

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES (E.I.S.M.V.)



ANNEE : 2012

N°22

**Qualité microbiologique de l'eau et de la glace utilisées en
fonction des traitements épuratifs appliqués dans les
industries halieutiques au Sénégal**

MEMOIRE DE MASTER EN QUALITE DES ALIMENTS DE L'HOMME

Présenté et soutenu publiquement le **24 novembre 2012 à 10 heures** à l'Ecole Inter-Etats des
Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV) de Dakar

Par

DOUA Than Privat Camille

Né le 01 mars 1982 à Gbangbéguiné (Côte d'Ivoire)

Jury

Président :

M. Louis Joseph PANGUI

Directeur Général de l'EISMV de Dakar

Directeur et Rapporteur :

M. Malang SEYDI

Professeur à l'EISMV de Dakar

Membres :

M. Germain Jérôme SAWADOGO

Professeur à l'EISMV de Dakar

M. Bhen Sikina TOGUEBAYE

Professeur à la Faculté des Sciences et
Techniques de l'UCAD

Co-directeur de recherche:

M. Serigne Khalifa Babacar SYLLA

Maître-assistant à l'E.I.S.M.V de Dakar

DEDICACES

Je rends continuellement grâce à **DIEU** pour toute la joie qu'Il me donne d'éprouver, alors que j'arrive au terme de ce travail. **Que ton Nom soit exalté à jamais.**

Je dédie également ce mémoire :

A toute **ma famille** qui m'a toujours soutenu. Que la paix et la joie de Dieu soient ton partage.

A ma regrettée **Maman**, c'est toujours avec émotion que j'évoque ta mémoire à chaque fois que des événements importants surviennent dans ma vie. Tu me manques.

A ma petite **Emmanuella**, je t'aime ma princesse.

A **Aline**, merci pour ton soutien indéfectible.

A la **famille DAGO**, que Dieu vous bénisse.

A la promotion du master qualité des aliments de l'homme 2011-2012.

A la 39^{ème} promotion de l'EISMV.

A la communauté ivoirienne à l'EISMV

A toutes mes connaissances à l'EISMV

Au Sénégal, que l'œuvre de Dieu continue en ton sein.

A la Côte d'Ivoire, puisse l'Eternel des armées te relever de ta chute

REMERCIEMENTS

Dans un premier temps, je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à l'**Etat de Côte d'Ivoire** pour avoir financé mes études de master.

Je souhaite remercier :

M. Louis Joseph PANGUI, Directeur Général de l'EISMV ;

M. Germain Jérôme SAWADOGO, Coordonnateur des Stages et de la Formation Post-Universitaire.

Je remercie vivement **Mme Rianatou BADA ALAMBEDJI**, Professeur à l'EISMV de Dakar, Chef de Service par intérim d'Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale (HIDAOA) et Responsable du master qualité des aliments de l'homme. Que Dieu vous fasse prospérer à tous égards.

Je désire remercier **M. Malang SEYDI**, Professeur à l'EISMV de Dakar et Directeur de recherche de ce travail, pour sa grande disponibilité et ses sages conseils.

Toute ma reconnaissance s'adresse à **M. Serigne Khalifa Babacar SYLLA**, Maître Assistant à l'EISMV de Dakar et Co-directeur de recherche, pour avoir encadré ce travail et les précieux conseils prodigués.

J'adresse mes remerciements à tout le personnel du laboratoire de microbiologie des aliments de l'EISMV pour l'encadrement et les conseils.

Sincères remerciements au **Docteur Ibrahima Gorgui SOUMARE**, Responsable Qualité à BLUE FISH, pour toutes ses qualités humaines et intellectuelles.

J'exprime mes vifs remerciements au **Professeur Serge N. BAKOU**, pour toutes ses actions en faveur des étudiants vétérinaires ivoiriens au Sénégal.

Je remercie également les **Docteurs Bellancille MUSABYEMARIYA, Prisca NDOUR, Fatoumata COULIBALY, Kerbaï Saïd EROUME et Mathias YANDIA** pour leurs conseils et autres aides.

Que **M. Mame Mor NDOUR** de la DIC soit assuré de toute ma gratitude pour les renseignements fournis lors des investigations.

Je n'oublie pas tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail.

A NOS MAITRES ET JUGES

Monsieur Louis Joseph PANGUI, Directeur Général de l'EISMV de Dakar

Qui nous fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de mémoire,

Hommage respectueux.

Monsieur Malang SEYDI, Professeur à l'EISMV de Dakar, Directeur et rapporteur

Pour le temps consacré à ce travail et les conseils prodigués, pour sa disponibilité et son enthousiasme, Qu'il trouve ici un témoignage de notre reconnaissance et de tout le respect que nous lui portons.

Monsieur Germain Jérôme SAWADOGO, Professeur à l'EISMV de Dakar

Qui nous a enseigné la biochimie,

Qui dirige d'une main rationnelle les formations post-universitaires à l'EISMV et qui nous a fait l'honneur et le plaisir de participer à notre jury de mémoire,

Sincères remerciements.

Monsieur Bhen Sikina TOGUEBAYE, Professeur à la Faculté des Sciences et Techniques de l'UCAD de Dakar

C'est un grand privilège que de vous compter dans notre jury de mémoire. Nous sommes honorés par l'intérêt que vous portez à l'examen de ce travail. Trouvez ici l'expression de nos sincères remerciements.

Monsieur Serigne Khalifa Babacar SYLLA, Maître Assistant à l'EISMV de Dakar et Co-directeur de ce mémoire,

Qui a inspiré ce travail. Recevez cher maître l'expression de notre profonde gratitude.

RESUME

Ce travail a pour objectif d'évaluer la qualité microbiologique de l'eau et de la glace utilisées en fonction des traitements épuratifs appliqués dans les industries halieutiques au Sénégal. C'est une étude rétrospective réalisée au laboratoire de microbiologie des aliments de l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar (EISMV). Elle consiste en la détermination des procédés de traitement appliqués actuellement dans les industries halieutiques au Sénégal. Elle vise à apprécier le niveau de contamination de l'eau et de la glace, après le traitement à travers des analyses bactériologiques. Par ailleurs, elle permet d'évaluer l'efficacité des traitements appliqués en fonction des niveaux de contamination obtenus. 100 échantillons d'eau et de glace issus de cinq entreprises (1, 2, 3, 4, et 5) ont été analysés à raison de 20 par entreprise. Il découle de cette étude que l'eau est adoucie par filtration et assainie aux rayons ultra-violet puis au chlore dans toutes les usines enquêtées. Des résultats obtenus, il ressort que 79% des échantillons sont satisfaisants pour la flore à 22°C, 16% acceptables et 5% non satisfaisants avec une moyenne de contamination de 210,81 germes par ml. 76% des échantillons sont satisfaisants pour la flore à 37°C, 16% acceptables et 8% non satisfaisants avec une moyenne de contamination de 68,17 germes par ml. 98% des échantillons sont satisfaisants pour absence de coliformes thermotolérants. Tous les échantillons sont satisfaisants pour absence d'ASR, d'entérocoques et de salmonelles. A l'échelle industrielle, ces résultats montrent que les entreprises 2 et 3 ont des produits (eau et glace) de niveau de contamination peu satisfaisant. Globalement, ces résultats sont satisfaisants. Les différences de niveau de contamination observées au sein des entreprises, malgré le même procédé de traitement épuratif, pourraient être dues à une insuffisance dans la maîtrise de ces procédés au sein des usines concernées.

ABSTRACT

This work aims to evaluate the microbiological quality of water and ice with respect to the purification treatments used in fish processing industries in Senegal. It is a retrospective study carried out at the food microbiology laboratory of EISMV of Dakar. It consists on the one hand of the determination of the treatment procedure currently used in fish processing industries in Senegal. On the other hand, it aims at appreciating the level of contamination of treated water and ice through bacteriological testing. In addition, it enables us to evaluate the efficacy of treatments used with respect to the levels of contamination obtained. 100 samples of water and ice from five companies (1, 2,3,4 and 5) that is 20 samples per company were analyzed. This study reveals that water is softened by filtration and is purified with the ultra-violet rays then with chlorine in all the factories surveyed. From the results obtained, it can be seen that 79% of the samples were satisfactory for the flora at 22°C, 16% were acceptable and 5% unsatisfactory with an average contamination of 210.81 germs per ml. 76% of the samples were satisfactory for the flora at 37°C, 16% acceptable and 8% unsatisfactory with an average contamination of 68.17 germs per ml. 98% of the samples were satisfactory for absence of thermotolerant coliforms. All the samples were satisfactory for absence of SRA, enterococci and salmonellas.

On an industrial scale, these results showed that companies 2 and 3 did not have very satisfactory levels of contamination.

Overall, these results are satisfactory. The differences in levels of contamination observed among the companies, in spite of the same purification treatment procedure, could be due to insufficient command in running these procedures in the factories concerned.

LISTE DES ABREVIATIONS

%: pourcent

°C: degré Celsius

AC: Autorité Compétente

AFNOR : Association Française de Normalisation

ASR : Anaérobies Sulfito-Réducteurs (germes)

BPH : Bonnes Pratiques d'Hygiène

CE : Commission Européenne

CRE : Comité Régional de l'Environnement

DIC : Division des Inspections et du Contrôle

DITP : Direction des Industries de Transformation de la Pêche

DPM : Direction des Pêches Maritimes

EISMV : Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires

EN : Norme Européenne

EPT : Eau Peptonée Tamponnée

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

h: heure

HACCP: Hazard Analysis and Critical Control Point

HIDAOA : Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale

ISO: International Standardization Organization

J/m² : Joule par mètre carré

m³ : mètre cube

MKTTn : Muller-Kauffmann au Tétrathionate-novobiocine

ml : millilitre

NF : Norme Française

OMS : Organisation Mondiale pour la Santé

PCA: Plate Count Agar

ppm : partie par million

RVS : Rappaport Vassiliadis avec Soja

TSC : Tryptose-Sulfite à la Cyclosérine

TSI : Triple Sugar Iron

TTC : chlorure de 2,3,5-triphényltétrazolium

UE : Union Européenne

UTN : Unité de Turbidité Néphélométrique

UV : Ultra-violet

VP : réaction de Voges-Proskauer

VRBL : Violet Red Bile Lactose

XLD : Xylose Lysine Désoxycholate

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Comparaison des procédés de neutralisation basée sur l'indice c^*t (en $\text{mg}\cdot\text{min}\cdot\text{l}^{-1}$) et la dose UV (J/m^2), qui permet d'inactiver 99% des microorganismes présents	5
Tableau II: Germes recherchés et normes utilisées	16
Tableau III: Critères microbiologiques pour les bactéries recherchées	21
Tableau IV : Niveau de contamination global par les micro-organismes aérobies à 22°C.....	22
Tableau V: Niveau de contamination global par les micro-organismes aérobies à 37°C	23
Tableau VI: Niveau de contamination global par les ASR	23
Tableau VII: Niveau de contamination global par les coliformes thermotolérants	23

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Dispositif de filtration sur membrane	15
Figure 2: Préparation des dilutions décimales.....	16
Figure 3: Mode opératoire du dénombrement des micro-organismes aérobies	17
Figure 4: Mode opératoire de la recherche des coliformes thermotolérants	18
Figure 5: Mode opératoire de la recherche des entérocoques	18
Figure 6: Mode opératoire du dénombrement des ASR.....	19
Figure 7: Mode opératoire de la recherche des salmonelles	20
Figure 8: Contamination par la flore à 22°C en fonction des entreprises	24
Figure 9: Contamination par la flore à 37°C en fonction des entreprises	24
Figure 10: Contamination par les coliformes thermotolérants en fonction des entreprises	25

TABLE DES MATIERES

Introduction	1
PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	2
Chapitre I : Traitements épuratifs de l'eau	3
I.1. Procédés d'adoucissement.....	3
I.1.1. Sédimentation	3
I.1.2. Coagulation et floculation	3
I.1.3. Décantation ou flottation	3
I.1.4. Filtration	3
I.2. Procédés d'assainissement	4
I.2.1. Chloration	4
I.2.2. Ozonation.....	4
I.2.3. Rayonnements ultraviolets	4
Chapitre II : Industrie halieutique : importance de l'eau et de la glace.....	6
II.1. Importance de l'eau en industrie halieutique	6
II.2. Importance de la glace en industrie halieutique	7
II.3. Analyse des dangers liés à l'eau.....	7
II.3.1. Flore bactérienne de l'eau.....	7
II.3.1.1. Bactéries indicatrices de pollution et d'efficacité de traitement	7
II.3.1.1.1. Micro-organismes aérobies revivifiables	8
II.3.1.1.2. Coliformes.....	8
II.3.1.1.3. Entérocoques	9
II.3.1.1.4. Bactéries anaérobies sulfito-réductrices	9
II.3.1.2. Bactéries spécifiques.....	9
II.3.1.2.1. Salmonelles	10
II.3.1.2.2. Autres bactéries spécifiques.....	10

