

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

ANNEE 1989

N° 13



ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES DE DAKAR
BIBLIOTHEQUE

ETUDE DES PROTEINES CONVENTIONNELLES ET NON CONVENTIONNELLES AU SENEGAL

THESE

présentée et soutenue publiquement le 19 Juin 1989
devant la Faculté de Médecine et Pharmacie de Dakar
pour obtenir le grade de DOCTEUR VETERINAIRE
(DIPLOME D'EIAT)

par

Mme COUMBA KEBE épouse GUEYE
née le 23 Octobre 1961 à Meckhé

- Président du Jury : Monsieur Ibrahima WONE
Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie
Université Cheikh Anta Diop de Dakar
- Rapporteur : Monsieur Malang SEYDI
Maître de Conférence à l'EISMV de Dakar
- Membres : Monsieur Nicolas KUAKUVI
Maître de Conférence à la Faculté de Médecine et
de Pharmacie
Monsieur Papa El Hassan DIOP
Maître de Conférence à l'EISMV de Dakar
- Directeur de Thèse : Monsieur Malang SEYDI
Maître de Conférence à l'EISMV de Dakar
Monsieur Serge LAPLANCHE
Assistant à l'EISMV de Dakar

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT

=====

I - PERSONNEL A PLEIN TEMPS1 - ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

Kondi M. AGBA	Maître de Conférences Agrégé
Jean-Marie Vianney AKAYEZU	Assistant
Pathé DIOP	Moniteur

2 - CHIRURGIE-REPRODUCTION

Papa El Hassan DIOP	Maître de Conférences Agrégé
Franck ALLAIRE	Assistant
Moumouni OUATTARA	Moniteur

3 - ECONOMIE-GESTION

Cheikh LY	Assistant
-----------	-----------

4 - HYGIENE ET INDUSTRIE DES DENREES
ALIMENTAIRES D'ORIGINE ANIMALE (HIDAOA)

Malang SEYDI	Maître de Conférences Agrégé
Serge LAPLANCHE	Assistant
Saïdou DJIMRAO	Moniteur

5 - MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE-
PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Justin Ayayi AKAKPO	Professeur
Mme Rianatou ALAMBEDJI	Assistante
Pierre BORNAREL	Assistant de Recherches
Julien KOULDIATI	Moniteur

6 - PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES-ZOOLOGIE

Louis Joseph PANGUI	Maître de Conférences Agrégé
Jean BELOT	Maître-Assistant
Salifou SAHIDOU	Moniteur

7 - PATHOLOGIE MEDICALE-ANATOMIE PATHOLOGIQUE
ET CLINIQUE AMBULANTE

Théodore ALOGNINOUIWA	Maître de Conférences Agrégé
Roger PARENT	Maître-Assistant
Jean PARANT	Maître-assistant
Jacques GODFRROID	Assistant
Yalacé Y. KABORET	Assistant
Ayao MISSOHOU	Moniteur

8 - PHARMACIE-TOXICOLOGIE

François A. ABIOLA	Maître de Conférences Agrégé
Lassina OUATTARA	Moniteur

9 - PHYSIOLOGIE-THERAPEUTIQUE-
PHARMACODYNAMIE

Alassane SERE	Professeur
Moussa ASSANE	Maître-Assistant
Mohamadou M. LAWANI	Moniteur

10 - PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES
ET MEDICALES

Germain Jérôme SAWADOGO	Maître de Conférences Agrégé
Samuel MINOUNGOU	Moniteur

11 - ZOOTECNIE-ALIMENTATION

Kodjo Pierre ABASSA	Chargé d'enseignement
Moussa FALL	Moniteur

- CERTIFICAT PREPARATOIRE AUX ETUDES VETERINAIRES (CPEV)

Lucien BALMA	Moniteur
--------------	----------

II - PERSONNEL VACATAIRE

- BIOPHYSIQUE

René NDOYE

Professeur
Faculté de Médecine et de
Pharmacie
Université Ch. A. DIOP

Mme Jacqueline PIQUET

Chargée d'enseignement
Faculté de Médecine et de
Pharmacie
Université Ch. A. DIOP

Alain LECOMTE

Maître-Assistant
Faculté de Médecine et de
Pharmacie
Université Ch. A. DIOP

Mme Sylvie GASSAMA

Maître-assistante
faculté de Médecine et de
Pharmacie
Université Ch. A. DIOP

- BOTANIQUE -AGRO-PEDOLOGIE

Antoine NONGONIERMA

Professeur
IFAN-Institut Ch. A. DIOP
Université Ch. A. DIOP

- ECONOMIE GENERALE

Oumar BERTE

Maître-Assistant
Faculté des Sciences Juridiques
et Economiques
université Ch. A. DIOP

JE

DEDIE

CE MODESTE

TRAVAIL A :

/-) mon Père

Très tôt arraché à notre affection
Tu as été un homme exemplaire
Que la terre de KEBEMER te soit légère.

/-) ma mère

Je te dois tout. Ce travail est le fruit de tes sacrifices
et de ton amour. Que la grâce de Dieu t'entoure.

/-) mes frères et soeurs : Fatou, Amadou, Alioune, Babacar, Mouhamed,
Oumy, Ndèye Khoudia et la petite Amy KEBE.

/-) mon mari Lamine : toute mon affection

/-) mes cousins et cousines

/-) mes neveux et nièces

/-) mes beaux frères

/-) mes oncles : Cheikh NDIR et Modou SARR

/-) mes tantes : Farma, Adja Oumy, Adja Coumba, Adja Soda, Adja Mame LO KEBE

/-) Mme NDAO née Marie NDOYE

/-) Toute la famille KEBE à KEBEMER

/-) ma belle famille à DIOURBEL

/-) mes amies : Marie Pierre Sy, Adama Aïdara, Khady NDAO, Marème GUEYE

Profonde sympathie

/-) Tous mes promotionnaires : Suzanne, Massal FALL, Papa SHER, TRAORE, LEYE,
Lamine GUEYE, Bousso en souvenir des années passées
ensemble.

/-) Mamadou THIAW, Babacar GASSAMA, Joe THIAW et Thierno DIALLO, en témoignage
de mon estime

/-)u personnel de l'E.I.S.M.V.

/-) Tous ceux qui, de loin ou de près ont contribué à la réalisation de ce
travail.

.../...

/)/OS REMERCIEMENTS

/-)u personnel de l'I.T.A.

/-) Monsieur Serigne BOUSSO à L'I.T.A.

/-)u personnel du Ministère du Plan et de la Coopération : Mme Bineta NDOYE
DIAW, Mme Thiaba SECK MBENGUE, Mme Magatte NDIAYE SY et
Mme NDickou FALL NDIAYE.

/-)u personnel de la SAED de RICHARD TOLL

/-)u personnel du Ministère du Développement rural

/-) Mme Chevassus AGNES à l'ORSTOM de DAKAR

=====

/)/OS MAITRES ET JUGES

=====

- Professeur Ibrahima WONE

Nous vous remercions du grand honneur que vous nous faites en acceptant la présidence de notre Jury de thèse.

Profonde gratitude.

- Professeur Nicolas KUAKUVI

Vous avez accepté avec plaisir de faire partie de notre jury.

Profonds remerciements.

- Professeur Papa El Hassan DIOP

Votre sollicitude et vos qualités d'enseignant nous ont toujours séduit.

C'est un réel plaisir pour nous de vous compter parmi nos juges.

Sincères remerciements.

- Professeur Malang SEYDI

Vous avez inspiré et guidé avec compétence et rigueur ce travail. Veuillez trouver ici notre profonde reconnaissance et respectueuse admiration.

- Docteur Serge LABLANCHE

Vous avez dirigé en premier lieu ce travail.

Vos qualités humaines mais surtout la disponibilité dont vous faites preuve à l'égard des étudiants nous ont toujours séduit .

Profonds remerciements.

" Par délibération, la Faculté et l'Ecole 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".

S O M M A I R E

<u>INTRODUCTION</u>	p1
<u>PREMIERE PARTIE</u> : GENERALITES SUR LE SENEGAL ET SUR LES PROTEINES	
<u>CHAPITRE 1</u> : GENERALITES SUR LE SENEGAL	
1. Géographie physique	p4
1.1 Structure géologique	p4
1.2 Reliefs	p4
1.3 Sols	p5
1.4 Climat	p6
1.5 Végétation	p9
2. Géographie humaine	p10
2.1 Composition ethnique	p10
2.2 Répartition de la population	p10
2.3 Evolution démographique	p14
2.3.1. Accroissement de la population	p14
2.3.2 Structures de la population par âges	p15
2.4 Mouvements de populations	p15
2.4.1 Migrations saisonnières	p16
2.4.2 Exode rural	p16
<u>CHAPITRE 2</u> : GENERALITES SUR LES PROTEINES	
1. Biochimie des protéines	p19
1.1 Biochimie structurale	p19
1.1.1 Structure des acides aminés	p19
1.1.2 Structure des peptides	p21
1.1.3 Structure des protéines	p22
1.2 Biochimie fonctionnelle	p25
2. Besoins en protéines	p26
2.1 Couverture des besoins protéiques	p27
2.1.1 Aspect quantitatif	p27
2.1.2 Aspect qualitatif	p28
2.1.3 Bilan protéique et énergétique d'une ration sénégalaise	p29
2.2 Carences et abus protéiques	p30
2.2.1 Effet de la sous alimentation sur l'organisme	p30
2.2.2 Malnutrition protéino-énergétique	p31
2.2.3 Abus alimentaire	p32
.../...	

DEUXIEME PARTIE : SOURCES ACTUELLES ET POTENTIELLES DE PROTEINES

<u>CHAPITRE 1 : PROTEINES CONVENTIONNELLES</u>	p34
1. Protéines d'origine végétale	p35
1.1 Céréales	p35
1.2 Légumineuses	p38
1.3 Autres produits	p40
2. Protéines d'origine animale	p41
2.1 Viandes de boucherie, de volailles et de chasse	p42
2.2 Produits halieutiques	p43
2.3 Laites et produits laitiers	p54
2.4 Oeufs et ovoproduits	p54
2.5 Miels	p54
2.6 Protéines du sang	p54
 <u>CHAPITRE 2 : PROTEINES NON CONVENTIONNELLES</u>	
1. Protéines non conventionnelles d'origine végétale	p55
1.1 Matières premières	p55
1.1.1 Oléagineux	p56
1.1.2 Non oléagineux	p60
1.2 Technologie.....	p61
1.2.1 Solubilité des protéines végétales	p65
1.2.2 Différentes protéines de soja	p65
1.2.3 Technique de fabrication de concentrés	p66
1.2.4 Technique de fabrication d'isolat	p67
1.2.5 Technique de fabrication d'extrudats	p69
1.2.6 Technique de filage	p71
1.3 Caractéristiques des produits obtenus	p73
1.3.1 Propriétés technologiques	p73
1.3.2 Mode d'utilisation et acceptabilité	p74
1.3.3 Avantages et inconvénients	p75
1.4 Contrôle	p77
2. Protéines non conventionnelles d'origine animale	p79
3. Protéines non conventionnelles issues d'organisme uni- cellulaires	p81
3.1 Levures et moisissures	p82
3.2 Bactéries	p87
3.3 Algues microscopiques	p88

TROISIEME PARTIE : PRODUCTION ET IMPORTANCE DES PROTEINES AU SENEGAL

CHAPITRE 1 : PRODUCTION ET IMPORTANCE DES PROTEINES CONVENTIONNELLES

1. Production	p91
1.1 Protéines d'origine végétale	p91
1.1.1 Céréales	p91
1.1.2 Légumineuses	p99
1.2 Protéines d'origine animale	p100
1.2.1 Production de viandes	p100
1.2.1.1. Viandes de boucherie et de volailles	p101
1.2.1.2 Viandes de chasse	p103
1.2.2 Production de la pêche	p105
1.2.2.1 Techniques d'exploitation	p105
1.2.2.1.1 Pêche continentale	p105
1.2.2.1.2 Pêche maritime	p106
1.2.2.1.3 Aquaculture	p107
1.2.2.2. Quantités produites	p108
1.2.3 Production de lait et de produits laitiers ...	p110
1.2.4 Production d'oeufs et d'ovoproduits	p110
1.2.5 Production de miel	p111
2. Contraintes à la production	p111
2.1 Production agricole	p111
2.2 Production de l'élevage	p112
2.3 Production de la pêche	p113
3. Importance	p114
3.1 Importance alimentaire	p114
3.2 Importance sanitaire	p119
3.3 Importance économique	p120

CHAPITRE 2 : PRODUCTION ET IMPORTANCE DES PROTEINES NON CONVENTIONNELLES

1. Production	p122
1.1 Soja	p122
1.2 Autres oléagineux	p124
1.3 Farine de poisson	p125
2. Importance	p126
2.1 Importance alimentaire	p126
2.1.1 Soja	p126
2.1.1.1 Valeur nutritionnelle	p126
2.1.1.2 Technologie	p128
2.1.2.3 Utilisation et acceptabilité	p129

2.1.2 Farine de poisson	p130
2.1.2.1 Valeur nutritionnelle	p130
2.1.2.2 Utilisation et acceptabilité	p131
2.2 Importance sanitaire	p131
2.2.1 Soja	p131
2.2.2 Farine de poisson	p132
2.3 Importance économique	p132

CHAPITRE 3 : BESOINS DU SENEGAL EN PROTEINES

1. Evaluation des besoins en protéines	p134
2. Evaluation des disponibilités pour la consommation	p134
2.1 Résumé du bilan alimentaire	p134
2.2 Quantité disponible pour la consommation	p135
3. Améliorations souhaitables pour la satisfaction des besoins ..	p138
3.1 Objectifs	p138
3.2 Equilibre à rechercher	p140

CONCLUSION

INTRODUCTION

L'étude des protéines conventionnelles et non conventionnelles est très importante au Sénégal en raison de l'accroissement de la population et de la baisse des productions due à la sécheresse persistante de ces dernières années.

Les protéines issues des produits végétaux et animaux, très connues des populations et d'utilisation (classique et) ancienne sont dites conventionnelles.

A côté d'elles, il existe des protéines d'utilisation plus récente, appelées protéines non conventionnelles. Elles ont fait leur apparition depuis quelques décennies dans les pays industrialisés, et depuis quelques années dans les pays en voie de développement. Les principales sources sont celles d'origine végétale et celles issues d'organismes unicellulaires.

Les protéines sont intéressantes sur le plan nutritionnel, et assurent également la continuité de l'espèce par la transmission de l'information génétique. En outre, leurs propriétés sont très exploitées dans l'industrie alimentaire.

Selon la FAO, pour qu'un organisme humain assure correctement sa croissance, il lui faut soixante dix (70) grammes de protéines par jour, dont un tiers d'origine animale. Au Sénégal la moyenne tourne autour de ce chiffre.

En 1970, la consommation de viande était de 21,5 kilogrammes par habitant et par an au Sénégal (89) ; en 1974, elle tombait à treize (13) kilogrammes du fait de la sécheresse des années 1972/1973. Le sixième plan quadriennal de développement économique et social a fixé l'objectif de 15,7 kilogrammes pour la période de 1981 à 1985.

Les produits halieutiques et les céréales contribuent aussi pour une part non négligeable à la couverture des besoins en protéines.

