

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

(U.C.A.D.)

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

ANNEE 2007



N°22

**Contribution à l'étude de la valorisation des protéines d'hydrolysats
obtenues par hydrolyse enzymatique des co-produits (squelette) de la
sole tropicale : *Cynoglossus senegalensis* au Sénégal**

THESE

Présentée et soutenue publiquement

LE 6 JUILLET 2007

devant la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Dakar

pour obtenir le grade de **DOCTEUR VETERINAIRE**

(DIPLOME D'ETAT)

Par

Clara GREGOIRE

Née le 27 juin 1982 à Tamatave (MADAGASCAR)

JURY

Président:

M. Niama DIOP SALL

Professeur à la Faculté de Médecine, de
Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Dakar

Directeur et

Rapporteur de Thèse :

M. Malang SEYDI

Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar

Membres :

M. Germain Jérôme SAWADOGO

Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar

M. Moussa ASSANE

Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar

Co-directeurs:

Bellancille MUSABYEMARIA

Assistante à l'E.I.S.M.V. de Dakar

Khalifa Babacar SYLLA

Attaché de recherche à l'E.I.S.M.V. de Dakar

DEDICACES

Je rends grâce :

A mon Seigneur et mon Dieu ;

Je dédie ce travail :

A mes parents : GREGOIRE Victor et VAVIROA Clémence Albertine

Je ne saurai assez vous remercier pour tout le soutien moral, financier, et tous les sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation.

Acceptez ce travail comme cadeau en remerciement de votre patience et pour la confiance que vous m'avez toujours accordée.

A mon mari pour son amour, sa patience, sa tendresse.

A mes grands-parents: pour toute l'affection que vous m'avez apportée.

A Daniella et Carole, vous m'avez toujours soutenu et encouragé dans mes efforts. Ce travail est la photocopie de l'exemple que vous avez su me montrer.

A Stéphanie, Valérie, Gérald

Le courage et la persévérance sont des voies sûres pour atteindre son but.

Trouvez ici l'expression de mon profond et affectueux attachement à vous.

A mes oncles et mes tantes en particuliers à tatie Clairette et tonton Edmond

A mes cousins et cousines

A la famille LAHADY RENE

Aux familles :

RAMASITERA, RAKOTONIMARO, ELLIAS, EDOUARD

Au Docteur KOUAMO,

Aux Docteurs Harena, Monique, Riana et Olivia

A Vololona: pour les cinq années passées ensemble

A mes jeunes compatriotes : Franck, Fara

A tous mes amis

A mes camarades de la 34^{ème} promotion, à notre Professeur accompagnateur, le Professeur SAWADOGO et à notre parrain, le Docteur SAMBA SIDIBE

A l'amicale des malgaches

A l'ambassade de Madagascar à Dakar

A tous mes Maîtres et Professeurs: toute ma gratitude et ma reconnaissance pour l'enseignement reçu

A tous les étudiants vétérinaires

Au SENEGAL mon pays hôte

A MADAGASCAR ma chère patrie

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre immense gratitude:

Au professeur Malang SEYDI, chef service d'HIDAOA de l'EISMV, pour toute la simplicité, la rigueur et l'enthousiasme avec lesquels vous avez dirigé ce travail ;

Au Docteur SYLLA, votre part dans la réalisation de ce travail est énorme, sans vous il n'aurait pas pu aboutir. Aussi modeste qu'il soit, ce travail est également le votre ;

Au Docteur MUSABYEMARIA pour votre entière disponibilité et pour l'attention particulière que vous nous avez accordée ;

A ma partenaire de travail: Rose PENDA ;

A tout le personnel du Service d'HIDAOA ;

A Fred ;

A tout le personnel du laboratoire de l'Ecole Supérieure Polytechnique;

A tout le personnel de la Pirogue Bleu et en particulier au Docteur Babacar SENE ;

A tous les enseignants de l'EISMV ;

A tout le personnel de l'EISMV ;

A madame DIOUF de la bibliothèque de l'EISMV ;

A tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail.

A NOS MAITRES ET JUGES

A notre Maître et Président de jury, Monsieur Niama DIOP SALL, Professeur à la faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie de Dakar ;

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

La spontanéité avec laquelle vous avez répondu à notre sollicitation nous a beaucoup marqué.

Veillez accepter nos sincères remerciements et notre profonde gratitude.

A notre Maître, Juge et Directeur de Thèse, Monsieur Malang SEYDI, Professeur à l'EISMV de Dakar ;

Vous nous avez accepté avec spontanéité dans votre service. Vous nous avez proposé ce sujet et l'avez dirigé avec rigueur. Votre disponibilité, votre gentillesse et simplicité sont connus.

Votre amour pour un travail bien fait sera le plus vivant souvenir que nous garderons de vous.

Acceptez nos vifs remerciements et notre reconnaissance.

A notre Maître et Juge, Monsieur Germain Jérôme SAWADOGO, Professeur à l'EISMV de Dakar;

Vous nous faites un grand honneur en acceptant de juger ce modeste travail malgré vos multiples occupations. Vos qualités humaines et intellectuelles exceptionnelles nous ont beaucoup marquées.

Veillez trouver ici l'assurance de notre profonde gratitude et de notre vive admiration.

A notre Maître et Juge, Monsieur Moussa ASSANE, Professeur à l'EISMV de Dakar;

La spontanéité avec laquelle vous avez accepté de siéger dans ce jury de thèse nous honore.

Vos qualités scientifiques, votre dynamisme et votre rigueur forcent l'admiration. Soyez assuré de notre profonde reconnaissance.

A nos Co-directeurs de thèse, Mademoiselle Bellancille MUSABYEMARIYA et Monsieur Serigne Khalifa Babacar SYLLA ; respectivement Assistance et Attaché de Recherche à l'EISMV de Dakar, ce travail est le vôtre, vous nous avez assisté de près et guidé avec rigueur. Sincères remerciements et profonde gratitude.

TABLE DE MATIERES

INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS.....	5
I. Valorisation des co-produits issus de la filière pêche.....	5
I.1. Définition du co-produit :	5
I.2. Valorisation des co-produits en Europe	5
I.3. Valorisation des co-produits en Asie	7
I.4. Valorisation des co-produits en Afrique	8
II. Enjeux nouveaux en matière de valorisation des co-produits de la pêche	9
II.1. Incidence du gaspillage et de la surexploitation des stocks.....	9
II.2. Enjeux liés à la croissance démographique	10
II.3. Impact de la pollution et de la dégradation de l'environnement marin	10
II.4. Autres possibilités de valorisation des co-produits	11
III. Enzymes et hydrolyse.....	12
III.1. Enzymes	12
III.1.1. Définition et propriétés.....	12
III.1.2. Définitions propres aux enzymes	13
III.1.3. Nomenclature et classification	13
III.1.3.1. Nomenclature fonctionnelle	13
III.1.3.2. Nomenclature et classification officielle des enzymes	13
III.2. Hydrolyses enzymatiques.....	14
III.2.1. Définition et généralités	14
III.2.2. Principe de l'hydrolyse enzymatique	14
III.2.3. Evolution de l'hydrolyse	15
III.2.4. Paramètres influençant l'hydrolyse enzymatique	15
III.2.4.1. Influence de la température sur la réaction enzymatique.....	15
III.2.4.2. Influence du pH sur l'action des enzymes	16
III.2.2. Hydrolysats.....	17
CHAPITRE II: PECHE AU SENEGAL.....	19
I. Historique.....	19
II. Exportation	20
III. Différents types de pêche	20
III.1. Pêche maritime	21
III.1.1. Pêche artisanale	21
III.1.2. Pêche industrielle et semi-industrielle.....	21
III.2. Pêche continentale.....	22
III.2.1. Ressources halieutiques continentales	22
III.2.2. Contraintes au développement de la pêche continentale.....	22
III.3. Aquaculture	23
IV. Importance de la pêche dans l'économie nationale	24
IV.1. Contribution importante au Produit Intérieur Brut	24
IV.2. Source d'emplois et de revenus	24
IV.3. Secteur pourvoyeur de devises.....	25

IV.4. Première source nationale d'exportations	25
V. Cadre institutionnel et juridique	26
CHAPITRE III: ETUDE DES PRODUITS HALIEUTIQUES.....	27
I. Etude de la Sole tropicale	27
I.1. Systématique	27
I.2. Caractéristiques morphologiques.....	28
I.2.1. Caractéristiques générales de la famille des Cynoglossidae.....	28
I.2.2. Caractéristiques spécifiques de <i>Cynoglossus senegalensis</i>	29
II. Composition chimique des poissons.....	29
II.1. Lipides	30
II.2. Protéines	31
II.2.1. Fraction myogène soluble.....	33
II.2.2. Fraction myofibrillaire.....	34
II.2.3. Variabilité de la composition en acides aminés.....	34
II.2.4. Particularités du système protéique musculaire du poisson	34
II.3. Extraits azotés.....	35
II.4. Glucides	35
II.5. Vitamines et sels minéraux.....	36
DEUXIEME PARTIE: ETUDE EXPERIMENTALE.....	36
CHAPITRE I: MATERIEL ET METHODE.....	38
I. Matériel.....	38
I.1. Matériel biologique ou animal	38
I.1.1. Préparation des coproduits de la sole tropicale (<i>Cynoglossus senegalensis</i>).....	38
I.2. Matériel enzymatique : Protamex®	40
I.3. Matériel technique	40
I.3.1. Matériel de conservation:.....	40
I.3.2. Matériel de laboratoire :.....	40
I.3.3. Matériel chimique	41
II. Méthodologie.....	41
II.1. Hydrolyse enzymatique	41
II.1.1. Equipement et installation	41
II.2. Analyses Bromatologiques	43
II.2.1. Détermination de la teneur en matière sèche.....	43
II.2.2. Dosage des protéines totales.....	43
II.2.2.1. Principe.....	43
II.2.2.2. Mode opératoire.....	43
a) Minéralisation	44
b) Entraînement à la vapeur	44
c) Titration.....	44
II.2.2.3. Expression des résultats.....	44
II.3. Analyse statistique.....	45
CHAPITRE II: RESULTATS ET DISCUSSION.....	47
I. Résultats.....	47
I.1. Hydrolyse enzymatique	47
I.1.1. Température	47
I.1.2. pH.....	47
I.1.3. Poids des arêtes et de l'hydrolysate.....	48
I.1.4. Poids du culot et du surnageant	49

I.1.5. Teneur en matière sèche.....	49
I.1.6. Teneur en protéines.....	50
II. Discussion.....	51
II.1. Méthode.....	51
II.1.1 Echantillonnage.....	51
II.1.2. Hydrolyse enzymatique.....	52
II.1.2. Détermination de la teneur en matière sèche.....	52
II.1.2. Dosage des protéines totales.....	53
II.2. Température et pH.....	53
II.3. Poids des arêtes et de l'hydrolysate.....	54
II.4. Poids du culot et du surnageant.....	55
II.5. Teneurs en matière sèche et en protéines.....	55
RECOMMANDATIONS.....	56
CONCLUSION.....	57
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	59

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I	Principales espèces du genre <i>Cynoglossus</i>	27
Tableau II	Composition globale et caractéristique minérales	29
Tableau III	Composition des aliments protidiques en acides aminés indispensables	34

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Influence de la température sur la réaction enzymatique	15
Figure 2	Variation de la vitesse de réaction enzymatique en fonction du Ph	16
Figure 3	Les différents types de co-produits	37
Figure 4	Schéma du procédé d'obtention des co-produits de la sole tropicale	38
Figure 5	Schéma des différentes étapes de l'analyse	45
Figure 6	Variation de la température en fonction du temps	46
Figure 7	Variation du pH en fonction du temps	47
Figure 8	Poids des fractions obtenues après hydrolyse	47
Figure 9	Poids des fractions obtenues après centrifugation de l'hydrolysate	48
Figure 10	Teneurs en matière sèche et en eau en fonction du culot et du surnageant	49
Figure 11	Teneur en protéine du surnageant et du culot	50

LISTE DES PHOTOS

Photo 1	Soles tropicales	28
Photo 2	Carcasses de soles après filetage (têtes, viscères, squelettes)	39
Photo 3	Photographie de la carcasse de sole après filetage, éviscération, étêtage	39
Photo 4	pHmètre	41
Photo 5	Installation réalisée au laboratoire pour l'hydrolyse enzymatique contrôlée	42

LISTE DES ABREVIATIONS

ADN	Acide Désoxyribonucléique
AAI	Acide Aminé Indispensable
B.C.P.H.	Bureau de Contrôle des Produits Halieutiques
°C	Degré Celsius
C.E.P.I.A.	Caisse d'Encouragement à la Pêche et aux Industries Annexes
cm	Centimètre
C.R.O.D.T	Centre de Recherches Océanographique de Dakar-Thiaroye
D.O.P.M.	Direction de l'Océanographie et des Pêches Maritimes
F.A.O.	Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture)
F CFA	Franc de la Communauté Franco-Africaine
g	Gramme
h	Heure
HCl	Acide chlorhydrique
Kcal	Kilocalories
Kg	Kilogramme
KJ	Kilojoules
M.E. M	Ministère de l'Economie Maritime
mg	Milligramme
ml	Millilitre
min	Minute
N	Azote
O.M.V.G.	Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Gambie
/	Par
P.I.B.	Produit Intérieur Brut
%	Pour cent
R.O.D.T.	Centre de Recherche Océanographique Dakar-Thiaroye
S.I.D.A	Syndrome Immunodéficienc Acquis
t	Tonne
t°	Température
Th	Thèse
U.C.A.D.	Université Cheikh Anta Diop de Dakar
US\$	United States Dollar
Vét	Vétérinaire

« Par délibération, la faculté et l'école ont décidé que les opinions émises dans les dissertations qui leur sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entendent leur donner aucune approbation, ni improbation »

INTRODUCTION

Les algues, les invertébrés, les poissons ou encore les micro-organismes sont un immense gisement pour la recherche de nouvelles substances thérapeutiques. Les métabolites d'organismes terrestres sont étudiés depuis longtemps mais les organismes marins ne sont pris en considération que depuis peu. Pour preuve, il y aurait près de 2 millions d'espèces animales, végétales ou microbiennes marines dont 80% nous sont encore inconnues et parmi les 20% connues actuellement, seulement 1% sont étudiées. Après l'exploitation des parties nobles des poissons, des chercheurs se sont intéressés aux co-produits. En effet, des études ont révélé que les co-produits de poissons possèdent des molécules à haute valeur ajoutée.

Selon la F.A.O., sur les 90 millions de tonnes de poissons et coquillages pêchés chaque année dans le monde, il en résulterait environ 20 millions de tonnes (25%) de déchets qui ne sont pas ou très peu valorisés.

Le Sénégal se situe dans une zone classée parmi les plus poissonneuses du monde car le plancton y est renouvelé de façon permanente par les courants marins. De ce fait, la pêche représente une entrée non négligeable des devises et connaît un essor considérable qui lui permet d'exporter une partie des prises sous forme de produits élaborés, vers l'Union Européenne, le Japon et le Canada. Les captures débarquées, qui étaient de l'ordre de 50000 tonnes en 1965, ont atteint 450000 tonnes en 2005 [46]. Elles ont été multipliées par plus de 7 en 40 ans, soit un taux de croissance de près de 7% par an en moyenne, sur la période 1965-2005. Elles génèrent, en 2005, près de 278 milliards de F CFA soit 11% du PIB du secteur primaire et 2,3% du PIB total du pays [35]. De ce fait, les sociétés exportatrices de produits halieutiques occupent une place considérable dans l'industrie alimentaire. Et les co-produits issus des produits élaborés représentent environ 25% de la capture totale. Les farines de poissons représentent la forme unique de valorisation de ces co-produits avec un prix dérisoire de 15 F CFA le Kg. Donc, un manque à gagner considérable pour les industriels.

C'est dans ce contexte que cette étude s'est déroulée avec pour objectif général de contribuer à l'étude de la valorisation des protéines d'hydrolysats des co-produits (squelette) de la sole tropicale : *Cynoglossus senegalensis* au Sénégal. Il s'agit de façon spécifique de déterminer le poids des arêtes et de l'hydrolysate, déterminer le

poids du culot et du surnageant, déterminer les teneurs en matière sèche et en protéines du coproduit (squelette).

Ce travail se présentera en deux parties :

- Une première partie qui sera une synthèse bibliographique consacrée aux généralités, la pêche au Sénégal, puis l'étude des produits halieutiques ;
- Une seconde partie traitera de l'étude expérimentale avec la méthodologie, la présentation des résultats obtenus. Ces derniers feront l'objet de discussion et de recommandations qui clôtureront cette partie.

PREMIERE PARTIE: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : GENERALITES

I. Valorisation des co-produits issus de la filière pêche

I.1. Définition du co-produit :

Les co-produits sont définis comme les parties non utilisées et récupérables lors des opérations traditionnelles de production. Pour être valorisés, les co-produits sont traités selon le même protocole de conservation que les parties destinées à la production alimentaire. Ce qui prévient leur altération. Les principaux co-produits de poisson rencontrés sont : la tête, la peau, les chutes de filetage, les arêtes centrales, les viscères, le foie (Figure 3).

