique des blocs de pulpe de sole, indique des mesures d'amélioration des étapes de la fabrication qui présentent des dangers. Nous proposons dans ce chapitre les actions de maîtrise appropriées de ces dangers suivant la méthode HACCP.

Cette démarche HACCP est celle qui a été préconisée par la CEE (directive 91/493). Elle débute par la mise en place d'une équipe pluridisciplinaire. Puis le diagramme de fabrication est établi (cf. technologie) et la fiche produit (cf. spécification produit).

L'analyse des risques et la maîtrise des points critiques sont effectuées de manière détaillée :

- identification des dangers associés
- identification des points critiques par utilisation d'un arbre de décision
- définition des mesures préventives
- établissement des limites critiques, des méthodes de contrôle et de leur fréquence
- description de l'action corrective et de son responsable
- établissement d'un système d'enregistrement de ces différents contrôles.

Le tableau ci-dessous décrit de manière synoptique l'approche HACCP proposée pour l'élaboration des blocs de pulpe de sole tropicale crue congelée.

Il y a après analyse, 7 points critiques essentiels :

- la collecte et le glaçage des carcasses après filetage
- l'étêtage et l'éviscération
- le lavage des carcasses après éviscération
- l'extrusion des carcasses
- le personnel
- l'eau et la glace
- le nettoyage et la désinfection

| Points critiques | Dangers | Mesures préventives | Limite critique | Méthode de contrôle | Fréquence | Mesures correctives | Par | Enregistrement |
|--|---|--|--|---|---|--|--|---|
| Personnel | Contamination du produit | Formation et sensibilisation : Contrôle médical à l'embauche – Respect des règles d'hygiène et des bonnes pratiques de fabrication | Aucune tolérance – Certificat médical | Prélèvement de main – suivi médicale périodique | Continue sur toutes les lignes – Périodique suivant programme de formation- 1 fois par an | Mesures disciplinaires | -RQ* Médecin d'entreprise | Registre contrôle hygiène personnel |
| Eau et Glace | Contamination du produit | Traitement UV* et chloration de l'eau | Critères de référence | Analyses bactériologiques | 1 fois / semaine | Renouvellement des filtres – Réglage de la pompe à chlore | Service entretien RQ* | Registre analyse Eau et Glace |
| Nettoyage – Désinfection | Survie et Contamination Mauvaise application | Programme de nettoyage et désinfection approprié Personnel formé qualifié | FMA* ≤ 100 CF* = 0 | Prélèvements de surface | Chaque jour | Modification du programme | RQ* | Registre contrôle N-D |
| Collecte et Glaçage des carcasses | Macération dans l'eau - Temps d'attente trop long-Glaçage insuffisant – Contamination | Respect des proportions optimales de glaçage – Bonne répartition de la glace | Température carcasse < 7°C | -Contrôle visuel -Prise des températures | Toutes les 30 mn | -Rajout de glace -Triage et rejet | -Chef de ligne - Contrôleur qualité | -Registre contrôle Température en cours de production- Fiche contrôle qualité |

| Points critiques | Dangers | Mesures préventives | Limite critique | Méthode de contrôle | Fréquence | Mesures correctives | Par | Enregistrement |
|----------------------------------|---|---|---|---|---------------|--|--------------------|--------------------------------------|
| Etétagage et Eviscération | Contamination du produit par des viscères | Maîtrise des techniques d'éviscération, élimination complète des viscères, célérité des opérations | Absence de viscères et de reste de peaux | Contrôle visuel | En permanence | Ecarter les carcasses souillées | Chef de Section | Registre contrôle de la production |
| Lavage des carcasses | Lavage inefficace utilisation d'eau de mauvaise qualité | Renouvellement des bains de lavage toutes les 30 mn | Température eau < 10°C | Prise de température | 30mn | Eau traitée aux UV et au chlore Maîtrise des flux de produit | Contrôleur qualité | Registre contrôle Températures bains |
| Extrusion des carcasses | Contamination et développement microbien Présence d'arête, de reste de peau, de nageoire | Maîtrise des manipulations, célérité des opérations, réduction des temps d'attente, réglage des tamis et de la vitesse du tapis | Température produit < 3,3°C – Température salle : 12°C < 1 arête/kg Absence de reste de peaux et de nageoire | Contrôle visuel Prise de température | En permanence | Triage et rejet des lots qui ne répondent pas aux critères qualité | Contrôleur qualité | Fiche contrôle qualité |

RQ* = Responsable qualité ; UV*= lumière Ultra violet

FMA*= flore mésophile aérobie ; CF*= coliformes fécaux

CONCLUSION

La pulpe de sole tropicale crue congelée en bloc est un produit dont l'élaboration est relativement simple, en dehors de l'étêtage et de l'éviscération qui demeurent des étapes de majoration des risques de contamination par rupture de la cavité abdominale de la sole.