II.3.2. Autres dangers biologiques liés à l'eau	11
II.3.2.1. Virus dans l'eau	11
II.3.2.2. Dangers parasitaires	11
II.3.3. Dangers physiques liés l'eau	12
II.3.4. Dangers chimiques liés à l'eau	12
DEUXIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE.....	13
Chapitre I : Matériel et Méthodes.....	14
I.1. Cadre et Période de l'étude	14
I.2. Matériel	14
I.2.1. Procédés de traitement de l'eau dans les usines de produits halieutiques	14
I.2.2. Echantillons	14
I.2.3. Matériel technique	14
I.2.3.1. Appareillage	14
I.2.3.2. Produits et consommables	15
I.3. Méthodes	15
I.3.1. Détermination du procédé de traitement de l'eau et de la glace.....	15
I.3.2. Echantillonnage	15
I.3.3. Analyses bactériologiques	16
I.3.3.1. Dénombrement des micro-organismes aérobies revivifiables	16
I.3.3.1.1. Préparation des dilutions décimales	16
I.3.3.1.2. Mode opératoire	16
I.3.3.2. Dénombrement des coliformes thermotolérants	17
I.3.3.3. Dénombrement des entérocoques.....	18
I.3.3.4. Recherche et dénombrement des germes ASR	18
I.3.3.5. Recherche des salmonelles.....	19
I.3.3.6. Expression des résultats	20
I.3.3.7. Critères microbiologiques et interprétation des résultats	21
Chapitre II : Résultats et Discussion	22

II.1. Résultats	22
II.1.1. Procédés de traitement de l'eau dans les entreprises de produits halieutiques au Sénégal	22
II.1.2. Niveau de contamination global de l'eau et la glace dans les industries halieutiques.....	22
II.1.2.1. Micro-organismes aérobies à 22°C.....	22
II.1.2.2. Micro-organismes aérobies à 37°C.....	23
II.1.2.3. Bactéries anaérobies sulfito-réductrices	23
II.1.2.4. Coliformes thermotolérants	23
II.1.2.5. Entérocoques et salmonelles.....	24
II.1.3. Niveau de contamination en fonction des entreprises	24
II.1.3.1. Micro-organismes aérobies à 22°C.....	24
II.1.3.2. Micro-organismes aérobies à 37°C.....	24
II.1.3.3. Coliformes thermotolérants	25
II.1.3.4. Entérocoques-ASR-salmonelles.....	25
II.2. Discussion	26
II.2.1. Procédés de traitement de l'eau des usines de produits halieutiques	26
II.2.2. Micro-organismes aérobies revivifiables à 22°C et 37°C	26
II.2.3. Anaérobies sulfito-réducteurs.....	27
II.2.4. Coliformes thermotolérants	27
II.2.5. Entérocoques	27
II.2.6. Salmonelles.....	28
II.2.7. Evaluation de l'efficacité du traitement.....	28
Conclusion et Recommandations	29
Références bibliographiques	31

Introduction

Le secteur de la pêche joue un rôle considérable dans l'économie sénégalaise. En 2009, les résultats généraux de la pêche maritime, montrent une augmentation des débarquements et de la valeur commerciale des produits, respectivement de 15,5% et de 50% par rapport à l'année 2008. Les données globales sont de 443 056 tonnes en quantité et 160 258 milliards de FCFA en valeur, contre 383 598 tonnes pour une valeur de 106 826 milliards de FCFA en 2008 [28]. Cependant, les produits de la pêche peuvent constituer un danger pour le consommateur, suite à une contamination bactérienne. Cela peut perturber les échanges commerciaux et entraîner un manque à gagner, du chômage et des litiges. Le Sénégal a connu durant l'année 2009 deux (02) notifications d'alerte [7] liées à la présence de salmonelles dans deux (02) lots de poissons produits par une usine de la place [29]. En 2010, 7,69% des alertes sanitaires étaient d'ordre microbiologique [27]. L'une des causes possibles à cette situation pourrait être l'utilisation d'eau contaminée pour le traitement des produits et la production de glace dans les entreprises de transformation des produits halieutiques [36]. Pour prévenir les altérations de la qualité commerciale et les intoxications alimentaires d'une eau polluée chez le consommateur, les industriels du domaine de la pêche mettent en place des dispositifs de traitement de l'eau avant son usage. Ce faisant, les traitements épuratifs de l'eau appliqués dans les industries halieutiques au Sénégal permettent-ils de réduire à un niveau acceptable la flore bactérienne des eaux utilisées ? Selon SYLLA et coll. [31], l'eau traitée aux rayons ultraviolets et au chlore est moins contaminée. Ainsi, cette étude a pour objectif d'évaluer la qualité microbiologique de l'eau et de la glace utilisées en fonction des traitements épuratifs appliqués dans les industries halieutiques au Sénégal. De façon spécifique, il s'agit de :

- connaître les procédés de traitement épuratif de l'eau dans les industries halieutiques ;
- apprécier le niveau de contamination de l'eau et de la glace après le traitement ;
- évaluer l'efficacité des traitements appliqués en fonction des niveaux de contamination.

Ce travail comprend deux parties. Une première partie consacrée à la synthèse bibliographique avec un premier chapitre énonçant les traitements épuratifs de l'eau pratiqués dans les industries de produits halieutiques. Le deuxième chapitre traite de l'importance de l'eau et de la glace dans ces industries. La deuxième partie est consacrée à l'expérimentation. Elle présente le matériel et les méthodes utilisés. Les résultats obtenus y sont indiqués et discutés également. Enfin, quelques recommandations sont formulées.

**PREMIERE PARTIE : SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE**

Chapitre I : Traitements épuratifs de l'eau

L'eau disponible dans la nature n'est souvent pas immédiatement utilisable pour la consommation humaine, encore moins pour l'industrie alimentaire. En effet, lors de sa circulation dans le sol ou à la surface de la terre, elle se pollue en se chargeant de matières en suspension ou en solution (organismes vivants : plancton, bactéries, virus ; particules d'argile ; débris végétaux ; sels divers : nitrates, chlorures, sulfates, etc ; gaz ; acide humique fluviatique ; pesticides) [23]. Ainsi, l'eau d'alimentation ou celle destinée à l'industrie peut subir des traitements autorisés en vue d'améliorer ses qualités [15]. L'objectif du traitement est alors de protéger les consommateurs de micro-organismes pathogènes et d'impuretés désagréables ou dangereuses pour la santé.

I.1. Procédés d'adoucissement

Ces procédés ont pour but d'adoucir l'eau brute (ou dure) en éliminant le maximum de sels minéraux.

I.1.1. Sédimentation

Elle est la plus simple et consiste à stocker l'eau dans des réservoirs pendant un temps plus ou moins long. Les matières en suspension se déposent, entraînant avec elles les micro-organismes [21].

I.1.2. Coagulation et floculation

Ici, l'eau reçoit un réactif destiné à provoquer l'agglomération de ces particules en suspension en agrégats floconneux. La masse formée est appelée le "floc". Les réactifs généralement employés sont des sels de fer ou d'aluminium [10].

I.1.3. Décantation ou flottation

Ce sont des procédés qui interviennent après la coagulation-floculation. L'eau coagulée et floculée entre dans le décanteur à vitesse réduite de façon à éviter les turbulences. Les flocons se déposent au fond de l'ouvrage et l'eau clarifiée est récupérée en surface. A l'inverse, la flottation consiste à favoriser la clarification par entraînement des particules en surface, grâce à la génération de bulles d'air, qui s'accrochent aux matières en suspension et aux flocons. Les flottants sont récupérés en surface par bras racleur [34].

I.1.4. Filtration

Elle est généralement réalisée après la décantation ou la flottation (cas des eaux de surface). Mais elle peut être mise en œuvre directement après une coagulation (cas des eaux souterraines). Elle permet de retenir les matières en suspension non piégées lors des étapes précédentes. Elle se fait sur matériaux classiques (sable) ou sur membrane [34].

I.2. Procédés d'assainissement

Ils consistent en une oxydation chimique avec des agents chlorés, l'ozone ou les rayonnements ultraviolets [13].

I.2.1. Chloration

Elle est actuellement le procédé de désinfection le plus fréquemment rencontré, à la fois pour le prix de revient du chlore et pour sa simplicité de mise en œuvre. Ses atouts résident dans son pouvoir algicide, bactéricide ou bactériostatique. Les désinfectants à base de chlore se caractérisent par le fait que leur action se maintient durablement dans l'eau. Le maintien d'un taux résiduel de chlore libre permet d'inhiber les reviviscences et les multiplications bactériennes le long de la filière de traitement [17]. C'est la raison pour laquelle seuls le chlore et le dioxyde de chlore sont utilisés pour la protection du réseau. L'eau de Javel est le plus souvent utilisée. Dans certains cas, les chloramines sont employées (plus stables mais moins bactéricides que le chlore minéral). Dans d'autres cas c'est le bioxyde de chlore qui est appliqué (largement plus microbicide que le chlore minéral mais onéreux et d'une mise en œuvre complexe ; aussi il génère dans l'eau désinfectée des ions chlorites) [34], [18]. La chloration s'utilise pour inactiver les virus et les bactéries végétatives. En revanche, le chlore n'inactive pas les protozoaires [25].

I.2.2. Ozonation

L'ozone est très fréquemment utilisé par les usines de production d'eau potable à partir d'eaux de surface, pour son grand pouvoir désinfectant. Il est efficace vis-à-vis des virus (polio, rotavirus, etc.), des spores bactériennes et certains protozoaires (*Giardia*, *Cryptosporidium*, etc.) [17]. Toutefois, l'ozone est coûteux et sa mise en œuvre est relativement complexe [34]. Pour que la désinfection soit efficace, elle doit se faire en quasi absence de turbidité (< 1 UTN). L'ozone ne convient pas à la protection du réseau en raison de sa courte demi-vie [25].

I.2.3. Rayonnements ultraviolets

Si les rayons ultraviolets (UV) constituent en tout premier lieu un mode de désinfection, ils détruisent aussi, selon leur dose, certains micropolluants. Les rayons ultraviolets ont un pouvoir germicide élevé. Contrairement au chlore et au dioxyde de chlore, la désinfection par UV détruit efficacement les agents pathogènes tels que *Cryptosporidium*, *Giardia*, les amibes, etc. Ils peuvent s'utiliser sans autre traitement si la composition de l'eau brute le permet : en cas, par exemple, d'eau de nappe ou de source de très bonne qualité. Les UV endommagent le code génétique (ADN ou ARN) des microorganismes, d'où perturbations métaboliques et perte de leur aptitude à proliférer. Mais le principal avantage des UV réside dans le fait qu'ils ne génèrent pratiquement aucun sous-produit et n'utilisent aucun produit chimique. Par ailleurs ils n'ajoutent ni odeur ni goût à l'eau. En revanche, les UV ne protègent pas le

réseau de distribution car leur action est limitée dans le temps. D'où pour prévenir la recroissance bactérienne, il faudra soit une eau biologiquement stable, soit une protection du réseau par addition de chlore ou de dioxyde de chlore [25], [34]. La longueur d'onde la plus efficace est de 253,7 nm [17]. Cependant, le rendement diminue nettement si l'eau est trouble ou contient des matières organiques en dispersion, d'où la nécessité de procéder à une filtration préalable.

L'efficacité d'inactivation du chlore et de l'ozone présentée au **tableau I** est exprimée par l'indice $c*t$ (en $\text{mg}\cdot\text{min}\cdot\text{l}^{-1}$), à savoir le produit de la concentration efficace de désinfectant c par la durée t d'exposition à ce produit. Par analogie, l'efficacité d'une désinfection au moyen de rayons UV est donnée par la dose UV, établie sur la base de la puissance du rayonnement et de la durée d'exposition (en $\text{J}\cdot\text{m}^{-2}$). Les données portent sur un pH neutre et une température de 5°C.