Bien que les productions soient relativement substantielles, le Sénégal est encore loin de l'autosuffisance alimentaire qui n'est actuellement couverte qu'à 52 p 100. Pour couvrir les besoins en protéines, l'Etat a recours à l'importation massive de denrées alimentaires, ce qui est

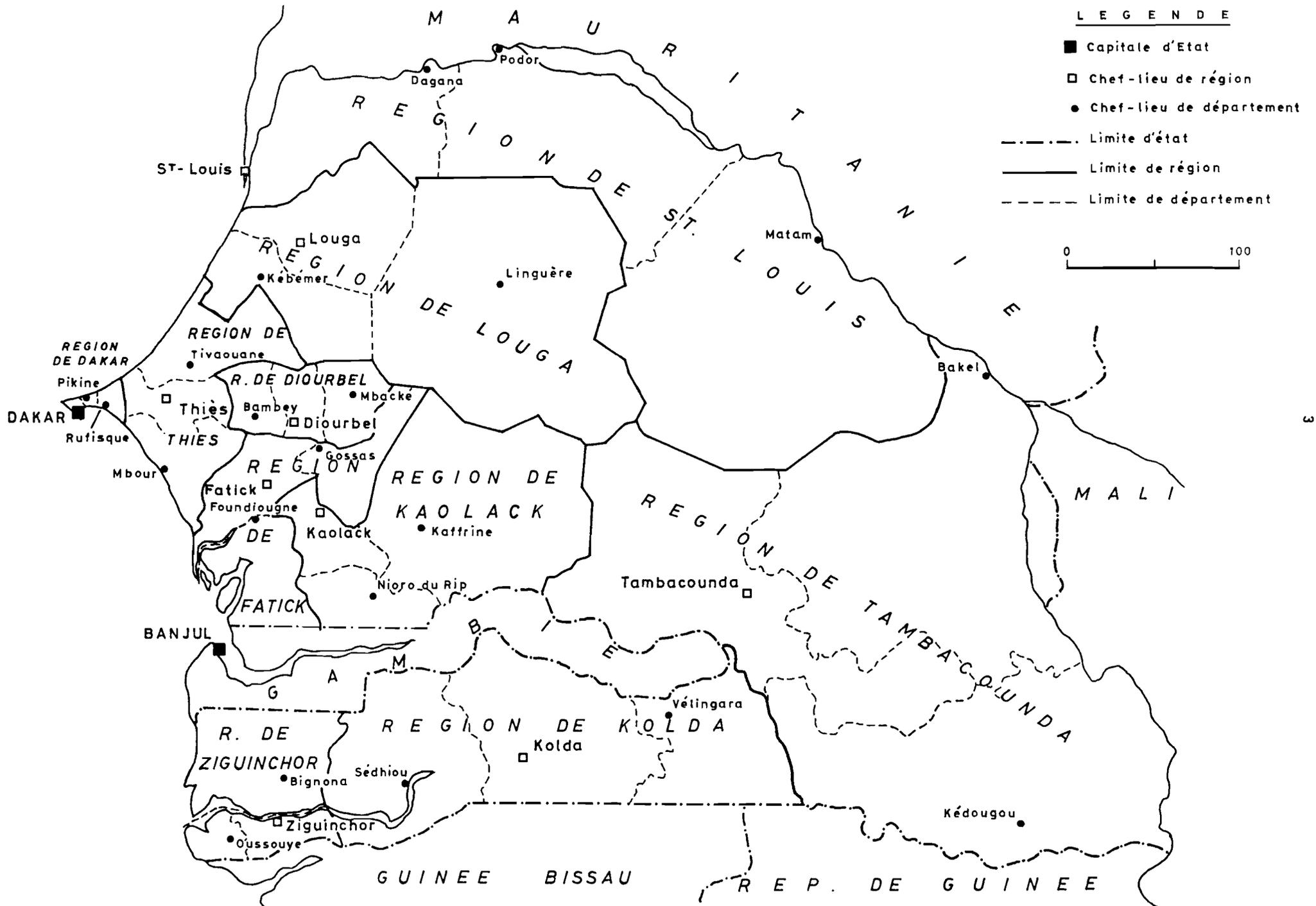
économiquement très lourd, d'où la nécessité d'augmenter et de diversifier la production actuelle.

Ce travail a pour objectif de voir comment le Sénégal peut subvenir entièrement à ses besoins en protéines dans un proche avenir en comptant sur ses propres ressources.

Il comporte trois parties :

- la première traite des généralités sur le Sénégal et sur les protéines ;
- la deuxième est consacrée aux sources actuelles et potentielles de protéines ;
- la troisième dégage l'importance de ces dernières.

Fig. 1. Découpage administratif du Sénégal



C H A P I T R E I : GENERALITES SUR LE SENEGAL.

Avec 193 192 km², le Sénégal se trouve à la pointe occidentale de l'Afrique. Il est situé entre le 11°30 et le 16°30 de latitude Nord. Il est limité au Nord par la Mauritanie, dont la frontière suit le cours du fleuve Sénégal, à l'Est par le Mali, au Sud-Est par la Guinée, au Sud par la Guinée Bissau. Presque en son milieu, la Gambie forme à l'Ouest une enclave de 300 km de large.

I. GEOGRAPHIE PHYSIQUE

1.1. Structure géologique

On distingue plusieurs ensembles géologiques. Le socle antécambrien couvre la région orientale du Sénégal. Les roches sont composées de schiste, de granit et de grès.

A l'ouest d'une ligne allant de Kaolack à Dagana, la formation du crétacé (ère secondaire) et de l'éocène (ère tertiaire) affleure. Ces sols sont formés de calcaire et de marne. Dans le reste du pays, les formations de l'éocène sont recouvertes par le continental terminal (fin de l'ère tertiaire), tandis que dans la partie Nord-Ouest apparaissent les dunes.

1.2. Relief

Le Sénégal est une plaine qui dépasse rarement 100 m d'altitude. On y distingue plusieurs formes de relief :

- le sud-est : près de la frontière de Guinée s'élèvent les plateaux de grès des contreforts du Fouta Djallon, qui se terminent par une falaise de 200 m. Le sol est couvert d'une cuirasse ferrugineuse stérile, la latérite. C'est là que se situe le point culminant du pays (531 m).

.../...

- Le Centre et le Ferlo : ils sont constitués par un plateau stérile, incliné doucement vers l'Ouest.

- La vallée du fleuve : C'est un arc de cercle de 500 km de longueur en aval de Bakel. Il est divisé en deux parties :

. La vallée proprement dite, large de 10 à 25 km, de Bakel à Rosso .

. l'ancien delta en forme de triangle, composé d'un ensemble de marigots.

- Les régions littorales et les côtes . Le Sénégal est bordé par 700 km de côtes.

De l'embouchure du Fleuve Sénégal jusqu'à la presqu'île du Cap-Vert, la plage, relativement rectiligne, n'est marquée que par quelques formes mineures (croissants de falaise et microfalaises). Vers l'intérieur, elle est bordée par un cordon de dunes, fixées par reboisement.

. La presqu'île du Cap-Vert forme l'accident majeur du littoral sénégalais. Elle est caractérisée par un relief volcanique, avec les plateaux de laves du Cap Manuel et de l'île de Gorée.

. La région de THIES est caractérisée par un plateau de 130 m de hauteur se terminant par la falaise de Thiès. Au nord-ouest s'étend la dépression de Tanma et au sud-ouest le massif de Ndiass.

- Le sud-ouest (Sine-Saloum et Basse Casamance) : C'est une région plate, envahie par la vase et recouverte de palétuviers. Dans la région de Kaolack, les "Tannes" forment une zone à forte concentration de sel.

1.3. Sols

Au Sénégal, ils sont en général peu fertiles et fortement érodés. Ceci a motivé une politique de reboisement pour fixer les sols, éviter l'érosion et en même temps lutter contre la désertification.

Ainsi, plusieurs régions peuvent être distinguées :

- Le sud-est : c'est une région de plateaux aux sols essentiellement caillouteux. Il y existe des vertisols et des sols ferrugineux généralement lessivés.

- Les vastes plateaux : ils occupent presque tout le pays. Les sols changent progressivement en fonction de l'accroissement de la pluviométrie. Nous avons ainsi :

. des sols bruns et bruns rouges au nord, sur les plateaux du Ferlo septentrional ;

. des sols ferrugineux non lessivés au niveau des dunes fixées du Cayor, du Djoloff et des plateaux du Ferlo central ;

. des sols ferrugineux lessivés dans le Sine Saloum et la moyenne Casamance ;

. des sols ferralitiques sur les bas plateaux du Saloum et de la Basse Casamance.

- La Vallée du fleuve Sénégal et les régions littorales

Au niveau de la vallée, il existe divers sols hydromorphes en fonction du modèle et de la submersion par les eaux.

Les sols de mangroves se retrouvent dans le Sine Saloum et en Basse Casamance.

Les sols salés, ou "Tannes", sont localisés dans le delta, mais aussi au Sud. Ils ne permettent pas le développement de plantes.

La presqu'île de Dakar est caractérisée par des dépressions interdunaires qui constituent les "biayes". Ces dernières ont des sols mous fertiles. La nappe phréatique y est de plus très importante.

1.4. Climat

1.4.1. Les caractéristiques générales

Le Sénégal, par sa position géographique, se trouve dans le groupe des pays tropicaux caractérisés par un climat

- Le sud-est : c'est une région de plateaux aux sols essentiellement caillouteux. Il y existe des vertisols et des sols ferrugineux généralement lessivés.

- Les vastes plateaux : ils occupent presque tout le pays. Les sols changent progressivement en fonction de l'accroissement de la pluviométrie. Nous avons ainsi :

. des sols bruns et bruns rouges au nord, sur les plateaux du Ferlo septentrional ;

. des sols ferrugineux non lessivés au niveau des dunes fixées du Cayor, du Djoloff et des plateaux du Ferlo central ;

. des sols ferrugineux lessivés dans le Sine Saloum et la moyenne Casamance ;

. des sols ferralitiques sur les bas plateaux du Saloum et de la Basse Casamance.

- La Vallée du fleuve Sénégal et les régions littorales

Au niveau de la vallée, il existe divers sols hydromorphes en fonction du modèle et de la submersion par les eaux.

Les sols de mangroves se retrouvent dans le Sine Saloum et en Basse Casamance.

Les sols salés, ou "Tannes", sont localisés dans le delta, mais aussi au Sud. Ils ne permettent pas le développement de plantes.

La presqu'île de Dakar est caractérisée par des dépressions interdunaires qui constituent les "biayes". Ces dernières ont des sols mous fertiles. La nappe phréatique y est de plus très importante.

1.4. Climat

1.4.1. Les caractéristiques générales

Le Sénégal, par sa position géographique, se trouve dans le groupe des pays tropicaux caractérisés par un climat

chaud. Les conditions générales du climat sont également caractérisées par la platitude du relief et le régime des vents.

Il existe trois masses d'air qui balayaient le pays :

- l'alizé maritime : il est issu de l'anticyclone des Açores au nord. Humide et rafraîchissant, il n'apporte pas de précipitations ;

- l'alizé continental (narmattan) : il traverse le Sahara. C'est un vent sec, chaud le jour et frais la nuit. Il n'apporte pas de pluies ;

- la mousson : elle est issue de l'anticyclone de Sainte Hélène dans l'Atlantique sud. Elle est génératrice de pluies, et souffle pendant la saison humide.

1.4.2. Les précipitations

L'année climatique est divisée en deux saisons :

- une saison sèche (6 à 9 mois selon les régions) . il n'y a pas de pluies, sauf quelquefois les pluies de "Heug" pendant les mois de Janvier-Février ;

- une saison des pluies (3 à 6 mois selon les régions) : au sud, elle commence au mois d'Avril, et généralement un peu plus tard dans le reste du pays. Le maximum de pluie est obtenu au mois d'Août. Elles diminuent ensuite au mois de septembre et s'arrête brutalement en octobre.

L'isohyète moyen annuel est de 900 mm.

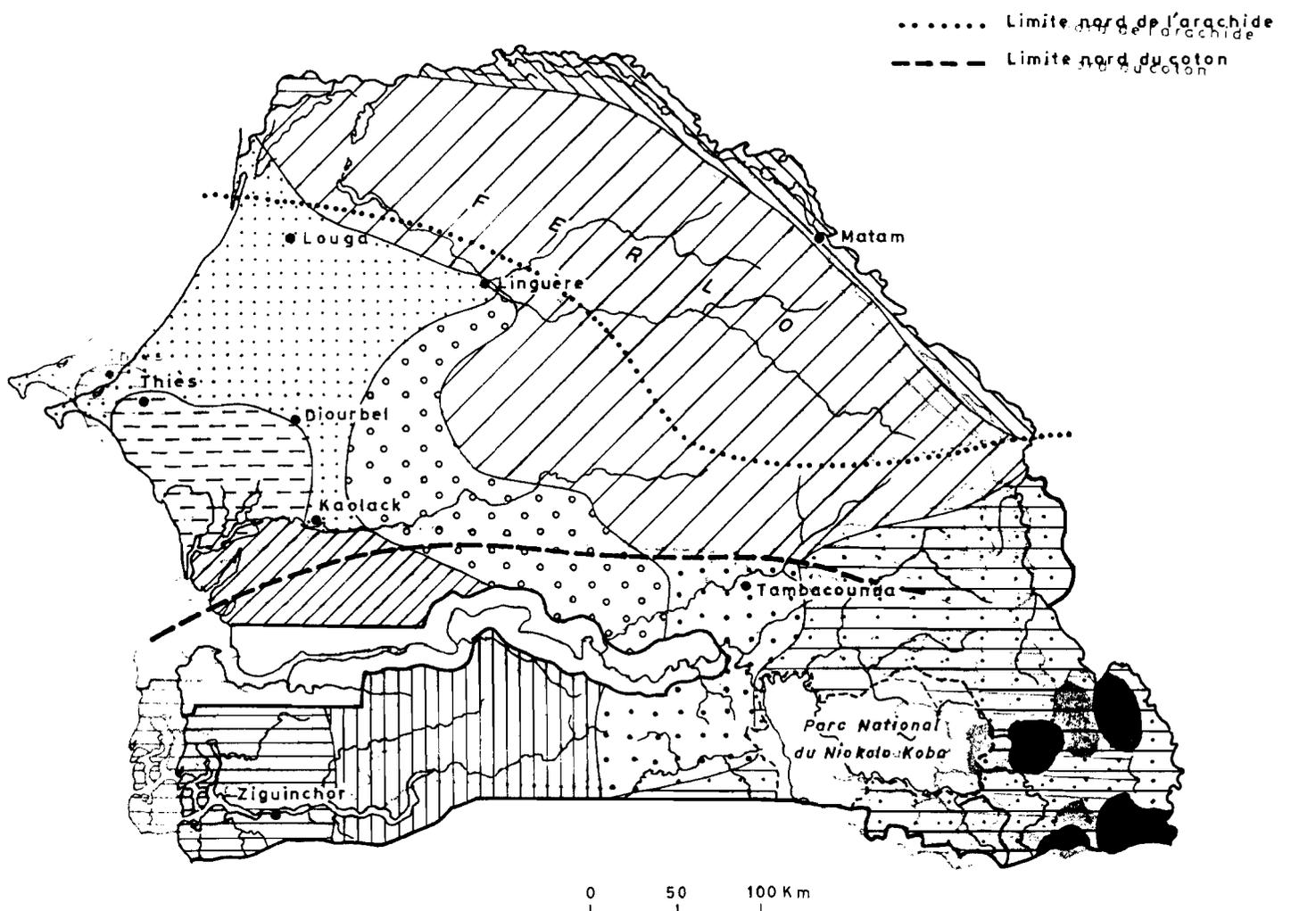
1.4.3. Les températures

Liées à la latitude tropicale, elles sont relativement élevées. Elles varient avec les saisons et avec l'éloignement ou la proximité de l'océan.