L'objectif de cette étude menée à Sénégal-Pêche, a été d'apprécier la qualité bactériologique de ce produit très peu connu au Sénégal (2/76 entreprises de filetage-réfrigération-congélation la produisent). A partir de 148 échantillons prélevés, la flore aérobie mésophile à 30°C, les coliformes thermotolérants à 44°C, les staphylocoques présumés pathogènes, les anaérobies sulfite-réducteurs et les salmonelles ont été recherchés. Des résultats obtenus, il ressort que :

- 93,12% des échantillons sont satisfaisants
- 5,54% sont acceptables
- 1,34% sont non satisfaisants

Pour une meilleure maîtrise de la qualité bactériologique de ce produit les améliorations suivantes doivent être apportées :

-Collecte des carcasses

La collecte des carcasses se fait dans des bacs disposés sous le tapis de filetage. Du coup l'eau provenant du filetage se répand dans les bacs et les carcasses baignent dans cette eau jusqu'au moment de l'étêtage et de l'éviscération. Cette eau peut favoriser la multiplication des germes de contamination car elle constitue presque un bouillon de culture.

Pour éviter cela la conception du tapis devant évacuer les déchets provenant du filetage doit être améliorée (montage et démontage facile pour permettre un nettoyage et une désinfection parfaite). De ce fait les carcasses seront acheminées par le tapis et seront récupérées dans le local déchets dans des bacs pour être ensuite glacées.

-Circuit du produit

Les principes de la marche en avant et du non entrecroisement des courants de circulation ne sont pas respectés. Cela est dû au fait que lors de la conception de l'usine la fabrication de la pulpe de sole n'avait pas été prise en compte. En effet, la fabrication de la pulpe de sole a commencé bien après celle des filets de sole avec la demande de certains clients.

Pour améliorer le circuit du produit une salle exclusivement réservée à la pulpe de sole doit être construite .

BIBLIOGRAPHIE

1. Ababouch . L, 1991

Assurance de la qualité en industrie halieutique
Rabat : Ed . Actes, 214p

2. Adrian . J, Potus . J, 1995

Liste des additifs alimentaires
In : La science des aliments de A à Z, 2^{ieme} éd, 11-15p

3. AFNOR , 1999

Microbiologie Alimentaire : Méthodes horizontales, tome1. Paris :AFNOR, 328p

4. Agro-Ind 2002 (Union Européene-Afrique de l'ouest), 2003

Diagnostic stratégique de la filière pêche maritime-Sénégal
Ressource électronique : http://www.agro-ind.com/html_fr/senegal.html

5. Baker . A, Genigeorgis . C, 1990

Predicting the safe storage of fresh fish under modified atmospheres with respect to *Clostridium botulinum* toxigenesis by modeling length of the lag phase of growth .
Journ. Of food protection, 58, 863-866p

6. Bourgeois . C, Mescle . J, Zucca . J, 1988

Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire .
In : microbiologie alimentaire, tome1, APRIA, 49-108p

7. Carrol . P, Francis . P, 1985

The basic phage set for typing bovine Staphylococci .
Journ. Hygiene, 95, 665-669p

8. Catsaras . M, Grebot . D, 1984

Multiplication des salmonelles dans la viande hachée .
Bull. Acad. Vet. France, 57, 501-502p

9. China international fishing corporation(CIFC), 2003

Préparation à base de chair de poisson hachée.
Ressource électronique : <http://www.senegalpeche.com/poisson.htm>

10. Codex alimentarius, 1996

Code d'usage international recommandé pour le poisson congelé, 3^{ieme} éd, 57p

11. Diallo . M, 2002

Contribution à l'étude des bonnes pratiques de fabrication selon le système HACCP : appréciation microbiologiques des filets de poissons frais .
Mémoire DEA . Prod. Animale, n°10, 30p, Université de dakar