Tableau I: Comparaison des procédés de neutralisation basée sur l'indice $c*t$ (en $\text{mg}\cdot\text{min}\cdot\text{l}^{-1}$) et la dose UV (J/m^2), qui permet d'inactiver 99% des microorganismes présents

Micro-organismes	Procédés de stérilisation			
	chlore	dioxyde de chlore	ozone	UV
bactéries				
micro-organismes aérobies revivifiables	0,08	0,13	0,02	++
<i>Campylobacter jejuni</i>	++	++	++	34
entérocoques	++	++	++	++
<i>Escherichia coli</i>	0,03-0,05	0,04-0,08	0,01-0,02	30-80
<i>Salmonella</i>	++	++	++	20-120
<i>Shigella</i>	++	++	++	12 49
<i>Vibrio cholerae</i>	++	++	++	14
virus				
Adenovirus	0,7-2,5			450-1050
Enterovirus	1,1-4,0	6,7-12,8	0,1-0,8	70-180
Norovirus	+/-	++	++	+
Rotavirus	0,01-0,05	0,2-2,1	0,01-0,06	150-190
Protozoaires				
<i>Cryptosporidium</i>	510-7200	40-120	5-10	<10-58
<i>Giardia</i>	12-630	7,2-42	0,3-2,0	<20-100

Source : [25]

Si l'indice $c*t$ manque, le signe (++) signifie que le procédé est bien adapté à la neutralisation et (+) pour adapté. Le signe +/- signifie en partie adapté. Par contre, le signe (-) signifie que le procédé est pratiquement inefficace.

L'eau doit être traitée avant sa consommation. En effet, l'eau source de vie ne remplit pas toujours les critères de qualité chimique et microbiologique. Ainsi, en dépit de sa grande importance en agro-alimentaire, elle peut être source de dangers avec de sérieuses conséquences sanitaires pour le consommateur.

Chapitre II : Industrie halieutique : importance de l'eau et de la glace

II.1. Importance de l'eau en industrie halieutique

L'eau réunit un ensemble exceptionnel de propriétés physiques et chimiques : elle est soit solvant, soit fluide thermique ou simplement liquide facile à manipuler. Ces propriétés expliquent pourquoi l'eau est impliquée dans la plupart des fabrications industrielles. Elle permet de réaliser de nombreuses fonctions ou opérations. Ainsi, elle est le seul moyen utilisé dans les industries agro-alimentaires pour le lavage des denrées, des locaux et des installations [33]. Par exemple les besoins en eau sont de l'ordre de 0,5 à 1m³ par tonne de poisson à laver. Elle intervient dans le transport, les opérations de prétraitement des poissons, la fabrication de la glace. Aussi, elle est indispensable lors des opérations de filetage, de marinade, de congélation et de mise en conserve [31], [11]. C'est dire combien son usage est immuable dans ce secteur d'activité. Mais, cette eau doit être potable ou propre. La réglementation européenne [9], [8] la classe en différents types :

- **Eau potable** : l'eau satisfaisant aux exigences minimales fixées par la directive 98/83/CE relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.
- **Eau propre** : l'eau de mer ou saumâtre naturelle, artificielle ou purifiée ne contenant pas de micro-organismes, de substances nocives ou de plancton marin toxique en quantités susceptibles d'avoir une incidence directe ou indirecte sur la qualité sanitaire des denrées alimentaires
- **Eaux destinées à la consommation** :
 - a) Toutes les eaux, soit en l'état, soit après traitement, destinées à la boisson, à la cuisson, à la préparation d'aliments, ou à d'autres usages domestiques, quelle que soit leur origine et qu'elles soient fournies par un réseau de distribution, à partir d'un camion-citerne ou d'un bateau-citerne, en bouteilles ou en conteneurs;
 - b) Toutes les eaux utilisées dans les entreprises alimentaires pour la fabrication, la transformation, la conservation ou la commercialisation de produits ou de substances destinés à la consommation humaine, à moins que les autorités nationales compétentes n'aient établi que la qualité des eaux ne peut affecter la salubrité de la denrée alimentaire finale.

II.2. Importance de la glace en industrie halieutique

Une partie de l'eau utilisée en industrie halieutique est transformée en glace. Elle est utilisée dans les usines des produits de la pêche pour le refroidissement de ces produits. L'abaissement de la température ralentit les divers phénomènes dont les denrées périssables en cours d'évolution sont le siège : phénomènes chimiques (respiration, oxydation, réactions enzymatiques et micro-organiques). Le froid constitue un agent de stabilisation de ces denrées [32]. Par exemple, la durée de conservation des crevettes est de 6 heures à température ambiante et entre 3 et 5 jours sous glace. Par ailleurs, au cours de l'entreposage sous glace, il y a diminution de la teneur en sulfites, additif utilisé pour prévenir le noircissement des crevettes [20]. Elle comporte de nombreux avantages [14], tels que:

- son pouvoir réfrigérant très important pour un poids ou volume donné;
- son pouvoir inoffensif, si elle est fabriquée avec de l'eau saine ;
- sa facilité de transport et son faible coût de revient;
- son aptitude à refroidir les produits de pêche, rendant possible une réfrigération rapide.

Certes l'eau revêt une importance considérable lors des procédés de fabrication des produits de la pêche. Cependant, elle peut être source ou vecteur de dangers notamment d'ordre bactériologique.

II.3. Analyse des dangers liés à l'eau

II.3.1. Flore bactérienne de l'eau

Les bactéries sont ubiquitaires dans la nature. Elles se trouvent dans tous les milieux : air, sol, eau et même dans/sur d'autres êtres vivants. Les eaux font donc partie des éléments avec l'air et les sols, qui soit hébergent des espèces autochtones, soit véhiculent des bactéries en transit éliminées par l'homme, les animaux et les plantes. L'objectif de l'analyse bactériologique d'une eau n'est pas d'effectuer un inventaire de toutes les espèces présentes. Il s'agit de rechercher soit celles qui sont susceptibles d'être pathogènes soit, ce qui est souvent plus aisé, celles qui les accompagnent. Ces dernières sont les plus nombreuses et souvent présentes dans l'intestin des mammifères. Elles sont, par leur présence, indicatrices d'une contamination fécale. On peut noter que l'absence de contamination fécale ne laisse en rien présager l'absence d'espèce potentiellement pathogène (exemple : légionelles, *pseudomonas*...) [26].

II.3.1.1. Bactéries indicatrices de pollution et d'efficacité de traitement

Deux principaux types d'indicateurs sont à distinguer. Les indicateurs de contamination fécale permettent d'apprécier, avec plus ou moins de sûreté ou de précocité, le risque d'une contamination par des matières fécales pouvant véhiculer des micro-organismes pathogènes. Les indicateurs d'efficacité de

traitements permettent d'évaluer la qualité d'un traitement de désinfection de l'eau vis-à-vis de micro-organismes pathogènes dont la présence peut être redoutée dans l'eau brute utilisée. En général, les mêmes germes sont utilisés dans l'une ou l'autre des situations. Si dans ces deux cas, les modalités d'interprétation des résultats sont entièrement différentes, les techniques de mise en évidence sont par contre le plus souvent très voisines.

II.3.1.1.1. *Micro-organismes aérobies revivifiables*

Cet ensemble regroupe les bactéries se développant dans les conditions aérobies habituelles de culture. Les micro-organismes aérobies revivifiables sont des indicateurs de pollution soit :

- dans les eaux de très bonne qualité microbiologique dont on veut éprouver la protection vis-à-vis de toute contamination. Ce sont donc essentiellement les eaux souterraines, de nappes profondes ou alluviales, qui sont soumises à cet examen, mais aussi les eaux de surface comme celles de certains lacs loin des rives.
- dans les réseaux : une augmentation de la concentration bactérienne en aval de la station de pompage ou de traitement doit être interprétée soit comme une multiplication interne de bactéries existant à l'entrée du réseau, soit comme une intrusion de l'extérieur dans celui-ci, au niveau des réservoirs ou des canalisations.

Ils sont également utilisés comme indicateur d'efficacité de traitement, en particulier des traitements physiques tels que la filtration, qui devrait entraîner soit une très forte diminution de la concentration bactérienne par rapport à l'entrée, soit même une absence de bactéries [26].

II.3.1.1.2. *Coliformes*

Le terme de « coliformes » ne correspond pas à une définition microbiologique stricte. Sous ce terme est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des *Enterobacteriaceae* et qui partagent certaines caractéristiques biochimiques. Selon l'Organisation internationale de standardisation (ISO), le terme « coliforme » correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogènes, Gram négatif, oxydase négatif, facultativement anaérobies, capables de croître en présence de sels biliaries ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaires, et capables de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heures, à des températures de 35 à 37 °C [26]. Ils comprennent entre autres les genres : *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia*, *Serratia*. Les coliformes thermotolérants (anciennement « fécaux ») sont ceux qui se multiplient à 44°C. Il s'agit entre autre des espèces suivantes : *Citrobacter freundii*, *Citrobacter diversus*, *Citrobacter amalonaticus*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*,

Klebsiella oxytoca, *Moellerella wisconsensis*, *Yersinia enterocolitica*. Les coliformes sont intéressants car un très grand nombre d'entre eux vivent en abondance dans les matières fécales des animaux à sang chaud et de ce fait, constituent des indicateurs fécaux de la première importance. Par ailleurs, leur résistance aux agents antiseptiques, et notamment au chlore et à ses dérivés, est voisine de la résistance des bactéries pathogènes vis-à-vis desquelles ce type de traitement est instauré ; ils constituent donc des indicateurs d'efficacité de traitement.

II.3.1.1.3. Entérocoques

Anciennement la législation parlait de « streptocoques fécaux ». Sous cette dénomination générale, il faut entendre l'ensemble des streptocoques possédant la substance (acide teichoïque) antigénique caractéristique du groupe D de Lancefield, c'est-à-dire essentiellement : *Enterococcus faecalis*, *E. faecium*, *E. durans*, *E. hirae*, *Streptococcus bovis*, *S. suis* et *S. equinus*. Ils sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale, car tous ont un habitat fécal. On dit maintenant recherche des entérocoques intestinaux [26].

II.3.1.1.4. Bactéries anaérobies sulfito-réductrices

On regroupe sous la dénomination d'anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) un ensemble hétérogène de germes, habituellement à Gram positif, sporulés ou non, qui cultivent en anaérobiose avec réduction des sulfites en sulfures. Les principaux germes sont sans doute les clostridies [26]. Le plus souvent, les indications attendues concernent :

- l'origine de la pollution : Elles sont souvent considérées comme des témoins de pollution fécale. La forme spore, beaucoup plus résistante que les formes végétatives des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux, permettrait ainsi de déceler une pollution fécale ancienne ou intermittente ;
- la protection d'une nappe ;
- l'efficacité d'un traitement physique ;
- l'origine d'odeurs nauséabondes : les bactéries sulfito-réductrices sont incriminées dans les phénomènes de corrosion des tuyaux qui entraînent ces odeurs ;
- la présence de certaines espèces constitue une nuisance d'ordre sanitaire : C'est le cas de *Clostridium perfringens*.

II.3.1.2. Bactéries spécifiques

Il existe une grande variété de bactéries pathogènes ou potentiellement pathogènes (opportunistes) pour l'homme dans tous les types d'eaux. Celles-ci vivent ou survivent dans l'environnement, soit provenant des rejets humains,

éliminées par des sujets malades ou des porteurs sains, soit étant autochtones et pouvant s'adapter à l'homme.

II.3.1.2.1. *Salmonelles*

Les salmonelles sont en général considérées comme pathogènes bien que leur virulence et leur pathogénèse varient énormément : fièvres typhoïdes, salmonelloses systémiques, gastro-entérites, toxi-infections alimentaires. Les hôtes naturels des salmonelles sont la population humaine, les animaux domestiques, les volailles et le bétail ainsi que les animaux sauvages, y compris les oiseaux communs. Humains et animaux peuvent éliminer dans les selles des salmonelles non seulement en cas de maladie mais aussi en tant que porteurs asymptomatiques. Les salmonelles peuvent donc être présentes dans l'eau des égouts agricoles et domestiques, les eaux douces, y compris les eaux potables et les nappes phréatiques, ainsi que l'eau de mer. La méthode de recherche de ces micro-organismes découle de deux données : d'une part leur présence en nombre relativement faible dans les eaux ainsi que leur difficulté d'y survivre ; d'autre part l'existence habituelle d'un nombre important de germes d'accompagnement, d'origine fécale (coliformes, streptocoques) ou non (*Pseudomonas*, *Achromobacter*, etc.). Ces germes, plus nombreux, entrent en compétition avec les salmonelles éventuellement présentes qui sont alors inhibées. Ces constatations entraînent l'obligation d'utiliser des milieux d'enrichissement sélectif, dans le but d'inhiber le développement des autres bactéries [26].