Il fait plus chaud à l'intérieur, avec une amplitude thermique diurne et annuelle très variable, alors qu'au niveau des côtes, il fait plus frais et la variabilité thermique est moins marquée.

L'isotherme moyen annuel est de 28°C.

Fig. 2 PRINCIPAUX SYSTEMES DE CULTURES



- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Agriculture de décrue en saison sèche, sorgho + cultures sous pluie sur les bordures de la vallée Agriculture traditionnelle fondée sur l'alternance souna / arachide Agriculture sous pluie intensive avec petit mil / arachide / fumure animale Zone d'agriculture pionnière; techniques extensives alternance mil / arachide / longues jachères Agriculture sous pluie diversifiée: petit mil et arachide dominants + sorgho, maïs, coton, riz (sur la côte) | <ul style="list-style-type: none"> Agriculture sous pluie dominante avec petit mil, sorgho et coton + maïs + arachide + riziculture de bas-fond Agriculture sous pluie à longues jachères avec îlots intensifs sur les reliefs (travaux avec) Agriculture sous pluie avec petit mil, sorgho, maïs + arachide et riziculture de bas-fond Riziculture inondée dominante, mil et arachide sur plateaux Pastoralisme dominant: transhumance de saison sèche vers le nord, l'ouest et le sud |
|--|---|

1.4.4. Les régions climatiques

En fonction de la température et des pluies quatre grands ensembles climatiques sont distingués

- le climat subcanarien, au niveau de la Grande Côte ;
- le climat sahélien au nord ,
- le climat soudanien au sud ,
- le climat guinéen, en basse Casamance.

Ces facteurs climatiques sont à la base de la répartition de la végétation, mais aussi de l'activité économique primaire.

1.5. Végétation

Il existe trois grands domaines :

- le domaine sahélien au nord . il y a quelques décennies, il était encore une savane arbustive avec l'avancée du désert, elle s'est considérablement dégradée ;

- le domaine soudanien au centre : le plus vaste, il est constitué par une savane boisée ;

- le domaine subguinéen au sud : il est caractérisé par la forêt claire.

Les variations de la pluviométrie et l'adaptation aux sols ont entraîné une répartition des cultures. Il existe diverses régions agricoles au Sénégal (figure 2).

Les cultures vivrières sont assimilées à la céréaliculture et les cultures industrielles à l'arachide et au coton.

L'élevage et la pêche sont pratiqués par les populations. La pêche est l'affaire des populations du littoral, tandis que l'élevage se divise en deux grands ensembles en fonction du climat. Au nord dans le Ferlo (domaine sahélien) où il est de type transhumant, et le reste du pays où il est pratiqué en sédentaire.

2. Géographie humaine

Le Sénégal avait en 1935 une population de 6 320 758 habitants (70), avec une densité moyenne de 35 habitants au km².

2.1. Composition ethnique

Treize groupes ethniques sont inégalement répartis :

- les Ouolofs : ils représentent 33% de la population totale. Ils vivent dans le Cayor, le Djolof, le Walo et la presqu'île du Cap Vert ;
- les Sérères (14%) : ils se localisent dans les régions de THIES, de KAOLACK et de FATICK ;
- les Toucouleurs (10%) : ils occupent la Vallée du Fleuve
- les Peuls : ce sont les pasteurs ; ils se retrouvent dans la zone sahélienne, le Ferlo et la Vallée du Fleuve Sénégal.
- Le groupe du Sud : composé des Djolas, des Manjakes, des Mankagnes et des Balantes.
- Les minorités : lébous, Bassaris, Mandingues, Sarakholés et Bambaras.

Les non sénégalais (8%) vivent surtout dans les villes.

2.2. Répartition de la population

La densité indiquée ci-dessus n'est qu'une moyenne ; en fait, la population est très inégalement répartie.

Les deux tiers de la population sont concentrés sur le quart de l'étendue du territoire, à l'ouest d'une ligne passant par Saint-Louis, Louga et Linguère.

L'agglomération dakaroise et la ville de Thiès rassemble ^{plus de} 30% de la population totale, tandis que le Ferlo et la région du Sénégal Oriental sont presque vides.

Le phénomène le plus remarquable est actuellement l'explosion démographique urbaine.

TABLEAU 1 / REPARTITION DE LA POPULATION TOTALE EN 1985

Région	Superficie en (km ²)	Pourcentage	Population Nombre d'habi- tants	Pourcentage	Densité	Taux de crois- sance %
DAKAR	550	0,3	1.428.084	22,00	2 596	5,0
THIES	6 601	3,4	874 000	13,00	132,5	-
KAOLACK	16 010	8,1	765 000	11,66	48,00	2,8
ZIGUINCHOR	7 339	4,00	364 000	6,00	50,00	2,5
DIOURBEL	-	-	-	-	-	-
SAINT-LOUIS	44 127	22,43	651 000	10,00	14,70	2,9
TAMBACOUNDA	59 600	30,00	368 378	6,00	6,00	2,5
FATICK	-	-	535 000	8,2	67,00	3,00
LOUGA	29 188	14,8	501 000	8,00	17,2	-
KOLDA	-	-	547 000	8,4	26,00	2,5

SOURCE (71)

TABEAU 2 : REPARTITION DE LA POPULATION URBAINE EN 1985.

VILLE	POPULATION (nombre d'habitants)
Dakar	1 210 303 (1983)
Kaolack	132 386
Thiès	
Saint-Louis	113 700
Ziguinchor	152 800
Diourbel	53 800
Tambacounda	174 147
Kolda	174 010

Source (71)

Le modèle dit "RAPID", selon l'expression anglaise "Resources for the Awareness of Population Impacts on Development" (ressources pour la sensibilisation à l'impact de la population sur le développement), étudie les conséquences de la croissance démographique sur le développement économique et social des pays en voie de développement.

Le "RAPID II Sénégal" réalisé par des techniciens sénégalais (le premier projet RAPID ayant été réalisé par des américains) chiffre la répartition de la population totale, urbaine et rurale, de 1986 à 2011 (tableaux 3, 4 et 5). Ils montrent l'évolution de cette population selon deux modalités : la première si aucune politique de limitation des naissances n'est mise en oeuvre, l'autre si cette politique est appliquée. Il est fait ici abstraction de la migration.

TABLEAU 3 : Projection de la population totale de 1976 à 2011

Année	Haute	Moyenne	Basse
1976	4 997 884	4 997 884	4 997 884
1981	5 830 520	5 830 520	5 830 520
1986	6 820 758	6 820 758	6 820 758
1991	8 041 539	8 025 085	8 012 603
1996	9 549 910	9 481 013	9 413 055
2001	11 364 414	11 179 379	10 674 593
2006	13 554 410	13 131 037	12 674 593
2011	16 230 680	15 402 562	14 499 907

Source (70)

Tableau 4 : Projection de la population urbaine de 1986 à 2011

Année	Haute	Moyenne	Basse
1986	2 739 073	2 739 073	2 739 073
1991	3 455 405	3 449 130	3 444 361
1996	4 368 279	4 339 867	4 311 723
2001	5 498 389	5 416 301	5 325 630
2006	6 917 044	6 716 144	6 498 665
2011	8 696 446	8 278 251	7 821 111

Source (70)

TABLEAU 5 : Projection de la population rurale de 1986 à 2011

Année	Haute	Moyenne	Basse
1986	4 081 685	4 081 685	4 081 685
1991	4 586 134	4 575 955	4 568 242
1996	5 181 631	5 141 146	5 101 332
2001	5 866 025	5 763 078	5 650 106
2006	6 637 366	6 414 893	6 175 928
2011	7 534 238	7 124 311	6 678 796

Source (70)

Les chiffres montrent l'inégalité de la répartition de la population. La population urbaine aura toujours tendance à augmenter, de même que la population rurale, mais le problème qui se pose est l'étendue des territoires occupés. La population urbaine se tenant sur une petite superficie, ceci va entraîner d'énormes problèmes de santé, d'éducation, de logement, d'alimentation, etc...

Ils mettent également en évidence l'explosion démographique urbaine (en 2001, la population urbaine va représenter plus de la moitié de la population totale), ainsi que l'évolution démographique.

2.3. Evolution démographique

2.3.1. Accroissement de la population

Elle se traduit par une augmentation numérique de la population, liée à une natalité en hausse et une mortalité en baisse. La population va ainsi doubler tous les 20 ans.

.../...

TABLEAU 6 : Taux brut de natalité, de mortalité et d'accroissement naturel de 1981 à 1986

Taux	1981-1986
Taux brut de natalité	50,5 p. 1000
Taux brut de mortalité	19,2 p. 1000
Taux d'accroissement naturel	3,13 p. 100

Source (70)

2.3.2. Structure de la population par âge

Selon l' "ATLAS Jeune Afrique" sur le Sénégal (53), La structure s'établit comme suit :

- jeunes de moins de 20 ans	: 54%
- adultes de 20 à 65 ans	: 43%
- adultes de plus de 65 ans	: 3%.

Ceci correspond à une pyramide à base très large, caractéristique de toutes les populations des pays en voie de développement.

Quant à la répartition par sexe, il existe un léger déséquilibre en faveur des femmes. Elles ont en effet une espérance de vie plus longue que celle des hommes.

2.4. Mouvements de populations

Ils sont très importants au Sénégal. En dehors des mouvements propres aux populations sénégalaises, il y a également l'immigration des habitants des pays riverains. Ce sont des travailleurs venus de la Gambie, de la Guinée, du Mali et du Burkina Faso. Des commerçants mauritaniens se retrouvent également dans toutes les villes du Sénégal.

Cette immigration est incontrôlable, du fait des similitudes linguistiques et des nombreux liens de parenté. Les frontières héritées de la colonisation n'étant pas naturelles, des populations identiques se sont en effet retrouvées dans des pays voisins. Les immigrants non africains sont constitués principalement par les libano-syriens et par les cap-verdiens. Ils se concentrent en général dans les villes.

Les européens sont actuellement constitués en majorité par les coopérants. L'émigration des sénégalais est numériquement faible, mais économiquement importante. Les émigrés sont à l'origine de plusieurs projets de développement, surtout dans le nord du pays.

2.4.1. Migrations saisonnières

Elles concernent les populations rurales. Ces dernières fuient les conditions difficiles des périodes de soudure pour des zones plus clémentes.

C'est le déplacement des pasteurs, ainsi que celui des travailleurs agricoles.

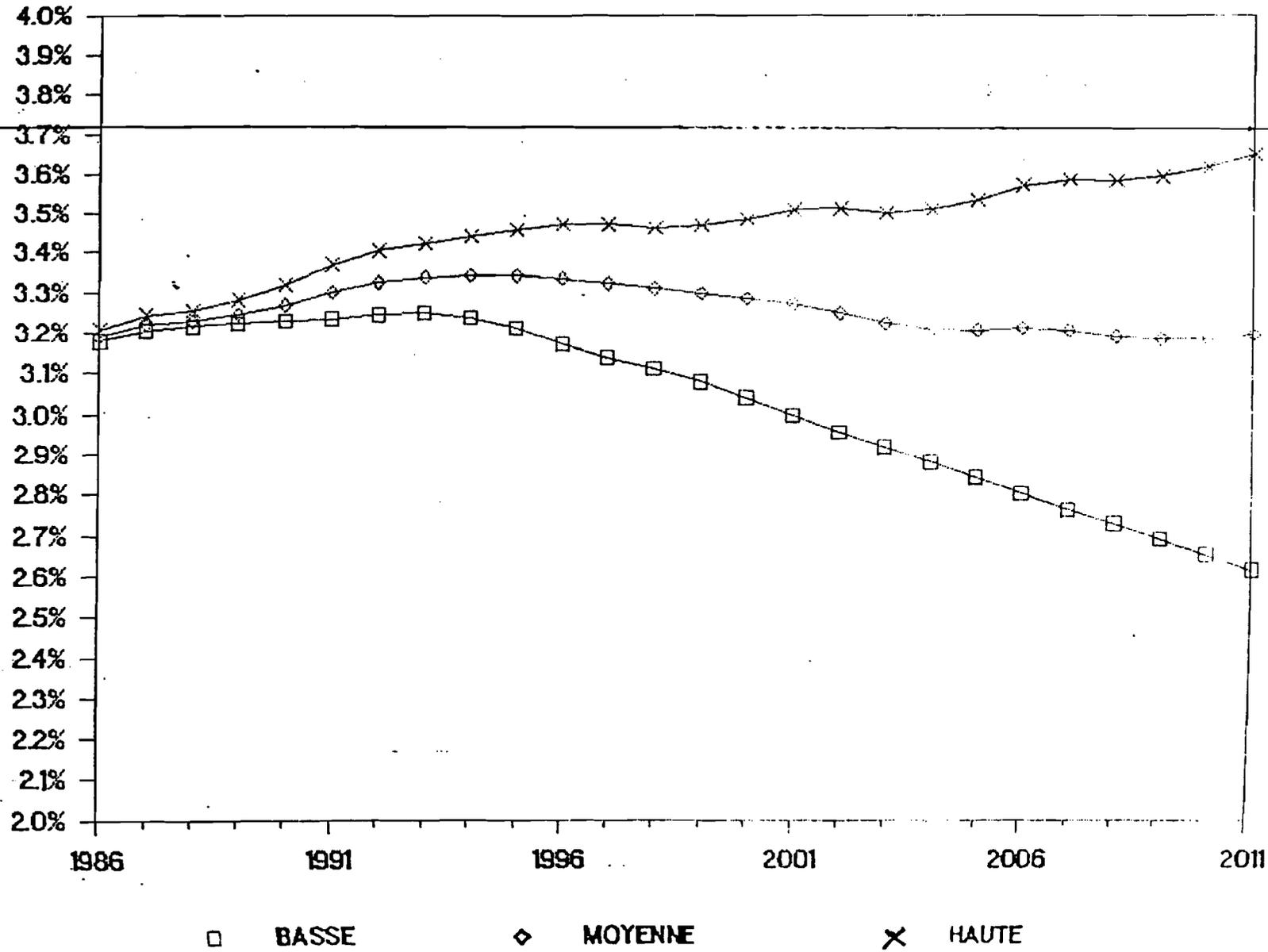
2.4.2. Exode rural

C'est un phénomène particulier, dont l'amplitude est relativement récente. Les jeunes quittent leur village pour venir s'installer dans les villes, et en général ils n'y retournent plus. Ce fait est à l'origine de l'explosion démographique urbaine. Cet exode concerne les hommes et les femmes valides.