12. Direction de l'océanographie et des pêches maritimes(DOPM), 2000

Résultats généraux de la pêche maritime sénégalaise .
Statistiques du volume des captures, 11p

13. Douglas . L, 1997

Microbiological quality of catfish frames treated with selected phosphates.
Journ. Of food Protection, 60, (9), 1081-1083p

14. Faye . C, 2002

Contribution à l'étude de la contamination initiale du poisson des mers tropicales.
Th . Méd. Vét : Dakar, n° 26, 91p

15. Feng . P, 1992

Commercial essay systems for the detecting food borne Salmonella: a review
Journ. Of food Protection, 55, 927-934p

16. France République, 1980

«Arrêté ministériel du 21 décembre 1979 fixant les critères microbiologique auxquels doivent satisfaire certaines denrées alimentaires d'origine animale »

17. Frazier . W, Westhoff . D, 1978

Contamination, preservation and spoilage of fish and other seafood in food microbiology.
3^{ieme} éd, Mc. Graw. Hill, 243-254p

18. Garcia . G, Genigeorgis . C, 1987

Quantitative evaluation of Clostridium botulinum type B, E and F growth and toxin production in salamon filets stored under modified atmospheres at low and absed temperatures.
Journ. Of food Protection, 50, 390-397p

19. Garren . D, Harisson . A, 1995

Growth and production of toxin of Clostridium botulinum type E in rainbow trout under various storage conditions.
Journ. Of food Protection, 58, 863-86

20. Groupe Adrien, 2003

Les nouveaux produits : turban de sole et bâtonnets de sole

Ressource électronique : <http://www.adrimex.com/fr/S08-francesole>.

21. Guiraud . J, Galzy . P, 1980

L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Analyse du poisson et produits de la mer.

Paris : éd de l'usine nouvelle, 240p

22. Hobbs . G, Hodgkiss . W, 1982

The bacteriology of fish handling and processing.

In R. Davies – Developments in food microbiology, 71-117p

23. Humbert . F, 1998

Les salmonelles- in Manuel de bactériologie alimentaire.

Paris : éd. Polytechnica, 27-52p

24. Huss . H, 1980

Some aspects of the epidemiology of type E botulism.

In Proc. 1st world cong . Food borne infect . intox, 67p

25. Huss . H, 1988

Le poisson frais: sa qualité et altérations de qualité .

Rome : F.A.O., DANIDA, 132p

26. I.C.M.S.F, 1980

Microbial ecology of food: food commodities Academic Press, New York, 997p

27. I.C.M.S.F, 1980

Fish and shellfish and their products In Microbial ecology of food.

New York: éd. Academic Press, 2, 567-605p

28. Ikagel, 2003

Produits à base de sole tropicale.

Succédané de chair de poisson.

Ressource électronique : <http://www.ikagel.com/sole.htm>

29. Jayarao . B, Bassam . B, 1992

Subtyping of *Streptococcus uberis* by DNA amplification fingerprinting.

Journ. Clin. Microbiol. ,(30), 227-230p

30. Jouve . J , 1996

La qualité microbiologique des aliments.
Maîtrise et critères, 2^{ème} éd. , 477-485p

31. Leveau . J, 1985

Le contrôle microbiologique clef de voûte de la qualité des produits alimentaires.
Paris : éd. Lavoisier, TEC-DOC, 19p

32. Lindroth . S, 1986

Probability of growth and toxin production by nonproteolytic *Clostridium botulinum* in rockfish stored under modified atmospheres.
Journ of food Microbiol, 3, 167-181p

33. Liston . J, 1980

Health and safety of sea food.
In Food Technol. ,32, (9), 428-436p

34. Matthews . J, Olivier . S, 1994

Differentiation of *Staphylococcus* species by polymerase chain reaction based DNA fingerprinting.
Journ of Food Protection, 57, 486-489p

35. Matthews . K, Roberson . J, 1997

Identification and differentiation of coagulase negative *Staphylococcus aureus* by polymerase chain reaction.
Journ of Food Protection, 60, (6), 686-688p

36. Mazra . A, 1991

Contribution à l'étude de la qualité parasitologique, bactériologique et chimique des filets de poisson congelés produits au Sénégal.
Th. Med. Vet : Dakar, n°19, 96p