II.3.1.2.2. *Autres bactéries spécifiques*

Campylobacter jejuni : Cette bactérie à Gram négatif est composée de plusieurs genres qui sont parfois thermotolérants. Cette bactérie est omniprésente dans les pâturages et les élevages. L'agent pathogène se retrouve alors souvent dans les eaux superficielles et les eaux brutes [26].

Legionella : Les *Legionella* sont des germes de l'eau présents en quantités modérées dans les réservoirs naturels, mais capables de proliférer dans les réseaux mal maîtrisés. Ils peuvent contaminer l'homme par inhalation d'aérosols contaminés et provoquer chez certains individus une pneumopathie parfois grave (légiellose due à *Legionella pneumophila*) ou une fièvre (« fièvre de Pontiac ») [26].

Pseudomonas aeruginosa : Ces germes sont très répandus dans la nature : air, eau, sol, produits végétaux. Ils sont le plus souvent saprophytes des végétaux. Mais, ils peuvent s'adapter à l'homme et sont capables d'engendrer des troubles digestifs [16].

Staphylocoques pathogènes : Très répandus dans la nature, ils sont doués de capacités de développement et de résistance importantes. Ils sont saprophytes de la peau et des muqueuses des êtres vivants. Ce qui en fait des agents de

contamination par manipulation. L'espèce pathogène est *Staphylococcus aureus* à coagulase positive. Elle produit une entérotoxine thermostable qu'elle libère dans les aliments qui supportent sa croissance en l'occurrence l'eau. Cette toxine est rarement mortelle [16].

Vibron cholérique : Sa recherche est utile quand une épidémie risque de se propager par suite de la présence de malades ou de porteurs de germes en provenance de l'étranger [26]

Yersinia enterocolitica : L'importance de *Yersinia enterocolitica* dans la pathologie gastro-intestinale a été soulignée par l'OMS. Si l'origine alimentaire de nombreux troubles gastro-intestinaux dus à *Yersinia enterocolitica* est indéniable, le rôle direct de l'eau de boisson est beaucoup plus difficile à mettre en évidence [26].

II.3.2. Autres dangers biologiques liés à l'eau

II.3.2.1. Virus dans l'eau

De nombreux virus sont retrouvés dans les milieux hydriques environnementaux. Parmi les virus pathogènes excrétés, les Adénovirus, les Entérovirus, les Réovirus, les virus Hépatiques, les Norovirus et les Rotavirus sont à retenir [11], [32], [26], [30], [25].

II.3.2.2. Dangers parasitaires

La recherche des agents infectieux dans l'eau ne se limite plus à la recherche des bactéries. En effet, suite à des épidémies parfois importantes, les parasites ont été identifiés et peuvent donc maintenant être recherchés dans les eaux. L'OMS a, en 2003, classé les parasites parmi les agents pathogènes émergents. Ce classement fait suite à l'observation d'une augmentation significative de cas d'épidémies d'origine hydrique liées aux parasites à travers le monde. Ces parasites, principalement *Giardia lamblia* et *Cryptosporidium parvum* [13] sont des protozoaires microscopiques des vertébrés. L'existence d'un risque d'infection par ces protozoaires se trouve confortée par l'évaluation d'une dose minimale relativement faible (30 oocystes pour *C. parvum*) [6]. En plus, les amibes libres sont capables d'entraîner des dommages chez les consommateurs. Historiquement, *Entamoeba histolytica* était considérée comme la seule amibe pathogène pour l'homme. La découverte de cas humains de méningo-encéphalite amibienne primitive due à *Naegleria*, à *Acanthamoeba* ou à *Hartmannella* a suscité un intérêt nouveau pour les amibes libres dans l'eau. Les amibes libres sont présentes dans notre environnement et sont retrouvées à tous les stades de la production y compris la distribution de l'eau. Les amibes dites « libres », car non parasitaires, sont présentes dans tous les milieux naturels et en particulier dans les eaux douces [22], ainsi que souvent dans les réseaux de distribution.

II.3.3.Dangers physiques liés l'eau

L'eau doit être incolore, inodore, de clarté et de goût acceptables. Toute odeur est signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition [26].

II.3.4.Dangers chimiques liés à l'eau

La pollution chimique est probablement la plus fréquente, très ressentie et très diverse. Il s'agit d'abord de contamination par des composés inorganiques (sodium, chlorures, nitrates, phosphates, métaux lourds, etc...). Par les contaminants organiques sont potentiellement innombrables (détergents, produits phytosanitaires, solvants, hydrocarbures, etc...) [13].

En Industries Agro-Alimentaires et particulièrement dans le domaine de la pêche, l'eau est utilisée en permanence. Une partie de cette eau est transformée en glace. Ceci permet de réduire la charge bactérienne de ces denrées. Toutefois, cette eau peut véhiculer des germes pathogènes dangereux pour l'homme. Il apparaît donc primordial que ces eaux (qu'elles soient de mer ou d'eau douce) subissent des traitements avant d'être utilisées dans le processus de production. Cependant, la qualité bactériologique d'une eau n'est pas un paramètre stable, mais au contraire sujet à fluctuation, par pollution accidentelle, nécessitant des contrôles permanents et représentant la cause la plus fréquente de non potabilité de l'eau, d'où l'importance de son analyse.

DEUXIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE

**Qualité microbiologique de l'eau et de la glace utilisées
en fonction des traitements épuratifs appliqués dans
les industries halieutiques au Sénégal**

Chapitre I : Matériel et Méthodes

I.1. Cadre et Période de l'étude

Cette étude a été réalisée à partir d'échantillons analysés au laboratoire d'Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale (HIDAOA) de l'Ecole Inter - Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV) situé au kilomètre 9,5 du boulevard du centenaire de Dakar. Il s'agit d'une étude rétrospective relative aux analyses d'eau et de la glace, durant la période allant de janvier 2009 à septembre 2012.

I.2. Matériel

I.2.1. Procédés de traitement de l'eau dans les usines de produits halieutiques

La détermination du procédé de traitement utilisé par les entreprises qui transforment les produits de la pêche s'est faite au moyen d'une fiche de renseignements.

I.2.2. Echantillons

L'analyse bactériologique a porté sur 100 échantillons d'eau et de glace issus de cinq usines exportatrices de produits halieutiques.

I.2.3. Matériel technique

I.2.3.1. Appareillage

- Distillateur pour la préparation de l'eau distillée
- Balance de précision pour la pesée lors de la préparation des milieux de culture
- Bain marie thermostaté pour la surfusion des milieux de culture
- Agitateur type Vortex[®]
- Réfrigérateur et congélateur pour la conservation des échantillons
- Etuves (22°C, 37°C, 44°C, 41,5°C, 46°C) pour l'incubation
- Autoclaves pour la stérilisation des milieux et la destruction des déchets
- Four Pasteur pour la stérilisation de la verrerie
- Dispositif de filtration sur membrane (**figure 1**)
- Bec Bunsen



Figure 1: Dispositif de filtration sur membrane

I.2.3.2. Produits et consommables

- Milieux de culture (PCA ; VRBL ; TSC ; RVS ; MKTTn ; gélose de Slanetz et Bartley)
- Verrerie et plastiques réutilisables (flacons, tubes à essai, bécher)
- Matériel à usage unique (boîte de Pétri, pipette Pasteur, sachets stériles, membranes filtrantes)
- Produits d'entretien (savon liquide, désinfectant, papier essuie main)

I.3. Méthodes

I.3.1. Détermination du procédé de traitement de l'eau et de la glace

Un recensement de toutes les entreprises halieutiques bénéficiaires des prestations du laboratoire a été effectué. Ensuite, une fiche de renseignement a été élaborée à partir des entreprises recensées. La Division des Inspections et du Contrôle (DIC) a été sollicitée pour renseigner ladite fiche.

I.3.2. Echantillonnage

Cinq usines ont été choisies en fonction de l'importance des demandes d'analyses adressées au laboratoire. Elles ont été classées en deux groupes :

Groupe 1 : constitué de trois (03) usines et concerne celles qui ajoutent directement le chlore dans l'eau. Ce sont les entreprises 1, 2 et 3;

Groupe 2 : constitué de deux (02) usines et concerne celles qui disposent d'une pompe doseuse qui permet d'injecter avec précision la dose de chlore souhaitée. Il s'agit des entreprises 4 et 5.

En tout, 100 échantillons d'eau et de glace ont été retenus en raison de 20 échantillons par usine.

I.3.3. Analyses bactériologiques

Les germes recherchés et les méthodes normalisées utilisées sont consignés dans le **tableau II**.

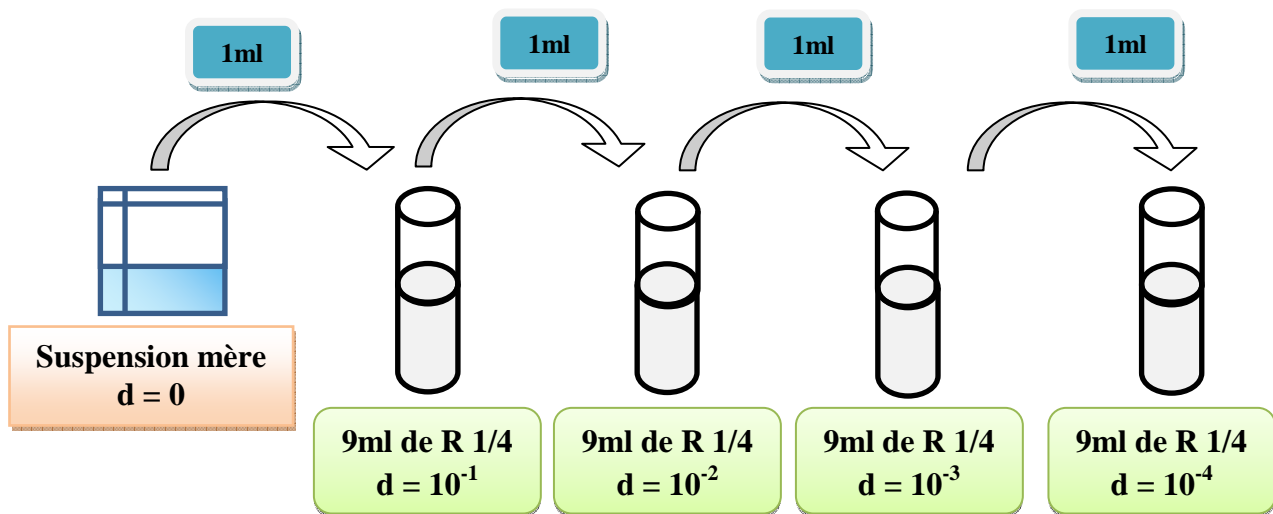
Tableau II: Germes recherchés et normes utilisées

Germes recherchés	Normes utilisées
Micro-organismes aérobies revivifiables à 22°C et 37°C	NF EN ISO 6222
Coliformes thermotolérants	NF EN ISO 9308-1
Anaérobies sulfito-réducteurs	NF EN 26461-1
Entérocoques	NF ISO 7899-2
Salmonelles	NF EN ISO 6579

I.3.3.1. Dénombrement des micro-organismes aérobies revivifiables

I.3.3.1.1. Préparation des dilutions décimales

La **figure 2** décrit le mode opératoire de la préparation des dilutions décimales en vue du dénombrement des micro-organismes aérobies revivifiables.



R ¼ : solution de Ringer diluée au ¼
d : dilution

Figure 2: Préparation des dilutions décimales

I.3.3.1.2. Mode opératoire

L'inoculum est déposé dans un milieu strictement défini et non sélectif. La lecture est faite après 48 heures d'incubation à 37°C et après 72 heures d'incubation à 22 °C. Le milieu de culture utilisé est la gélose PCA. Le mode opératoire est détaillé à la **figure 3** [4].