Suite à l'analyse de la population, ce qui frappe est surtout son accroissement très rapide. Le problème est maintenant de savoir si la production alimentaire va suivre la progression de la population, et en particulier la production de protéines. Les figures 3 et 4 montrent une projection de ce que sera d'ici l'an 2011 le taux de croissance de la population et le taux d'autosuffisance alimentaire, en fonction des trois variantes démographiques.

FIGURE 3

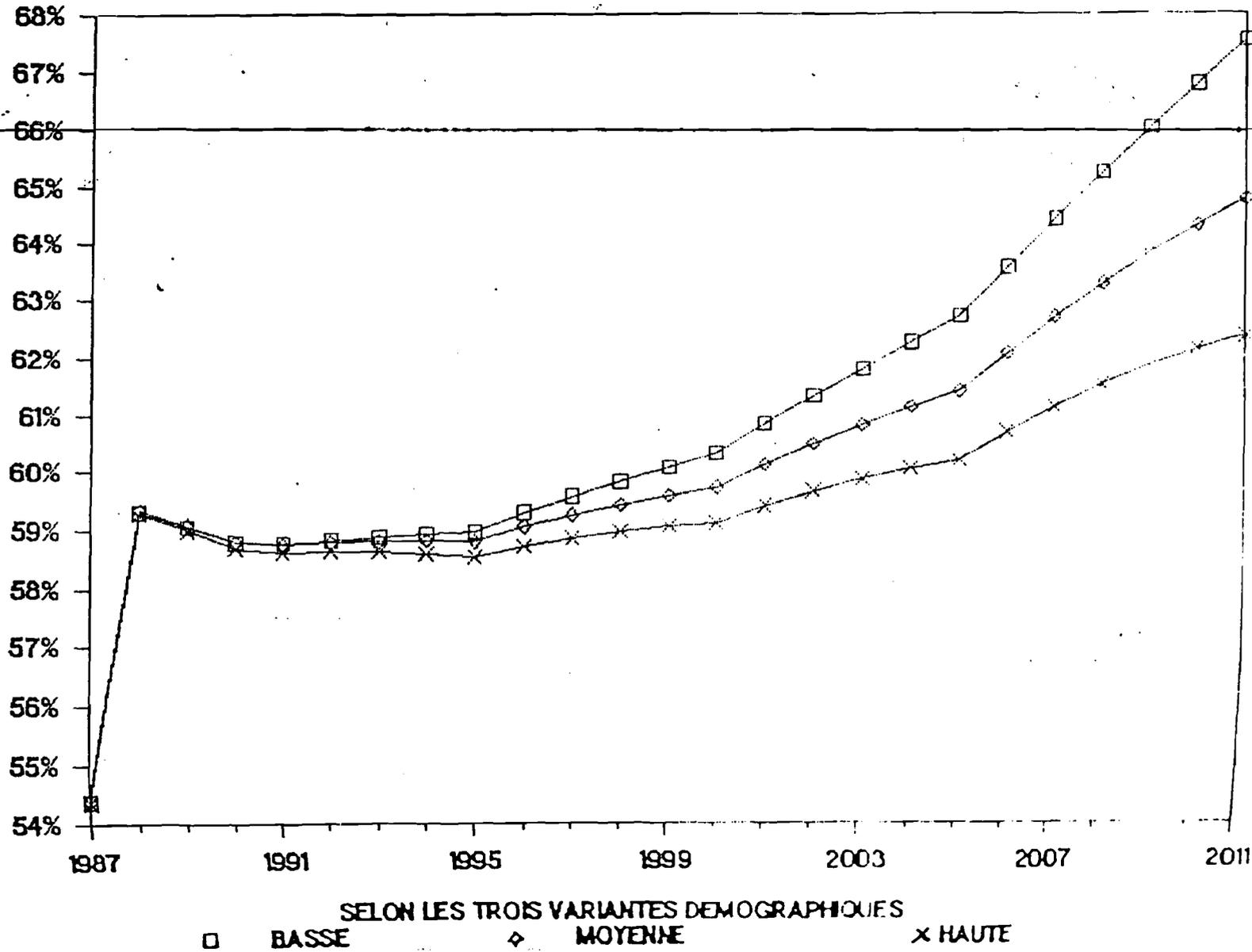
TAUX DE CROISSANCE DE LA POPULATION



Source (70)

Figure 4

TAUX D'AUTOSUFFISANCE GLOBALE



Source (70)

C H A P I T R E II : GENERALITES SUR LES PROTEINES

En tant qu'entité biochimique une protéine végétale ne se distingue en rien d'une protéine animale, si ce n'est la variété des acides aminés constitutifs qui conditionnent leur plus ou moins grande assimilation (75). L'organisme ne peut pas différencier les substances azotées issues des différentes protéines, dès lors qu'elles sont absorbées.

La différence entre protéines conventionnelles et non conventionnelles réside dans les traitements technologiques subis. Donc il est impératif de bien connaître la biochimie des protéines pour produire des aliments riches en ces dernières, au goût du consommateur et à bon prix.

1. Biochimie des protéines

Les protéines constituent un nutriment très important, car les organismes en ont besoin pour la construction et le renouvellement de leurs cellules, ainsi que pour la production d'énergie.

1.1 Biochimie structurale

Les protéines disposent d'une architecture tridimensionnelle, à l'origine de leur forme et de leurs propriétés. Ce sont des polymères d'acides aminés unis par liaison peptidique.

Les acides aminés sont des acides carboxyliques ayant une fonction amine sur l'atome de carbone (porteur du groupement carboxylique). Ils représentent la structure de base des protéines.

1.1.1 Structure des acides aminés

La formule générale est :



R est un radical qui peut être cyclique ou linéaire ; il peut porter aussi des fonctions alcools, amines et thiols. Il n'y a que deux acides aminés

.../...

qui ne répondent pas à cette formule : la proline et l'hydroxyproline.
Les acides aminés peuvent être classés en fonction de la polarité de R. Ceci est très important pour la solubilité des protéines. Les acides aminés à R polaire sont à l'extérieur des protéines en contact avec l'eau, alors que ceux à R non polaire sont à l'intérieur et forment le centre hydrophobe de KAUZMANN. C'est au niveau de ce centre que se fixent certains métaux, et c'est aussi là que se situent les sites enzymatiques.

Les acides aminés à R non polaire sont au nombre de 8 :

- l'alanine,
- la valine,
- la leucine ,
- l'isoleucine,
- la proline,
- le tryptophane,
- la méthionine.

Les acides aminés à R polaire comprennent :

- . les non ionisés avec
 - le glycol
 - la sérine,
 - la thréonine,
 - la tyrosine,
 - l'asparagine,
 - la glutamine,
- . les ionisés chargés négativement :
 - l'acide aspartique,
 - l'acide glutamique,
- . les ionisés chargés positivement avec
 - la lysine,
 - l'arginine,
 - l'histidine.

.../...

Sur le plan nutritionnel, 10 acides aminés sont dits essentiels, car ils proviennent presque exclusivement de l'alimentation (l'organisme étant incapable de les synthétiser); Ce sont :

- la lysine,
- la thréonine,
- le tryptophane,
- la méthionine
- la cystéine
- la valine,
- l'isoleucine,
- la leucine,
- la phénylalanine,
- l'histidine (pour le nourrisson).

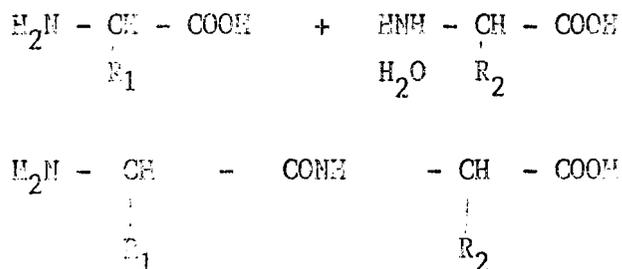
Les acides aminés peuvent se polymériser, et dans ce cas ils donnent les peptides.

1.1.2 Structure des peptides

La peptide est une association de deux ou plusieurs acides aminés (une centaine au maximum, le poids moléculaire maximum étant limité à 10.000). Ainsi, les termes d'oligopeptides ou de polypeptides sont souvent utilisés en fonction du nombre d'acides aminés.

La structure des peptides se caractérise par une liaison peptidique formée par le groupement carboxylique d'un premier acide aminé et le groupement amine d'un deuxième acide aminé entraînant l'élimination d'une molécule d'eau.

La formule s'établit comme suit :



La liaison (ONH) est coplanaire et rigide. C'est une liaison très importante dans la formation des protéines.

.../...

1.1.3 Structure des protéines

La protéine est une association de nombreux acides aminés, donc de plusieurs peptides. La molécule de protéine est formée de chaînes polypeptidiques pouvant contenir des milliers d'acides aminés auxquels peuvent se rattacher des groupements non protidiques.

Il existe des structures de base et des structures actives.

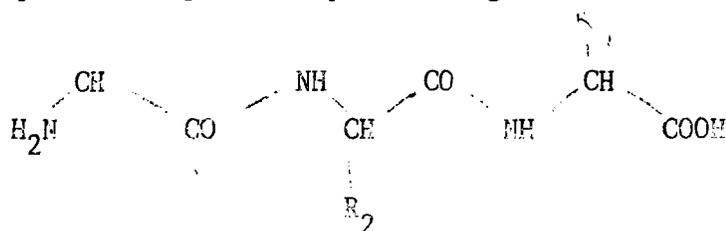
1.1.3.1. Structures de base

Elles comprennent la structure primaire et la structure secondaire.

1.1.3.1.1. Structure primaire

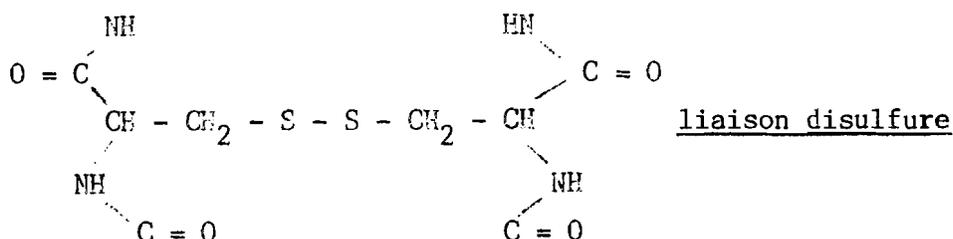
Elle se définit par le nombre, l'identité et le mode d'enchaînement des acides aminés. Cette structure est déterminée génétiquement.

Les acides aminés liés donnent naissance à une chaîne polypeptidique, que l'on représente par une ligne brisée :

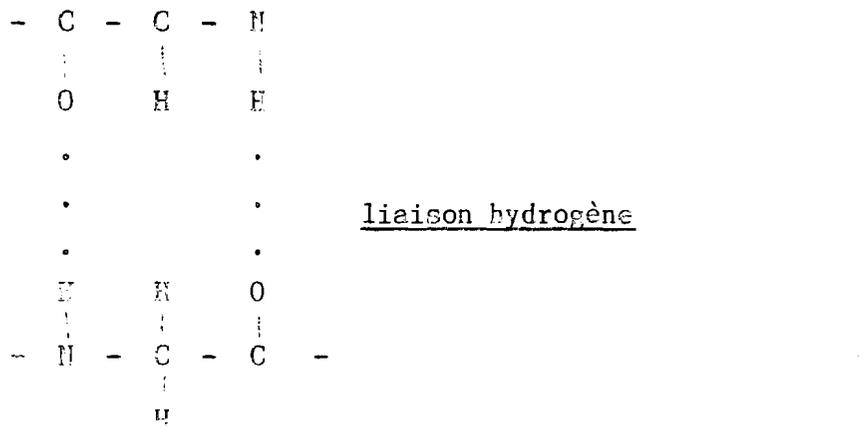


1.1.3.1.2 Structure secondaire

Elle se différencie de la première du fait qu'il y a un repliement systématique et régulier de la chaîne peptidique. Les parties mobiles de la chaîne sont les liaisons CH - CO et HN - CO, et les chaînes peuvent être renforcées à l'intérieur de la molécule par les ponts **disulfures** et les ponts hydrogènes. Le plus important de ces ponts est le pont disulfure qui réunit deux chaînes parallèles par l'intermédiaire des résidus de l'acide aminé soufré (cystéine) présent dans chacun des polypeptides.



Le pont hydrogène résulte de l'association d'un atome d'hydrogène de la fonction amine avec le groupement carbonyle ^{de la chaîne} peptidique ou d'autres peptides.



Du fait de ces liaisons, deux conformations sont définies dans la structure secondaire :

- la conformation en feuillet, ou β -conformation stabilisée par les liaisons disulfures ou hydrogène, et ressemble à une carte routière à demi dépliée ;

- la conformation hélicoïdale : elle se fait dans le même sens autour d'un cylindre imaginaire. Cette structure est maintenue en place par des ponts hydrogènes sur une chaîne peptidique unique.

Les ponts hydrogènes sont individuellement faibles, mais leur présence en grand nombre donne une structure relativement stable.

Les protéines ne se trouvent jamais sous forme de structure de base, elles sont toujours organisées sur une structure qui leur permet d'être active.

1.1.3.2. Structures actives

Elles comprennent la structure tertiaire et la structure quaternaire.

1.1.3.2.1. Structure tertiaire

C'est un repliement irrégulier de la structure primaire et de la structure secondaire, sous l'influence de la polarité du milieu. Ces chaînes repliées peuvent donner des couches spécifiques, des cristaux ou des fibres.

.../...

C'est une étude aux rayons X qui a permis de détecter ces protéines fibreuses et globulaires.

- les protéines fibreuses : elles constituent la matière structurale des animaux (la peau, les muscles, les fibres soyeuses, le tissu conjonctif, etc.). Elles sont insolubles dans l'eau.

- les protéines globulaires : elles jouent un rôle primordial dans les processus vitaux où interviennent les enzymes, les intermédiaires métaboliques et les facteurs génétiques déterminant le caractère ; elles sont solubles. Elles sont au nombre de six :

- . les albumines : solubles dans l'eau, comme la lactalbumine, le sérum albumine ;
- . les globulines : insolubles dans l'eau, solubles dans les solutions salines diluées (sérum globuline, ovoglobuline) ;
- . les glutélines : solubles dans les acides et alcali dilués (gluten du blé) ;
- . les prolamines : insolubles dans l'eau, solubles dans les alcools à 80 p100 (zéine du maïs, gliadine du blé) ;
- . les histones : insolubles dans les solutions neutres, mais solubles dans les acides dilués, car elles ont un caractère fortement basique ;
- .. les protamines : très basiques et solubles dans l'eau.

Ces protéines globulaires se retrouvent surtout chez les végétaux. Ces structures sont stabilisées d'une part par des liaisons covalentes (ponts disulfures, qui sont des liaisons fortes, peu déformables, peu nombreuses et peu réactives), et d'autre part par des liaisons faibles (liaisons hydrogènes, hydrophobes ou ioniques) qui sont en grand nombre et peuvent être facilement rompues.

Ces liaisons sont utilisées en technologie alimentaire ; elles sont en effet rompues afin de dérouler les protéines globuleuses pour obtenir des fibres.

.../...