37. Ndiaye . A, 1998

Contribution à l'étude de l'évolution de la qualité bactériologique des produits de la pêche destinés à l'exportation en 1996 et 1997.
Th. Med. Vet : Dakar, n°17, 67p

38. Niang . P. N, 1996

La sole Pan-Ready congelée traitée au Sénégal: Technologie, qualité bactériologique et HACCP.
Rev. Hyg. Microb. Alimentaire, 8, (22), 14-20p

39.Nichols . J, Lauchlin . J, 1998

The contamination of Pâté. Results from the 1994 European community.
Journ of Food Protection, 61,(10), 1299-1304p

40.O.C.D.E (organisation de coopération et de développement économique), 1968

Dictionnaire multilingue des poissons et produits de la pêche.
Paris, 16 éd., 431p

41.Ouattara . B, 1986

Etude de la qualité bactériologique des filets de poisson congelés.
Th. Med. Vet : Dakar, n°20, 108p

42.Petit . A, 1987

Microbiologie des poisons .
R.T.V.A, (227), 22-25p

43.Pieter . A, Vesser . M, 1998

A polymerase chain reaction procedure for the detection of Salmonella spp
within 24 hours.
Journ. Of Food Protection, 61, (8), 1039-1042p

44.Rosset . R, 1987

Effet du froid sur les micro-organismes.
R.T.V.A, 20-26p

45.Rozier . J, Carlier . V, Bolnot . F, 1985

Bases microbiologique de l'hygiène des aliments.
Paris : éd. SEPAIC, 225p

46.Seydi . Mg, 1982

Stratégie de santé en situation de développement. Point de vue du vétérinaire :
contamination des D.A.O.A, incidence sanitaire et économique.
Rev. Med. Afr. Noire, (6), 307-409

47.Seydi . Mg, Pangui . L, Azibe . M, 1992

Qualité hygiénique des filets de poisons congelés produits au Sénégal.
Rev. Microbiol. Hyg. Alimentaire, 9, (4), 12-17p

48.Shewan . J, 1974

The biodeterioration of certain proteinaceous foodstuffs at chill temperature.
In industrial aspects of biochemistry, éd Spencer Holland, 475-490p

49. Tiejn . M, Fung . D, 1995

Salmonella and food safety.

Crit. Rev. Microbiol., 21, (1), 53-83p

50. Thiam . S, 2003

Contribution à l'étude de l'incidence du froid sur la qualité bactériologique des filets de poisson.

Mémoire DEA Production Animale, n°03, 30p, Université de Dakar

ANNEXE1 : FLORE MESOPHILE AEROBIE A 30°C

| Nombre de germes par gramme | Fréquence | Pour cent | Pourcentage cumulé |
|-----------------------------|-----------|-----------|--------------------|
| 1.000 | 1 | 0,7 | 0,7 |
| 3.000 | 1 | 0,7 | 1,4 |
| 4.000 | 1 | 0,7 | 2,0 |
| 5.000 | 4 | 2,7 | 4,7 |
| 6.000 | 3 | 2,0 | 6,8 |
| 7.000 | 2 | 1,4 | 8,1 |
| 8.000 | 2 | 1,4 | 9,5 |
| 10.000 | 1 | 0,7 | 10,1 |
| 13.000 | 5 | 3,4 | 13,5 |
| 14.000 | 1 | 0,7 | 14,2 |
| 15.000 | 2 | 1,4 | 15,5 |
| 16.000 | 1 | 0,7 | 16,2 |
| 17.000 | 1 | 0,7 | 16,9 |
| 18.000 | 1 | 0,7 | 17,6 |
| 23.000 | 1 | 0,7 | 18,2 |
| 24.000 | 1 | 0,7 | 18,9 |
| 28.000 | 2 | 1,4 | 20,3 |
| 29.000 | 2 | 1,4 | 21,6 |
| 30.000 | 2 | 1,4 | 23,0 |
| 32.000 | 2 | 1,4 | 24,3 |
| 33.000 | 1 | 0,7 | 25,0 |
| 35.000 | 2 | 1,4 | 26,4 |
| 36.000 | 1 | 0,7 | 27,0 |
| 37.000 | 2 | 1,4 | 28,4 |
| 39.000 | 1 | 0,7 | 29,1 |
| 42.000 | 2 | 1,4 | 30,4 |
| 43.000 | 2 | 1,4 | 31,8 |
| 46.000 | 1 | 0,7 | 32,4 |
| 48.000 | 1 | 0,7 | 33,1 |
| 50.000 | 1 | 0,7 | 33,8 |
| 53.000 | 2 | 1,4 | 35,1 |
| 54.000 | 1 | 0,7 | 35,8 |
| 55.000 | 1 | 0,7 | 36,5 |
| 58.000 | 1 | 0,7 | 37,2 |
| 60.000 | 2 | 1,4 | 38,5 |
| 61.000 | 1 | 0,7 | 39,2 |
| 63.000 | 3 | 2,0 | 41,2 |