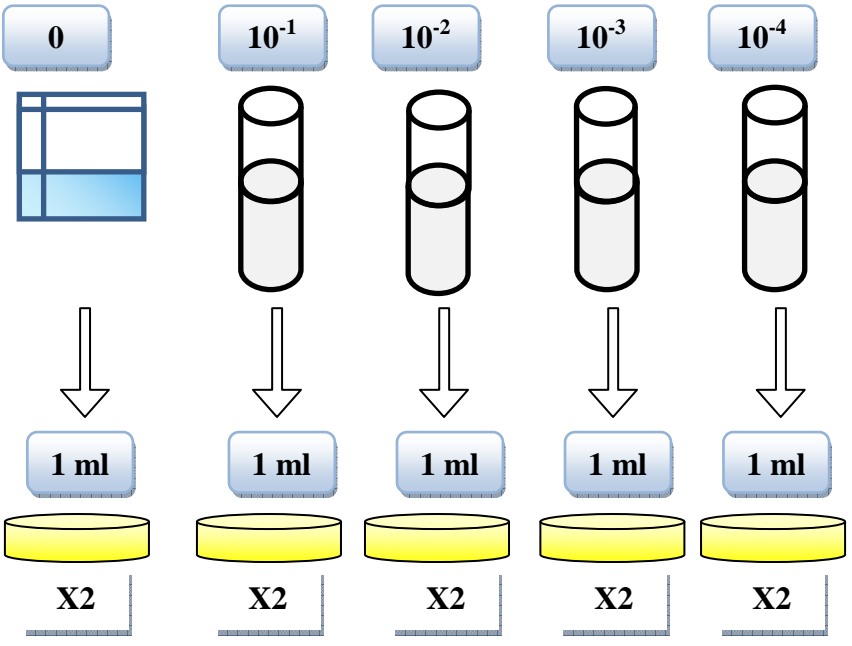
J	Préparation		Incubation 1 ^{er} jeu à 37°C pendant 44h±4h 2 ^{ème} jeu à 22°C pendant 68h±4h
J+2	Lecture et calcul	Dénombrement des colonies sur les boîtes incubées à 37°C Calcul et résultat	
J+3	Lecture et calcul	Dénombrement des colonies sur les boîtes incubées à 22°C Calcul et résultat	

Figure 3: Mode opératoire du dénombrement des micro-organismes aérobies

I.3.3.2. Dénombrement des coliformes thermotolérants

Après filtration de l'eau à analyser, la membrane est déposée sur un milieu gélosé approprié. Ceci permet aux colonies de coliformes de se développer préférentiellement au cours d'une incubation de 24 heures. Le mode opératoire est illustré par la **figure 4**. Le milieu de culture est la gélose Chapman TTC. Après 24 heures, les colonies caractéristiques sont jaunes (ou violettes) entourées d'une auréole jaune [2].

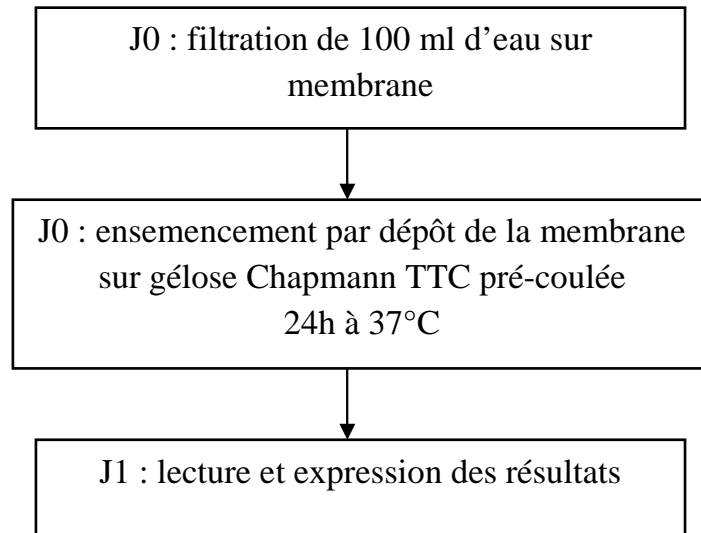


Figure 4: Mode opératoire de la recherche des coliformes thermotolérants

I.3.3.3. Dénombrement des entérocoques

Après filtration sur membrane de cellulose, celle-ci est appliquée sur un support nutritif contenant des substances inhibitrices qui laissent se développer préférentiellement les colonies de streptocoques fécaux. Le milieu de culture est la gélose de Slanetz et Bartley. Après 48 heures à 37°C, les colonies caractéristiques sont de couleur rouge violacé ou marron. Les étapes du mode opératoire sont illustrées par la **figure 5** [3].

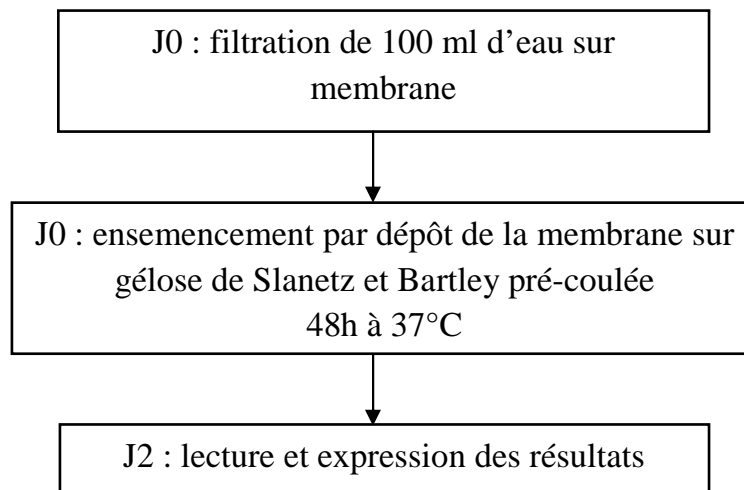


Figure 5: Mode opératoire de la recherche des entérocoques

I.3.3.4. Recherche et dénombrement des germes ASR

L'inoculum est incorporé à un milieu de base fondu, régénéré, additionné de D-cyclosérine. Le sulfite est réduit en sulfure qui, en présence d'ions ferriques, précipite sous forme de sulfure de fer de couleur noire. L'incorporation se fait dans un tube et non dans une boîte afin de limiter la surface de contact entre le milieu et l'air. Le milieu de culture est le TSC. Les colonies caractéristiques sont

noires entourées d'un halo noir. Dans quatre tubes stériles contenant 15 ml de TSC, comme l'indique la **figure 6**, répartir 5 ml d'eau. Refroidir sous l'eau du robinet. Après solidification, incuber à 46°C. Faire une lecture après 20 heures [5].

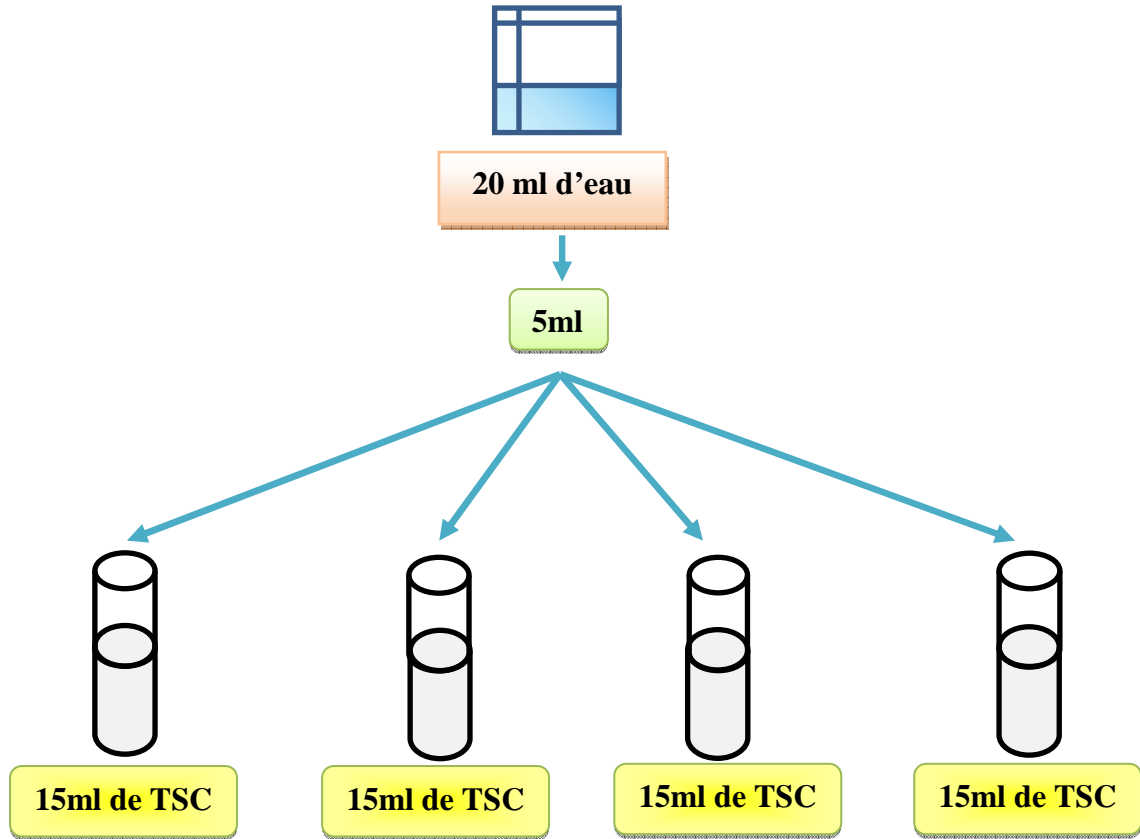


Figure 6: Mode opératoire du dénombrement des ASR

I.3.3.5. Recherche des salmonelles

Après filtration de 5 litres d'eau sur membrane de cellulose, celle-ci est mise dans un sachet STOMACHER[®] contenant 100 ml d'EPT. Cet ensemble est incubé à 37°C pendant 18h : c'est l'étape du pré-enrichissement. Après quoi viennent successivement les étapes d'enrichissement sélectif, d'isolement sélectif, d'identification et de confirmation. La **figure 7** donne une description de ces différentes étapes [1].

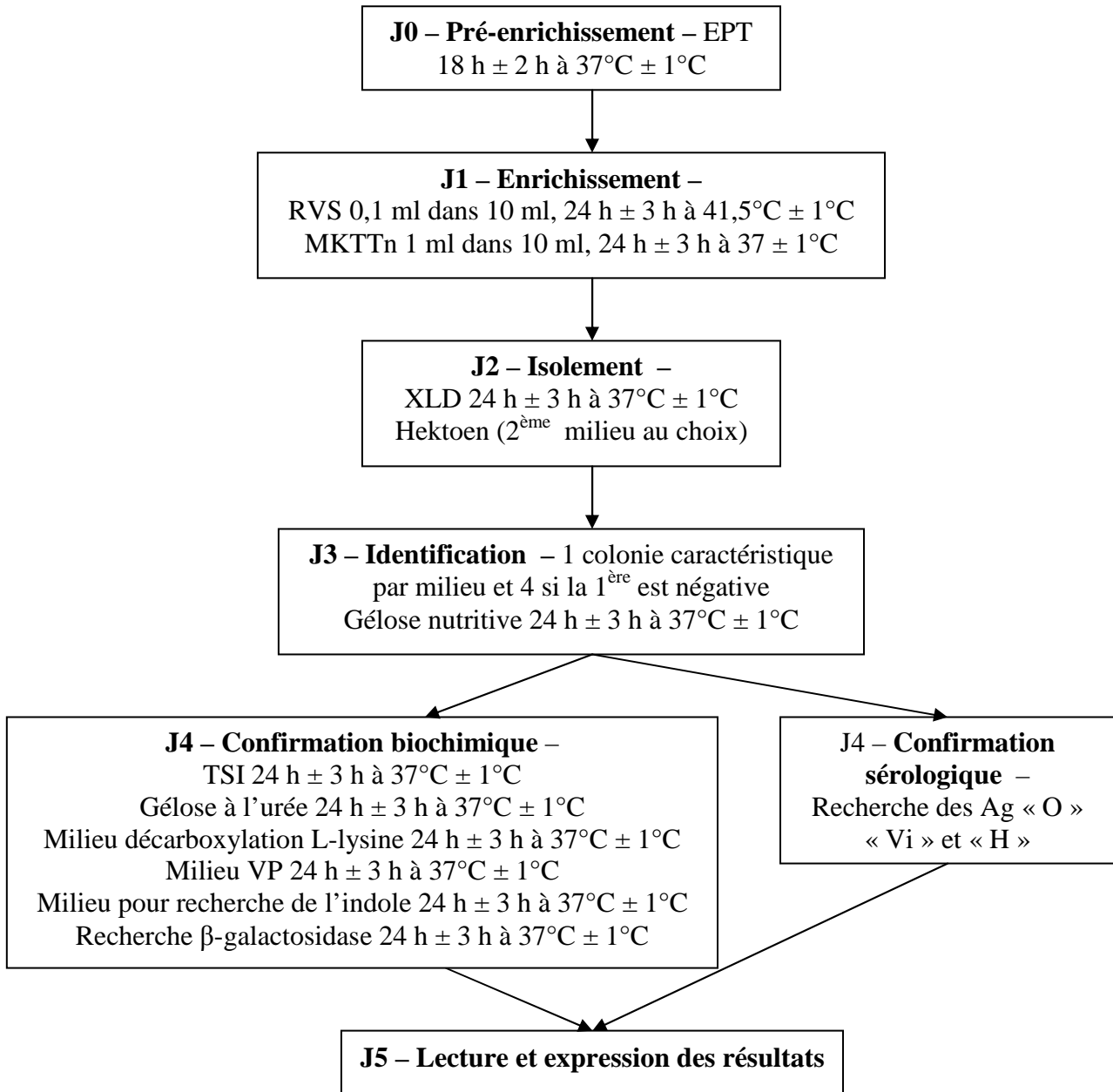


Figure 7: Mode opératoire de la recherche des salmonelles

I.3.3.6. Expression des résultats

Le comptage des colonies, concernant les micro-organismes aérobies revivifiants et les ASR, se fait à partir de la formule ci-dessous et le résultat est exprimé en germes par ml

$$N = \frac{\Sigma c}{V(n_1 + 0,1 n_2) d} \quad (\text{germes/ml})$$

Σc = somme des colonies des boîtes.