1.1.1.3.2.2 Structure quaternaire

C'est l'agencement spécifique et symétrique des sous-unités de protéines ayant une structure tertiaire. Chaque constituant de la structure quaternaire est appelé protomère, ou sous-unité.

1.2 Biochimie fonctionnelle

Les protéines ont essentiellement trois rôles :

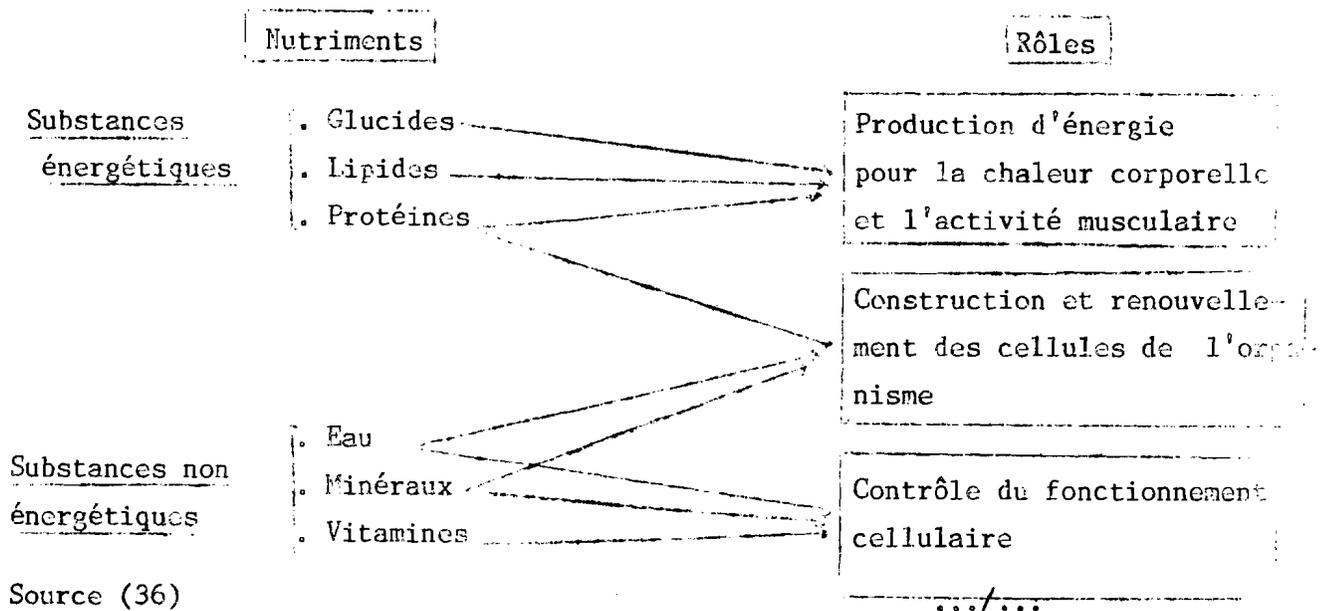
1.2.1 Rôle énergétique (figure 5)

Comme les autres nutriments (glucides, lipides), les protides fournissent de l'énergie. Un gramme de protide dégage lors du catabolisme 5,65 calories, avec élimination d'urée. Il faut en déduire la valeur calorique de ce déchet, qui est équivalent à 1,55 calories par gramme. De ce fait les protides fournissent 4,1 calories par gramme comme les glucides.

La molécule de protéine est très complexe dont les frais métaboliques connus sous le terme d'action dynamique spécifique (ADS) sont très élevés. En raison des pertes dues au métabolisme, les rendements en énergie des matières azotées sont assez faibles.

En alimentation humaine, la valeur énergétique des protéines représente 11 à 15 p100 de la valeur énergétique de la ration et ceci dans tous les continents (32).

Figure 5 Rôle des nutriments



Source (36)

1.2.2 Rôle fonctionnel

Ce sont les rôles joués par les enzymes et les hormones, ainsi que par les acides nucléiques dans le mécanisme de l'hérédité.

Les anticorps qui protègent l'organisme sont également constitués de protéines complexes.

1.2.3. Rôle plastique

Il correspond à la participation de la substance azotée dans l'édification de la matière organique. C'est le rôle le plus préoccupant en matière d'alimentation de l'homme et du bétail. Il intéresse directement les productions animales. L'organisme puise les matières azotées de qualité dans son alimentation ; or ces dernières coûtent cher et leur disponibilité est limitée.

2. Besoins en protéines

En 1963, un groupe mixte FAO/OMS d'experts a défini un principe nouveau relatif aux besoins protéiques. Ces besoins sont définis par le taux de pertes inévitables d'azote (par voie urinaire principalement, mais aussi par voie fécale et cutanée) quand la ration ne contient pas de protéines. La mesure de ces pertes devrait fournir une estimation des besoins moyennant une correction tenant compte de la qualité de la protéine. En d'autres termes, ce besoin correspond à l'apport protéique minimal qui compense ces pertes.

Chez l'enfant et la femme enceinte, les besoins en protéine englobent les besoins liés à la croissance tissulaire et à la sécrétion lactée à un rythme compatible avec une bonne santé.

Mais le fait le plus important réside dans le métabolisme. En effet les protéines de l'organisme font l'objet d'une dégradation et d'une resynthèse permanente, et l'étude des besoins montre que ce dernier doit recevoir des acides aminés à partir desquels sont édifiés les protéines spécifiques. Parmi les acides aminés, certains peuvent être synthétisés par l'organisme ; d'autres au contraire ne peuvent ^{pas} l'être (acides aminés essentiels, ou indispensables).

Dans la pratique, la détermination des besoins se fait par la technique du bilan azoté, lequel consiste à préciser la différence entre l'apport

..../...

d'azote et la quantité excrétée par les urines, les selles et la sueur, majorées des petites quantités perdues par d'autres voies.

Il faut également noter la relation importante qui existe entre l'apport énergétique et le bilan azoté.

Les unités utilisées dans les mesures sont le gramme pour les protéines ; elles sont beaucoup plus variables pour l'énergie : le Joule, la Calorie, le T.D.M. (Total Digestible Nutrients), l'U. F. (Unité Fourragère)).

2.1 Couverture des besoins protéiques

Dans l'évaluation des besoins en protéines, il existe deux aspects : un quantitatif et un qualitatif.

2.1.1. Aspect quantitatif

Il faut une quantité minimale de protéines capable d'équilibrer le bilan azoté. Ainsi le comité d'experts de la FAO et de l'OMS a défini un apport protéique de sécurité, qui est chez l'homme adulte égal à 0,57 gramme de protéine de référence par kg de poids corporel et par jour ; soit 37 g de protéine pour un homme de 65 kg - (40).

Tableau 7 : Besoins en protéines selon l'âge (en g par kg de poids corporel)

A g e		Besoins en protéines par jour	
		Besoins moyens de la population	Ration protéique jugée satisfaisante pour 97,5 p100 de la population française
Nourrissons			
Mois	0 - 3	.....	2,3
	3 - 6	.....	1,8
	6 - 9	.....	1,5
	9 - 12	.....	1,2
Enfants			
Années	(1 - 3	.....0,9	..... 1,1
	) 4 - 6	.....0,8	..... 1,0
	(7 - 9	.....0,8	..... 0,9
	) 9 - 12	.....0,7	..... 0,9
Adolescents			
Années	(13 - 15	..... 0,7	..... 0,8
	) 16 - 19	..... 0,6	..... 0,8
Adultes		..... 0,6	..... 0,7

2.1.2. Aspect qualitatif

La qualité nutritionnelle d'une protéine dépend de sa digestibilité et de son aptitude à permettre la synthèse protéique (32).

La digestibilité est plus importante pour les protéines proches de celles de l'organisme (exemple la viande).

L'aptitude à permettre la synthèse protéique dépend de la présence et de la proportion respective des divers acides aminés (indispensables ou non). Les meilleures protéines sont celles dans lesquelles les acides aminés indispensables se trouvent dans les proportions les plus favorables. Il s'agit des protéines de l'oeuf, de la viande, du lait et des produits laitiers (toutes protéines d'origine animale). En revanche, les protéines d'origine végétale sont déficientes en un ou plusieurs acides aminés. Pour les céréales, c'est la lysine, et pour les légumineuses, la méthionine.

Pour apprécier la qualité d'un aliment, deux types d'analyses sont réalisés dans la pratique :

- des analyses chimiques : elles permettent de connaître le pourcentage en protéine, la quantification des acides aminés et la détermination de la classe chimique.

Le pourcentage en protéine est représenté par la quantité d'azote que renferme l'aliment ; selon la méthode de Kjeldahl, la quantité de matière protéique brute = $N \times 6,25$ (N étant la quantité d'azote en gramme).

La deuxième composante est la détermination de la composition en acides aminés. Il se pose aussi le problème de disponibilité, un acide aminé peut être présent, mais il n'est pas utilisable s'il n'est pas libéré. L'utilisation d'un acide aminé ne se fait pas séparément, mais en relation les uns avec les autres, ce qui conduit à la notion de facteur limitant. Ce dernier est l'acide aminé qui a le plus grand déficit par rapport aux acides aminés de l'oeuf.

La classe chimique traduit le pourcentage de déficit du facteur limitant. Plus le pourcentage du déficit est important, plus la classe chimique est basse, et plus la protéine est de mauvaise qualité.

- des analyses biologiques : elles précisent le coefficient d'efficacité

protéique et la valeur biologique.

Le coefficient d'efficacité protéique se traduit par le changement de poids d'un organisme en croissance. Il se définit comme étant le rapport entre le gain de poids corporel et l'ingéré protéique en gramme. Plus il est élevé, plus la protéine est bonne.

La valeur biologique : elle repose sur la modification du contenu azoté dans l'organisme. Elle donne des valeurs plus fiables.

$$\text{Valeur biologique} = \frac{\text{N fixé par l'organisme}}{\text{N absorbé après digestion}}$$

La valeur biologique d'une protéine est liée à sa composition en acides aminés essentiels.

2.1.3. Bilan protéique et énergétique d'une ration sénégalaise

L'enquête a été effectuée en 1970 dans deux régions, celles de Thiès et de Kaolack (11)

Elle a abouti au résultat suivant :

- Bilan énergétique

Tableau 3 : Couverture des besoins énergétiques

	Apport en kcal/tête/j			Couverture en p100 des besoins		
	Janv	Mai	août	Janv.	Mai	août
	Mars	Juillet	Octobre	Mars	Juillet	Octobre
Thiès	2044	1004	1520	97	60	75
Kaolack	2104	1974	1940	134	62	60

Source (11)

Les apports énergétiques en début d'année sont suffisants, mais ils baissent progressivement pendant l'hivernage qui est la période d'activité intense. Ceci s'explique par le fait que cette phase correspond à la période de soudure (les ressources sont épuisées et il n'y a pas encore de récolte).

.../...

- Bilan protéique

La consommation protéique moyenne et par jour est de 70,1 g dont :

- 23,8 g de protéines d'origine animale ;
- 39,5 g de protéines d'origine céréalière ;
- 3,9 g de protéines provenant de l'arachide et du niébé.

Le pourcentage protéique de la ration se situe entre 10 et 15 p.100. Cette consommation est relativement satisfaisante, mais il ne faut pas négliger les disparités à l'intérieur même de la population. La couverture à 100 p.100 ne concerne que les hommes. Les femmes et les enfants reçoivent moins de protéines. Leurs besoins ne sont convertis respectivement qu'à 70 et 82 p.100, d'où la nécessité de compléter leur régime par des produits riches en protéines, si possible bon marché.

Selon des enquêtes ponctuelles et des rapports mensuels du programme national de surveillance nutritionnelle, le taux moyen de malnutrition était de 26,75 p.100 en 1982, et de 27 p.100 en 1983 pour les enfants de 0 à 3 ans.

2.2. Carences protéiques

2.2.1 Effet de la sous alimentation sur l'organisme

L'effet de la sous alimentation est résumé par la figure 6. Il ne concerne généralement que les pays en voie de développement.

.../...

2.2.2. Malnutrition protéino-énergétique

Elle existe chez l'adulte et chez l'enfant. Elle engendre de nombreuses situations cliniques : kwashiorkor oedème nutritionnel, anasarque, marasme, cachexie, phtisie etc...

Les causes habituelles de réduction de la consommation alimentaire conduisant à la malnutrition protéino-énergétique sont :

- les infections,
- une alimentation déséquilibrée (déficiency d'un nutriment),
- les troubles psychologiques,
- la famine,
- le syndrome de mal absorption provoquant une perte de nutriment, comme le parasitisme,
- les maladies métaboliques,
- les processus cancéreux.

Le Kwashiorkor et le marasme sont les deux maladies les plus importantes chez l'enfant.

Le Kwashiorkor affecte les enfants de 1 à 2 ans. Les symptômes cliniques sont plus apparents que ceux du marasme. Dans les hôpitaux, ce sont surtout les cas qui se rencontrent, et sont souvent graves. L'enfant passe rapidement d'un bon état général à un état cachectique. Il y a une desquamation cutanée importante, de l'oedème, une décoloration et une friabilité des cheveux, une hépatomégalie de l'apathie.

L'enfant marasmique est généralement plus jeune, petit et amin gri, avec une peau relativement normale et une expression anxieuse de "vieillard".

Dans les pays en voie de développement, le marasme est plus important que le kwashiorkor, car il atteint plus d'enfants et passe le plus souvent inaperçu. Le processus est lent et insidieux.

En résumé, le kwashiorkor est dû à un manque de protéine (déficiency au niveau alimentation ou au niveau de l'absorption intestinale), alors que le marasme est surtout dû à une déficiency en aliments énergétiques.

2.2.3 Abus alimentaires

Comme les carences, l'excès est tout aussi nuisible. L'excès de consommation de protéines entraîne des maladies.