| | | | |
|---------|---|-----|------|
| 65.000 | 1 | 0,7 | 41,9 |
| 73.000 | 2 | 1,4 | 43,2 |
| 75.000 | 2 | 1,4 | 44,6 |
| 76.000 | 1 | 0,7 | 45,3 |
| 77.000 | 1 | 0,7 | 45,9 |
| 78.000 | 1 | 0,7 | 46,6 |
| 79.000 | 1 | 0,7 | 47,3 |
| 80.000 | 2 | 1,4 | 48,6 |
| 81.000 | 2 | 1,4 | 50,0 |
| 82.000 | 1 | 0,7 | 50,7 |
| 85.000 | 1 | 0,7 | 51,4 |
| 87.000 | 2 | 1,4 | 52,7 |
| 88.000 | 1 | 0,7 | 53,4 |
| 89.000 | 1 | 0,7 | 54,1 |
| 90.000 | 1 | 0,7 | 54,7 |
| 92.000 | 2 | 1,4 | 56,1 |
| 94.000 | 1 | 0,7 | 56,8 |
| 96.000 | 1 | 0,7 | 57,4 |
| 98.000 | 1 | 0,7 | 58,1 |
| 99.000 | 1 | 0,7 | 58,8 |
| 100.000 | 2 | 1,4 | 60,1 |
| 104.000 | 1 | 0,7 | 60,8 |
| 110.000 | 2 | 1,4 | 62,2 |
| 116.000 | 1 | 0,7 | 62,8 |
| 118.000 | 2 | 1,4 | 64,2 |
| 120.000 | 3 | 2,0 | 66,2 |
| 124.000 | 1 | 0,7 | 66,9 |
| 130.000 | 4 | 2,7 | 69,6 |
| 136.000 | 2 | 1,4 | 70,9 |
| 140.000 | 2 | 1,4 | 72,3 |
| 142.000 | 2 | 1,4 | 73,6 |
| 150.000 | 2 | 1,4 | 75,0 |
| 160.000 | 1 | 0,7 | 75,7 |
| 170.000 | 3 | 2,0 | 77,7 |
| 180.000 | 1 | 0,7 | 78,4 |
| 192.000 | 1 | 0,7 | 79,1 |
| 195.000 | 1 | 0,7 | 79,7 |
| 200.000 | 3 | 2,0 | 81,8 |
| 210.000 | 1 | 0,7 | 82,4 |
| 216.000 | 1 | 0,7 | 83,1 |
| 220.000 | 2 | 1,4 | 84,5 |
| 226.000 | 1 | 0,7 | 85,1 |

| | | | |
|--------------|------------|--------------|--------------|
| 230.000 | 1 | 0,7 | 85,8 |
| 260.000 | 1 | 0,7 | 86,5 |
| 270.000 | 1 | 0,7 | 87,2 |
| 360.000 | 2 | 1,4 | 88,5 |
| 410.000 | 1 | 0,7 | 89,2 |
| 1.600.000 | 2 | 1,4 | 90,5 |
| 1.900.000 | 1 | 0,7 | 91,2 |
| 2.160.000 | 1 | 0,7 | 91,9 |
| 2.200.000 | 2 | 1,4 | 93,2 |
| 2.700.000 | 1 | 0,7 | 93,9 |
| 3.100.000 | 1 | 0,7 | 94,6 |
| 3.600.000 | 1 | 0,7 | 95,3 |
| 5.300.000 | 1 | 0,7 | 95,9 |
| 6.400.000 | 1 | 0,7 | 96,6 |
| 6.900.000 | 1 | 0,7 | 97,3 |
| 7.000.000 | 1 | 0,7 | 98,0 |
| 8.400.000 | 1 | 0,7 | 98,6 |
| 9.200.000 | 1 | 0,7 | 99,3 |
| 9.500.000 | 1 | 0,7 | 100,0 |
| Total | 148 | 100,0 | |