V = volume d'eau utilisé (en ml).

n_1 = Nombre de boîtes de Pétri comptées à la 1^{ère} dilution retenue.

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

n_2 = Nombre de boîtes de Pétri comptées à la 2^{ème} dilution retenue.

Pour les coliformes thermotolérants et les entérocoques, le résultat s'exprime par « présence » ou « absence » dans 100 ml. Pour les salmonelles, il s'exprime par « présence » ou « absence » dans 5 litres.

I.3.3.7. Critères microbiologiques et interprétation des résultats

Les critères microbiologiques (m) utilisés sont ceux du règlement (CE) n° 98/83. Ils sont consignés dans le **tableau III**.

Tableau III: Critères microbiologiques pour les bactéries recherchées

Germes recherchés	Germes aérobies viables		Coliformes thermotolérants	Entérocoques	ASR à 46°C	Salmonelles
	à 22°C	à 37°C				
Critères microbiologiques	100/ml	20/ml	absence dans 100ml	absence dans 100ml	<1/20 ml	Absence dans 5000ml

Source : [8]

Pour les coliformes, entérocoques, salmonelles et les ASR, l'interprétation des résultats est effectuée selon le plan à deux classes. Dans le cas des trois premiers germes, le résultat est dit satisfaisant s'il y a « absence ». En ce qui concerne les ASR, il ne doit pas exister plus d'une spore dans 20ml d'eau. S'agissant des germes aérobies viables, l'interprétation est faite selon un plan à trois classes. Le résultat est dit satisfaisant si les valeurs trouvées sont inférieures ou égales à **m**. Il est acceptable si elles sont comprises entre m et M (avec M = 10m) incluse. Enfin, si elles sont supérieures à M, il est jugé non satisfaisant.

Chapitre II : Résultats et Discussion

II.1. Résultats

II.1.1. Procédés de traitement de l'eau dans les entreprises de produits halieutiques au Sénégal

Il ressort de cette étude que :

- toutes les usines qui fabriquent des produits élaborés ont un dispositif de traitement de l'eau, condition indispensable pour être autorisée à produire et à exporter vers l'UE.
- l'ensemble des entreprises enquêtées applique une méthode de traitement combinant la filtration, les rayons UV et la chloration. Parmi elles, seulement deux, disposent d'une pompe doseuse de chlore. Les autres ajoutent directement le chlore dans les bassins, tout en contrôlant le chlore résiduel qui ne doit pas dépasser 10 ppm.

II.1.2. Niveau de contamination global de l'eau et la glace dans les industries halieutiques

II.1.2.1. Micro-organismes aérobies à 22°C

Le **tableau IV** indique les niveaux de contamination par les micro-organismes aérobies à 22°C sur la période de notre étude. La contamination moyenne est de 210,81 germes par ml. Sur l'ensemble des échantillons analysés :

- 79% sont satisfaisants : $F \leq 10^2$ germes/ml
- 16% sont acceptables : $10^2 < F \leq 10^3$ germes/ml
- 5% est non satisfaisant : $F > 10^3$ germes/ml.

Tableau IV : Niveau de contamination global par les micro-organismes aérobies à 22°C

Moyenne	Niveau de contamination	Nombre d'échantillons	Pourcentage	Pourcentage cumulé
210,81	$F \leq 10^2$	79	79	79
	$10^2 < F \leq 10^3$	16	16	95
	$F > 10^3$	5	5	100

II.1.2.2. Micro-organismes aérobies à 37°C

Le **tableau V** indique les niveaux de contamination par les micro-organismes aérobies à 37°C sur la période de l'étude. La contamination moyenne est de 68,17 germes par ml. Sur l'ensemble des échantillons analysés :

- 76% sont satisfaisants : $F \leq 20$ germes/ml
- 16% sont acceptables : $20 < F \leq 200$ germes/ml
- 8% est non satisfaisant : $F > 200$ germes/ml.

Tableau V: Niveau de contamination global par les micro-organismes aérobies à 37°C

Moyenne	Niveau de contamination	Nombre d'échantillons	Pourcentage	Pourcentage cumulé
68,17	$F \leq 20$	76	76	76
	$20 < F \leq 200$	16	16	92
	$F > 200$	8	8	100

II.1.2.3. Bactéries anaérobies sulfito-réductrices

Le **tableau VI** indique les niveaux de contamination par les ASR sur la période de notre étude. La contamination moyenne est inférieure à 1 germe par 20 ml. Sur l'ensemble des échantillons analysés :

- 100% sont satisfaisants : $F \leq 1$ germe/20ml
- 0% est non satisfaisant : $F > 1$ germe/20ml.

Tableau VI: Niveau de contamination global par les ASR

Moyenne	Niveau de contamination	Nombre d'échantillons	Pourcentage	Pourcentage cumulé
<1	$F \leq 1$	100	100	100
	$F > 1$	0	0	100

II.1.2.4. Coliformes thermotolérants

Le **tableau VII** indique les niveaux de contamination par les coliformes thermotolérants. Sur l'ensemble des échantillons analysés :

- 98% sont satisfaisants (absents dans 100 ml d'eau)
- 2% sont non satisfaisants (présents dans 100 ml).

Tableau VII: Niveau de contamination global par les coliformes thermotolérants

Niveau de contamination	Nombre d'échantillons	Pourcentage	Pourcentage cumulé
absence	98	98	98
présence	2	2	100

II.1.2.5. Entérocoques et salmonelles

Ces bactéries sont absentes dans tous les échantillons analysés.

II.1.3. Niveau de contamination en fonction des entreprises

II.1.3.1. Micro-organismes aérobies à 22°C

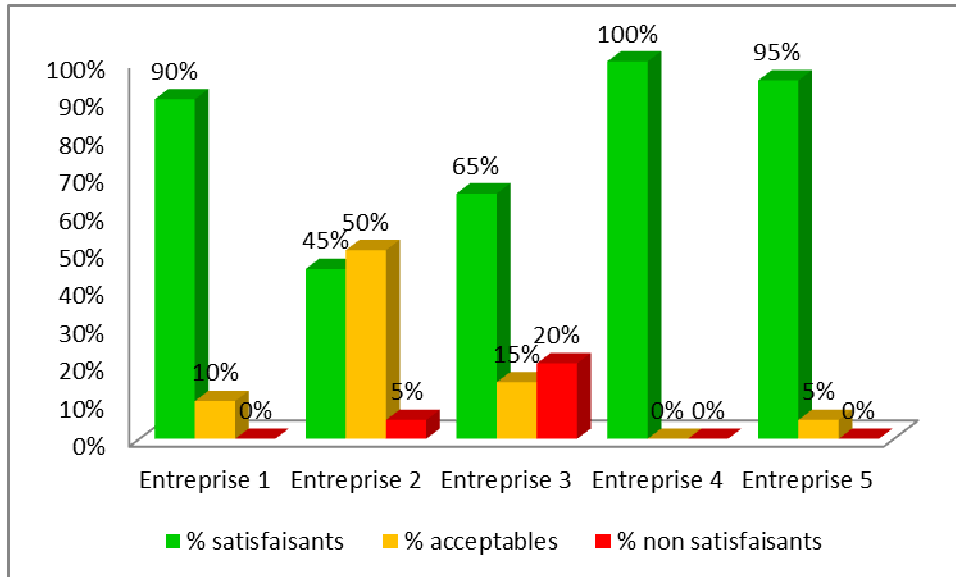


Figure 8: Contamination par la flore à 22°C en fonction des entreprises

II.1.3.2. Micro-organismes aérobies à 37°C

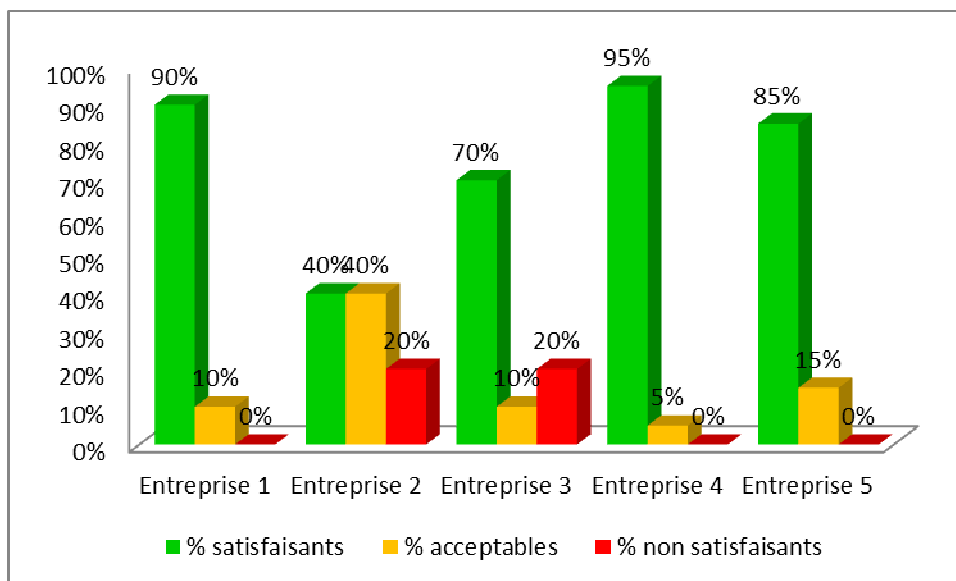


Figure 9: Contamination par la flore à 37°C en fonction des entreprises

II.1.3.3. Coliformes thermotolérants

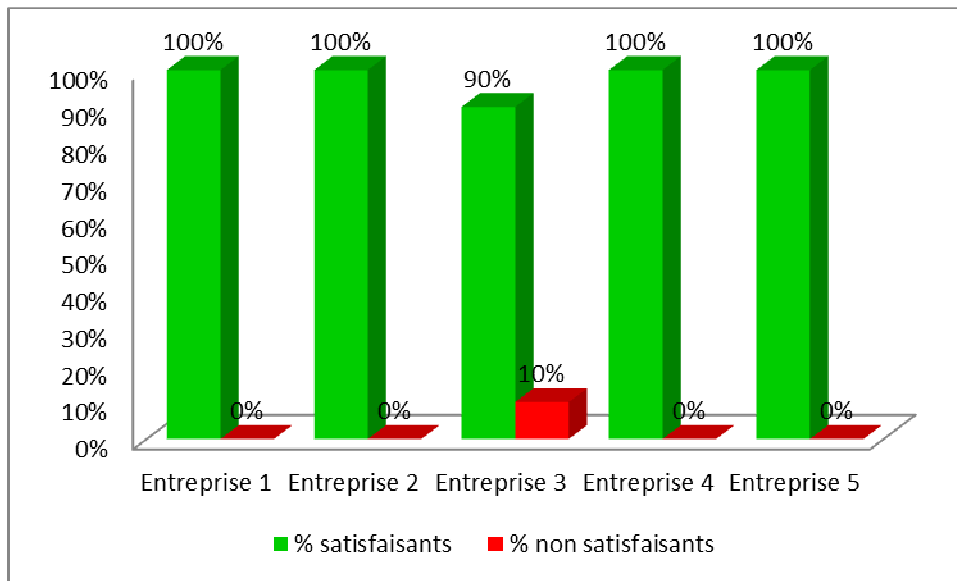


Figure 10: Contamination par les coliformes thermotolérants en fonction des entreprises

II.1.3.4. Entérocoques-ASR-salmonelles

Ces germes sont absents dans tous les échantillons des entreprises 1, 2, 3, 4 et 5.