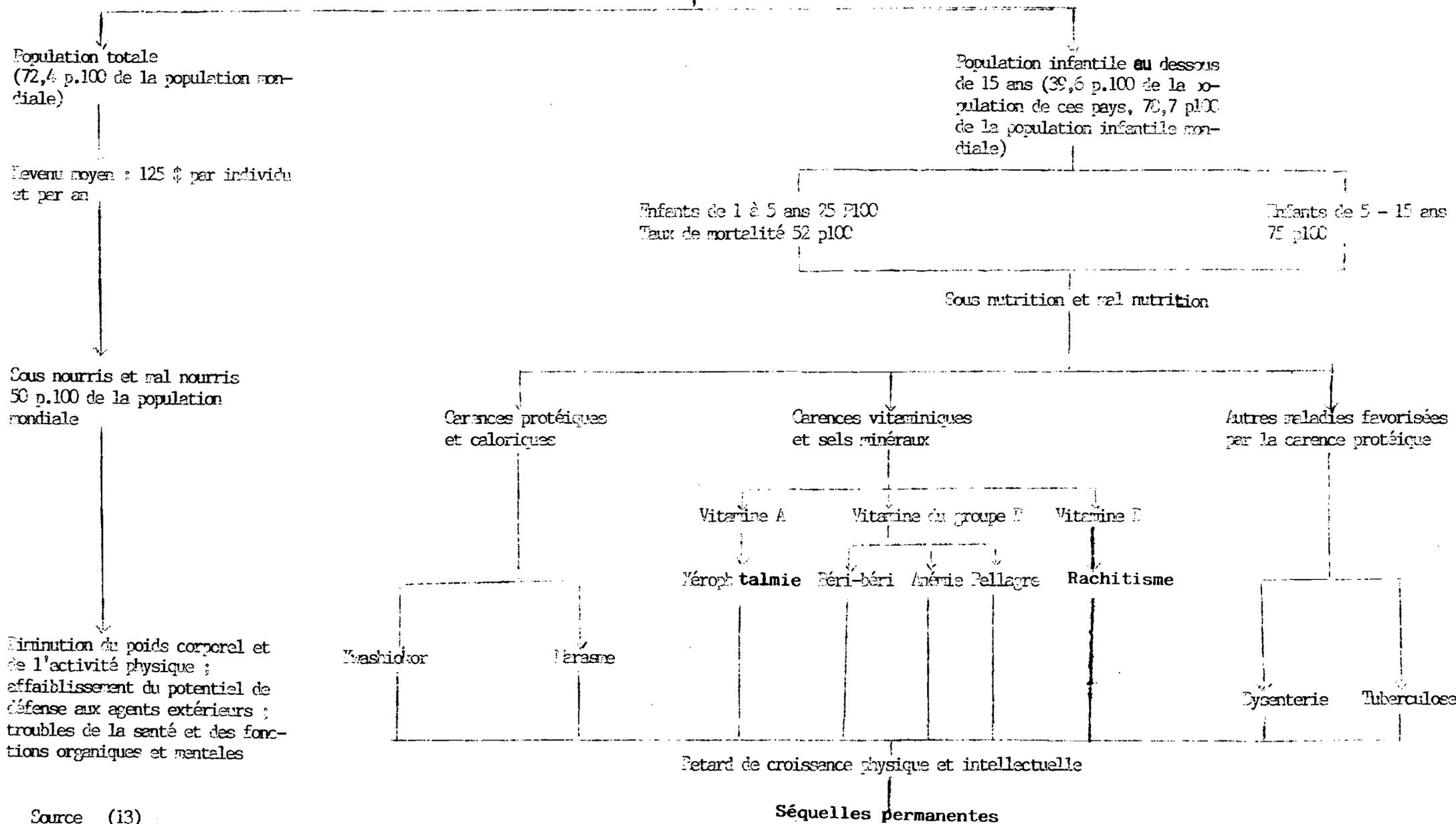
Il existe des risques d'entérotoxémie, de surcharge du foie et des reins, des accidents congestifs (15).

La goutte est une maladie à prédisposition héréditaire mais favorisée par l'excès de consommation d'aliment riche en protéines. Il faut ajouter à la liste l'obésité, le diabète et les maladies cardiovasculaires.

.../...

Figure : Effets de la sous alimentation sur l'organisme humain

Pays en voie de développement



Source (13)

D E U X I E M E P A R T I E : SOURCES ACTUELLES ET POTENTIELLES DE
PROTEINES AU SENEGAL

CHAPITRE 1 : SOURCES DE PROTEINES CONVENTIONNELLES.

Les protéines destinées à l'alimentation humaine sont soit d'origine végétale, soit d'origine animale.

Les protéines d'origine végétale représentent 71 p100 des protéines consommées, les céréales constituant la majeure partie de celle-ci. Il s'agit en particulier du mil, du riz, du blé et du maïs. Leur intérêt réside dans leur abondance et leur prix faible. Le blé à lui seul fournit 30 millions de tonnes de protéines (59).

Les protéines d'origine animale (viande, lait, oeufs, miel) fournissent 29 p100 des protéines consommées. Celles-ci sont d'excellente qualité, mais d'un prix élevé.

Une partie importante des protéines végétales est transformée en protéines animales. Le rendement de transformation métabolique est variable, mais relativement faible, il est de 20 p100 pour la chair de volaille, les oeufs et le lait de 15 p100 pour la viande de porc ET DE 5 p100 pour la viande de boeuf. Il faut environ 100 g de protéines végétales (l'équivalent d'un kg de céréales) pour la biosynthèse de 20g de protéines alimentaires animales.

Il est possible de diviser le monde en quatre groupes en fonction de la couverture des besoins en protéines (76).

Le Sénégal fait partie des pays producteurs et consommateurs de riz. La ration calorique journalière est inférieure à 2000 calories, et celle protéique est en moyenne de 55 g, avec moins de 10g de protéines d'origine animale. Alors que les normes définies par la FAO sont de 2 500 calories et 70g de protéines par personne et par jour avec deux tiers de protéines d'origine animale.

Les trois autres groupes sont :

- certains pays du continent africain, principalement l'Afrique équatoriale, où l'alimentation de base est représentée par des racines, tubercules, fruits farineux. Ces éléments sont plus

pauvres en protéines que les céréales. Dans ces pays la ration protéique est la plus faible, de l'ordre de 44 g par habitant et par jour, avec moins de 10 g par jour de protéines d'origine animale.

- pays consommateurs de maïs : ouest de l'Amérique latine et certains pays d'Afrique de l'Ouest. Dans ces pays, il y a parfois consommation importante de légumineuses, l'apport protéique journalier est de 52 g, dont deux tiers d'origine végétale.

- Amérique du Nord et Europe Occidentale : chaque individu consomme en moyenne par jour 3000 calories, 90 g de protéines, dont deux tiers d'origine animale.

1. Protéines d'origine végétale

Au Sénégal, les principales sources de protéines d'origine végétale sont constituées par les céréales : mil, sorgho, riz, maïs, blé, et en seconde position l'arachide et le niébé.

L'autosuffisance alimentaire en matière de céréales est de 52 p100. Ceci a incité le Gouvernement à mettre en place une nouvelle politique agricole, dont l'objectif est d'atteindre les 80 p100 d'ici l'an 2000.

1.1 Céréales

Selon une enquête menée au Sénégal par la FAO (1966 à 1981) (45), la moyenne de disponibilité alimentaire par habitant et par jour est de 2330 calories et 59,2 g de protéines, alors que la moyenne de disponibilité en céréales par habitant et par jour est de 1437 calories et 38,4 g de protéines, ce qui représentent respectivement 61,67 p100 pour l'apport énergétique par rapport à l'apport total et 55,5 p100 pour l'apport protéique.

Il est recommandé que les calories glucidiques ne dépassent pas 55 p100 des calories totales (29).

Les céréales contribuent donc à la couverture des besoins en protéines pour plus de la moitié. Ce sont par ordre d'importance : le mil et le sorgho, le riz, le blé et le maïs.

- le mil (Pennisetum typhoides) et le sorgho (Sorghum vulgare).

Ils constituent les premières céréales produites et consommées au Sénégal. Au niveau national, la consommation de mil et de sorgho est calculée à partir de la production nette, de l'importation et de l'aide alimentaire. Selon l'enquête de la FAO, le mil fournit à lui seul près de 28 p.100 de l'apport énergétique total, et de 24 p.100 de l'apport protéidique.

La consommation moyenne est de l'ordre de 174g/j, soit 660 calories et 159 g de protéines par jour. Ces chiffres ne rendent pas toujours compte des variations géographiques (tableau 9).

TABLEAU 9 : CONSOMMATION DE MIL (g par jour)

Lieu	Consommation
Dakar	27
Louga	100
Linguère	192
Sénégal Oriental (ruraux)	212
Casamance	166
Diourbel	433

- le riz (Oryza sativa)

Il est consommé en grande quantité et constitue, en milieu urbain, la base quasi universelle du repas de midi. Le riz est produit au Sud et au Nord, soit par culture pluviale ou par culture irriguée sous l'encadrement de la Société d'Aménagement des Terres du Delta (SAED), de la Société de Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (SOMIVAC) et de la Société de Développement Agricole (SODAGRI).

Une grande partie du riz consommé est **importée**, d'où son poids important sur la balance commerciale des paiements. Le taux d'autosuffisance du riz était de 19,7% en 1965, mais il devrait s'accroître avec la politique des barrages.

En 1985, les superficies de cultures irriguées pour le riz étaient de 20 000 hectares, elles devraient être portées à 100 000 hectares en l'an 2010.

- le blé :

Le Sénégal ne produisant pas de blé, la totalité de celui-ci est importée. Néanmoins, il constitue une source de protéine et d'énergie assez importante.

La moyenne de disponibilité par jour de farine de blé est de 36g ; de ce fait, elle apporte 127 calories par jour et 3,8g de protéines. Ce qui correspond à 8,8% de l'apport énergétique des céréales, 5,5% de l'apport énergétique total, 9,9% de l'apport protidique des céréales et 5,5% de l'apport protidique total.

- le maïs (Zea mays)

Il est produit en quantité suffisante au Sénégal comme le montre les taux d'autosuffisance (141,1% en 1986 et 104,4% en 1987). Le maïs ne s'utilise en général que sous forme de farine simple ou composée, les ménagères complétant quelquefois leur farine de mil par de la farine de maïs.

C'est la seule céréale qui enregistre une consommation significative au niveau des animaux : l'élevage **avicole** consomme en moyenne 10 000 tonnes de maïs par an.

La consommation de céréales diminue en milieu urbain du fait de la possibilité de diversifier l'alimentation, mais aussi en raison des revenus plus élevés. Selon l'Office de Recherche sur l'Alimentation et la Nutrition (ORANA), la consommation moyenne annuelle par habitant de céréales est respectivement de 169 kg pour les **urbains**, de 175 kg pour les ruraux. Elle varie aussi en fonction des céréales comme le montre le tableau suivant :

**TABLEAU 10 : Répartition de la consommation de céréales
(en kg par habitant et par an).**

: Milieu	: Mil/Sorgho	: Maïs	: Riz	: Blé	: Total
: Urbain	: 23	: 6	: 100	: 40	: 169
: Rural	: 112	: 10	: 50	: 3	: 175
: Moyenne	: 81	: 9	: 67	: 16	: 173

Source (5)

1.2. Légumineuses

Elles sont représentées par l'arachide et le niébé. Elles constituent deux sources non négligeables de protéines.

Riches et facilement utilisables, elles ont servi depuis longtemps de supplément à l'aliment de base que sont les céréales.

1.1.2.1. Arachide

L'arachide (Arachis hypogea) a été introduite au Sénégal au 16^e siècle par les portugais, c'est par la suite que les français se sont rendus compte de la possibilité d'étendre sa culture à toute la région en vue de les graines pour une utilisation industrielle. La première expédition importante (70t) d'arachide embarquée du Sénégal a lieu à Rufisque en 1841. La destination était une huilerie située dans la région de Rouen. Les **expéditions** augmentèrent rapidement pour atteindre 4500 tonnes en 1855 (47).

L'arachide, culture vivrière, est ainsi devenue une culture industrielle. En effet, elle représente la seule source de revenus pour les paysans qui la cultivent. Il existe deux types d'arachide : l'arachide d'huilerie et l'arachide de bouche. L'arachide d'huilerie occupait depuis longtemps le terrain, mais du fait de la baisse des cours mondiaux, la culture de l'arachide de bouche s'est développée, car elle est mieux cotée sur le marché mondial.

L'arachide d'huilerie est importante pour deux raisons : sur le plan alimentaire elle fournit de l'huile, mais c'est également une graine riche en protéines. Elle titre environ 25 p100 de protéines, et ses tourteaux utilisés par les ruraux pour leur propre alimentation et celle du bétail titrent 45 p100 de protéines.

L'arachide de bouche est valorisée sous forme d'aman-
de, décortiquée, calibrée. Elle fait mieux ressortir la qualité nutritionnelle de l'arachide.

Les années à pluviométrie normale, la production dépasse le million de tonnes, mais une petite quantité seulement sert à la consommation, l'autre partie étant exportée.

1. 2. 2. Niébé (vigna unguolata)

Cultivé dans presque tout le Sénégal, le Niébé renferme 23,3% de protéines. Il fait actuellement l'objet d'études très sérieuses avec la collaboration du gouvernement américain, qui a mis en place le projet niébé C.B.5. Il s'agit d'une nouvelle variété de niébé résistante aux maladies, à l'attaque des insectes et exigeant moins d'eau. Elle est fort intéressante pour la région nord du pays.

Le choix du niébé entre dans le cadre de la diversification des cultures et permet de faire face à la sécheresse et de contribuer à l'autosuffisance alimentaire. Pendant la saison sèche il enrichit le régime alimentaire des paysans, parce qu'étant un bon complément des céréales.

Le niébé fait l'objet d'une campagne de vulgarisation en vue d'une plus grande consommation par les sénégalais. En 1987 avec la collaboration des Ministères du Développement Social, du Développement Rural, de l'Industrie et de l'Artisanat, il a été organisé une séance de dégustation de plats confectionnés à partir de niébé. Ceux-ci se sont révélés trop sophistiqués et n'ont pas retenu l'attention du public.

Il existe un nouveau projet à l'Institut de Technologie Alimentaire (ITA), financé par l'United States Agency for International Development (USAID), qui a démarré en octobre 1987 et qui doit se terminer en Juin 1989. Il se penche surtout sur les problèmes technologiques et socio-culturels que posent l'utilisation du niébé (52). La consommation de ce dernier se heurte à divers problèmes, relatifs d'une part à sa culture et à sa conservation car le niébé est très exposé aux acariens, d'autre part à sa facilité d'engendrer la flatulence chez le consommateur.

1.3. Autres produits

Le Sénégal possède d'autres produits riches en protéines surtout utilisés à la campagne où ils sont importants chez les enfants et quelquefois chez certaines ethnies.

- le pommier du cayor (Parinari macrophylla), "néou" en oualof.

Le fruit est comestible. L'amande donne une huile siccative utilisée dans l'industrie des peintures.

Le tourteau deshuilé titre 50p100 de protéines ; il renferme en outre 1,5mg de fer, 1,3 mg de thiamine pour 100g;

- le fruit du baobab ou "pain de singe", (Adansonia digitata), "Bouy" en oualof.

Les graines titrent 35 p100 de protéines , par extraction, elles fournissent une huile et un tourteau titrant 45 à 48p 100 de protéines.

- Le mimosa pourpre (Parkia biglobosa), "néré" en bambara, "Houille" en oualof.

Le fruit est une gousse à pulpe farineuse, renfermant 35 p100 de protéines et 20 p100 d'huile.

Les graines servent à la préparation du "sombala", ou "nététou": les graines subissent une fermentation et on obtient une pâte noirâtre très riche en protéines et très digeste, utilisés surtout comme condiment dans certaines sauces. Ce sont surtout les bambaras qui l'utilisent.

- les graines de coton (Gossypium barbadense) ou "viten" en oualof.

Elles titrent 48,9 p100 protéines, mais ne sont pas généralement utilisées par les populations dans leur alimentation. Le tourteau de coton sert surtout à la nourriture du bétail.

- le fruit du jujubier, "sidem" en oualof (Zizuphus mauritiana).

La pulpe est très riche en protéine. Au nord du pays chez les toucouleurs, le fruit est réduit en farine. Elle accompagne souvent le lait caillé.

Une étude a été faite à l'hôpital Aristide le Dantec sur les aliments de suppléments riches en protéines dans le régime des enfants atteints de kwashiokor. A ce sujet, la farine de coton, la farine d'amande de pomme de cayer et la farine d'arachide ont été utilisées, avec des résultats relativement satisfaisants.