ANNEXE2 : COLIFORMES THERMOTOLERANTS

| Nombre de germes par gramme | Fréquence | Pour cent | Pourcentage cumulé |
|-----------------------------|-----------|-----------|--------------------|
| 0 | 68 | 45,9 | 45,9 |
| 10 | 8 | 5,4 | 51,4 |
| 20 | 6 | 4,1 | 55,4 |
| 30 | 10 | 6,8 | 62,2 |
| 40 | 6 | 4,1 | 66,2 |
| 50 | 4 | 2,7 | 68,9 |
| 60 | 6 | 4,1 | 73,0 |
| 70 | 5 | 3,4 | 76,4 |
| 80 | 2 | 1,4 | 77,7 |
| 90 | 4 | 2,7 | 80,4 |
| 100 | 1 | 0,7 | 81,1 |
| 110 | 2 | 1,4 | 82,4 |
| 120 | 1 | 0,7 | 83,1 |
| 130 | 1 | 0,7 | 83,8 |
| 140 | 2 | 1,4 | 85,1 |
| 160 | 1 | 0,7 | 85,8 |
| 170 | 1 | 0,7 | 86,5 |

| | | | |
|--------------|------------|--------------|--------------|
| 190 | 1 | 0,7 | 87,2 |
| 250 | 2 | 1,4 | 88,5 |
| 270 | 1 | 0,7 | 89,2 |
| 300 | 3 | 2,0 | 91,2 |
| 310 | 1 | 0,7 | 91,9 |
| 360 | 1 | 0,7 | 92,6 |
| 400 | 1 | 0,7 | 93,2 |
| 420 | 1 | 0,7 | 93,9 |
| 510 | 1 | 0,7 | 94,6 |
| 530 | 1 | 0,7 | 95,3 |
| 600 | 1 | 0,7 | 95,9 |
| 710 | 1 | 0,7 | 96,6 |
| 780 | 1 | 0,7 | 97,3 |
| 860 | 1 | 0,7 | 98,0 |
| 1.150 | 1 | 0,7 | 98,6 |
| 1.180 | 1 | 0,7 | 99,3 |
| 1.240 | 1 | 0,7 | 100,0 |
| Total | 148 | 100,0 | |

ANNEXE3 : STAPHYLOCOQUES PRESUMES PATHOGENES

| Nombre de germes par gramme | Fréquence | Pour cent | Pourcentage cumulé |
|-----------------------------|------------|--------------|--------------------|
| 0 | 127 | 85,8 | 85,8 |
| 10 | 1 | 0,7 | 86,5 |
| 20 | 2 | 1,4 | 87,8 |
| 30 | 1 | 0,7 | 88,5 |
| 50 | 1 | 0,7 | 89,2 |
| 60 | 1 | 0,7 | 89,9 |
| 70 | 1 | 0,7 | 90,5 |
| 120 | 4 | 2,7 | 93,2 |
| 160 | 1 | 0,7 | 93,9 |
| 170 | 1 | 0,7 | 94,6 |
| 190 | 1 | 0,7 | 95,3 |
| 210 | 1 | 0,7 | 95,9 |
| 230 | 2 | 1,4 | 97,3 |
| 250 | 1 | 0,7 | 98,0 |
| 480 | 1 | 0,7 | 98,6 |
| 610 | 1 | 0,7 | 99,3 |
| 1.000 | 1 | 0,7 | 100,0 |
| Total | 148 | 100,0 | |

ANNEXE4 : ANAEROBIES SULFITO-REDUCTEURS

| Nombre de germes par gramme | Fréquence | Pour cent | Pourcentage cumulé |
|-----------------------------|------------|--------------|--------------------|
| 0 | 146 | 98,6 | 98,6 |
| 10 | 2 | 1,4 | 100,0 |
| Total | 148 | 100,0 | |

ANNEXE 5 : Représentation graphique de la contamination des blocs de pulpe de sole