II.2. Discussion

II.2.1. Procédés de traitement de l'eau des usines de produits halieutiques

Les investigations faites auprès de l'autorité compétente (AC) indiquent que toutes les entreprises de produits halieutiques ont un dispositif de traitement de l'eau. Ce dispositif combine les procédés de filtration, de rayonnement UV et de chloration. Ce qui n'est pas le cas lors des études réalisées par SYLLA et coll. [31] et DIENG [11]. Au moment de leurs études, les traitements utilisés étaient la chloration, l'ozonation et les rayonnements UV. La combinaison de ces procédés aurait pour but d'accroître leur efficacité.

II.2.2. Micro-organismes aérobies revivifiables à 22°C et 37°C

La moyenne de contamination est de 210,81 germes/ml pour la flore à 22°C et 68,17 germes/ml pour celle à 37°C. Elles sont inférieures à celles obtenues par SYLLA et coll. [31] avec respectivement 503,5 et 155,85 germes/ml et par TRAORE [32] avec 7155,624 germes/ml pour la flore à 37°C. Cette baisse du niveau de contamination pourrait être le fait des nombreux efforts déployés pour la mise en œuvre et l'application du système HACCP dans les entreprises de pêche au Sénégal [12]. Les normes de référence de la CE autorisent des taux inférieurs à 100 germes/ml pour la flore à 22°C et 20 germes/ml pour la flore à 37°C [8]. L'interprétation de nos résultats selon ces normes, indique globalement que 5% et 8% d'échantillons sont non satisfaisants respectivement pour la flore à 22°C et celle à 37°C. Ces non-conformités seraient liées à une insuffisance dans le processus de traitement de l'eau de certaines entreprises. En effet, pour un même procédé de traitement, les entreprises 2 et 3 donnent un taux de non-conformité respectivement de 5% et 20% pour la flore à 22°C et 20% chacune pour la flore à 37°C par rapport à l'entreprise 1 ne présentant aucune non satisfaction. Ce fait dériverait d'un sous dosage du chlore ou de façon générale d'une non maîtrise du procédé de traitement de l'eau. Ceci d'autant plus que les entreprises 4 et 5, disposant d'une pompe doseuse de chlore enregistrent respectivement 100% et 95% de satisfaction pour la flore à 22°C.

Selon GUIRAUD et GALZY [15], une eau présentant moins de 1000 bactéries par ml est pure. De même, d'après KHOSROF et BOUDABOUS [19], la norme tunisienne admet un taux maximal de 10^3 germes aérobies/ml. Ainsi, la moyenne de contamination pour ces germes reste conforme à la norme tunisienne, contrairement à celle de l'UE, plus stricte.

II.2.3. Anaérobies sulfito-réducteurs

En ce qui concerne ces germes, il ne doit pas exister plus d'une spore dans 20 ml d'eau. Cette étude révèle que tous les échantillons analysés étaient satisfaisants. Toutefois, SYLLA et coll. [31] et TRAORE [32] ont trouvé respectivement 16% et 6,41% de non-conformité dans des échantillons d'eau traitée à l'ozone. Cette différence résiderait dans la technique de traitement qui fait intervenir d'abord la filtration, permettant de retenir les spores bactériennes, puis le rayonnement UV, très efficace sur ces spores et enfin le chlore. Aussi, ces résultats mettent en exergue l'efficacité limitée de l'ozone, compte tenu de sa demi-vie relativement courte [25].

II.2.4. Coliformes thermotolérants

Pour ces bactéries, la réglementation exige leur absence dans 100 ml d'eau. Nos résultats indiquent globalement 2% de non-conformité alors que SYLLA et coll. [31] et TRAORE [32] avaient trouvé respectivement 10% et 12,8% de non-conformité. Ces non conformités proviennent de l'entreprise 3. Elles pourraient être dues essentiellement à la contamination de la glace par le personnel d'une part et d'autre part par le matériel de travail. Ceci constitue d'ailleurs la principale cause de contamination de la glace au niveau des entreprises marocaines [37]. Au Sri Lanka, ces bactéries ont été retrouvées dans les eaux de mer, de robinet et la glace utilisées lors de la préparation du poisson, à des taux supérieurs aux normes internationales [36]. Ces germes contaminent 9,2% des eaux minérales analysées en Tunisie [19]. Selon l'OMS, une eau est de bonne qualité si 80% des échantillons sont négatifs pour les coliformes fécaux [38]. Au regard de ce qui précède, les eaux utilisées dans les usines de produits halieutiques sénégalaises sont d'assez bonne qualité et sont à encourager. Hormis ces faits, les travaux de NOLA et coll. [24] indiquaient un taux global de coliformes variant entre 30 et 9.10^5 dans 100 ml au niveau des eaux de la nappe phréatique de Yaoundé. Ce taux élevé montre toute l'importance de traiter les eaux avant utilisation.

II.2.5. Entérocoques

La réglementation impose aussi l'absence de ces bactéries dans 100 ml d'eau. Tous les échantillons analysés présentent un niveau de contamination satisfaisant. Cependant, DIENG [11] et TRAORE [32] avaient obtenu respectivement 9% et 22,9% de non-conformité. Cela pourrait être le résultat d'un bon traitement de l'eau, mais aussi de l'application des BPH et du plan HACCP qui est en nette progression aujourd'hui dans les usines de produits halieutiques au Sénégal. Toutefois, il faut signaler que ces germes sont beaucoup moins résistants dans le milieu extérieur que les coliformes thermotolérants. Ce qui pourrait également expliquer ces résultats satisfaisants. Il est à noter aussi que les entérocoques ne sont pas mentionnés dans les recommandations canadiennes pour la qualité de l'eau potable [35].

II.2.6.Salmonelles

S'agissant des salmonelles, la réglementation exige leur absence dans 5000 ml d'eau. Le même critère est admis par la réglementation marocaine. Nos résultats montrent qu'elles sont absentes dans la totalité des échantillons analysés. Les mêmes résultats ont été observés par KHOSROF et BOUDABOUS [19] sur les eaux minérales tunisiennes. Par contre, ces germes ont été retrouvés dans l'eau utilisée pour le traitement du poisson dans trois ports de pêche sri lankais [36]. Leur absence constitue un indice de qualité attribuable à l'amélioration continue des conditions d'hygiène dans les usines de produits halieutiques.

II.2.7.Evaluation de l'efficacité du traitement

Les résultats obtenus indiquent que la combinaison des procédés de traitement est plus efficace que chacun d'eux. En effet, les travaux de SYLLA et coll. [31] et DIENG [11] ont montré que les usines qui utilisaient l'ozonation présentaient une non-conformité pour tous les germes. Celles utilisant les rayons UV ou le chlore avaient des non conformités liées uniquement aux coliformes totaux et aux entérocoques. Et celles combinant la chloration et les rayons UV ne présentaient aucune non-conformité. Au contraire, selon l'OFSP en Suisse [25], l'ozonation est plus efficace que la chloration. Au Maroc, le Département des pêches maritimes conseille l'utilisation des lampes à ultraviolet et/ou un traitement chimique de l'eau (chloration, ozonisation) [37]. Toutefois, la meilleure façon d'optimiser l'efficacité de ces traitements est de les combiner. Ce qui expliquerait le choix des industriels sénégalais.

Conclusion et Recommandations

L'eau intervient à plus d'un titre dans notre alimentation, d'abord en tant que aliment de base. Mais elle est largement utilisée dans la préparation des aliments notamment dans les industries de produits halieutiques. Toutefois, elle constitue un vecteur possible de germes dangereux. Pour cela, elle fait l'objet d'une attention particulière de la part des hygiénistes. Ainsi, cette étude avait pour but d'évaluer la qualité microbiologique de l'eau et de la glace utilisées en fonction des traitements épuratifs appliqués dans les industries halieutiques au Sénégal. De façon opérationnelle, il s'agissait de connaître les procédés de traitement épuratif de l'eau dans les industries halieutiques, d'apprécier le niveau de contamination de l'eau et de la glace après le traitement et d'évaluer l'efficacité des traitements appliqués en fonction des niveaux de contamination.

Une fiche de renseignements a permis de connaître les traitements appliqués. Les analyses microbiologiques ont été réalisées au laboratoire de microbiologie des aliments d'HIDAOA. En tout, 100 échantillons ont été analysés au niveau de 5 usines en raison de 20 par usine. Les méthodes normatives de l'AFNOR ont permis d'exploiter les résultats obtenus. Les résultats ont révélés que toutes les usines enquêtées combinent la filtration et la désinfection aux rayons UV puis au chlore.

- Les résultats globaux de l'analyse microbiologique étaient libellés comme suit :
 - 79% des échantillons étaient satisfaisants pour la flore à 22°C, 16% acceptables et 5% non satisfaisants avec une moyenne de contamination de 210,81 germes par ml.
 - 76% des échantillons étaient satisfaisants pour la flore à 37°C, 16% acceptables et 8% non satisfaisants avec une moyenne de contamination de 68,17 germes par ml.
 - 98% des échantillons étaient satisfaisants pour absence de coliformes thermotolérants
 - Tous les échantillons étaient satisfaisants pour absence d'ASR, d'entérocoques et de salmonelles.
- A l'échelle industrielle, ces résultats ont montré que les entreprises 2 et 3 avaient un niveau de contamination peu satisfaisant avec respectivement 5% et 20% de non-conformité pour la flore à 22°C. En ce qui concerne la flore à 37°C, les entreprises 2 et 3 ont donné chacune 20% de non-conformité. 10% des échantillons étaient également non satisfaisants pour présence de coliformes thermotolérants au niveau de l'entreprise 3.

Dans l'ensemble, ces résultats sont relativement satisfaisants. Les différences de niveau de contamination observées au sein des entreprises, malgré le même procédé de traitement épuratif, pourraient être dues à une insuffisance dans la maîtrise de ces procédés au sein des usines concernées.

Recommandations

Ces résultats indiquent que d'importants progrès ont été effectués en ce qui concerne les procédés de traitement de l'eau. Cependant, il est nécessaire de porter quelques éléments de réflexion à la connaissance de l'AC et des entreprises elles-mêmes, en vue de tendre vers beaucoup plus de perfection.

Pour les entreprises, il s'agit de :

- mettre en œuvre un système de surveillance journalier de la qualité microbiologique de l'eau et de la glace. Ce qui permettra d'apprécier l'efficacité des traitements appliqués ;
- effectuer un contrôle quotidien du taux de chlore résiduel. Ceci pour ne pas non seulement dépasser les 10 ppm exigés par la réglementation mais aussi ne pas sous-doser le chlore, gage de l'efficacité de ce traitement ;
- disposer d'une pompe doseuse de chlore pour plus de précision quant à la dose admise ;
- veiller au respect strict des règles d'hygiène par le personnel, afin de prévenir la contamination de la glace ;
- veiller à la maintenance des lampes UV avec un nettoyage régulier pour éviter toute baisse de leur efficacité. Et les remplacer en cas de baisse d'efficacité.

A l'AC, il est recommandé de :

- renforcer les moyens de contrôle, notamment les ressources humaines et matériel vu le nombre sans cesse grandissant d'industries halieutiques ;
- élargir la gamme de germes faisant l'objet de contrôle officiel. En effet, seules les salmonelles sont recherchées pour vérifier la qualité microbiologique de l'eau et de la glace dans les usines de produits halieutiques par l'AC. En effet, l'existence habituelle d'un nombre important de germes d'accompagnement, d'origine fécale (coliformes thermotolérants, entérocoques) ou non (*Pseudomonas*, *Achromobacter*, etc.) entraîne des phénomènes de compétition avec les salmonelles éventuellement présentes et qui sont alors inhibées.