2- Protéines d'origine animale

Les protéines d'origine animale proviennent des produits de l'élevage, de la pêche et de la chasse.

Les productions de l'élevage regroupent la viande des animaux de boucherie, de charcuterie et de volailles, les produits carnés, le lait et ses dérivés, les oeufs et les ovoproduits et le miel.

2.1. Viandes de boucherie, de volailles et de chasse

2.1.1. Viandes de boucherie et de charcuterie

Les animaux exploités pour la boucherie au Sénégal sont les bovins, les ovins et les caprins, puis viennent les porcins et dans une moindre mesure les camélins en période de soudure dans le nord du pays. La viande chevaline concerne les étrangers et l'armée. Les porcins, du fait des considérations religieuses, font l'objet d'un élevage réduit.

Le cheptel est relativement important, malgré la position géographique du Sénégal. Le nord du pays se situe dans la zone sahélienne, où les conditions climatiques sont parfois défavorables à l'élevage du fait du manque d'eau et de pâturage, et le sud dans la zone soudanienne où sévissent les glossines.

En 1985, les effectifs s'établissaient comme suit (25) :

- Bovins (Zébus, N'Damas, Djakorés)	2 200 000
- Ovins, caprins	3 400 000
- Equins	204 000
- Asins	206 000
- Camélins	6 200
- Porcins	145 000
- Volailles	9 000 000

En 1965, le Sénégal comptait 0,70 bovins par habitant. Le chiffre est tombé à 0,35 en 1985 à cause de la dégradation des conditions climatiques. Les pertes par mortalités ont été importantes (elles s'évaluent à des dizaines de milliards de F CFA). Mais le cheptel est actuellement en train de se reconstituer.

Les principales races locales exploitées pour les bovins sont au nombre de trois. Les races européennes importées sont dans des stations de recherche, où elles contribuent soit à l'amélioration génétique des races locales ou sont consacrées soit à la production laitière.

Les races locales sont :

- le zébu (Bos indicus)

C'est une race subdivisée en deux branches :

- le zébu maure à cornes courtes et robe variable ; il mesure 1,50m et son poids peut atteindre 500kg ; il a une bonne aptitude laitière et bouchère, avec un rendement de 42 à 52 p100.

L'autre branche est le zébu Gobra à cornes moyennes, avec une robe généralement blanche ; il mesure 1,25 à 1,30 m et peut atteindre 400 kg, avec un rendement boucher supérieur à 50 p100. Son aptitude bouchère est supérieure à son aptitude laitière.

- Le N'Dama (Bos taurus)

C'est un animal de petite taille, caractérisé par sa rusticité. Il est trypanotolérant, ce qui lui permet de vivre dans la zone soudano-guinéenne.

Il mesure 1,10 à 1,30 m, avec un poids dépassant rarement 200 kg.

Il a une bonne conformation bouchère. C'est une race qui fait l'objet d'élevage en race pure dans la station de Kolda pour son amélioration génétique, en particulier en vue de favoriser sa trypanotolérance.

Pour les petits ruminants, il existe les moutons du Sahel et le mouton Djallonké.

- les moutons du Sahel

Le mouton maure à poils ras ou "Touabire" : c'est un animal haut sur pattes, exploité pour la production de viande. Il a une prédisposition à l'engraissement.

Le mouton maure à poils longs : il est exploité pour la production de viande et de lait.

Le mouton Peul-Peul : c'est un bon animal de boucherie

Le mouton waralé : c'est un croisement entre le Touabire et le Peul-Peul.

- Le mouton Djallonké

Il a la même ère géographique que le N'Dama. Il a une petite taille, mais une bonne conformation bouchère.

Chez les caprins, trois races sont exploitées.

- la chèvre du Sahel : animal haut sur pattes, avec une bonne aptitude bouchère (son rendement varie entre 44 à 47 p100).

- la chèvre Djallonké :

Elle peut être assimilée au mouton du même nom

- la chèvre rousse de Maradi :

Bon animal de boucherie, avec un rendement de 45 à 50 p100, elle est très prolifique (les naissances gémellaires sont de règle). C'est une race réputée aussi pour sa peau.

Les porcins exploités appartiennent essentiellement à la race ibérique. Les races améliorées, comme le large white et le danois (ou landrace), sont aussi exploitées.

Le dromadaire

Le dromadaire n'est élevé qu'à l'extrême nord du pays.

2.1.2. Viandes de volailles

C'est le genre Gallus qui est surtout exploité. Il existe quatre races locales fondamentales (61) :

- Gallus bankiva, ou gallus ferrugineux ;
- Gallus la fayette ;
- Gallus sonnerati ,
- Gallus varius, ou coq tacheté.

C'est un animal rustique, vigoureux, dont la chair est très appréciée. La poule dépasse rarement 1kg de poids vif et le coq 1,5 kg. Le plumage est de couleur variable.

La femelle pond 50 à 60 oeufs par an ; l'oeuf pèse en moyenne 35 g.

D'autres races sont également importées ; ce sont :

- la Rhode Island Red : c'est un animal rouge à crête simple et pattes jaunes, exploité pour la chair et la production d'oeuf.

La femelle adulte pèse 2,5 à 3 kg, le mâle 3 à 3,8 kg ; le poids des oeufs est d'environ 50 g.

- la Sussex herminée : c'est une race exploitée pour la chair et les oeufs.

Le plumage est blanc, le camail et la queue noire, la crête simple et les pattes roses.

- La New Hampshire : la production est mixte, chair et oeufs le plumage est rouge acajou, plus foncé chez la femelle.

- la Wyandotte blanche : la production est mixte, chair et oeufs. Le plumage est blanc, le bec et les pattes sont jaunes.

- la bleue de Hollande : production mixte également

- la leghorn blanche : race pondeuse.

En élevage industriel, les souches exploitées sont :

- les souches **chair** : Jupiter, Hubbard, Atlas, Arbon Acres, Derco 109, Hybro, Shaver. Elles ont toutes un plumage blanc.

- les souches pondeuses : Ross, Shaver et Leghorn.

2.1.3. Produits carnés

Ils sont constitués par les salaisons, les produits de charcuterie, les conserves et semi-conserves, plats cuisinés, les produits congelés d'origine animale. Ces derniers font actuellement l'objet d'importations massives.

2.1.4. Viandes provenant de la chasse

C'est en 1987, à la demande de la Fondation Internationale pour la Sauvegarde du Gibier, sous l'égide de la FAO, qu'une étude a été faite dans tous les pays sub-sahariens sur la consommation de viande de chasse.

L'organisation demandait essentiellement de déterminer le pourcentage que constitue la viande d'animaux sauvages dans l'ensemble des protéines d'origine animale consommée dans chaque foyer. Au Sénégal, les résultats de l'enquête ont été très variables suivant les régions, l'âge, les individus et le type de gibier consommé.

Mais auparavant, une étude avait été faite en 1933 par VINCKE et COLL (84) sur ce même thème. Pour avoir des résultats plus corrects, ces derniers avaient restreints leur enquête à une seule région, en l'occurrence celle de Fatick, jugée peu giboyeuse. Ils ont ainsi estimé qualitativement et quantitativement la chasse alimentaire dans cette région. Sur le plan quantitatif, la consommation de viande d'animaux sauvages était de 12,9 g par jour, alors qu'en 1983 le sixième plan prévoyait 24,7g par jour pour la consommation d'animaux domestiques. Ainsi, pour cette zone, les ressources dues à la chasse peuvent être considérées comme assez importantes. Si cette étude avait pris en compte les zones les plus giboyeuses (comme le Sénégal Oriental et la Casamance), l'apport de protéines d'origine animale venant d'animaux sauvages seraient encore plus importante.

Les principales espèces exploitées comme source de viande sont exposées dans le **tableau** de répartition géographique des espèces (tableau 11). A cela, il faut ajouter les **reptiles**, qui dans certaines zones constituent les espèces les plus consommées. Mais il existe une restriction pour l'utilisation de la viande de chasse. Un code régit en effet la chasse et la protection de la faune. C'est un patrimoine à sauvegarder ; de ce fait il existe des mesures très strictes pour protéger les animaux (loi n°8604 du 24 janvier 1986, Décret n° 86-844 du 14 juillet 1986).

.../...

TABEAU 11 : Répartition géographique des espèces sauvages

Régions	Oiseaux	Mammifères	Observations
DAKAR	Francolins Poules de roche Pintades	quelques guibs	Faune en régression à cause de la réduction progressive de son habitat.
ZIGUINCHOR et KOLDA (Casamance)	Francolins Aigrettes Pélicans Cigognes Canards siffleurs Oie de Gambie etc.....	Buffles, céphalophes antilopes, lièvres, singes, phacochères	Faune riche et variée ; situation écologique favorable
SAINT-LOUIS	Francolins Pintades Autruches Outardes Pigeons Tourterelles Sauvagines	Lièvres, singes, phacochères, gazelles	Habitat en régression constante à cause de la sécheresse
LOUGA	Francolins Pintades Autruches Outardes Gangas	Singes, phacochères gazelles	la fermeture de la chasse a permis une bonne reconstitution de la faune
TAMBACOUNDA et BAKEL (Sénégal-Oriental)	Francolins Pintades Outardes Gibiers d'eau	Buffles, éléphants Antilopes, Céphalophes, Guibs, Lièvres, Singes Phacochères.	Région la plus giboyeuse, mais faune sous-exploitée du fait de l'enclavement de la région.
KAOLACK et FATICK	Francolins Pintades Canards Outardes Pigeons verts	Lièvres, Phacochères, Céphalophes, guibs	Région riche en petit gibier.
THIES	Francolins Poule de roche Tourterelles Gangas Cailles (migrations)	Lièvres, phacochères guibs	les forêts classées demeurent les plus giboyeuses

La loi, dans son article premier, stipule : "Nul ne peut se livrer à aucun mode de chasse s'il n'est détenteur d'un permis délivré par une autorité compétente".

Il existe des permis de petite chasse, de moyenne chasse et de grande chasse. Cette dernière n'est autorisée que dans les zones d'intérêt cynégétique (Zic). Ces ZIC sont créés par Décret et les modalités de chasse y sont déterminées par arrêté ministériel. Ce sont des zones essentiellement orientées vers une exploitation rationnelle du gibier disponible à des fins sportives et touristiques. Elles sont au nombre de huit.

Il existe en outre une période de l'année où la chasse est fermée, et il est interdit de chasser certaines espèces. Le code, en ses articles D.36, D.37, D.38, D.39, D.40, D.41 précise la liste des animaux intégralement protégés, partiellement protégés, et les modalités de protection de la faune dans les réserves naturelles et les parcs nationaux.

Ce code pose beaucoup de problèmes, car il existait des populations de chasseurs, qui depuis cette loi sont **devenues** des braconniers. Ils pratiquaient une chasse alimentaire qui améliorerait nettement la couverture de leurs besoins en protéines. De plus, il y a le vrai braconnage, à but commercial (ivoire, peaux, viandes séchées).

Néanmoins, une chasse alimentaire bien réglementée ne menace pas trop le gibier.

2.2. Produits halieutiques

Ils sont constitués par les poissons, les crustacés et les mollusques (tableau 12). Ils représentent une source de choix et bon marché pour les populations du littoral.

2.2.1. Poissons

Ils représentent l'essentiel des produits halieutiques. Plusieurs espèces sont débarquées au Sénégal, notamment par la pêche artisanale.

Les mises à terre de la pêche artisanale sont composées en grande partie de poissons pélagiques (75 p100° avec principalement les petites espèces telles que les sardinelles, ethmaloses qui font 50 p100 des débarquements. Les autres espèces pélagiques sont les thonines, les chinchards, les mullets, la carpe blanche, la grande carangue et le maquereau. Elles sont de valeur marchande relativement faible, contrairement aux espèces démersales que sont : le mérrou de Gorée, le pageot, le mérrou bronzé ("Thiof"), la badèche, le machoiron et la dorade grise.

Quant à la pêche industrielle : elle se subdivise en fonction des espèces visées en :

- pêche chalutière, qui s'intéresse aux espèces démersales côtières (crevette blanche, sole, rouget, seiche, dorade, crabe etc...) et aux espèces pélagiques ;
- pêche sardinière ;
- pêche thonière, qui débarque pour les industries de transformation, les principales espèces pêchées sont l'albacore (Thunus albacores), le patudo ou thon obèse (T.obesus) et le listao (Katsuousonus pelamys).

Le poisson transformé intéresse 30 p100 de la production artisanale. Il est surtout consommé en tant que condiment.

Il s'agit :

- du grillé séché (Kethiakh) ;
- du fumé séché (tambadiang)
- du fermenté séché (guedj).

.../...

TABEAU 12 : PRINCIPALES ESPECES DEBARQUEES AU SENEGAL

ESPECES PELAGIQUES		ESPECES DEMERSALES	
Nom commun	Nom scientifique	Nom commun	Nom scientifique
Albacore	Thunnus albacores	Badèche	Mycteroperca sp
Anchois	Anchoa guineensis	Baliste	Balistes sp.
Bogue	Boops boops	Brotule	Brotula barbata
Bonite à dos rayé	Sarda sarda	Calmar	Loligo sp.
Brochet	Sphyraena sp.	Capitaine	Pseudolithus sp.
Carangue	Caranx sp	Carpe rouge	Lutjanus sp.
Carpe blanche	Pomadasys sp	Congre-brochet	Murgenesocidae
Ceinture	Trichurus lepturus	Courbine	Argyrosomus regius
Chinchard jaune	Decapterus rhonchus	Crabe bleue	Neptunus validus
Coryphène commune	Coryphaena huppurus	Crabe rouge profond	Geryon maritae
Disque	Drepane africanus	Crevette blanche	Penaeus notialis
Ethmalose	Ethmalosa fimbriata	Crevette profonde	Panapene ^e us longiro- tris
Liche	Lichia sp.	Denté	Dentex sp
Listao	Katsuwonus pelamys	Dorade grise	Plectorhonus mediter- ranens
Maquereau bonite	Scomberomorus tritor	Dorade rose	Dentex sp., Sparus sp
Ma quereau	Scomber japonicus		

Suite Tableau 12

: Mulet	: Mugil sp., Liza sp	: Langouste	: Palinurus mauritanicus
:	:	:	: panyllirus regius
:	:	:	:
: Mussolini	: Selene dorsalis	: Machoiron	: Arius sp.
:	:	:	:
: Patudo	: Thunnus obesus	: Merlu	: Merluccius sp.
:	:	:	:
: Pelon	: Brachydeuterus auritus	: Mérou bronzé	: Epinephelus aeneus
:	:	:	:
: Petite carangue	: Chloroscombrus chrysurus	: Mérou gris	: Epinephelus gigas
:	:	:	:
: Sardinelle plate	: Sardinella maderensis	: Mérou de méditerranée	: Epinephelus caninus
:	:	:	:
: Sardinelle ronde	: Sardinella aurita	: Pageot	: Pagellus bellottu
:	:	:	:
: Scyris d'Alexandre	: Scyris alexandrina	: Page	: Spermus sp.
:	:	:	:
: Tassergal	: Pomatomus saltator	: Plexiglass	: Galéopides decadactylus
:	:	:	:
: Thonine	: Euthynnus alleteratus	: Requin	: Pleurotrema
:	:	:	:
: Trachinote	: Trachinotus sp.	: Rouget	: Pseudopenus
:	:	:	:
: Voilier	: Istiophorus platypterus	: Saint-Pierre	: Zeus faber mauritanicus
:	:	:	:
:	:	: Seiche	: Sepia officinalis
:	:	:	:
:	:	: Sole langue	: cynoglossus sp.
:	:	:	:
:	:	: Turbot	: Psettodes belcheri
:	:	:	:
:	:	: Vieille	: Diastadon speciosus
:	:	:	:
:	:	: Cymbium	: Cymbium sp
:	:	:	:
:	:	: Raie	: Raja sp., Hyponetra
:	:	:	:

Source (42)

.../...