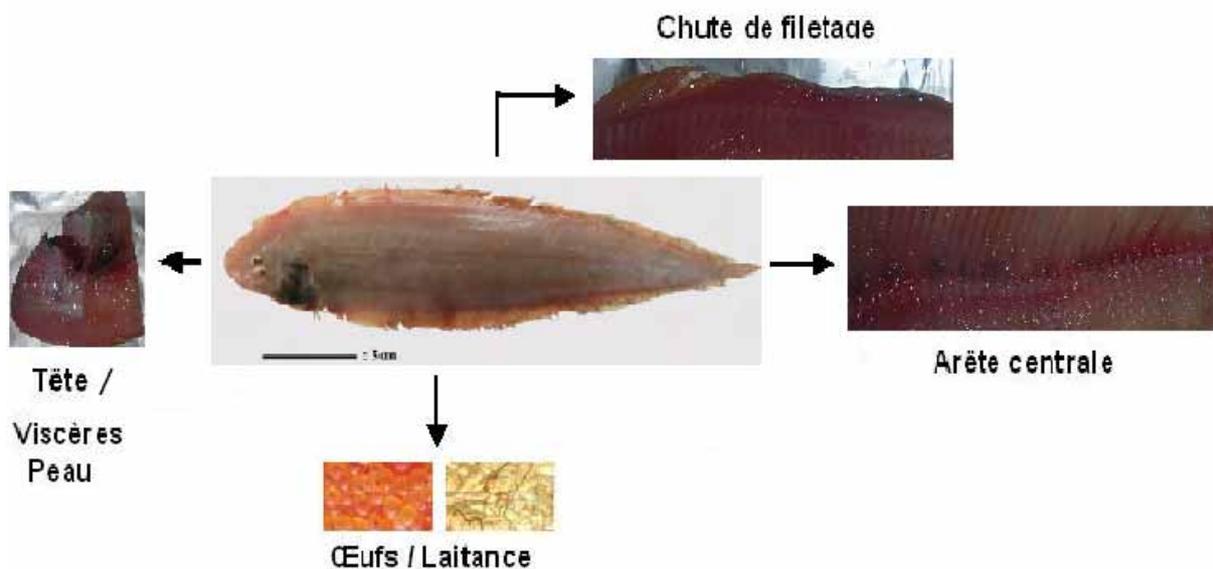


Figure 3: Les différents types de co-produits

I.2. Valorisation des co-produits en Europe

Divers sous-produits peuvent être obtenus à partir des déchets de produits de la pêche. On a :

- de l'ensilage de poisson [14] : il s'agit d'incorporer 3% d'acide formique dans 10 Kg de déchets de thons cuits. L'hydrolysate obtenu en fin de liquéfaction (18 jours) donne après fermentation, 84% de pâte de pH stable (4,03) contre 16% de pertes (résidus solides). Cet ensilage a une valeur nutritive et est utilisé pour

l'alimentation des poissons en aquaculture ;

- de l'ensilage de crevettes [24] : pendant la transformation des crevettes, les enzymes présentes naturellement dans les viscères digèrent les protéines et on obtient un liquide utilisable comme aliment pour les animaux. Cette technique permet ainsi de rehausser la rentabilité globale de l'industrie de la crevette, en élargissant les gammes de produits commercialisables ;
- des saucisses, des pains et des farces à base de déchets de décorticage des crustacés. Cette étude a été menée en Louisiane dans les industries de conserves de crevette. Sur une centaine de jours, 500 tonnes de chair peuvent être récoltées grâce à un système de soufflage et réutilisées en mélange avec des matières grasses végétales, notamment le soja. Le produit servirait à la fabrication de saucisses, de pains et de farces [6] ;
- de l'hydrolysate de poissons [9] : la coopérative de traitement des produits de la mer de Boulogne est le leader mondial de l'hydrolysate de poissons obtenu à partir des déchets. La création d'un complexe de traitement enzymatique des poissons en 1973, donne le coup d'envoi d'une production industrielle. Les opérations se déroulent en plusieurs étapes: les déchets de poissons sont broyés dans un réacteur enzymatique, les arêtes sont séparées de la chair, la partie liquide se transforme en un produit pâteux dont les qualités chimiques et bactériologiques sont contrôlées. Au début, le produit était utilisé en remplacement de la protéine du lait pour les veaux. Aujourd'hui, il intervient surtout dans les aliments de sevrage pour les porcelets. Séparés très tôt de leur mère, ils subissent le stress: les protéines solubles de poissons combinées à des matières grasses leur permettent de mieux le supporter. Parallèlement, la coopérative a poursuivi ses recherches et, en modifiant le procédé, a mis au point une gamme appliquée à la médecine vétérinaire. Exemple: la pilule reconstituante pour chiens et chats. La pharmacie humaine, la cosmétologie et la diététique figurent au rang des développements pour l'exploitation de l'ADN (Acide Désoxyribonucléique) fabriqué à partir de déchets de poissons [49]. Il s'agit d'un nouveau procédé de traitement des déchets à bord

initié en France, lors de la mise à l'eau du troisième chalutier-usine-congélateur, pour extraire à partir de la laitance de l'hareng de l'ADN. En effet, tout est parti de la découverte de la possibilité d'isoler à partir de foie congelé à bord, des molécules presque parfaites de cholestérol. Puis en 1988, les scientifiques de l'université de Rouen (France) parviennent à mettre au point un procédé permettant une extraction facile, rapide et peu coûteuse de molécules d'une qualité parfaite d'ADN, dont les laitances de poissons étaient déjà la principale source de fabrication. La première application évidente était le traitement contre les rides, mais aujourd'hui on l'utilise dans le traitement des plaies oculaires et dans l'amélioration de la cicatrisation. On envisage la fabrication de plaquettes alimentaires, reconstituantes ou fortifiantes ;

- de l'huile de poisson: il s'agit essentiellement de l'huile de foie de morue, riche en vitamines A et D, qui a des propriétés dans la prévention des maladies cardiovasculaires ;
- de la farine de poisson.

I.3. Valorisation des co-produits en Asie

Ils comprennent notamment :

- la chitine et la chitosane: les cuticules de crevettes, de crabes et d'autres crustacés qui ont été abandonnées en tant que déchets, sont aujourd'hui récupérées et utilisées comme matière première importante, notamment au Japon. En effet, la chitine et ses dérivés ont été testés par des chercheurs, au Japon, en Europe et aux Etats-Unis, dans des expériences médicales et dans les domaines alimentaire et nutritionnel. Ces dernières années sont marquées par une augmentation dans les préparations diététiques de chitosane, pour des valeurs thérapeutiques et de santé. La plupart de ces produits sont des dégraisseurs et des agents réducteurs du cholestérol [48] ;
- les articles fabriqués à partir de peaux de poissons (sacs, chaussures, ceintures, porte-clefs, robes,...): pour obtenir une peau de qualité, le pelage doit être effectué aussitôt après la mise à terre du poisson. Les peaux sont nettoyées et ne doivent

contenir aucun morceau de chair, de préférence. Elles sont ensuite congelées et mises en blocs de 5 à 10 Kg et conditionnées dans des films en polyéthylène. Les espèces généralement utilisées sont la perche, le saumon et le tilapia. Un certificat vétérinaire indiquant qu'il s'agit d'une peau de poisson apte à la consommation doit accompagner le produit [27] ;

- les produits à base de requin pour la santé et la beauté: les ailerons, le cartilage et l'huile de foie de requin auraient des valeurs thérapeutiques et connaissent un marché énorme, aux Etats-Unis et ailleurs. Dans les pays d'Asie du Sud-est et de l'Est, le cartilage de requin, sous forme de rayons d'aileton est largement utilisé par les chinois. La soupe d'aileton serait bénéfique à la santé et aurait des effets aphrodisiaques. L'huile de foie de requin est un produit ayant des valeurs thérapeutiques et cosmétiques. Mis à part ses propriétés curatives, elle peut traiter et prévenir le cancer, les attaques cardiaques et l'hépatite. Les chercheurs américains ont aussi découvert qu'elle a un composant pour traiter le Syndrome Immunodéficient Acquis (S.I.D.A.).

I.4. Valorisation des co-produits en Afrique

Au Maroc, il s'agit essentiellement [19] :

- du hamburger à base de surimi de sardine, composé de surimi (60%), de viande hachée de bœuf (10%), de graisse de mouton (5%) et d'autres ingrédients (25%) ;
- de saucisse de surimi de sardine, dont le surimi est la principale matière première et assortie d'autres ingrédients ;
- de boulettes de surimi de sardine avec calamar, le surimi de sardine est mélangé avec du calamar haché et frit à l'huile, et une vingtaine de boulettes sont conditionnées dans un sachet dont le poids est de 130g.

En Afrique subsaharienne, et particulièrement au Sénégal, les co-produits obtenus à partir des produits de la pêche sont : la farine de poisson, l'huile de poisson, le compostage [6].

II. Enjeux nouveaux en matière de valorisation des co-produits de la pêche

II.1. Incidence du gaspillage et de la surexploitation des stocks

Selon la F.A.O., 30 à 40 millions de tonnes de poissons sont rejetées chaque année en mer dans le monde.

Au Sénégal, de 1996 à 1998, environ 6 275,5 tonnes de poissons constitués essentiellement de chinchard, de pageot, de raie, de crabe, de volute et de sole ont été rejetés, pour une valeur commerciale estimée à 1 415 257 000 F CFA [10].

A ces rejets en mer, s'ajoute d'autres types de pertes qui interviennent pendant ou après les débarquements à quai et qui sont estimées à 54000 tonnes en 1996, à 66000 tonnes en 2003 alors qu'une perte de 77000 tonnes de produits marins est pressentie en 2008 [42].

Les pertes peuvent être :

- de nature physique : il s'agit d'une réduction chiffrée des qualités de produits de la pêche. Elle s'observe lorsque les conditions de transformation et de commercialisation ne peuvent plus absorber toute la production ou lorsque les débarquements sont retardés par des problèmes d'ordre technique (rupture de la chaîne de froid), ou de mauvaises conditions climatiques, ou enfin en cas d'infestation du poisson, de brisures ou de meurtrissures [10];
- de nature économique : les pertes économiques résultent le plus souvent de la mauvaise qualité du poisson et des lois du marché ;
- de nature nutritionnelle : ces types de pertes proviennent de la dégradation de la qualité du poisson, liée à des mauvaises conditions de conservation, de stockage et de distribution, contribuant ainsi à la contamination du produit par des agents pathogènes.

La surexploitation des stocks se manifeste par la raréfaction des espèces démersales côtières appelées espèces nobles et qui sont à haute valeur commerciale (machoiron, mérrou, sole,). En même temps, les études menées par le C.R.O.D.T. (Centre de Recherche Océanographique Dakar-Thiaroye) sur les stocks pélagiques hauturiers indiquent que les principales espèces marchandes sont fortement exploitées.

Ces situations s'expliquent par des pratiques de pêche non responsables (pêche dans

des zones de reproduction, utilisation des filets dormants « pêche fantôme ») et par le libre accès à la ressource lié à un manque de moyens de surveillance des côtes. Ainsi, on note une perte énorme en protéines, en matières premières pouvant être valorisées par les industries de fabrication de poisson, une baisse des emplois et des exploitations.

II.2. Enjeux liés à la croissance démographique

La F.A.O. estime qu'en 2010, la consommation de poisson par habitant devrait avoir progressé en Asie de Sud-est, au Proche Orient et en Afrique du Nord mais diminué en Asie du Sud et en Afrique Subsaharienne.

Toutefois, il y a une baisse des disponibilités mondiales en produits halieutiques, liée à une vitesse d'augmentation de la population mondiale, plus rapide que celle de la production totale de poisson destinée à l'alimentation.

Le maintien à un niveau faible des importations de produits de la pêche et l'incapacité de la production locale à soutenir le rythme de croissance de la population justifieraient la baisse de la consommation de poisson en Afrique subsaharienne jusqu'à la fin du siècle.

Cette pression démographique, liée à la rareté des possibilités d'emploi, à l'absence de politique judicieuse de conservation et de gestion des ressources halieutiques, confère aux pêches un attrait accru du point de vue des pauvres, en tant que perspectives d'emploi de derniers recours et augmentent le risque d'aggravation de la surpêche.

II.3. Impact de la pollution et de la dégradation de l'environnement marin

La pollution marine est définie comme une introduction, directe ou indirecte, par l'homme, de substances ou d'énergie dans un milieu marin, lorsqu'elle a des effets nuisibles tels que dommages aux ressources biologiques, risques pour la santé de l'homme, entrave aux activités maritimes, y compris la pêche, altération de la qualité de l'eau de mer du point de vue de son utilisation et dégradation des valeurs d'agrément [14].

Selon une étude menée par un groupe de travail interministériel, la pollution des plages et des eaux de mer provenait des bateaux croisant aux larges des côtes du Sénégal

d'une part, du port autonome de Dakar, des industries pétrolières et des eaux usées des égouts d'autre part [6].

Les effets de la pollution marine sont notamment les dommages causés aux organismes et aux écosystèmes marins, les dangers que représentent pour la santé de l'homme, le contact direct avec l'eau polluée et la consommation de produits de la mer contaminés et la détérioration de la beauté des sites côtiers. La pollution marine risque d'entraîner des changements climatiques, et a probablement de nombreuses conséquences qui demeurent inconnues [6]. La pollution et la dégradation de l'environnement marin ont de nombreux enjeux économiques et sociaux : destruction de la biodiversité marine ; contamination des produits de la mer et par conséquent de l'homme en cas de consommation de ces produits ; entrave aux activités touristiques.

C'est pour ces raisons que le Sénégal a pris des mesures fermes, en ratifiant la Convention internationale pour la prévention de la pollution des eaux de mer par les hydrocarbures (loi n°72-17 du 1^{er} février 1972) et en s'engageant dans la lutte contre la pollution de l'environnement marin [6].

II.4. Autres possibilités de valorisation des co-produits

Il y a une quantité croissante de co-produits de la chaîne de production de produit de la mer, due à l'augmentation des captures. En effet, de 50000 tonnes en 1965, ces captures sont passées à 450000 tonnes en 2005. Bien que la majeure quantité de co-produits soit employée dans l'alimentation animale, la commercialisation des co-produits dans l'alimentation humaine avec des effets bénéfiques pour la santé, représente un plus grand et plus stimulant potentiel. Les co-produits de la mer sont une source importante d'hydrolysats de protéines, de lipides, de nucléotides, de collagène, de gélatine, de chitosane avec des effets bénéfiques de santé positifs, prouvés et potentiels.

Les hydrolysats de protéines de poisson peuvent avoir un potentiel en tant que composants bioactifs dans les aliments fonctionnels. Il y a une accumulation de preuves scientifiques que les peptides produits par l'hydrolyse enzymatique possèdent certaines propriétés bioactives. Les hydrolysats de protéines de poisson ont été

principalement employés pour la production animale et l'aquaculture, les protéines de poisson comme ingrédients de l'alimentation avec des propriétés fonctionnelles limitées et pour la production des saveurs de produits de la mer. Le traitement systématique des hydrolysats pour la production des peptides bioactifs et l'essai de leur influence dans le règlement de la fonction de l'intestin, de la glycémie, de la pression artérielle, et de la fonction immunitaire, peuvent rapporter des nouveaux composés prometteurs qui peuvent être employés comme aliments fonctionnels [40].

III. Enzymes et hydrolyse

III.1. Enzymes

III.1.1. Définition et propriétés

Toutes les réactions du métabolisme sont catalysées par les enzymes, biocatalyseurs, protéines catalytiques. Le mot "enzyme" vient du grec *enzume*. Dans la levure, les premières enzymes étudiées étaient celles de la fermentation alcoolique. Les réactions chimiques qui se déroulent chez les êtres vivants obéissent aux règles de la chimie et de la thermodynamique, mais dans des conditions particulières : limites étroites de températures et de pH. Chez les êtres vivants, les réactions spontanées non enzymatiques sont une exception. Le composé transformé par une enzyme est nommé substrat et le composé obtenu est appelé produit. Il est donc utile de connaître le nom d'une enzyme. Ce dernier permet déjà de savoir le type de réaction catalysée et quel est le substrat. La prise en compte du type de réaction catalysée et du substrat a conduit à une nomenclature dite fonctionnelle. Elle a été ultérieurement complétée par une classification officielle.

Les enzymes sont des protéines, de masse moléculaire élevée, thermolabiles, biocatalyseurs des réactions métaboliques qui agissent à des concentrations très faibles. Elles possèdent trois types de spécificité : une spécificité étroite ou lâche avec le substrat, une spécificité d'un type de réaction et une stéréospécificité. Elles augmentent la vitesse des réactions dans des proportions très importantes (jusqu'à $\times 10^{11}$), en respectant les lois de la thermodynamique (sans modifier leur état d'équilibre), diminuent l'énergie d'activation et doivent être régénérées à la fin de la

réaction ou de la séquence des réactions [11].

III.1.2. Définitions propres aux enzymes

L'essentiel de la molécule enzymatique est une protéine, ou apoenzyme ; cette partie protéique est parfois la seule présente (enzymes entièrement protéiques : protéases), mais dans la grande majorité des cas, il y a une molécule organique, non protéique, indispensable à l'action de l'enzyme, appelée co-enzyme. Dans ce cas, l'ensemble apoenzyme et co-enzyme est actif, alors qu'ils sont inactifs séparément. C'est l'apoenzyme qui apporte la spécificité. Certaines enzymes ont besoin d'agir avec des atomes métalliques qu'on appelle co-facteurs minéraux : soit le métal entre dans la composition de l'enzyme (métaloenzyme), stabilise l'enzyme et reste très fixé; soit il sert de catalyseur électrophile et est faiblement lié [11].

III.1.3. Nomenclature et classification

III.1.3.1. Nomenclature fonctionnelle

Elle est très utilisée. Elle prend en compte le nom du substrat de l'enzyme et le type de réaction catalysée. Pour désigner une enzyme, on indique d'abord le nom du substrat, puis le type de réaction catalysée et on ajoute enfin le suffixe ase. Lorsque l'enzyme utilise 2 substrats, on les désigne tous les deux en indiquant : le substrat donneur de radical puis le substrat accepteur du radical libéré, le radical échangé, le type de réaction et enfin on ajoute ase. Dans le cas d'une réaction équilibrée réversible, on peut former les noms à partir des substrats ou des produits [11].