Références bibliographiques

1. **AFNOR, 2002.** NF EN ISO 6579 (décembre 2002). Microbiologie des éléments – Méthode horizontale pour la recherche des *Salmonella spp.*
2. **AFNOR, 2000.** NF EN ISO 9308-1 (septembre 2000). Qualité de l'eau – Recherche et dénombrement des *Escherichia coli* et des bactéries coliformes – Partie 1 : méthode générale par filtration sur membranes.
3. **AFNOR, 2000.** NF ISO 7899-2 (août 2000). Qualité de l'eau – Recherche et dénombrement des entérocoques intestinaux – Partie 2 : méthode par filtration sur membrane.
4. **AFNOR, 1999.** NF EN ISO 6222 (juillet 1999). Qualité de l'eau – Dénombrement des micro-organismes revivifiables – Comptage des colonies par ensemencement dans un milieu de culture nutritif gélosé.
5. **AFNOR, 1993.** NF EN 26461-1 (juillet 1993). Qualité de l'eau-Recherche et dénombrement des spores de micro-organismes anaérobies sulfito-réducteurs (*Clostridia*). Partie 1 : méthode par enrichissement dans un milieu liquide.
6. **AFSSA, 2002.** Rapport sur les infections à protozoaires liées aux aliments et à l'eau : évaluation scientifique des risques associés à *Cryptosporidium sp.* AFSSA, 185 p.
7. **CE, 2002.** Règlement (CE) N° 178/2002 du 28 Janvier 2002 établissant les principes généraux et les prescriptions générales de la législation alimentaire, instituant l'Autorité européenne de sécurité des aliments et fixant des procédures relatives à la sécurité des denrées alimentaires. JO L31/1 du 1.2.2002.
8. **CE, 1998.** Directive 98/83 du Conseil du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. JO L330/32 du 5.12.1998.
9. **CE, 2004.** Règlement (CE) N° 852/2004 du parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires. JO L139/1 du 30.4.2004.
10. **DESJARDINS R., 1997.** Le traitement des eaux.- 2è Edition.- Paris : Ecole Polytechnique Montreal.-293p.
11. **DIENG M. M., 2004.** L'eau et la glace utilisées dans les industries des produits de la pêche au Sénégal : traitements appliqués et qualité microbiologique. Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 28.
12. **DOUA T. P. C., 2012.** Evaluation de la qualité hygiénique de la seiche (*Sepia officinalis*) entière nettoyée congelée destinée à l'exportation: cas de Blue Fish au Sénégal. Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 20.
13. **FESTY B. ; HARTEMANN P. ; LEDRANS M. ; LEVALLOIS P. ; PAYMENT P. et TRICARD D., 2003.** Qualité de l'eau (333-368). In : Environnement et santé publique-Fondements et pratiques. Eds : GERIN M. ; GOSSELIN P. ; CORDIER S. ; VIAU C. ; QUENEL P. et DEWAILLY E..-Paris : Tec&Doc.-1023p.
14. **GRAHAM J. ; JOHNSON W. A. et NICHOLSON F. J., 1994.** La Glace et les Produits de la Pêche.- Rome : FAO.- 193p.- (Document technique sur les pêches).
15. **GUIRAUD J. et GALZY P., 1980.** Analyse microbiologique de l'eau (109-117). In : L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires.- Paris : Les éditions de l'Usine nouvelle.-240p.
16. **GUIRAUD J. et GALZY P., 1980.** Les Bactéries (63-92). In : *L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires.*-Paris : Les éditions de l'Usine nouvelle.-240p.
17. **HASLEY C. et LECLERC H., 1993.** Microbiologie des eaux d'alimentation.-Paris : Lavoisier.-495p.- (Document technique).
18. **HUSS H. H., 1995.** Assurance de qualité des produits de la mer.- Rome : FAO.-186p.- (FAO document technique sur les pêches ; 334).
19. **KHOSROF S. et BOUDABOUS A., 1992.** Qualité microbiologique des principales eaux minérales tunisiennes. *Revue de microbiologie et de l'hygiène alimentaire.* ;4 (11) : 3-16.
20. **LAGHMARI H. et EL MARRAKCHI A., 2005.** Appréciation organoleptique et physico-chimique de la crevette rose *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) conservée sous glace et à température ambiante. *Revue Méd. Vét.* **156** (4) : 221-226.

21. **LECLERC H. ; BUTTIAU R. ; GUILLAUME J. et WATTRE P., 1977.** Microbiologie Appliquée.- Paris : Doin - 227p.
22. **LORET J. F. ; JOUSSET M. ; ROBERT S. ; SAUCEDO G. ; RIBAS F. ; THOMAS V. et GREUB G., 2008.** Amoebae-resisting bacteria in drinking water: risk assessment and management. *Water Sci Technol.* **58** (3) : 571-577.
23. **MALLEVILLE J. et CHAMBOLE T., 1990.** La qualité de l'eau. La recherche. 21 (221) : 598-606.
24. **NOLA M. ; NJINE T. ; MONKIEDJE A. et TAILLIEZ R., 1999.** Approche colimétrique des eaux de la nappe phréatique superficielle de la ville de Yaoundé (Caméroun). *Revue de microbiologie et de l'hygiène alimentaire.* ; **11** (31) : 9-14
25. **OFSP, 2010.** Procédés reconnus destinés au traitement de l'eau potable.- Berne : OFSP.- 107p.-(Office fédéral de la santé publique. guide pratique)
26. **RODIER J. ; LEGUBE B. ; MERLET N. et Coll., 2009.** Analyse microbiologique des eaux. (719-855) In : *l'Analyse de l'eau.*- 9è Edition.- Paris : Dunod.-1579p.
27. **SENEGAL/MINISTERE DE L'ECONOMIE MARITIME, 2010** Rapport d'activité 2010.- Dakar : DITP.-31p.
28. **SENEGAL/MINISTERE DE L'ECONOMIE MARITIME, 2009** Résultats généraux de la pêche maritime 2009.-Dakar : DPM.-99p.
29. **SENEGAL/MINISTERE DE L'ECONOMIE MARITIME, 2009** Rapport d'activité 2009.- Dakar : DITP.-42p.
30. **SOUMARE I. G., 1997.** Contribution à l'étude de la qualité hygiénique des eaux de boisson vendues sur la voie publique à Dakar. Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 10.
31. **SYLLA K. S. B.; MUSABYEMARIYA B. et SEYDI Mg., 2008.** Etude comparative de la qualité bactériologique de l'eau utilisée dans les industries de la pêche au Sénégal en fonction du traitement appliqué (119-124). In: *Second workshop on fish technology, utilization and quality assurance in Africa.*- Rome: FAO.- 201p.- (FAO, Rapport sur les pêches et l'aquaculture; 904).
32. **TRAORE E. H. D., 1996.** Etude de la qualité microbiologique de l'eau et de la glace dans les industries des produits de la pêche à Dakar. Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 33.

Webographie

33. **AGENCE DE L'EAU, 2004.** l'eau et l'industrie.- Douai : Agence de l'eau.- 32p. [En ligne] Accès internet : http://www.eau-artois-picardie.fr/IMG/pdf/eauetindustriecomplet_1_.pdf (consultée le 28 août 2012).
34. **CRE, 2002.** Rapport. Qualité des ressources en eau et production d'eau potable [En ligne] Accès internet : <http://www.eau-poitou-charentes.org/Les-differentes-etapes-d-une.html> (consultée le 16 août 2012).
35. **GROUPE SCIENTIFIQUE SUR L'EAU, 2002.** Entérocoques et streptocoques fécaux, Dans Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine, Institut national de santé publique du Québec, 5p. [En ligne] Accès internet : http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/198-CartableEau/198_FichesSynthesesEauPotable.pdf (consultée le 06 novembre 2012).
36. **JAYASINGHE P. S., 2006.** Quality of water and ice used for fish handling in fishing harbours in Sri Lanka. [En ligne] Accès internet : http://www.unuftp.is/static/fellows/document/pradeepa06_abstractprf.pdf (consultée le 30 août 2012).
37. **MAROC/MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE MARITIME, 2010.** Produits de la mer : guide de bonnes pratiques d'hygiène et d'application des principes HACCP. [En ligne] Accès internet : http://www.mpm.gov.ma/documentation/pdf/frais_hygie.pdf (consultée le 06 novembre 2012)
38. **OMS, 2004.** Directives de qualité pour l'eau de boisson. [En ligne] Accès internet : http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_prel_1a5.pdf (consultée le 06 novembre 2012)

<p>Qualité microbiologique de l'eau et de la glace utilisées en fonction des traitements épuratifs appliqués dans les industries halieutiques au Sénégal</p>	<p>Microbiological quality of water and ice used with respect to purification treatments employed in fish processing industries in Senegal</p>
<p>Than Privat Camille DOUA Mémoire de Master Qualité des Aliments de l'Homme</p>	<p>Than Privat Camille DOUA Masters thesis in quality food of man</p>
<p style="text-align: center;"><u>Résumé</u></p> <p>Ce travail a pour objectif d'évaluer la qualité microbiologique de l'eau et de la glace utilisées en fonction des traitements épuratifs appliqués dans les industries halieutiques au Sénégal. C'est une étude rétrospective réalisée au laboratoire de microbiologie des aliments de l'EISMV de Dakar. Elle consiste d'une part en la détermination des procédés de traitement appliqués actuellement dans les industries halieutiques au Sénégal. D'autre part, elle vise à apprécier le niveau de contamination de l'eau et de la glace, après le traitement à travers des analyses bactériologiques et à évaluer l'efficacité des traitements appliqués en fonction des niveaux de contamination obtenus. Un total de 100 échantillons d'eau et de glace issus de cinq entreprises (1, 2, 3, 4, et 5) ont été analysés à raison de 20 par entreprise. Il découle de cette étude que l'eau est traitée par filtration et assainie aux rayons Ultra-violet puis au chlore dans tous les usines enquêtées. Des résultats obtenus, il ressort que 79% des échantillons étaient satisfaisants pour la flore à 22°C, 16% acceptables et 5% non satisfaisants avec une moyenne de contamination de 210,81 germes par ml. 76% des échantillons étaient satisfaisants pour la flore à 37°C, 16% acceptables et 8% non satisfaisants avec une moyenne de contamination de 68,17 germes par ml. 98% des échantillons étaient satisfaisants pour absence de coliformes thermotolerants. Tous les échantillons étaient satisfaisants pour absence d'ASR, d'entérocoques et de salmonelles.</p> <p>A l'échelle industrielle, ces résultats ont montré que les entreprises 2 et 3 avaient un niveau de contamination peu satisfaisant.</p> <p>Globalement, ces résultats sont satisfaisants. Les différences de niveau de contamination observées au sein des entreprises, malgré le même procédé de traitement épuratif, pourraient être dues à une insuffisance dans la maîtrise de ces procédés au sein des usines concernées.</p>	<p style="text-align: center;"><u>Abstract</u></p> <p>This work aims to evaluate the microbiological quality of water and ice with respect to the purification treatments used in fish processing industries in Senegal. It is a retrospective study carried out at the of food microbiology laboratory of EISMV of Dakar. It consists on the one hand of the determination of the treatment procedure currently used in fish processing industries in Senegal. On the other hand, it aims at appreciating the level of contamination of treated water and ice through bacteriological testing. In addition, it enables us to evaluate the efficacy of treatments used with respect to the levels of contamination obtained. 100 samples of water and ice from five companies (1,2,3,4 and 5) that is 20 samples per company were analyzed. This study reveals that water is softened by filtration and is purified with the ultra-violet rays then with chlorine in all the factories surveyed. From the results obtained, it can be seen that 79% of the samples were satisfactory for the flora at 22°C, 16% were acceptable and 5% unsatisfactory with an average contamination of 210.81 germs per ml. 76% of the samples were satisfactory for the flora at 37°C, 16% acceptable and 8% unsatisfactory with an average contamination of 68.17 germs per ml. 98% of the samples were satisfactory for absence of thermotolerant coliforms. All the samples were satisfactory for absence of SRA, enterococci and salmonellas.</p> <p>On an industrial scale, these results showed that companies 2 and 3 did not have very satisfactory levels of contamination.</p> <p>Overall, these results are satisfactory. The differences in levels of contamination observed among the companies, in spite of the same purification treatment procedure, could be due to insufficient command in running these procedures in the factories concerned.</p>
<p><u>Mots clés</u> : Eau – glace – bactériologie – industrie halieutique – traitement de l'eau</p>	<p><u>Keys words</u> : Water – Ice – bacteriology – Fish industry – water treatment</p>
<p style="text-align: center;"><u>Adresse/ Address</u> Yopougon-SIDECCI (Abidjan/Côte d'Ivoire) Tél./ Phone number : +221777016008 (Dakar) / +22505605224 (Abidjan) E- mail : doua_camille@yahoo.fr</p>	