III.1.3.2. Nomenclature et classification officielle des enzymes

Depuis 1961, l'Union Internationale de Biochimie a codifié la nomenclature et la classification des enzymes sous une nomenclature dite officielle. Toutes les enzymes actuellement connues sont répertoriées sous un numéro portant 4 nombres séparés par des points et précédés de EC soit (EC x1.x2.x3.x4). La signification des nombres est la suivante :

X1 : Le premier nombre pouvant varier de 1 à 6 indique le type de réactions :

oxydoréductases, transférases, hydrolases, lyases, isomérases, ligases ;

X2 : Le deuxième désigne la sous-classe de l'enzyme qui est définie suivant son mécanisme d'action ;

X3 : Le 3e nombre désigne la nature de la molécule qui sert d'accepteur, lorsqu'il s'agit d'un transfert d'électrons ;

X4 : Le 4e nombre est un numéro d'ordre dans le groupe et dans le sous-groupe. Lorsqu'une enzyme se termine par 99, cela signifie qu'elle est incomplètement caractérisée.

Cette classification officielle précise et complète la nomenclature fonctionnelle. Dans un rapport ou une publication, le nom fonctionnel continue à être utilisé mais ce dernier est toujours suivi entre parenthèses par son numéro dans la nomenclature officielle [11].

III.2. Hydrolyses enzymatiques

III.2.1. Définition et généralités

L'hydrolyse enzymatique est une réaction chimique, catalysée par des enzymes du type hydrolase, au cours de laquelle intervient obligatoirement une molécule d'eau et qui aboutit à la scission d'un composé. Elle permet de couper les protéines en peptides. Les protéines hydrolysées ont une mauvaise réputation due à leur amertume. Cependant, elles sont utilisées pour conférer à des aliments, des propriétés nutritionnelles ou fonctionnelles particulières. L'hydrolyse d'une substance est sa décomposition par l'eau, grâce aux ions H^+ et OH^- provenant de la dissociation de l'eau. L'hydrolyse est moins connue que sa réaction inverse : l'estérification qui est bien plus intéressante d'un point de vue industriel, alors que l'hydrolyse ne produit que des acides et des alcools. Pour des substances organiques telles que les protéines, une hydrolyse équivaut à la coupure des liaisons peptidiques entre les différents acides aminés qui les constituent. Les acides aminés sont coupés par les enzymes [41].

III.2.2. Principe de l'hydrolyse enzymatique

Lors d'une hydrolyse enzymatique, les protéases vont cliver les liaisons peptidiques

entre deux acides aminés adjacents dans la séquence primaire d'une protéine, générant ainsi au moins deux peptides. L'hydrolyse des liaisons peptidiques va donc générer la libération des protons H^+ . Cette libération de protons H^+ va induire une acidification du milieu. Ce principe est valable pour les hydrolyses se déroulant à pH supérieur à 6,5, pour que le degré de dissociation des ions $R-N+H_3$ soit suffisant [41]. Lorsque le pH est inférieur à 6,5, la réaction s'inverse et ce seront des ions OH^- qui seront libérés.

III.2.3. Evolution de l'hydrolyse

Le suivi de l'hydrolyse est une préoccupation majeure, lors de la mise en place de procédés enzymatiques. En effet, l'activité des enzymes ne s'arrête que lorsque le substrat est totalement hydrolysé, ou que les conditions du milieu ne sont plus adéquates pour l'enzyme. Il est donc important de suivre l'hydrolyse en fonction des produits désirés, l'hydrolyse totale ne conduisant pas, dans la majeure partie des cas, aux produits les plus intéressants. De nombreux protocoles ont été mis en place pour le suivi de cette hydrolyse. Un des procédés les plus simples est de mesurer les modifications de pH induites par l'hydrolyse. Cette mesure peut être effectuée directement à l'aide d'un pHmètre plongé dans le milieu réactionnel [17].

III.2.4. Paramètres influençant l'hydrolyse enzymatique

Différents facteurs peuvent affecter l'efficacité de l'hydrolyse enzymatique des protéines : la température, le pH, la concentration du substrat et de l'enzyme, la force ionique, la présence ou l'absence de substances inhibitrices/activatrices, la quantité d'eau ajoutée [17]. Nous traiterons ici uniquement les principaux facteurs, à savoir la température, le pH.

III.2.4.1. Influence de la température sur la réaction enzymatique

L'étude de la vitesse initiale en fonction de la température fait apparaître deux phases bien distinctes (Figure 1). La température accélère d'une part la vitesse des réactions en fournissant l'énergie nécessaire au franchissement de la barrière d'énergie d'activation, mais au-delà d'une certaine température, une modification de la structure

tridimensionnelle de l'enzyme, se produit entraînant progressivement sa dénaturation et sa désactivation. La résultante de ces deux effets se traduit par une courbe généralement dissymétrique, passant par une valeur maximale pour une température optimale. Certaines enzymes, avec une masse faible et une structure simple ou stabilisée (à l'aide de ponts disulfures par exemple), se révèlent particulièrement stables à la chaleur. Une mutation peut conférer à une enzyme une thermosensibilité différente de celle de l'enzyme native, très utile pour conférer une meilleure stabilité à des enzymes utilisées à haute température.

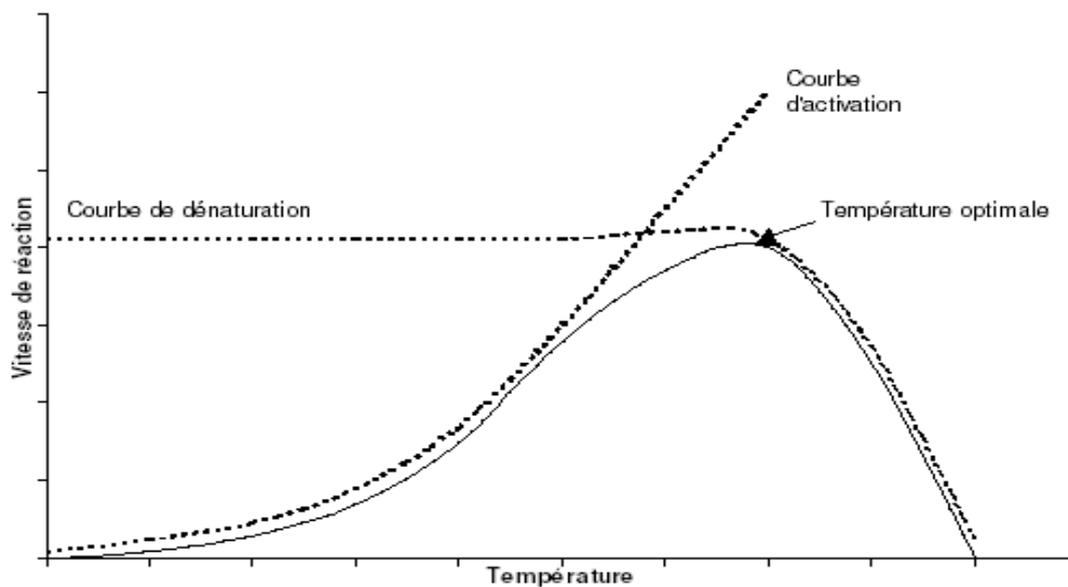


Figure 1: Influence de la température sur la réaction enzymatique [12].

Quoi qu'il en soit, la température est spécifique pour chaque enzyme (souvent indiquée par le fournisseur) et il est important de travailler dans la plage de température indiquée. En biotechnologie, l'inactivation de l'enzyme est très souvent réalisée par traitement thermique, souvent moins dénaturante pour la récupération des produits obtenus qu'une variation de pH (induisant l'ajout de sels) [17].

III.2.4.2. Influence du pH sur l'action des enzymes

La variation du pH peut avoir des conséquences sur l'enzyme en provoquant des modifications de l'état d'ionisation de certains acides aminés situés sur le site actif ou

sur la zone permettant le maintien de la conformation tridimensionnelle native de la protéine. Le substrat peut aussi subir une modification de son degré d'ionisation, pouvant permettre ou empêcher la formation du complexe enzyme / substrat. Le pH optimum sera défini en fonction de la transformation enzymatique d'un substrat dans un milieu de composition donnée. Comme le montre la figure 2, la vitesse d'une réaction décroît en général rapidement lorsqu'on s'éloigne du pH optimum jusqu'à devenir négligeable (à ± 2 unités de pH). Ce pH optimum varie beaucoup selon les enzymes [17].

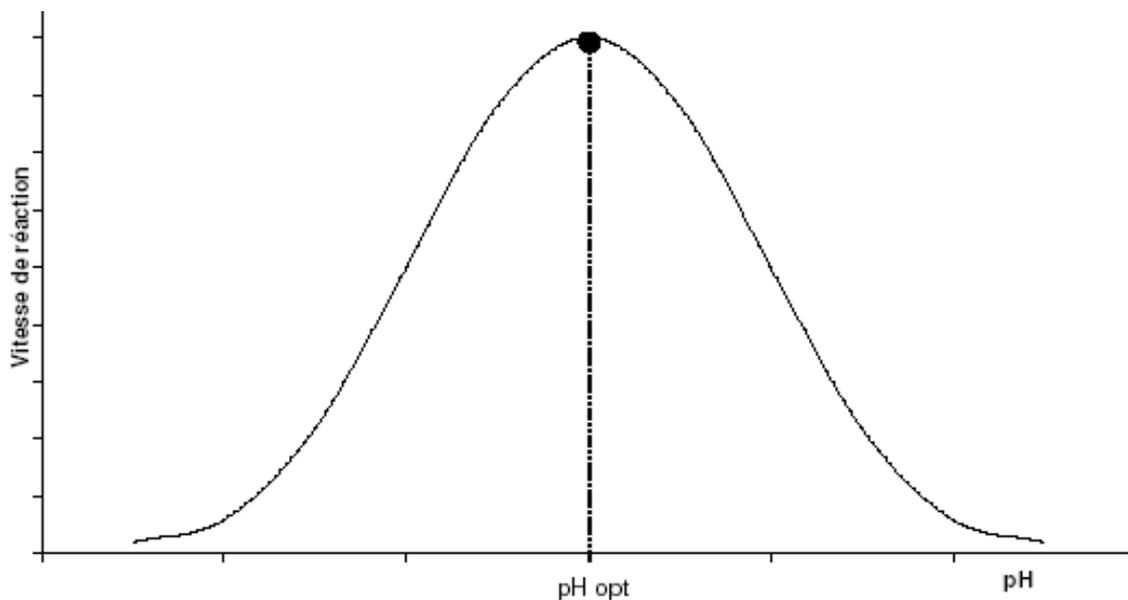


Figure 2: Variation de la vitesse de réaction enzymatique en fonction du pH [12]

III.2.2. Hydrolysats

Les hydrolysats présentent les mêmes avantages que les matières premières d'origine animale, pour l'aquaculture sans en avoir les nombreux inconvénients [30]. En effet, ce sont des protéines hydrolysées. Les AAI libérés sont donc plus facilement disponibles et assimilables pour les animaux. De plus, ils constituent un produit très appétant et parfaitement accepté, grâce à l'arôme de poisson et présente une granulométrie fine facilitant la fabrication d'aliments suivant des procédés telle que la microparticulation [28]. Enfin, les hydrolysats comportent en général peu de minéraux et ne risquent donc pas de polluer les eaux d'élevage aquacoles, leur état

microbiologique étant assuré par la stérilisation au cours de la fabrication. Leur concentration dans les aliments est très variable puisqu'ils sont capables d'améliorer le développement même à faible dose.

CHAPITRE II : PECHE AU SENEGAL

Au Sénégal, les habitudes de consommation sont à base de céréales. Toutefois, les produits de la pêche sont la principale source de protéines des sénégalais, couvrant 75% de leurs besoins. Les sénégalais sont de grands consommateurs de produits halieutiques puisque ces derniers entrent dans la composition de nombreux plats et particulièrement dans celle du plat national, le *ceebu jen* (riz au poisson). En 1997, la consommation moyenne annuelle de poisson au Sénégal, était de 26 kg par habitant, pour une consommation moyenne mondiale de 13,5 kg par habitant [36].

I. Historique

Les eaux sénégalaises sont parmi les plus poissonneuses du globe, en raison d'un phénomène appelé « upwelling ». Les conditions favorables, la position géographique du Sénégal avec ses 700 km de côtes maritimes, expliquent sans doute que la pêche y soit une activité ancienne. Trois communautés se distinguent particulièrement : les wolofs de Guet Ndar (Saint-Louis), les Lebous du Cap-Vert et de la petite Côte, les Sereres Nyominka des îles du Saloum. L'ancêtre de la pirogue sénégalaise remonterait au XVIe siècle. Elle était constituée au départ d'un simple tronc évidé, propulsé à la pagaie. Vers le début du XVIIe siècle, on assiste à l'apparition de la voile. Les éperons faisant office de brise-lames et les bordes sont rajoutés au cours du siècle suivant. Enfin, le moteur hors-bord apparaît vers 1950. On distingue deux saisons de production : une saison de faibles captures de juin à octobre, où les volumes de produits diminuent, et une saison de forte production allant de novembre à juin. Les captures de la pêche artisanale sont principalement des espèces pélagiques, alors que les produits de la pêche industrielle sont des espèces démersales.

Selon la direction de l'océanographie et des pêches maritimes (DOPM) du ministère de la pêche, en 1996, l'effectif de la flottille sénégalaise était le suivant : 11 600 pirogues, dont 9 300 motorisées (80%), 212 chalutiers, dont 60 chalutiers étrangers (28%), 6 sardiniers, dont 2 sardiniers étrangers (33%), 62 thoniers étrangers (97%).

Les principales prises sont les petits pélagiques (sardinelle, chinchard, maquereau...) qui représentent 72% des prises et, pour le reste, les espèces démersales (crevette, céphalopode, rouget, dorade).

Au Sénégal, le secteur de la pêche a connu une forte croissance depuis trois décennies. Les captures ont été multipliées par huit en 32 ans [3]. D'un point de vue alimentaire, les produits halieutiques contribuent pour 60% à l'apport en protéines animales des populations et jusqu'à 30% de l'apport total en protéines à Dakar.

En raison de leur disponibilité, les produits de la mer peuvent donc apparaître comme un apport nutritionnel très important (même si cela peut paraître paradoxal de satisfaire des besoins en calories par un aliment à fort contenu protéique) [7].

Au Sénégal, le secteur de la pêche a connu une forte croissance depuis trois décennies. Les captures ont atteint en 1996 plus de 415000 tonnes. En 1997, le volume débarqué s'est élevé à 421000 tonnes et à 425000 tonnes en 1998. Cette évolution est principalement liée à l'augmentation des petits pélagiques débarqués par la pêche artisanale. Il faut, bien sûr, prendre ces données avec précaution, car il demeure assez difficile d'estimer précisément les volumes de produits pêchés [36].

II. Exportation

L'activité halieutique maritime constitue, au Sénégal, un secteur très important, tant du point de vue économique qu'alimentaire. En 1980, elle est devenue le premier secteur exportateur avec 50166500000 F CFA, se substituant aux produits arachidières (36297000000 F CFA) et aux phosphates (18305000000 F CFA), lesquels étaient jusqu'alors les principaux produits d'exportation. Elle permet actuellement de payer près de la moitié de la facture pétrolière, ce qui est important dans le contexte de crise que connaît actuellement l'économie sénégalaise et notamment le déficit continu de la balance commerciale.

Traditionnellement, on distingue deux grands types de pêche au Sénégal: la pêche artisanale et la pêche industrielle.

III. Différents types de pêche

III.1. Pêche maritime

III.1.1. Pêche artisanale

La pêche artisanale est très importante dans la filière en termes de volumes capturés et de nombre de pêcheurs en exercice. Cette activité est particulièrement dynamique puisque, en 1997, elle représentait 78% des captures du Sénégal [44], 85% de ces dernières étant des espèces pélagiques [8]. La même année, la pêche artisanale employait environ 52000 marins pêcheurs.

Les volumes capturés ont augmenté, grâce à l'introduction de nouvelles techniques de pêche, notamment les sennes tournantes. Les pirogues traditionnelles avec ou sans moteur sont généralement utilisées par les pêcheurs [36].

Elle a débarqué en 1982, 141.907 tonnes de poissons (pour un parc piroguier de 4,526 embarcations), ce qui correspond aux deux tiers du volume total de mises à terre, ayant contribué pour 40% aux exportations en équivalent frais et ayant assuré pendant toute l'année la quasi-totalité du ravitaillement en poissons du marché local, tout en alimentant, à l'occasion, les usines de transformation [7].

La modernisation de cette activité (qui a permis un quadruplement de la production dans les 25 dernières années) a pris sa véritable ampleur en 1966 avec la vente hors taxe des moteurs et du carburant et a abouti, en 1980, à une motorisation à 90% du parc piroguier. La pêche à la senne tournante, qui représente 15% environ de l'activité artisanale, contribue pour plus de 50% à l'ensemble de la production traditionnelle (71.316 tonnes pêchées en 1982). Enfin, la filière artisanale, dans son ensemble, absorbe une main d'œuvre relativement importante (55.000 personnes), tant au niveau de la pêche proprement dite que de ses activités annexes, transformation (secteur principalement contrôlé par les femmes) et commercialisation. [7].

III.1.2. Pêche industrielle et semi-industrielle

Contrairement à la pêche artisanale, la majorité des espèces capturées sont démersales et destinées à l'exportation. Actuellement, la flotte est composée de 280 navires dont 158 nationaux. Il existe trois types de pêche : sardinière, chalutière et thonière. La pêche sardinière n'était composée en 1996 que de deux unités [43]. Elle est en forte

diminution depuis le développement de la pêche artisanale de petits pélagiques.

Les équipements de la pêche industrielle sont vétustes et peu d'investissements ont été réalisés. Les navires ont une moyenne d'âge de vingt ans [43], ainsi, les usines de traitement (congélation, transformation) ont tendance à s'approvisionner de plus en plus, auprès de la pêche artisanale [36].

Effectuée par quatre types de bateaux (chalutiers, sardiniers-senneurs, thoniers et cordiers) pour un ensemble de 206 embarcations, elle a produit, en 1982, 94.777 tonnes de poissons, destinés pour 80% aux usines situées à Dakar, qui exportent, pour la plus grande part, leur production [7].

Secteur moderne aux perspectives se voulant optimistes, la pêche industrielle est à l'origine de la création de la plupart des entreprises de traitement des produits de la pêche, utilisant une main d'œuvre abondante. Malgré ce dynamisme, il apparaît que certains éléments peuvent remettre en question l'évolution, jusqu'alors très rapide de la pêche en mer [7].

III.2. Pêche continentale

III.2.1. Ressources halieutiques continentales

Le potentiel halieutique exploitable dans les milieux continentaux est estimé à environ 50000 tonnes. Les principaux milieux continentaux du Sénégal présentent des niveaux d'exploitation différents : pour le fleuve Sénégal, le potentiel halieutique exploitable est passé d'un niveau de 20000-28000 tonnes, dans les années 1970, à 13000 tonnes après trois décennies de sécheresse ; en Casamance, l'on peut raisonnablement estimer le potentiel exploitable à environ 16000 tonnes; au Sine Saloum, le potentiel peut être estimé à 15000 tonnes. Le potentiel de la Haute Gambie est estimé à 1 500 tonnes [46].

III.2.2. Contraintes au développement de la pêche continentale

Elles sont de plusieurs ordres :

- les contraintes liées à la ressource : l'accessibilité à la ressource est rendue difficile au fleuve Sénégal par l'envahissement des plans d'eau par la végétation aquatique (présence de *Typha* et *Salvina molesta*) ; la

méconnaissance de la production continentale ;

- les contraintes techniques : la pêche continentale est handicapée par un piroguier vétuste, des engins et techniques de pêches archaïques ; les infrastructures de conditionnement, de transformation et de distribution du poisson sont insuffisantes ;
- les contraintes environnementales : la pluviométrie et les modifications de l'environnement consécutives à l'installation de barrages ont entraîné une irrégularité du régime des cours d'eau ; les zones de pêche et les points de débarquement sont enclavés ;
- les contraintes institutionnelles et administratives : le manque d'organisation des professionnels et des conseils locaux de pêche ; la vétusté des centres de formation et insuffisance du personnel d'encadrement ; l'obsolescence de la réglementation en vigueur et difficulté des Etats membres de l' OMVG (Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Gambie) d'accepter et de mettre en place des instruments internationaux appropriés pour l'administration et la gestion des pêcheries ;
- les contraintes financières : le manque d'intérêt des institutions de crédit pour la pêche continentale et difficulté d'accès au crédit existant [6].

III.3. Aquaculture

L'aquaculture est restée à l'état embryonnaire, ce sous secteur ayant souffert de l'absence d'une politique globale d'impulsion et de promotion [46].

Les principales contraintes identifiées sont les suivantes :

- les contraintes biotechnologiques : la non-disponibilité d'alevins en qualité et en nombre ; des difficultés de captage des naissains d'huîtres en Casamance et dans la région du Sine-Saloum ou sur la petite côte (Joal) ;
- les contraintes institutionnelles et administratives : l'insuffisance en nombre du personnel d'encadrement et son inexpérience ; l'inefficacité de la coordination entre Recherche et Développement et confusion entre des objectifs

d'expérimentation et de vulgarisation ;

- les contraintes socio-économiques : le coût élevé des aménagements des bassins piscicoles ; la concurrence du poisson de mer dans les zones côtières ; la mauvaise organisation des groupements de Pisciculteurs et des Ostréiculteurs dans les régions de Ziguinchor, du Sine-Saloum et de Saint-Louis.

Le problème foncier constitue également une interrogation à la quelle il faudra apporter des réponses urgentes. La question fondamentale est en effet de définir les conditions d'acquisition et de sécurisation des droits fonciers, tout en garantissant l'équité dans l'accès et en préservant une grande flexibilité dans la gestion du domaine national.

IV. Importance de la pêche dans l'économie nationale

La forte contribution de la pêche au Produit Intérieur Brut (PIB), l'apport en devises, le nombre d'emplois générés explique que la pêche joue un rôle stratégique dans l'économie nationale. Elle est d'ailleurs considérée comme un des secteurs les plus porteurs et un vecteur de la croissance du PIB.

IV.1. Contribution importante au Produit Intérieur Brut

Jadis reléguée au second plan, l'activité halieutique occupe aujourd'hui le premier poste du secteur primaire devant les produits phosphatier et arachidier. Le secteur de la pêche a réalisé en 2005 un chiffre d'affaires global d'environ 278 Milliards de F CFA. Sa valeur ajoutée (tous secteurs d'activités confondues) est estimée à 80 Milliards de F CFA, dont 60% sur le segment de la capture et 40% sur le segment de la transformation. Il contribue ainsi pour 2,3% à la formation du PIB total et pour 11% à celle du secteur primaire [35].

IV.2. Source d'emplois et de revenus

La filière est aussi une importante source d'emplois dans le pays. On estime que 15% de la population active du territoire est salariée du secteur. La pêche artisanale et ses activités dérivées représentent une source de revenus pour 200 000 personnes, contre

20 000 pour la pêche industrielle [34]. Le nombre d'emplois générés par la totalité de la filière, qu'il s'agisse de la production, de la transformation et de la commercialisation, est évalué à 600 000 [3].

IV.3. Secteur pourvoyeur de devises

Pour l'Etat sénégalais, le secteur est pourvoyeur de devises par le biais de licences de pêche accordées aux sociétés étrangères. La filière pêche contribue aussi aux recettes de l'Etat, à travers les divers accords et licences de pêche. Ainsi, les compensations financières accordées par l'Union Européenne se sont élevées pour l'accord précédent (1994-1996) à 18 millions d'Euro et à 48 millions d'Euro pour l'accord en cours (1997-2001), soit près de 43 milliards de F CFA sur la période 1994-2001. A cela s'ajoutent les redevances perçues lors de l'octroi des licences de pêche à des navires étrangers ou nationaux, pour un montant total d'environ un milliard de F CFA en 1997 [36].

IV.4. Première source nationale d'exportations

Les produits de la pêche constituent la première source nationale d'exportations. Celles-ci portaient, en 1996, sur 107 000 tonnes de produits finis, soit 160 000 à 170 000 tonnes de produits finis en équivalent frais, c'est à dire 40% des captures débarquées au Sénégal [43]. En 1996, les recettes d'exportation des produits halieutiques ont atteint 160 milliards de F CFA. Le Bureau de Contrôle des Produits Halieutiques (BCPH) de la Direction de l'Océanographie et des Pêches Maritimes (DOPM) estimait les exportations, en 1997, à plus de 111 400 tonnes, tous types de produits confondus, soit une hausse de 4% en volume par rapport à 1996, et à 108 000 tonnes en 1998.

Depuis 1992, le volume global des exportations de produits halieutiques a connu une augmentation de 23%, avec une hausse sensible vers l'Afrique (+61% entre 1992 et 1997). Si la destination « Europe » enregistre une légère augmentation (+8%) entre 1992 et 1997, l'année 1997 affiche un recul d'environ 5% par rapport à 1996. De même, l'Asie pour laquelle les importations en provenance du Sénégal ont varié à la

baisse en 1997 (-16%), en raison de la chute dramatique des débarquements de céphalopodes (poulpes notamment), principal produit exporté vers le continent asiatique. Quant à la destination « Amériques », les volumes exportés demeurent, pour la période 1992-1997, très faibles (0,2% du tonnage global exporté en 1997).

V. Cadre institutionnel et juridique

La gestion des pêcheries s'articule autour d'institutions et de textes réglementaires.

Au plan institutionnel, l'administration des pêches a connu plusieurs évolutions de 1959 à nos jours.

Le dernier gouvernement formé en 2004 a vu la naissance d'un Ministère de l'Economie Maritime (M.E.M) qui exerce les missions dévolues par le décret n°2004-572 du 30 avril 2004. Il est chargé de l'exécution de la politique dans les domaines des pêches, de l'aquaculture, de la mise en valeur des fonds marins, de la marine marchande et du transport maritime international.

Le Ministère de l'Economie Maritime bénéficie de l'appui technique du Centre de Recherches Océanographies de Dakar-Thiaroye (CRODT). En fait, le CRODT est chargé du suivi de la ressource et des systèmes d'exploitation. Il apporte son concours dans l'appréciation scientifique et la formulation des politiques et des décisions en matière de pêche.

Le CRODT est un service placé sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture. Son financement est cependant assuré en grande partie par le Ministère de l'Economie Maritime, à travers les contreparties financières des accords de pêche ou de la Caisse d'Encouragement à la Pêche et aux Industries Annexes (CEPIA) [36].

CHAPITRE III : ETUDE DES PRODUITS HALIEUTIQUES

I. Etude de la Sole tropicale

I.1. Systématique

D'après la classification d'Hamilton, 1822, la sole tropicale appartient:

- au règne des Animalia
- à l'embranchement des Chordata
- au sous- embranchement des Vertebrata
- à la super classe des Osteichthytes
- à la classe des Actinopterygii
- à la sous- classe des Neopterygii ;
- à l'infra-classe des Teleostei
- au super-ordre des Acanthopterygii
- à l'ordre des Pleuronectiformes
- à la sous-ordre des Pleuronectoidei
- à la famille des Cynoglossidae.
- à la sous famille des Cynoglossinae
- au genre : Cynoglossus

Le genre Cynoglossus comporte plusieurs espèces à savoir : voir tableau I.

Tableau I: Principales espèces du genre *Cynoglossus*

<i>Cynoglossus kapuasensis</i> Fowler, 1905.	<i>Cynoglossus ogilbyi</i> Norman, 1926.
<i>Cynoglossus kopsii</i> (Bleeker, 1851).	<i>Cynoglossus oligolepis</i> (Bleeker, 1854).
<i>Cynoglossus lachneri</i> Menon, 1977.	<i>Cynoglossus pottii</i> Steindachner, 1902.
<i>Cynoglossus lida</i> (Bleeker, 1851).	<i>Cynoglossus puncticeps</i> (Richardson, 1846).
<i>Cynoglossus lighti</i> Norman, 1925.	<i>Cynoglossus purpureomaculatus</i> Regan, 1905.
<i>Cynoglossus lineolatus</i> Steindachner, 1867.	<i>Cynoglossus sibogae</i> Weber, 1913.
<i>Cynoglossus lingua</i> Hamilton, 1822.	<i>Cynoglossus robustus</i> Günther, 1873.
<i>Cynoglossus maccullochi</i> Norman, 1926.	<i>Cynoglossus roulei</i> Wu, 1932.
<i>Cynoglossus macrolepidotus</i> (Bleeker, 1851) - langue à grandes écailles.	<i>Cynoglossus sealarki</i> Regan, 1908.
<i>Cynoglossus macrophthalmus</i> Norman, 1926.	<i>Cynoglossus semifasciatus</i> Day, 1877.
<i>Cynoglossus macrostomus</i> Norman, 1928.	<i>Cynoglossus semilaevis</i> Günther, 1873.
<i>Cynoglossus maculipinnis</i> Rendahl, 1921.	<i>Cynoglossus senegalensis</i> (Kaup, 1858).
<i>Cynoglossus marleyi</i> Regan, 1921.	<i>Cynoglossus sinicus</i> Wu, 1932.
<i>Cynoglossus melampetalus</i> (Richardson, 1846).	<i>Cynoglossus sinusarabici</i> (Chabanaud, 1931).
<i>Cynoglossus microlepis</i> (Bleeker, 1851).	<i>Cynoglossus suyeni</i> Fowler, 1934.
<i>Cynoglossus monodi</i> Chabanaud, 1949.	<i>Cynoglossus trigrammus</i> Günther, 1862.
<i>Cynoglossus monopus</i> (Bleeker, 1849).	<i>Cynoglossus trulla</i> (Cantor, 1849).
<i>Cynoglossus nigropinnatus</i> Ochiai, 1963.	<i>Cynoglossus waandersii</i> (Bleeker, 1854).
	<i>Cynoglossus zanzibarensis</i> Norman, 1939.

Source. [51]

Parmi ces espèces, c'est *Cynoglossus senegalensis* qui fait l'objet de notre étude.

I.2. Caractéristiques morphologiques

I.2.1. Caractéristiques générales de la famille des Cynoglossidae

SERET (1981) disait que les cynoglosses ont le corps allongé, linguiforme, senestre, sans nageoire pectorale. La pelvienne est réduite du côté occulté, absente du côté aveugle. La dorsale débute bien en avant de l'œil et conflue, ainsi que l'anale, avec la caudale qui se termine en pointe. Le museau est arrondi, la bouche petite et dissymétrique et les yeux très rapprochés. Elles n'ont aucune ligne latérale (genre *Sympurus*) ou au contraire plusieurs (genre *Cynoglossus*).

I.2.2. Caractéristiques spécifiques de *Cynoglossus senegalensis*

Cette cynoglosse est la plus commune et la plus grande également (voir photo 1) : elle peut atteindre 72 cm de long. Elle possède deux lignes latérales sur la face oculée et une seule sur la face aveugle ; ses écailles sont rugueuses. Sa coloration est brunâtre ou jaunâtre, plus ou moins uniforme, avec des reflets verdâtres sur le vivant ; la région operculaire est souvent pigmentée de noir. C'est une espèce très littorale, particulièrement abondante sur les fonds sableux et sablo-vaseux, entre 5 et 10m. Elle est connue de la Mauritanie à l'Angola [47].



Photo 1: Sole tropicale : *Cynoglossus senegalensis*

II. Composition chimique des poissons

La composition chimique de la chair de poisson n'est pas très différente de celle des viandes comestibles de mammifères et d'oiseaux (voir tableau II).

Cette composition chimique du poisson varie considérablement d'une espèce à l'autre et d'un individu à l'autre selon l'âge, le sexe, l'environnement et la saison.

Les variations dans la composition chimique sont étroitement liées à son alimentation. C'est ainsi qu'en période d'alimentation copieuse, la teneur en protéines du tissu musculaire augmente d'abord légèrement ; aussitôt après la teneur en lipides croît de façon marquée et rapide.

Toutefois, le poisson passera par des périodes de famine, soit pour des raisons

naturelles ou physiologiques (période de fraîcheur ou migration), soit à cause de facteurs extérieurs telle que la pénurie d'aliments [20].

La fraction lipidique, est souvent l'élément qui subit les variations les plus fortes, attestant au sein d'une même espèce une évolution saisonnière caractéristique avec un minimum pendant la période de fraîcheur [26].

Tableau II: Composition globale et caractéristiques minérales (p.100g de fraction comestible fraîche)

	Lait de vache (entier)	Œufs frais	Viande de bœuf (maigre)	Poulet	Poisson (maquereau)
Energie (KJ)	270	690	815	840	800
Energie (Kcal)	65	165	195	200	190
Eau	86,5	73,5	66,5	67	67
Protéines brutes	3,7	13	20	19,5	19
Lipides brutes	4,4	11,5	12	12	12
Glucides totaux	4,9	1	Traces	traces	Traces
Cendres brutes	0,7	1	1	1	1,5
Calcium (mg)	125	55	12	10	5
Phosphore (mg)	1000	200	195	240	240
Sodium (mg)	50	120	65	70	-
Fer (mg)	0,06	2,5	3	1,5	1
Zinc (mg)	0,3	1	3,5	0,7	-

Source : [1]

II.1. Lipides

Les lipides sont des substances organiques animale ou végétale formées de groupes hydrogénocarbonés à longues chaînes. Ce sont des molécules non solubles dans l'eau et dans les autres solvants polaires, mais solubles dans les solvants organiques non polaires comme le chloroforme ou le benzène.

Ils ont des rôles structuraux (architecture de la membrane plasmique), énergétiques (réserve intracellulaire d'énergie) mais possèdent aussi parfois une activité biologique (vitamines, hormone, cofacteur enzymatique) [23].

Au dessus de 1%, les lipides servent de réserves énergétiques et peuvent donc être classés en tant que dépôts de graisse. Ces dépôts se trouvent surtout dans les tissus

sous cutanés, dans le tissu conjonctif entre les fibres musculaires (muscle blanc ou rouge) et dans la tête. Il faut noter cependant, des différences majeures à cet égard entre les diverses espèces de poisson [20].

La valeur calorique des poissons va dépendre de leur teneur en graisse. On distingue :

-les poissons maigres qui contiennent moins de 1 pourcent de graisse : la morue, la raie, la carpe, le turbot, le merlan, le brochet, la truite, la sole ;

-les poissons demi gras qui contiennent 7 à 8 pourcent de graisse et qui sont le saumon, le hareng, le maquereau, le congre ;

-les poissons gras qui contiennent plus de 15 pourcent de graisse on peut citer l'anguille, le thon [32].

Comme la plupart des autres vertébrés, les dépôts de graisse de la majorité des espèces de poisson sont des triglycérides. Contrairement aux lipides des mammifères, ceux des poissons sont formés d'acides gras très insaturés à longues chaînes (de 14 à 22 atomes de carbone).

Ce sont ces glycérides, contenus dans la graisse de poisson, qui donnent l'odeur caractéristique de l'huile de poisson. La graisse de poisson contient également une importante quantité d'oléine de 50 à 60%. Elle contient également une plus grande proportion de phospholipides que les autres chairs. Ce contenu en phospholipides fait que la chair de poisson est un aliment particulièrement adapté pour restaurer et exciter les capacités vitales du système nerveux [20].

Le principal stérol du muscle du poisson est le cholestérol, qui s'y trouve à des taux en général bien inférieurs à 100mg par 100g et légèrement au dessus des niveaux rencontrés dans les muscles des mammifères.

II.2. Protéines

Les animaux sont incapables d'utiliser directement l'azote et le dioxyde de carbone de l'atmosphère pour synthétiser les acides nucléiques (constituant le génotype des espèces) et les protéines (correspond à l'expression de l'information : le phénotype). Les protéines assurent de nombreuses fonctions biologiques (catalyse, communication, défense...) et participent à la mise en forme des organismes (os et muscle). Ainsi,

végétaux et micro-organismes sont les fournisseurs de carbone et d'azote assimilables par les animaux.

Ceux-ci se contentent d'être des consommateurs. Alors que glucides, lipides, et protéines alimentaires apportent à l'homme le carbone dont il a besoin, l'alimentation protidique fournit la majorité de l'azote.

Les protéines sont des macromolécules polypeptidiques résultant de l'association d'un nombre élevé d'acides aminés liés entre eux par des liaisons peptidiques. Les protéines sont définies par la formule chimique $\text{NH}_2\text{-R-COOH}$ et représentent 15 % de la masse corporelle totale, soit un peu plus de 10 kg chez un individu de 70kg. Elles sont en renouvellement constant et leur synthèse ne peut se faire que grâce à un apport quotidien en acides aminés. Ceux qui ne peuvent être fabriqués que par l'organisme sont dits essentiels et doivent être apportés par l'alimentation. Il existe 20 acides aminés naturels.

Les acides aminés essentiels, encore appelés indispensables sont au nombre de huit : isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophane et valine. L'histidine est considérée comme un acide aminé indispensable pour les enfants en bas âge. En fait, cette notion d'acides aminés indispensable est en train d'évoluer. Si effectivement à l'état basal, seuls huit doivent être fournis par l'alimentation, dans de nombreuses circonstances (phénomène de cicatrisation, agressions bactériennes et virales, croissance, sportif) les besoins augmentent et l'organisme peut ne pas être capable de synthétiser tous les acides aminés qui lui sont nécessaires, indépendamment de ceux qui sont essentiels. Ces derniers sont actuellement dénommés acides aminés semi-essentiels ; il s'agit de la cystéine, la taurine, l'arginine, l'histidine et la glutamine.

Les protéines se trouvent dans un grand nombre d'aliments, mais en quantité très variable. Leur valeur nutritionnelle est différente d'un aliment à l'autre. On ne peut se passer d'aucune source alimentaire de protéine (animales et végétales). Il faut combiner astucieusement leurs avantages. Il est admis que le rapport optimal entre la consommation de protéines animales et végétales est proche de 1.

Le poisson est une source de protéine de haute valeur biologique aussi importante que

la viande. Elles peuvent être classées en deux groupes :

- les protéines extracellulaires appelées également protéines du stroma (ou protéines de soutien ou protéines du tissu conjonctif) sont insolubles dans les solutions salines. Ce sont le collagène, l'élastine, la kératine et la connectine. Elles semblent plus fragiles chez les poissons que chez les mammifères ;
- les protéines intracellulaires se subdivisent en deux fractions : la fraction myogène hydrosoluble, désignée plus simplement sous le nom de myogène, est obtenue par la pression de la chair ou par extraction en solution faiblement ionique. Cette fraction comprend les protéines sarcoplasmiques (myoglobines, albumines, globulines) et les protéines des granules obtenues par centrifugation ; la fraction myofibrillaire, peu soluble, comprend les protéines dites de structure qui constituent la majeure partie des protéines intracellulaires. Ce sont la myosine, l'actine, l'actomyosine (complexe des deux) et les protéines régulatrices : la tropomyosine, les troponines, les actinines, les protéines de la strie M et les protéines C.

II.2.1. Fraction myogène soluble

L'essentiel de cette fraction protéique est constitué des protéines sarcoplasmiques, c'est-à-dire localisées dans le sarcolemme. Les protéines sarcoplasmiques ont un grand nombre de protéines communes : ce sont des protéines globulaires, de faible viscosité et de poids moléculaire relativement bas. Elles sont solubles dans des solutions faiblement ioniques. Généralement mêlées aux protéines de la fraction myofibrillaire dans le sarcoplasme, elles représentent de 15 à 22% des protéines totales. Plus diversifiées chez les poissons que les mammifères, les protéines sarcoplasmiques semblent caractéristiques des espèces. La myoglobine n'existe pas dans les muscles blancs. Les albumines sont solubles dans l'eau, même en solution neutre. Elles contiennent une proportion relativement élevée de soufre. Les albumines sont plus riches en acides aminés dicarboxyliques (acide aspartique et acide glutamique) qu'en acides aminés basiques (lysine, arginine et histidine). Les albumines forment la

fraction dominante chez les téléostéens.

II.2.2. Fraction myofibrillaire

La myosine représente 55 à 60% des protéines myofibrillaire du muscle. Il y a une analogie dans la composition en aminoacides de la myosine du rat et de la morue. La myosine a des teneurs particulièrement élevés en acide aspartique, acide glutamique, lysine, et leucine. L'actine est la deuxième protéine importante du muscle.

II.2.3. Variabilité de la composition en acides aminés

La composition en acides aminés des protéines de poisson est très variable, variabilité due aussi bien aux différentes espèces qu'au tout autre facteur comme la nourriture, le cycle sexuel, etc. Les principales variations en acides aminés dans la chair de différents poissons sont essentiellement sur l'arginine, l'histidine, et le tryptophane ; les autres acides aminés variant moins.

II.2.4. Particularités du système protéique musculaire du poisson

Il existe de nombreuses analogies entre le muscle de poisson et celui des animaux à sang chaud. Les principales différences sont toutefois les suivantes :

- la teneur en tissu conjonctif est plus faible dans le muscle de poisson. Les protéines du stroma représentent 3 à 10% des protéines totales ;
- les fibres musculaires de poisson sont courtes (quelques cm) et organisées en lamelles (myotomes) ;
- la myosine qui représente environ 40% des protéines totales est difficile à séparer de l'actine (20%). Cette protéine est plus sensible à la dénaturation (chaleur- séchage) et à la protéolyse que la myosine des animaux à sang chaud.

Tableau III: Composition des aliments protidiques en acides aminés indispensables (en p.100 de protéines, N*6,25)

	Lait de vache (entier)	Œuf (entier)	Bœuf (viande)	Poulet (viande)	Poisson (tous types)
Ile	5,4	6,5	5,1	5,34	5,1
Leu	9,2	8,35	8,2	7,35	7,7
Lys	7,75	7,05	8,65	7,95	9,4
Met	2,55	3,4	2,55	2,5	2,9
Cys	0,8	2,25	1,25	1,3	1,0
Sommes soufrés	3,35	5,65	3,8	3,8	3,9
Phé	4,8	5,75	4,2	4,0	3,85
Tyr	4,7	4,05	3,45	3,35	3,85
Sommes aromatiques	9,5	9,8	7,65	7,35	7,7
Thr	4,3	5,15	4,4	3,95	4,55
Try	1,45	1,5	1,1	1,0	1,1
Val	6,35	7,1	5,35	5,1	5,8

Source : [1]

II.3. Extraits azotés

Les extraits azotés peuvent être définis comme étant des composés non protéiques, de faible poids, solubles dans l'eau et contenant de l'azote. Cette fraction représente 9 à 18% de l'azote total des téléostéens. Les constituants majeurs de cette fraction sont les bases volatiles tels que l'ammoniac et l'oxyde de triméthylamine, la créatine, les acides aminés libres, les nucléotides et les bases puriques, l'urée dans le cas des poissons cartilagineux [20].

Les muscles du poisson sont, parmi ceux des vertébrés les plus riches en substances azotées extractives. Les fractions les plus importantes de l'azote extractif dans les muscles du poisson sont constituées par l'azote basique. La fraction azotée non protéique contient également une quantité non négligeable d'acides aminés libres.

II.4. Glucides

Les hydrates de carbone ne se trouvent qu'en quantité négligeable dans la chair de poisson.

II.5. Vitamines et sels minéraux

La teneur en vitamines et sels minéraux du poisson dépend étroitement de l'espèce et peut en outre varier selon la saison. Les poissons contiennent une quantité importante de phosphore, de l'ordre de 250mg par 100g ; par contre, ils contiennent peu de calcium [20].

La différence la plus importante entre la chair du poisson et celle des mammifères est relative à l'iode. Cet élément précieux, composant essentiel des hormones thyroïdiennes, est contenu dans la chair des poissons dans des proportions supérieures à celles dosées dans la viande de bœuf [20].

Le poisson est une source appréciable également de fer et de cuivre. Il faut noter que la teneur en sodium du poisson est relativement faible, ce qui le rend bien adapté aux régimes alimentaires. Si la chair des poissons maigres ne contient pas de vitamines liposolubles, les poissons gras contiennent en grande quantité la vitamine A et la vitamine D [20].

Son contenu en vitamines antirachitiques est particulièrement intéressant étant donné le peu de diffusion de cette vitamine, dont on ne trouve, dans la graisse des animaux à sang chaud, que des traces minimales tout à fait insuffisantes pour assurer l'ossification normale du squelette. La chair d'un grand nombre de poissons et surtout leurs viscères contiennent une thiaminase, enzyme hydrolysant la vitamine B1 et l'inactivant. Le foie des poissons concentre les vitamines A et D [20].

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

I. Matériel

I.1. Matériel biologique ou animal

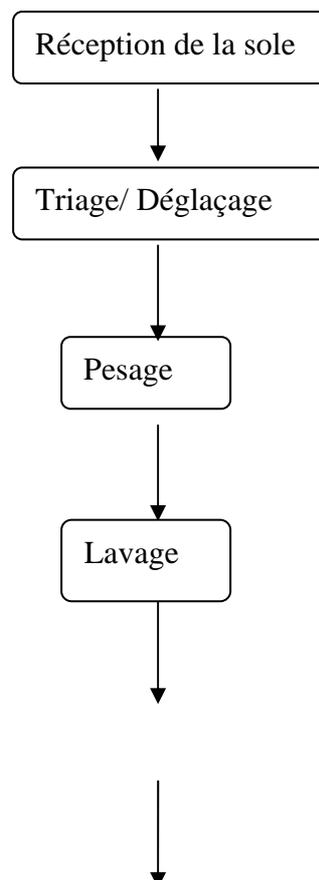
Le matériel qui a servi à la réalisation de ce travail est constitué par la sole tropicale : *Cynoglossus senegalensis*

Elle provient d'une usine de Dakar (Sénégal), et a été pêchée en Atlantique Centre Est (zone FAO 34) en Novembre et Décembre 2006. Les poissons ont été filetés à l'usine et les co-produits collectés séparément puis congelés et stockés à -20°C.

Les manipulations concernent uniquement le co-produit (Arête centrale) de la sole tropicale.

I.1.1. Préparation des coproduits de la sole tropicale (*Cynoglossus senegalensis*)

Les co-produits de la sole tropicale ont été prélevés lors de la production du filet de sole. Les poissons pêchés dans la journée et conservés sous glace, ont été filetés dans une usine dakaroise dans la salle de mareyage : la peau et la carcasse sont séparées des filets et collectées selon la figure 4.



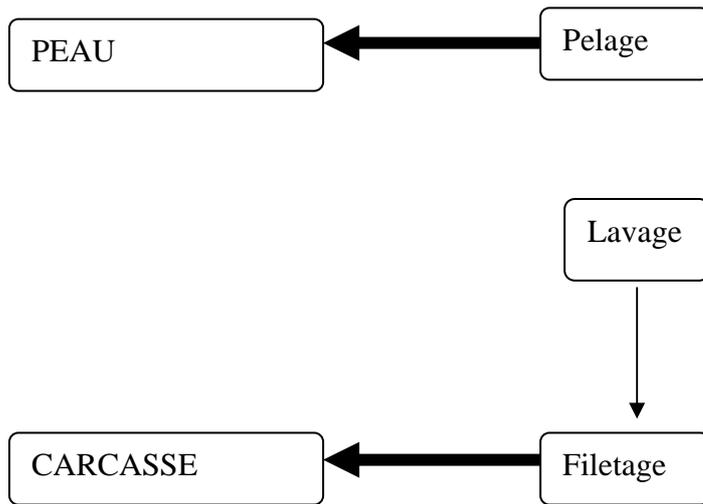


Figure 4: Schéma du procédé d'obtention des coproduits de la sole tropicale

Environ 10 kg de carcasse (voir photo 2) ont été collectés lors de chaque essai. Des aliquotes de 100g environ sont réalisées pour chaque matrice. Chaque aliquote est placée dans une glacière pour le transport et conservée à -20°C .



Photo 2: Carcasses de soles après filetage (têtes, viscères, squelettes)

Pour cette étude, le co-produit utilisé est la carcasse de sole après filetage, éviscération, étêtage (voir photo 3).



Photo 3: Photographie de l'arête centrale (*Cynoglossus senegalensis*)

I.2. Matériel enzymatique : Protamex®

Protamex® est une enzyme industrielle produite par génie génétique par Novozymes AS. C'est un complexe peptidique de la classe des hydrolases développé par plusieurs espèces de *Bacillus* pour l'hydrolyse des protéines destinées à l'industrie alimentaire. Contrairement à d'autres endoprotéases, Protamex® a été élaborée de façon à ne pas générer de peptides amers, même lorsque les degrés d'hydrolyses sont faibles. Protamex® correspond à un mélange d'enzymes : alcalase et neutrase. Du fait du mélange enzymatique présent dans ce complexe, il possède les numéros d'enzymes suivants : EC 3.4.21.62 et EC 3.4.24.28.

Il est standardisée d'après le fournisseur, en unité Anson par g (AU/g). L'activité déclarée de Protamex® est de 1,5 AU/g. Les conditions optimales sont un pH compris entre 5,5 et 7,5 et une température comprise entre 35 et 60°C.

Protamex® peut être inactivée par chauffage à 85°C pendant 10 min lorsque le pH 8.

I.3. Matériel technique

I.3.1. Matériel de conservation:

- glacière
- carboglace

I.3.2. Matériel de laboratoire :

- verreries et accessoires ;
- matériel utilisé pour la prise d'essai : couteaux, ciseaux, balance électronique ;
- matériel utilisé pour l'hydrolyse : agitateur magnétique chauffant, papier aluminium, entonnoir, thermomètre, pHmètre ;
- matériel utilisé pour inactiver l'enzyme : bain marie à 85°C ;
- matériel utilisé pour la centrifugation : centrifugeuse, tubes en plastique ;
- étuve ;
- matériel utilisé pour la minéralisation : hotte, capteur de fumée, bloc de

minéralisation.

I.3.3. Matériel chimique

- eau ordinaire ;
- eau distillée ;
- alcool;
- acide acétique ;
- acide chlorhydrique ;
- hydroxyde de sodium à 10% ;
- acide sulfurique ;
- acide borique ;
- indicateurs colorés ;
- ammoniac.

II. Méthodologie

II.1. Hydrolyse enzymatique

II.1.1. Equipement et installation

Le but de cette étude est de déstructurer les matrices par le biais de protéases, de façon à libérer la fraction protéique, en vue de la récupérer pour valorisation ultérieure. La genèse de produits d'intérêt doit être répétable et le procédé maîtrisé. Il est donc important de travailler dans des conditions précises et contrôlées de température et de pH adaptées à l'enzyme utilisée. C'est pourquoi la température et le pH sont contrôlés à l'aide du pHmètre.



Photo 4: pHmètre couplé au thermomètre

Après avoir éviscéré et étêté la carcasse de sole, on prélève 100g d'échantillon de carcasse de soles tropicales. Ensuite, on met sur la plaque chauffante une fiole contenant 100 ml d'eau distillée et 100g d'échantillon jusqu'à une température de 50°C. Lorsque la température de 50°C est atteinte, on prélève 1ml d'enzyme qu'on met dans la fiole. Par la suite, on active l'agitateur magnétique pour augmenter la surface d'action de l'enzyme. L'hydrolyse dure une heure de temps.

Après les 60mn, la solution obtenue est filtrée, on a alors l'hydrolysât d'une part et les arêtes d'autre part. Les arêtes sont pesées et mis de coté tandis que l'hydrolysât sera inactivé dans le bain marie à 85°C pendant 10mn.

On prélève 160 ml d'hydrolysât que l'on partage dans 4 tubes contenant 40 ml chacun. Et on place les tubes dans la centrifugeuse. Après la centrifugation, on obtient, en surface le surnageant et au fond du tube le culot. Enfin les tubes contenant le surnageant et le culot sont placés à l'étuve à 100°C pour avoir la matière sèche au bout de deux jours.



Photo 5: Installation réalisée au laboratoire pour l'hydrolyse enzymatique contrôlée.

II.2. Analyses Bromatologiques

II.2.1. Détermination de la teneur en matière sèche

Le dosage de la matière sèche permet de déterminer la teneur en eau d'un échantillon. Pour cela, l'échantillon pesé est placé dans une cupule préalablement tarée qui sera ensuite disposée pendant 48 h dans une étuve à 100°C, après la cupule est de nouveau pesée.

Teneur en matière sèche = $(\text{masse de la coupelle pleine} - \text{masse de la coupelle vide}) / \text{Masse de l'échantillon}$

II.2.2. Dosage des protéines totales

Les protéines totales sont estimées à partir du taux d'azote total dosé par minéralisation selon la méthode de Kjeldhal.

II.2.2.1. Principe

L'azote total est dosé par minéralisation à l'acide sulfurique. L'ammoniaque obtenue est placée par une solution concentrée d'hydroxyde de sodium, recueillie dans une solution tampon d'acide borique et titrée.

II.2.2.2. Mode opératoire

a) Minéralisation

Environ 1g de matière sèche de l'échantillon pesé est placé dans un tube à minéraliser, ainsi qu'une pastille de catalyseur et 20ml d'acide sulfurique concentré.

Sous la hotte et le capteur de fumée mis en route, le tube est introduit dans le bloc de minéralisation. On chauffe à 450°C environ jusqu'à l'obtention d'une solution très visqueuse de teinte blanchâtre. Le temps nécessaire varie de 2 à 4h. Après refroidissement, le capteur de fumée est rincé avec environ 5ml d'eau que l'on recueille dans le tube. Le culot est alors remis en suspension dans l'eau en prenant les précautions d'usage (20ml en tout suffisent).

Le dosage de l'azote total se fait sur cette solution.

b) Entraînement à la vapeur

Dans une fiole conique de 250ml, 20ml d'acide borique avec indicateur coloré y sont placés. Cette fiole est ensuite adaptée à l'extrémité du réfrigérant de l'unité de distillation de telle sorte que l'allonge plonge dans la solution d'acide borique.

On branche le tube sur l'unité de distillation et on neutralise par 80ml de lessive de soude (4 fois le volume d'acide sulfurique utilisé).

L'entraînement à la vapeur d'eau se fait en 6mn. Cela correspond à un volume de 150ml de distillat sur les 20ml d'acide borique. On obtient une solution de couleur verte.

c) Titration

On titre directement dans une fiole conique par l'acide chlorhydrique 1N jusqu'à l'obtention d'un virage à la couleur rose

II.2.2.3. Expression des résultats

Le pourcentage d'azote est donné par la relation :

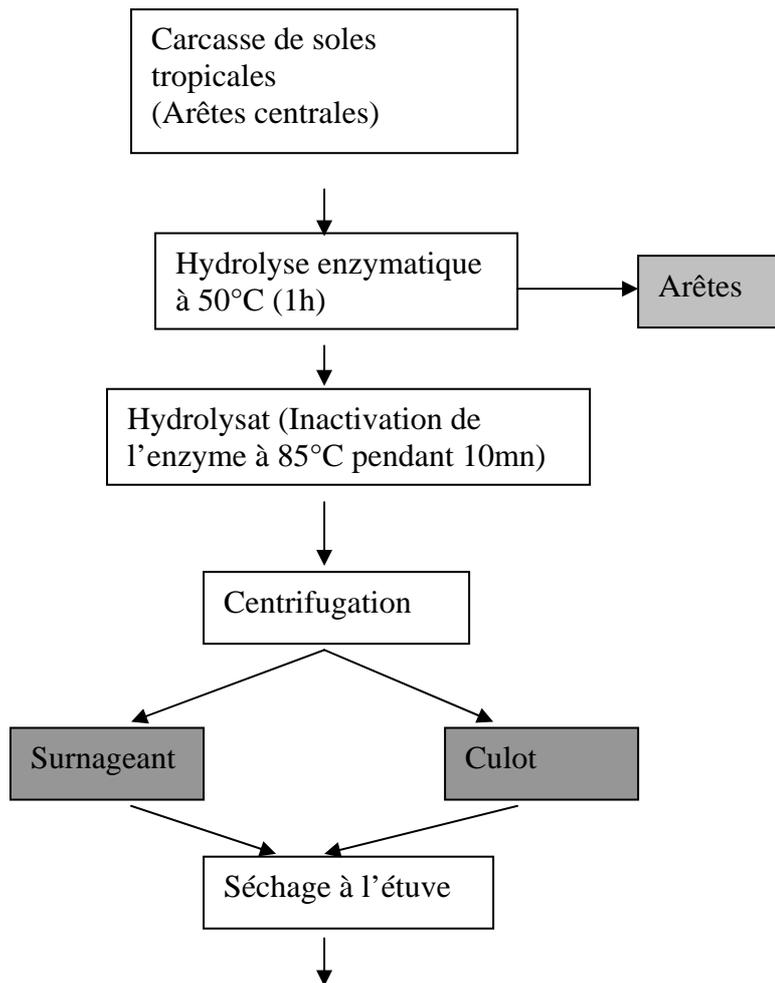
$$\%N = (1,4 \times V \times [HCl]) / M$$

V Volume de HCl versé
[HCl] Concentration en HCl
M Masse d'échantillon introduite dans les tubes

Le taux de protéines brutes est déterminé en multipliant la quantité d'azote par le facteur 6,25, facteur utilisé pour la conversion de l'azote en protéine dans le muscle de poisson.

II.3. Analyse statistique

Les données obtenues ont été traitées à l'aide du logiciel Excel 2003 pour la statistique descriptive (moyennes, pourcentages, écart-types, minimums et maximums) et les représentations graphiques. Après analyses des résultats, ceux-ci ont été exprimés en moyenne bornée d'écart-types et présentés sous forme de tableaux.



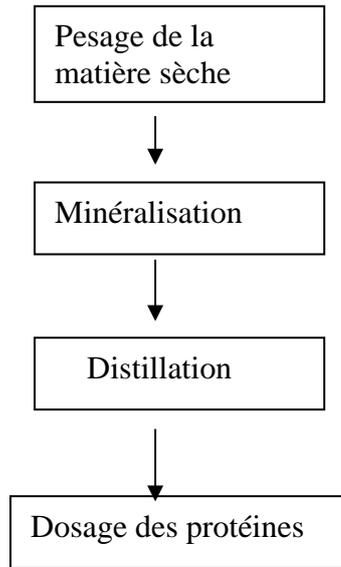


Figure 5: Schéma des différentes étapes de l'analyse

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION

I. Résultats

I.1. Hydrolyse enzymatique

I.1.1. Température

La courbe ci-dessous montre la variation de la température durant l'hydrolyse enzymatique.

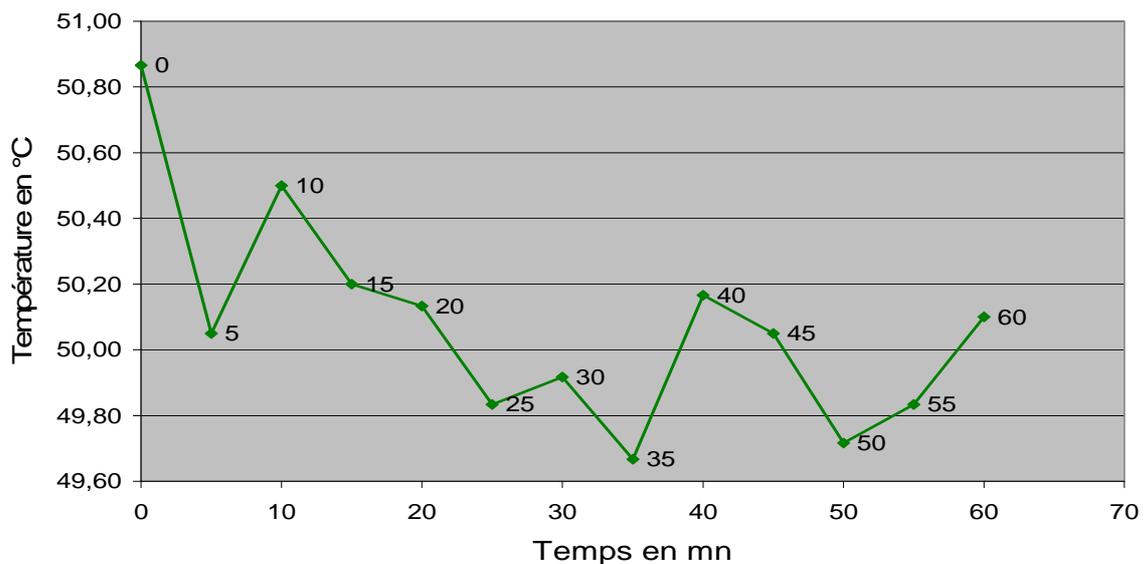


Figure 6: Variation de la température en fonction du temps

La courbe a une allure en dent de scie avec un maximum de 50,87°C et un minimum de 49,67°C. La température oscille entre ces deux valeurs.

I.1.2. pH

La figure ci-après présente la variation du pH pendant l'hydrolyse enzymatique.

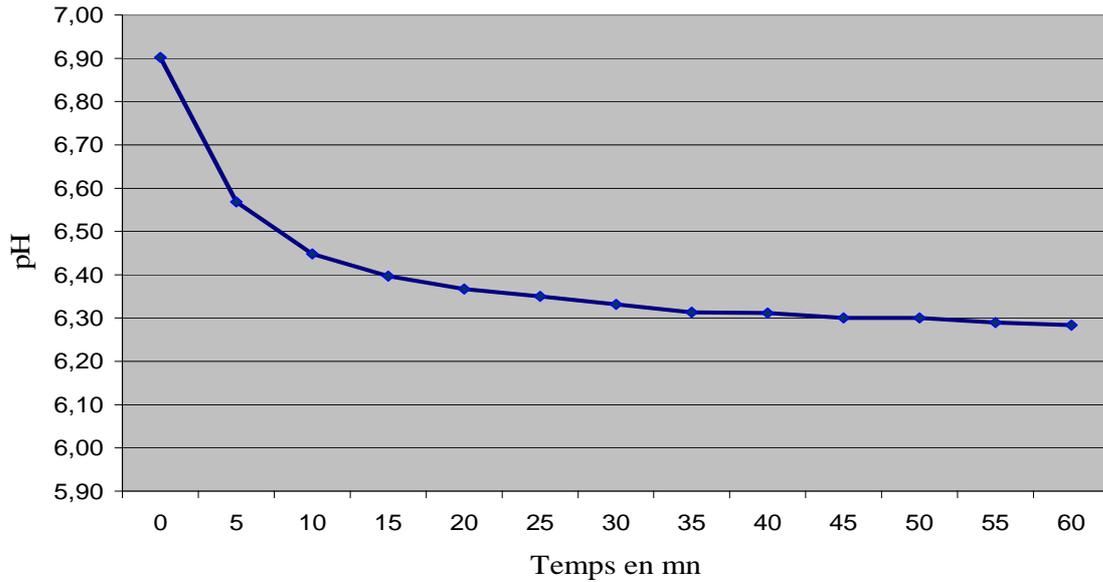


Figure 7 : Variation du pH en fonction du temps

Le pH diminue dans le temps et devient de plus en plus acide, avec un maximum de 6,9 au début de l'hydrolyse. A la fin de l'hydrolyse, le pH de l'hydrolysat est de 6,2.

I.1.3. Poids des arêtes et de l'hydrolysat

Les histogrammes ci-dessous indiquent le poids des différentes fractions obtenues après l'hydrolyse enzymatique.

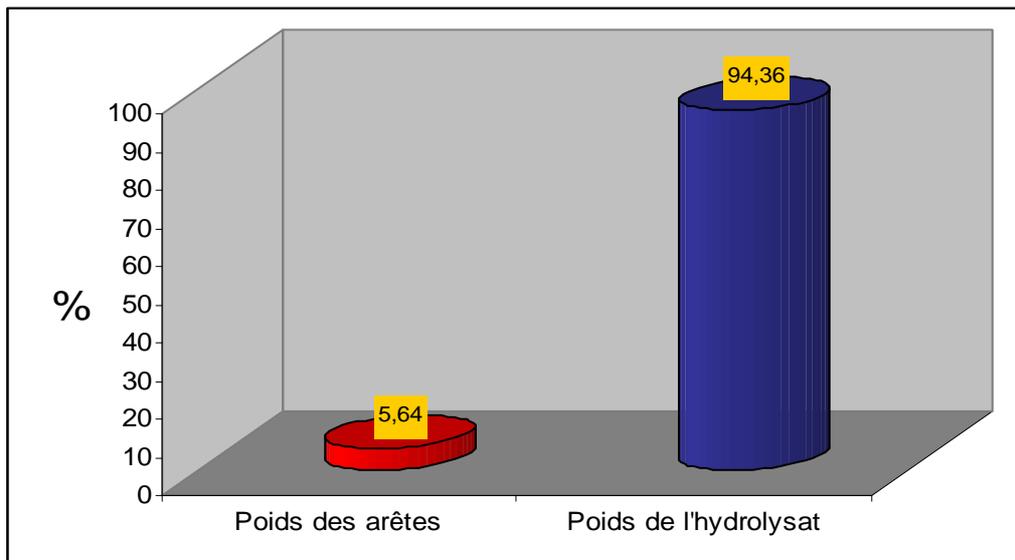


Figure 8 : Poids des fractions obtenues après hydrolyse

Après l'hydrolyse, on obtient d'une part les arêtes (partie solide) et d'autre part l'hydrolysat (partie soluble).

En moyenne la quantité d'hydrolysat récupéré en fin d'hydrolyse constitue jusqu'à 94,36% de la masse initiale (100g des carcasses +100ml d'eau). Les arêtes représentent 5,64%. En moyenne, le poids de l'hydrolysat est largement supérieur à celui des arêtes.

I.1.4. Poids du culot et du surnageant

La figure ci-dessous nous renseigne sur le poids des différentes fractions obtenues après la centrifugation de l'hydrolysat.

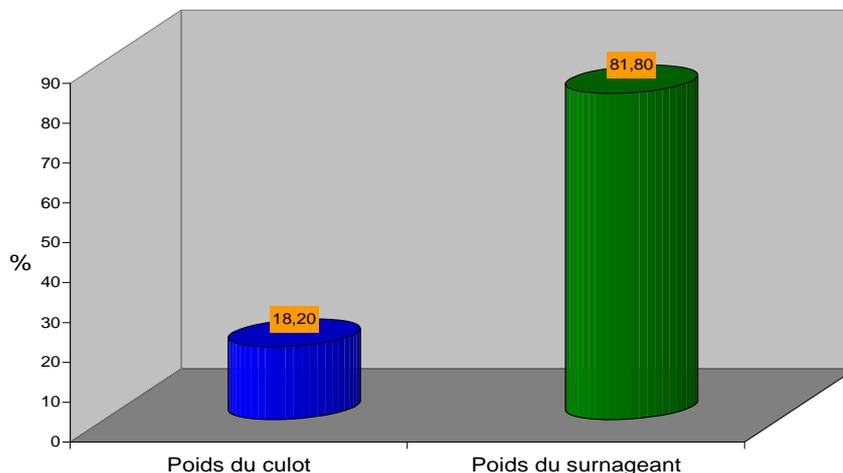


Figure 9 : Poids des fractions obtenus après centrifugation de l'hydrolysat

La centrifugation de l'hydrolysat, a permis d'obtenir d'une part le culot et d'autre part le surnageant. L'hydrolysat contient en moyenne 81,80% de surnageant et 18,20% de culot.

I.1.5. Teneur en matière sèche

La figure ci-après, indique les teneurs en eau et en matière sèche du culot et du surnageant.

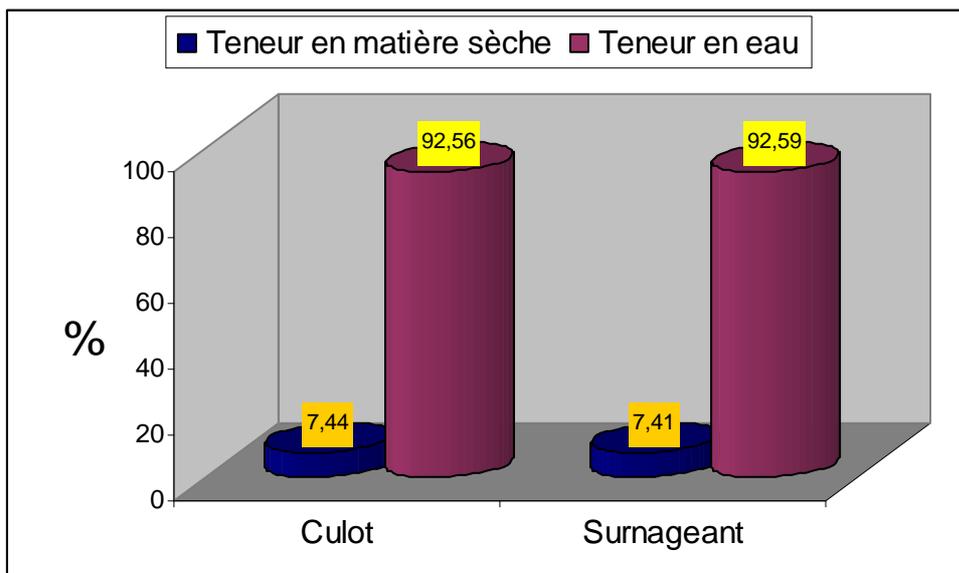


Figure 10 : Teneurs en matière sèche et en eau en fonction du culot et du surnageant

La détermination de la teneur en matière sèche dans le culot et le surnageant permet d'observer la répartition de la matière sèche après chaque hydrolyse. La figure 9 indique que la teneur en matière sèche est presque la même dans le surnageant que dans le culot. Elle varie relativement peu entre chaque échantillon. Pour le culot, la teneur en matière sèche est de 7,44% et la teneur en eau est de 92,56% en moyenne alors que pour le surnageant, elle est de 7,41% pour la matière sèche et de 92,59% pour l'eau.

I.1.6. Teneur en protéines

La figure ci-après montre 2 courbes qui représentent les teneurs en protéines du surnageant et du culot.

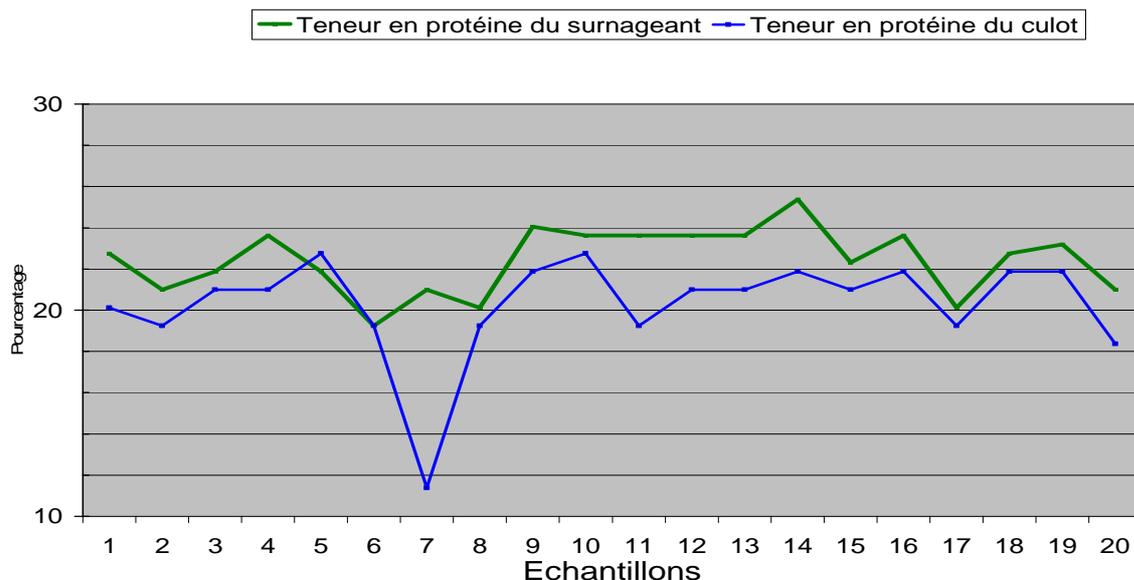


Figure 11 : Teneur en protéines du surnageant et du culot

Tout d’abord, ce graphique permet d’observer la quantité de protéines présente dans le co-produit (cf figure n 10). De plus ce graphique permet d’analyser la répartition des protéines entre le surnageant et le culot. De manière globale, la teneur en protéines est plus élevée dans le surnageant que dans le culot. En moyenne, ils contiennent respectivement 22,40% ; 20,30% de protéines.

II. Discussion

II.1. Méthode

II.1.1 Echantillonnage

Les co-produits utilisés pour cette étude proviennent de la chaîne de filetage - réfrigération d’une usine dakaroise. Ils ont été récoltés juste après le filetage des soles pelées et ont été acheminés directement au laboratoire dans une glacière. Cependant, il faut signaler que les prélèvements ont été réalisés durant la période fraîche sur plusieurs lots de production. Dans le but d’éviter des variations liées aux saisons et aux zones de pêche, les échantillons ont été mélangés et broyés avant chaque hydrolyse. En effet, les études de DUMAY en 2006, ont montré l’effet de ces phénomènes dans la composition biochimique et chimique de la chair de poisson.

II.1.2. Hydrolyse enzymatique

Pour cette étude, on a utilisée une enzyme de type protéase produit par génie génétique par la firme Novozymes (Danemark). Il s'agit du Protamex® qui est une endopeptidase c'est-à-dire une enzyme qui coupe les liaisons peptidiques située à l'intérieur des molécules.

Contrairement à beaucoup d'autres endoproteases, des travaux [21] ont montré que Protamex® produit des hydrolysats de protéines non amers même à de bas degrés d'hydrolyse.

L'installation que nous avons réalisée au laboratoire pour l'hydrolyse enzymatique est préconisée dans le cas de faibles volumes. Pour des quantités industrielles, il est préférable d'utiliser un réacteur à double enveloppe. Le système est mis en agitation et est amené à la température voulue à l'aide de la circulation d'éthylène glycol dans la double enveloppe du réacteur. La température à l'intérieur du système est mesurée à l'aide de la sonde de température du pHstat. Le pH initial est mesuré puis l'ajout manuel de soude est réalisé jusqu'à l'obtention du pH voulu pour réaliser l'hydrolyse. L'enzyme est ajoutée après stabilisation du système et le pH est contrôlé par l'électrode et régulé par la pointe d'addition [17].

Les co-produits de la sole, comme toute matrice vivante, possèdent une activité endogène. Lors de la réalisation d'hydrolyses enzymatiques contrôlées à l'aide d'enzymes exogènes, deux modes d'actions peuvent intervenir : l'inactivation des enzymes, le plus souvent réalisé par traitement thermique, ou la conduite d'hydrolyse à l'aide conjointement des enzymes endogènes et exogènes. Dans le second cas de figure, il est alors important d'avoir connaissance de l'activité protéolytique des enzymes endogènes en fonction des conditions expérimentales déterminées. Dans notre étude, nous avons inactivé les enzymes endogènes par traitement thermique.

II.1.2. Détermination de la teneur en matière sèche

La matière sèche du surnageant obtenue après l'étuve à 100°C est collante (sous forme de caramel), rendant les manipulations difficiles. Il est préférable de déterminer la

teneur en matière sèche des échantillons après lyophilisation. Les matières sèches obtenues se trouvent alors sous forme de poudre.

II.1.2. Dosage des protéines totales

Pour le dosage des protéines, nous avons utilisé la méthode de Kejdahl. Cette méthode consiste à mesurer la quantité d'azote organique d'un échantillon. Il faut évidemment savoir, pour l'échantillon analysé, quelle est la relation entre la quantité d'azote et celle de protéines. Elle requiert un équipement coûteux et complexe [11]. Pour éviter ces inconvénients, on peut utiliser alors, soit la méthode du biuret soit la méthode de Lowry [15].

La méthode de biuret a été développée par GORNALL et al (1949) [15] qui ont appliqué la réaction du biuret pour obtenir une méthode quantitative de dosage des protéines. Même si cette méthode est peu sensible (1-20 mg) elle est relativement rapide. Sa principale qualité est d'avoir une absorption égale pour toutes les protéines. Mais le défaut de cette méthode est sa sensibilité à certains interférents comme les peptides, le saccharose, le glycérol [11].

La Méthode de Lowry a été développée par Lowry et al (1951) [15] qui ont combiné une réaction au biuret et une réaction au réactif de Folin-Ciocalteu. La grande sensibilité de la méthode de Lowry est sa principale qualité. Elle peut atteindre 5-10 µg. Cette méthode est très sensible à de très nombreuses substances interférentes: certains peptides et acides aminés, le saccharose, le glycérol [11].

La méthode de Bradford peut être aussi utilisée. Car elle est assez résistante à la plupart des interférents. C'est une méthode sensible et rapide. Cependant, elle permet de doser non pas les protéines totales mais les protéines solubles [17].

II.2. Température et pH

D'après ADRIAN, l'activité des enzymes dépend d'un certain nombre de facteurs physico-chimiques, notamment du pH et de la température. Les conditions optimales sont un pH compris entre 5,5 et 7,5 et une température comprise entre 35 et 60°C pour le Protamex®. La réaction enzymatique ralentit et s'arrête rapidement au-delà d'une

certaine zone de température par suite de la dénaturation de protéines [37]. Nos résultats montrent que la température oscille entre 49,67°C et 50,87°C en moyenne. Les résultats concernant les conditions optimales de travail sont en accord avec celles données par les fiches techniques du fournisseur en ce qui concernent la température. Le pH joue également un rôle très important sur l'activité des enzymes [17]. Il est important de définir la zone de pH où le système enzymatique étudié fonctionne [37]. Nos résultats montrent que la zone de pH est de 6,9 à 6,2 ce qui est en accord avec les données du fournisseur.

II.3. Poids des arêtes et de l'hydrolysate

Nos résultats montrent que le poids de l'hydrolysate peut aller jusqu'à 94,36% de la masse initiale (100g de carcasse +100ml d'eau) et celui des arêtes jusqu'à 5,64%. En moyenne, le poids de l'hydrolysate est largement supérieur à celui des arêtes. Etant des vertébrés, les poissons possèdent une colonne vertébrale, à savoir l'arête centrale, et un crâne qui recouvre le cerveau [20]. La colonne vertébrale représente 10% du poids total du poisson.

L'hydrolyse de courte durée 1 heure a permis une bonne séparation de la partie insoluble (arêtes) qui est bien nettoyée de toute matière organique. Ce qui prouve que l'enzyme a bien digéré toute la chair de sole qui était collée sur le squelette. Ces résultats sont intéressants car ils témoignent d'une bonne activité enzymatique. Ceux-ci corroborent avec les travaux de KRISTINSSON et RASCO (2000), qui ont menés des hydrolyses sur des co-produits marins sur des temps courts.

Par ailleurs, Protamex® est l'enzyme qui permet d'obtenir le plus haut degré d'hydrolyse comme l'ont montré les travaux de QUAGLIA et ORBAN en 1990. Ces deux auteurs ont eu à comparer Protamex® avec d'autres enzymes protéolytiques telles que l'alcalase et le Flavourzyme. De leurs résultats, il ressort que de hauts degrés d'hydrolyse d'environ 20% ont été obtenus avec le Protamex®. Contrairement aux deux autres enzymes qui ont un degré d'hydrolyse de 12%.

En outre la répartition de la matière après hydrolyse montre que l'enzyme utilisée sur les co-produits de la sole tropicale permet de solubiliser 94% de la matière fraîche.

Cette solubilisation de la matière est synonyme de récupération des protéines solubles et demeurent un des intérêts les plus importants de ce procédé. Des études ont été publiées dans ce sens [25, 33, 22, 52] et indiquent que plus les composés issus de l'hydrolyse sont solubles plus sera importante la valeur ajoutée des molécules obtenues. En d'autres termes, ces auteurs ont démontré que les fractions insolubles demeurent importantes lors de l'hydrolyse de co-produits marins du fait de la présence de nombreux tissus « durs » tels que la peau, la chitine des crevettes ou le cartilage des céphalopodes. En effet, ces tissus ne sont pas facilement hydrolysables, et d'autres voies de valorisation sont à envisager.

II.4. Poids du culot et du surnageant.

L'hydrolysats contient en moyenne 81,80% de surnageant et 18,20% de culot. Le poids du surnageant dépasse nettement celui du culot.

Ces résultats montrent que les hydrolysats contiennent une partie importante de fraction non soluble qui est représentée par le culot de centrifugation. Des études menées sur des hydrolysats de sardines par DUMAY (2006), ont donné un pourcentage de 13% pour le culot, ce qui a conduit à une teneur élevée en matière organique dans cette fraction. Notre pourcentage est nettement plus élevé que celui obtenu par DUMAY (2006), l'explication que l'on peut donner est liée au fait que lors de ces hydrolyses, elle a surtout utilisé les viscères de sardines.

II.5. Teneurs en matière sèche et en protéines

Pour le culot, la teneur en matière sèche est de 7,44% en moyenne alors que pour le surnageant est de 7,41%. Les teneurs en matière sèche obtenus que ce soit pour le culot ou le surnageant sont presque les mêmes.

Les travaux de HALLEREAU en 2003, ont montré les mêmes résultats en termes de répartition de la matière sèche. En effet, en utilisant le Protamex® sur des co-produits de Morue, elle a obtenu peu de matière sèche dans le culot et le surnageant.

En moyenne, la teneur en protéines est de 22,40% pour le surnageant et de 20,30% pour le culot.

Ce qui est supérieur aux protéines brutes contenues dans le lait de vache, dans les œufs frais, dans la viande de bœuf maigre, dans le poulet et en fin dans le maquereau [1].

DUMAY (2006) avait trouvé des teneurs très basses lors de l'étude des différentes fractions issues d'un procédé de fabrication de surimis à partir de sardines. La teneur en protéines des différentes fractions ne représente qu'en moyenne 38,1% de la matière sèche.

La teneur en protéine dépend en grande partie du produit d'origine. Et le surnageant contient plus de protéines que le culot, car lors de la centrifugation, les protéines solubles se concentrent dans le surnageant.

L'hydrolyse des co-produits de la sole notamment de l'arête centrale par le Protamex possède un assez bon rendement pour être exploitée. Le surnageant peut avoir un potentiel en tant que composants bioactifs dans les aliments fonctionnels ou les nutraceutiques. Et le culot employé pour la production de l'alimentation animale et de l'aquaculture.

RECOMMANDATIONS

- Utiliser un pHstat au lieu d'un pHmètre car celui-ci plongé dans le milieu réactionnel gêne le bon déroulement de l'hydrolyse ;
- Utiliser un bioreacteur à double membrane pour hydrolyser des quantités ; importantes de co-produits ;
- Utiliser une méthode de dosage de protéines moins couteux ;
- Utiliser la lyophilisation pour déterminer la teneur en matière sèche ;
- Déterminer la composition en acides aminés des protéines ;
- Déterminer la teneur en lipides de l'hydrolysate ;
- Déterminer le pourcentage en calcium et phosphore des arêtes.

CONCLUSION

Le Sénégal se situe dans une zone classée parmi les plus poissonneuses du monde. De ce fait, la pêche représente une source non négligeable de devises et connaît un essor considérable qui lui permet d'exporter une partie des prises sous forme de produits élaborés notamment les filets de poissons. Les co-produits issus de ces produits élaborés représentent environ 25% de la capture totale. Néanmoins, ces co-produits sont très peu valorisés. C'est pour contribuer à l'exploitation de ces co-produits que nous avons choisi de travailler sur le sujet suivant : « contribution à l'étude de la valorisation des protéines d'hydrolysats des co-produits (squelette) de la sole tropicale : *Cynoglossus senegalensis* au Sénégal ». Pour y parvenir, nos objectifs spécifiques ont été de déterminer le poids des arêtes et de l'hydrolysate, déterminer le poids du culot et du surnageant, déterminer les teneurs en matière sèche et en protéines du coproduit (squelette).

L'étude effectuée au laboratoire d'H.I.D.A.O.A. de l'E.I.S.M.V et du laboratoire de Bromatologie de l'E.S.P, a porté sur 35 échantillons de *Cynoglossus senegalensis*. Des hydrolyses enzymatiques ont été réalisées avec le Protamex ainsi que le dosage des protéines par la méthode de Kejdahl. Le co-produit utilisé est constitué par l'arête centrale.

Des analyses effectuées, il ressort que :

La température d'hydrolyse se situe entre 49,67°C et 50,87°C en moyenne. Le pH diminue dans le temps : de 6,9, il devient de plus en plus acide atteignant un minimum de 6,2.

Le poids de l'hydrolysate représente 94,36% de la masse initiale (100g des carcasses +100ml d'eau) et celui des arêtes 5,64%. Le poids de l'hydrolysate est largement supérieur à celui des arêtes.

L'hydrolysate contient en moyenne 81,80% de surnageant et 18,20% de culot. Le poids du surnageant dépasse nettement celui du culot.

La teneur en matière sèche est de 7,44% pour le surnageant et de 7,41% pour le culot.

Le surnageant et le culot contiennent respectivement 22,40% et 20,30% de protéines en moyenne.

Ces résultats montrent que :

- L'hydrolyse des co-produits de la sole n'est pas difficile ;
- Le rendement en hydrolysats est important ;
- La matière sèche est presque identique dans le surnageant et le culot: les deux contiennent suffisamment de protéines pour être valorisés, aussi bien dans l'alimentation humaine qu'animale et constituent ainsi une source de revenus non négligeable pour les industriels.

L'utilisation d'un bioréacteur couplé à un pHstat permet de réaliser une hydrolyse d'importantes quantités de co-produits. L'utilisation de méthodes de dosage de protéines moins coûteuses permet d'augmenter le nombre d'échantillons à analyser.

Cependant, la connaissance de la teneur en protéines n'est pas suffisante pour garantir la possibilité de valorisation des co-produits. Il est important de connaître les acides aminés contenus dans ces protéines.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1 ADRIAN J.; POTUS J. et FRANGNE R., 1995.

La science alimentaire de A à Z.- Paris : Conservatoire National des Arts et Métiers.

2 AGRO-IND (Union Européenne – Afrique de l'ouest), 2003

Diagnostic stratégique de la filière pêche maritime –Sénégal

[Ressource électronique] : Accès interne : http://www.agro-ind.com/html_fr/senegal.html

3 ALLIEZ J.L., 1998

Contribution au plan directeur des pêches maritimes. Cae, mission française de coopération et d'action culturelle.-56p.

4 ANDESON J. S. ; LALL S. P. ; ANDERSON D. M. et Mc NIVEN M. A.,1993

Evaluation of protein quality in fish meals by chemical and biological assays. *Aquaculture*, **115** :305-325

5 AZIBE M., 1991.

Contribution à l'étude de la qualité parasitologie, bactériologie et chimique des filets de poissons congelés produits au Sénégal.

Thèse: Méd. Vét. : Dakar ; 55

6 BARRO M., 2004.

Valorisation des produits de la pêche après capture au Sénégal.

Thèse: Méd. Vét. : Dakar ;24

7 BOBO L., 1981

Aspects socio-économiques de la transformation artisanale du poisson de mer au Sénégal.-Dakar : CRODT.- 95p

8 BROUTIN C.;SOKONA K. et TOURE B., 1996

Besoins et offres de formation dans l'artisanat. Volet agroalimentaires (filères produits halieutiques, fruits et légumes, céréales).

9 CHAPUIS D., 1998

Hydrolysats : la tétée des petits cochons.

10 COLY H., 2000

Valorisation des pertes après capture des pêches maritimes au Sénégal. Mémoire de fin d'étude: Dakar (Centre National de Formation des Techniciens de Pêche).

11 COURS D'ENZYMOLOGIE., 2006

[Ressource électronique]: Accès interne : [http// www.cours-lsv.fr/nf/enzymologie/word/ chapitre1.pdf](http://www.cours-lsv.fr/nf/enzymologie/word/chapitre1.pdf)

12 CUVILLIER., 1999

Enzymologie et biocatalyse. (319-342) In : Biotechnologie.- Paris : *Tec et Doc*, Paris, Lavoisier

13 DJOUPA M., 2003.

Contribution à l'étude de la contamination initiale du poisson des mers tropicales: cas de la sole tigrée (*Synaptura cadenati*)

Thèse: Méd. Vét. : Dakar; 22

14 DJIBA A., 1992

Utilisation des déchets de poissons par la technique d'ensilage pour l'alimentation des poissons à intérêt aquacole.

Rapport de stage pour l'obtention du diplôme master européen in aquaculture management.

Université de Montpellier II, France.

15 DOSAGE DES PROTÉINES., 2006

[Ressource électronique]: Accès interne : [http//www.chimiebiochimie.umoncton.ca/bch/dg/ siitub/prodosage](http://www.chimiebiochimie.umoncton.ca/bch/dg/siitub/prodosage).

16 DUMAY J., 2003

Contribution à l'analyse de lipides issus de la biomasse marine en vue de la recherche de molécules à activité biologique. Mémoire: Sciences de la vie et de la Terre: Nantes (Ecole Pratique des Hautes Etudes)

17 DUMAY J., 2006

Extraction de lipides par voie aqueuse par bioréacteur enzymatique combiné à l'ultrafiltration : application à la valorisation de co-produits de poisson (*Sardina pilchardus*)

Thèse unique: Sciences de la vie et de la Terre: Université de Nantes

18 ECOPECHE, 1988

Zoom sur la consommation de produits de la mer surgelés (Fiom/ Secodip)
ECOPECHE, 4: 31

19 FAO/DANIDA, 2001

Consultation d'experts FAO/DANIDA (Bangkok, 18-30 mai 1998)

Directives pour la collecte régulière de données sur les pêches de capture.

Rome : FAO- Division de l'information.-123p

20 FAYE C., 2002

Contribution à l'étude de la contamination initiale du poisson des mers tropicales.
Thèse: Méd. Vét. : Dakar ;26

21 GILDBERG A. ; ARNESEN J. A. et CARLEHOG M., 2002

Utilisation of cod backbone by biochemical fractionation
Process Biochemistry, **38**: 475-480

22 GUERARD F. ; GUIMAS L. et BINET A., 2002

Production of tuna waste hydrolysates by a commercial neutral protease preparation.
Journal of molecular catalysis B, **19-20**: 489-498

23 HALLEREAU S., 2003

Etude de l'hydrolyse enzymatique pour faciliter l'extraction des lipides des co-produits de morue Application à l'enzyme Protamex.
Rapport de stage seconde année (stage du 7 avril au 13 juin),
Institut Universitaire de Technologie ANGERS Département Génie Biologique option Industrie Alimentaire et Biologique

24 HALL M.G. et DA SILVA S., 1994

Ensilage des déchets de crevettes.
INFOFISH INTERNATIONAL, **2**:5.

25 HOYLE N. T. et MERRIT J. H., 1994

Quality of fish protein hydrolysates from herring (*Clupea harengus*)
Journal of food science, **59**: 76-76

26 HUSS, H.H., 1988

Le poisson frais :Sa qualité et altérations de qualité.
Rome : F.A.O ; DANIDA.-132p.

27 INFOFISH INTERNATIONAL, 2002

Nouveaux produits, nouvelles découvertes et nouvelles technologies. *INFOFISH INTERNATIONAL*, **5**: 75.

28 JONES D.A., 1995

Frippak-the Facts. A response to the articles by P.R. Muir and D. C. Sutton.*J.World Aquacult.Soc.*, **26** (2): 220-222

29 KRISTINSSON H. G. et RASCO B. A. 2000

Biochemical and functional properties of atlantic salmon (*salmo salar*) muscle protein hydrolyzed with various alkaline proteases
Journal agric. Food chem., **48**: pp 657-666

30 LABIER M. et LECLEQ B., 1992

Les matières premières utilisées en Aviculture. (255-301) In: Nutrition et Alimentation des volailles.- Paris,: INRA.-355p.

31 LARPENT-GOURGAUD M. et SANGLIER J. 1992

Biotechnologies : principe et méthodes

32 LEDERER J., 1998

Encyclopédie moderne de l'hygiène alimentaire (261-304)

Paris: Ed. Maloine.-856p

33 LIASET B.; LIED E. et ESPE M., 2000

Enzymatic hydrolysis of by-product from the fish filleting industry, chemical characterization and nutritional evaluation

Journal Sci. Food Agric., **80**: 881-889

34 MARCHES TROPICAUX, 1997

Sénégal. Marchés tropicaux (Numéro hors série)

35 NDIAYE P., 2005

La pêche au Sénégal face à la libéralisation du commerce mondial

[Ressource électronique] : Accès interne : http://www.wto.org/english/tratope/envire/sym_oct05_e/papa_gora_ndiaye_f.ppt#269,1, Symposium de l'OMC sur le Commerce et le Développement Durable 10 et 11 octobre 2005 à Genève

36 NDOYE F. ; MOITY-MAIZI P. et BROUTIN C., 2002

De la pirogue au plat : Le poisson fumé sur la petite côte sénégalaise.

Montpellier: CIRAD.- 89p

37 PELMONT J., 1995

Enzymes catalyseurs du monde vivant

38 PENSA, G., 1953

Les produits de la pêche : Valeur alimentaire, inspection sanitaire, réfrigération.- Paris : éd. Vigot frères.-418p

39 QUAGLIA G. B. et ORBAN E., 1990

Influence of enzymatic hydrolysis on structure and emulsifying properties of sardine (*Sardina pilchardus*) protein hydrolysate

Journal Food Sci., **55**: 1571-1573

40 RADIER S., 2004

Recherche de voies de valorisation d'effluents d'industrie de transformation des produits de la pêche.

Mémoire maîtrise: Ingénierie en Nutraceutique

41 RAVALLEC-PLÉ R., 2000

Valorisation d'hydrolysats d'origine marine ; optimisation de la concentration en peptides apparentés aux facteurs de croissance et aux agents sécrétagogues. Thèse Méd Vét: Université de Bretagne Occidentale, 171 pp.

42 SENEGAL. Ministère de la pêche et des transports maritimes, 1998

Plan directeur des pêches maritimes, volume 1, analyse descriptive et politiques et stratégies

.Octobre.-96p

43 SÉNÉGAL. Ministère de la pêche et des transports maritimes ; 1998

Plan directeur des pêches maritimes : analyse descriptive: politiques et stratégies.

Dakar: SOFRECO.-99p

44 SENEGAL. Ministère de la pêche et des transports maritimes. Observatoires économiques de la pêche au Sénégal, 1998

Note synthétique sur l'évolution récente du secteur halieutique au Sénégal.

Dakar: OEPS.- 7p.

45 SENEGAL. Ministère de la pêche. Direction de la pêche maritime, 2005

Résultats généraux de la pêche maritime sénégalaise

Statistiques du volume des captures.- Dakar : DPM.-20p.

46 SENEGAL. Ministère de la pêche maritime, 2000

Concertation nationale sur les pêches et aquaculture. Document d'orientation: Tome 1 analyse-diagnostic..-Dakar : ministère de la pêche.-47p

47 SERET B., 1986

Poissons de mer de l'Ouest Africain Tropical

Paris : ORSTM.-409p

48 SUBASINGHE S., 1999

Chitine à partir de déchets de crustacés : les avantages sur la santé dominant les usages industriels. *INFOFISH INTERNATIONAL*, 3: 5

49 SUZANE P., 1998

Nouveau procédé de traitement des déchets à bord : les Snekkar prennent de l'anti-rides. *ECOPECHE*, 4: 41.

50 SYLLA S.K.B., 2003

Appréciation de la qualité bactériologique des blocs de pulpe de sole tropicale crue congelée à Sénégal Pêche et destinés à l'exportation.

Mémoire de DEA, Production Animales : Dakar (E.I.S.M.V.); 10.

51 WIKIPEDIA

L'encyclopédie libre article sur les *cynoclossus*

[Ressource électronique] :Accès interne : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Cynoglossus>

52 Wu H. C., CHEN H. M. ET SHIAU C. Y., 2003

Free amino acids and peptides as related to antioxydant properties in protein hydrolysates of mackerel (*Scomber austriasicus*)

Food Res. Int., **36**: 949-954

ANNEXES

Annexe 1 : Poids des arêtes et de l'hydrolysate des échantillons

N° ECH	Poids des arêtes	Poids de l'hydrolysate	N° ECH	Poids des arêtes	Poids de l'hydrolysate
1	9	191	18	9	191
2	8	192	19	14	186
3	14	186	20	10	190
4	16	184	21	11	189
5	15	185	22	10	190
6	10	190	23	11	189
7	13	187	24	10	190
8	14	186	25	10	190
9	15	185	26	10	190
10	13	187	27	10	190
11	12,5	187,5	28	10	190
12	10	190	29	11	189
13	10	190	30	11	189
14	7	193	31	9	191
15	7	193	32	11	189
16	15	185	33	12	188
17	14	186	34	12	188
			35	11	189
			Moyenne	11,91	188,09
			Ecart type	3,001225	3,001225

Annexe 2 : Poids du surnageant et du culot des échantillons

N° ECH	Poids du culot	Poids du surnageant	N° ECH	Poids du culot	Poids du surnageant
1	35	155	18	31	159
2	34	156	19	36	150
3	32	153	20	34	156
4	30	154	21	35	154
5	34	151	22	34	156
6	39	150	23	36	153
7	39	148	24	35	155
8	39	147	25	32	158
9	34	151	26	31	159
10	35	151	27	32	158
11	37,5	150	28	33	157
12	31	159	29	37	152
13	32	158	30	36	153
14	33	160	31	31	159
15	32	160	32	35	154
16	33	152	33	35	152
17	36	150	34	33	150
			35	38	151
			Moyenne	34,27142857	154,0286
			Ecart type	2,471433429	3,67412

Annexe 3 : Poids de la matière sèche et de l'eau du culot des échantillons

N° ECH	Poids de la matière sèche du culot	Poids de l'eau du culot	N° ECH	Poids de la matière sèche du culot	Poids de l'eau du culot
1	3,16	31,84	18	2,25	28,75
2	3,33	30,67	19	2,08	33,92
3	2,81	29,19	20	2,25	31,75
4	3,33	26,67	21	2,25	32,75
5	2,87	31,13	22	2,91	31,09
6	2,08	36,92	23	2,46	33,54
7	2,50	36,50	24	2,91	32,09
8	2,71	36,29	25	2,67	29,34
9	2,87	31,13	26	2,95	28,05
10	2,87	32,13	27	2,67	29,34
11	2,08	35,42	28	2,46	30,54
12	2,08	28,92	29	2,20	34,80
13	2,08	29,92	30	2,50	33,50
14	2,08	30,92	31	2,55	28,45
15	2,83	29,17	32	2,50	32,50
16	2,67	30,34	33	2,27	32,74
17	2,29	33,71	34	2,29	30,71
			35	2,50	35,50
			Moyenne	2,63	31,72
			Ecart type	0,44	2,59

Annexe 4 : Poids de la matière sèche et de l'eau du surnageant des échantillons

N° ECH	Poids de la matière sèche du surnageant	Poids de l'eau du surnageant	N° ECH	Poids de la matière sèche du surnageant	Poids de l'eau du surnageant
1	11,37	143,63	18	11,62	147,38
2	11,47	144,53	19	11,32	138,68
3	11,32	141,68	20	11,52	144,48
4	11,37	142,63	21	11,62	142,38
5	11,30	139,70	22	11,42	144,58
6	11,12	138,88	23	11,55	141,45
7	11,17	136,83	24	11,42	143,58
8	11,10	135,90	25	11,47	146,53
9	11,40	139,60	26	11,62	147,38
10	11,40	139,60	27	11,57	146,43
11	11,32	138,68	28	11,55	145,45
12	11,52	147,48	29	11,17	140,83
13	11,62	146,38	30	11,17	141,83
14	11,72	148,28	31	11,62	147,38
15	11,78	148,22	32	11,17	142,83
16	11,47	140,53	33	11,47	140,53
17	11,25	138,75	34	11,25	138,75
			35	11,17	139,83
			Moyenne	11,41	142,62
			Ecart type	0,18	3,53

Annexe 5 : Teneur en protéine du culot et du surnageant des échantillons

N ECH	V acide S	V acide C	N surnageant	N culot	Teneur en protéine du surnageant	Teneur en protéine du culot
1	2,6	2,3	3,64	3,22	22,75	20,13
2	2,4	2,2	3,36	3,08	21,00	19,25
3	2,5	2,4	3,5	3,36	21,88	21,00
4	2,7	2,4	3,78	3,36	23,63	21,00
5	2,5	2,6	3,5	3,64	21,88	22,75
6	2,2	2,2	3,08	3,08	19,25	19,25
7	2,4	1,3	3,36	1,82	21,00	11,38
8	2,3	2,2	3,22	3,08	20,13	19,25
9	2,75	2,5	3,85	3,5	24,06	21,88
10	2,7	2,6	3,78	3,64	23,63	22,75
11	2,7	2,2	3,78	3,08	23,63	19,25
12	2,7	2,4	3,78	3,36	23,63	21,00
13	2,7	2,4	3,78	3,36	23,63	21,00
14	2,9	2,5	4,06	3,5	25,38	21,88
15	2,55	2,4	3,57	3,36	22,31	21,00
16	2,7	2,5	3,78	3,5	23,63	21,88
17	2,3	2,2	3,22	3,08	20,13	19,25
18	2,6	2,5	3,64	3,5	22,75	21,88
19	2,65	2,5	3,71	3,5	23,19	21,88
20	2,4	2,1	3,36	2,94	21,00	18,38
Moyenne	2,56	2,32	3,58	3,24	22,42	20,30
Ecart type	0,18	0,28	0,25	0,39	1,59	2,47

Annexe 6 : Variation de la température des échantillons en fonction du temps

TEMPS (mn)	T1	T2	T3	T4	T5	T6
0	50	50	50	54,5	50,7	50
5	52,5	54,1	47,6	48,2	50,4	47,5
10	52,9	51,6	48,8	48,1	52,6	49
15	51,8	51,5	48,6	48,6	52,1	48,6
20	51,1	51,2	49,1	49,2	51,5	48,7
25	50,3	50,6	48,8	49,5	51,1	48,7
30	49,7	50,7	48,7	50,2	51,7	48,5
35	49,7	50,6	48,8	50,6	49,9	48,4
40	49,6	50,8	49,1	50,8	52,1	48,6
45	49,8	51	48	51,1	51,8	48,6
50	49,7	50,9	47	51,2	51	48,5
55	49,5	50,5	48,6	51,1	50,9	48,4
60	49,4	50,5	50	51,6	50,7	48,4

Annexe 7 : Variation du pH des échantillons en fonction du temps

TEMPS (mn)	pH1	pH2	pH3	pH4	pH5	pH6
0	7,37	7,1	6,51	6,43	7	7
5	6,66	6,73	6,69	6,44	6,43	6,46
10	6,46	6,43	6,61	6,4	6,4	6,39
15	6,41	6,42	6,48	6,39	6,3	6,38
20	6,38	6,39	6,43	6,35	6,3	6,35
25	6,38	6,39	6,39	6,33	6,27	6,34
30	6,38	6,36	6,34	6,31	6,26	6,34
35	6,37	6,35	6,31	6,27	6,24	6,34
40	6,36	6,34	6,34	6,27	6,24	6,32
45	6,35	6,32	6,35	6,24	6,23	6,31
50	6,34	6,32	6,33	6,28	6,22	6,31
55	6,33	6,3	6,32	6,26	6,22	6,31
60	6,34	6,29	6,3	6,25	6,22	6,3

SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

« Fidèlement attaché aux directives de Claude BOURGELAT, fondateur de l'enseignement vétérinaire dans le monde, je promets et je jure devant mes maîtres et mes aînés :

- d'avoir en tous moments et en tous lieux le souci de la dignité et de l'honneur de la profession vétérinaire ;
- d'observer en toutes circonstances les principes de correction et de droiture fixés par le code de déontologie de mon pays ;
- de prouver par ma conduite, ma conviction, que la fortune consiste moins dans le bien que l'on a, que dans celui que l'on peut faire ;
- de ne point mettre à trop haut prix le savoir que je dois à la générosité de ma patrie et à la sollicitude de tous ceux qui m'ont permis de réaliser ma vocation.

Que toute confiance me soit retirée s'il advient que je me parjure. »

Titre	<p>Contribution à l'étude de la valorisation des protéines d'hydrolysats obtenues par hydrolyse enzymatique des co-produits (squelette) de la sole tropicale : <i>Cynoglossus senegalensis</i> au Sénégal</p>
Résumé	<p>L'étude de la valorisation des protéines d'hydrolysats des co-produits a porté sur 35 échantillons de sole tropicale (<i>Cynoglossus senegalensis</i>). Le co-produit utilisé est constitué par l'arête centrale.</p> <p>Les analyses ont montré que la température d'hydrolyse se situe entre 49,67°C et 50,87°C en moyenne. Le pH diminue dans le temps : de 6,9, il devient de plus en plus acide atteignant un minimum de 6,2. Le poids de l'hydrolysat peut aller jusqu'à 94,36% de la masse initiale (100g des carcasses +100 ml d'eau), tandis que pour les arêtes 5,64%.</p> <p>L'hydrolysat contient en moyenne 81,80% de surnageant et 18,20% de culot. La teneur en matière sèche et en eau du culot et du surnageant sont respectivement de 7,44% ; 92,56% ; 7,41% ; 92,59%. Le culot et le surnageant contiennent respectivement 20,30% et 22,40% de protéines en moyenne.</p> <p>Compte tenu de ces résultats, l'hydrolyse doit se faire dans des conditions bien précises. Les co-produits de la sole tropicale contiennent suffisamment de protéines pour être valorisé tant en alimentation humaine qu'animale.</p>
Mots-clés	<p>Valorisation, co-produit, <i>Cynoglossus senegalensis</i>, Sénégal</p>
Adresse	<p style="text-align: center;">Clara GREGOIRE</p> <p>E-mail : gregoireclara@yahoo.fr Téléphone: 3696120(Dakar) ; 00261205333721 (MADAGASCAR) Lot 11 villa reine Tanambao V parcelle 13/75 Tamatave 501 MADAGASCAR</p>