2.2.2. Crustacés

Les principales espèces pêchées au Sénégal sont les crevettes, les langoustes et les crabes. Ce sont des produits de grande valeur marchande. Ils sont consommés frais ou transformés, mais une bonne partie est exportée sous forme de produits congelés.

2.2.2.1. Crevettes

La principale espèce pêchée au Sénégal est la crevette rose (Penaeus duorarum) ou crevette du Sénégal. Les crevettes à elles seules représentent **20 p100 de la** valeur des exportations des produits halieutiques.

Les crevettes sont débarquées par les chalutiers. Mais depuis 1983, grâce à une subvention du Fond d'Aide et de Coopération, un élevage test a été mis en place en Casamance (Katakoussé Bolon).

Le but de cet élevage est d'estimer ce qui peut être fait en matière de crevetticulture (identification des contraintes) et les possibilités de compléter les apports de pêche.

Les crevettes sont vendues ~~fraîches~~ ou séchées.

2.2.2.2. Langoustes

- la langouste verte (Panulirus regius) : la taille est d'environ 37 cm, et le poids varie entre 1,8 à 4 kg.

- la langouste rose (Palinurus mauritanicus) : elle est de plus grande taille, environ 75 cm, et son poids moyen est de 6 kg.

Leur valeur marchande est élevée. Elles peuvent être considérées comme un produit de luxe.

Voisine des langoustes, la cigale de mer (Scyllarus arctus) est également exploitée.

2.2.2.3. Crabes

Elles sont commercialisées sur les marchés locaux :
Trois espèces sont pêchées : deux espèces océaniques (Neptinus validus et Geryon maritae) et une espèce d'estuaire (Callinectes latimarius).

2.2.3 Mollusques

Les caractères de la coquille permettent de les distinguer en trois grands groupes :

- les lamellibranches, ou bivalves :

La coquille est apparente, avec deux valves articulées. Ils sont représentés par les huîtres (ostréidés), les moules, (Mytilus edulis), les cébètes, etc

Au Sénégal, l'huître la plus répandue est celle des palétuviers (Grassostrea gasar). Sa cueillette est une activité pratiquée depuis longtemps par les populations riveraines des bolons et des marigots de la Petite Côte, des Iles du Saloum et de l'estuaire du Fleuve Casamance.

Les huîtres sont commercialisées à l'état frais, ou après transformation sous forme fumée et séchée.

- les céphalopodes :

Ils sont représentés par les seiches, les pieuvres, (octopus sp), les calmars (Loligo).

Deux espèces de seiches sont pêchées.

- Sepia officinalis : 30 cm de longueur, arrière du corps arrondi, couleur gris-verdâtre ;

- Sepia elegans : 10 - 12 cm, arrière du corps pointu, couleur rouge brune.

- les gastéropodes

L'espèce la plus représentative est le cymbium (cymbium neptuni) utilisé dans l'alimentation comme condiment, ainsi que la patelle, ou chapeau chinois, (Patella safiana).

2.3. Lait et produits laitiers

Ils constituent une importante source de protéines. Avec les importations de lait en poudre le Sénégal arrive plus ou moins à satisfaire les besoins en lait de sa population.

Les laits concentrés sucrés et non sucrés sont produits industriellement, de même qu'une partie de lait caillé vendu sur les marchés. A l'intérieur du pays ce sont les peuls qui vendent le lait cru et les laits caillés, ainsi que les produits dérivés du lait.

les produits laitiers sont les crèmes, le beurre, le fromage et sont essentiellement importés.

C'est le lait en poudre importé qui fait fonctionner l'industrie laitière.

2.4. Oeufs et ovoproduits

Ils constituent une source de protéine de qualité du fait de l'excellent équilibre des acides aminés qu'ils renferment. Ces protéines sont ainsi considérées comme référence par la FAO.

Les ovoproduits sont les denrées formées par les milieux internes de l'oeuf. Ils peuvent subir divers traitements notamment en les débarrassant de certains constituants (comme l'eau), en y additionnant certains ingrédients, et les traitements de pasteurisations. Le Sénégal connaît actuellement un développement de la production industrielle d'oeuf.

2.5. Miel

Substance sucrée, le miel est un aliment surtout énergétique, même s'il fournit 0,4g de protéines pour 100 g de produit. Il n'entre que pour une faible partie dans l'alimentation.

2.6. Protéines du sang

Actuellement elles sont très utilisées dans l'alimentation du bétail. Le sang est recueilli directement des abattoirs et après traitement donne un produit riche en protéines. Au Sénégal, il n'y a pratiquement pas de système de récupération de sang, de ce fait c'est une quantité importante de protéines qui est perdue.

CHAPITRE 2 PROTEINES NON CONVENTIONNELLES

Au Sénégal, diverses expériences ont été tentées pour produire des protéines non conventionnelles. Notre étude portera sur les acquis scientifiques des autres pays, sur lesquels les sénégalais se sont inspirés pour mener à bien leur expérimentation.

1. Protéines non conventionnelles d'origine végétale

L'extraction des protéines végétales pour l'alimentation humaine est un procédé relativement récent. Ce sont ces dernières, et celles issues de microorganismes, qui sont désignées sous le nom de protéines non conventionnelles.

La demande croissante de protéines, tant pour l'alimentation humaine qu'animale, a provoqué une augmentation des prix. Mais le problème se pose différemment selon qu'il s'agit de pays en voie de développement, où il faut pallier à une situation de malnutrition et de carence protéique, ou de pays industrialisés, où il existe une surconsommation de protéines animales associées à des lipides ayant une forte teneur en acide gras saturés. Les études épidémiologiques ont montré qu'une forte consommation de ces acides gras accroît le risque d'accidents cardiovasculaires. De ce fait, l'objectif de ces pays est de préparer des produits alimentaires nouveaux élaborés et à but diététique. A cet effet, le soja est le produit le plus étudié.

1.1 Matières premières

La notion de protéines non conventionnelles d'origine végétale varie selon les pays et les habitudes alimentaires. Leur intérêt réside dans le fait qu'elles doivent :

- être bon marché et disponibles en grande quantité ;
- avoir une teneur élevée en protéines et un équilibre en acides aminés satisfaisant du point de vue nutritionnel ;
- prêter à une transformation ne posant pas de gros problèmes technologiques et à des conditions économiques acceptables.

Actuellement, les principales sources de protéines sont les protéagineux. Elles sont subdivisées en deux groupes : les oléagineux, qui ont été exploités depuis longtemps du fait de leur teneur en huile élevée, et les non oléagineux, qui commencent à faire leur apparition en tant que producteurs de protéines.

Nous allons étudier le soja comme source de protéines issues des oléagineux, puis la fève, la féverole et le pois comme celle issue des non oléagineux.

1.1.1 Oléagineux

Le soja (Glycine max L) est une plante oléagineuse grimpante, voisine du haricot, dont on extrait de la farine et de l'huile ; ses pousses sont également utilisées comme légume et comme fourrage.

Elle est originaire de la Chine Septentrionale. Dans un ouvrage décrivant les plantes de la Chine en 2638 avant Jésus-Christ, il apparaît que le soja y était cultivé ; il constituait avec le riz, le blé, l'orge et le mil les cinq graines sacrées de la civilisation chinoise (54).

Ce sont des missionnaires qui introduisirent cette plante en Europe au 18^e siècle ; c'est en 1804 qu'elle a fait son apparition sur le continent américain, et c'est à partir de 1890 que de nombreux Etats ont commencé à s'y intéresser, en mettant en place des stations expérimentales. C'est vers 1970 que le soja a été introduit au Sénégal; il faisait l'objet d'expérimentations dans les centres de recherche agricole de Bambey et de Casamance, mais le projet a été abandonné.

Actuellement, les premiers producteurs mondiaux de soja sont les Etats-Unis, suivi du Brésil, de la Chine et de l'Argentine. Le tableau 13 donne la production annuelle des principaux pays producteurs, et le tableau 14 présente la production annuelle pour les pays faibles producteurs.

Tableau 13 Production annuelle de graines de soja pour les principaux pays producteurs au cours de l'année 82-83 et 83-84 (en millions de tonnes).

Année	Pays	Production par pays	Production mondiale
1970			46,521
82 - 83	USA	60,7	94,5
83 - 84	USA	48,2	78,2
	Brésil	15	
	Argentine	4,8	

Source (3, 7)

.../...

Tableau 14 : Production annuelle de soja pour les pays faibles producteurs

	Supérieur à 500.000 tonnes	Comprise entre 100.000 et 500.000 tonnes	Comprise entre 10.000 t et 100.000 tonnes
Amérique du Nord	Canada Mexique		
Amérique du Sud	Paraguay	Colombie	Bolivie, Pérou, Uruguay, Equateur
Europe	URSS Roumanie	Bulgarie	Hongrie, France; Yougoslavie Espagne
Asie	Indonésie	Corée du Nord	Iran, Viet-Nam, Birmanie, Philippines
Afrique		Egypte Zimbabwe	Nigéria, Zaïre, Afrique du Sud
Océanie			Australie

Source (54)

Dans les pays industrialisés, le soja est cultivé pour sa teneur en huile. Celle-ci est utilisée comme huile de table, mais aussi dans les industries de matières grasses.

Mais ce sont surtout ses tourteaux riches en protéines qui ont fait le succès du soja ; ils représentent l'un des principaux constituants de base de l'alimentation animale.

Les farines déshuilées servent dans les industries alimentaires pour la fabrication d'aliments pour enfants ainsi que de produits de boulangerie et de biscuiterie.

Parmi toutes les légumineuses, elle est la seule à être/la base d'industries variées puisqu'elle entre même dans la fabrication d'explosifs (54).

.../...

Il existe dans le monde 8 oléagineux directement concurrents du soja ; il s'agit de l'arachide, du colza, du coton, du tournesol, du coprah, du palmiste, du sésame et du lin.

Ces graines d'oléagineux sont riches en protéines :

- 40 p.100 pour le soja ;
- 25,6 p.100 pour l'arachide ;
- 20 p.100 pour le coton ;
- 14,5 p.100 pour le tournesol ;
- 6,6 p.100 pour le coprah.

Ces graines contribuent pour une part non négligeable à la couverture des besoins en protéines des pays producteurs, et principalement des pays en voie de développement (Tableau 15).

.../...

Tableau 15 Contribution des graines oléagineuses à l'apport protéique par jour et par personne dans quelques pays producteurs (1975 - 1977)

Pays	Graines kg/an	Graines g/jour	Apport protéique par jour	Ration protéine par jour	Contribution protéique des graines oléagineuses p. 100
Fénilin (*)	10,4	20,5	6,3	43,7	13
Cameroun (*)	21,1	57,8	13,0	60,2	22
Congo (*)	11,5	31,4	5,3	40,0	13
Côte d'Ivoire(*) (*)	23,1	66,2	2,8	53,3	5,3
Burkina Faso (*)	5,8	16,0	3,6	64,2	6,0
République centrafricaine (*)	19,2	53,3	12,1	43,7	27,7
Sénégal (*)	8,7	24,1	4,9	65,8	7,5
Togo (*)	8,7	23,8	3,6	47,3	6,1
Chine (***)	5,8	15,9	4,9	61,7	8,0
Japon (***)	12,0	48,5	7,5	36,1	8,7
Sri Lanka (**)	71,9	22,1	3,7	51,7	8,9

(*) Prédominance arachide

Source (2)

(**) Prédominance noix de coco

(***) Prédominance soja

Les graines sont utilisées soit directement soit sous forme de farines composées. Ces farines sont des produits alimentaires préparés à l'aide de matières premières locales. En Afrique, il s'agit surtout de la substitution partielle de la farine de blé par d'autres farines dans les produits de boulangerie. L'addition de ces farines entraîne généralement une diminution de la valeur nutritionnelle, et en particulier un abaissement de

.../...

la teneur en protéines, ainsi qu'une déficience qualitative, car elles sont pauvres en lysine ; d'où la nécessité de les enrichir.

Les sources de protéines utilisées sont données dans le Tableau 16

Tableau 16 Principales sources de protéines utilisées pour l'enrichissement des farines composées

Sources	Protéines (p.100)
Farine entière de soja	40
Farine de soja délipidée	52
Concentré protéique de soja	70
Isolat protéique de soja	90
Farine de coton délipidée	60
Farine d'arachide délipidée	45
Farine de sésame délipidée	56
Poudre de lait écrémé	36
Concentré protéique de poisson	80

Source (39)

1.1.2 Non oléagineux

Plusieurs autres plantes pourraient être utilisées comme source de protéines. Les lentilles, les pois et les haricots sont des légumes secs consommés depuis très longtemps, mais actuellement ils connaissent une diminution de leur utilisation. C'est ainsi qu'en Europe Occidentale, toutes les protéines des légumineuses ne représentent que 5 à 10 p.100 de l'apport protéique journalier, alors que les protéines d'origine animale couvrent 80 p.100 des besoins.

.../...

En France, l'extraction des matières protéiques végétales à partir de plantes protéagineuses (fèves, féveroles, pois) a été mise en oeuvre depuis quelques années. Mais ce fait est surtout dicté par des raisons économiques, le souci de la France étant d'être indépendante des Etats-Unis en ce qui concerne le soja. Il existe aussi une deuxième raison qui est la diététique. C'est ainsi qu'en 1988, à Nantes, des ingénieurs agro-chimistes de l'Institut National de Recherches agronomiques (INRA) ont mis au point un aliment nouveau substitut de la viande, fabriqué à partir de protéines provenant de graines de soja et de féverole. Il s'agit d'une "viande" pauvre en cholestérol et particulièrement intéressante pour les candidats au régime hypolipidique.

1.2. Technologie

Tous les produits riches en protéines peuvent subir un traitement dans le but d'extraire ces dernières, et de les concentrer ; mais des raisons économiques font que seul le soja est exploité à titre commercial.

D'autres légumineuses comme le colza, le tournesol, le pois, la fève, la féverole, ont également fait l'objet de traitements pour obtenir des protéines végétales texturés les P.V.T. ; mais ces études sont restées au stade expérimental.

Après récolte, les produits végétaux doivent subir un certain traitement pour donner des produits directement utilisables, tant dans l'alimentation humaine qu'animale. Il existe un diagramme de transformation qui est pratiquement le même pour toutes les graines oléagineuses. Cette transformation a pour but de modifier la structure des protéines et de les concentrer, ainsi que d'extraire ces facteurs antinutritionnels.

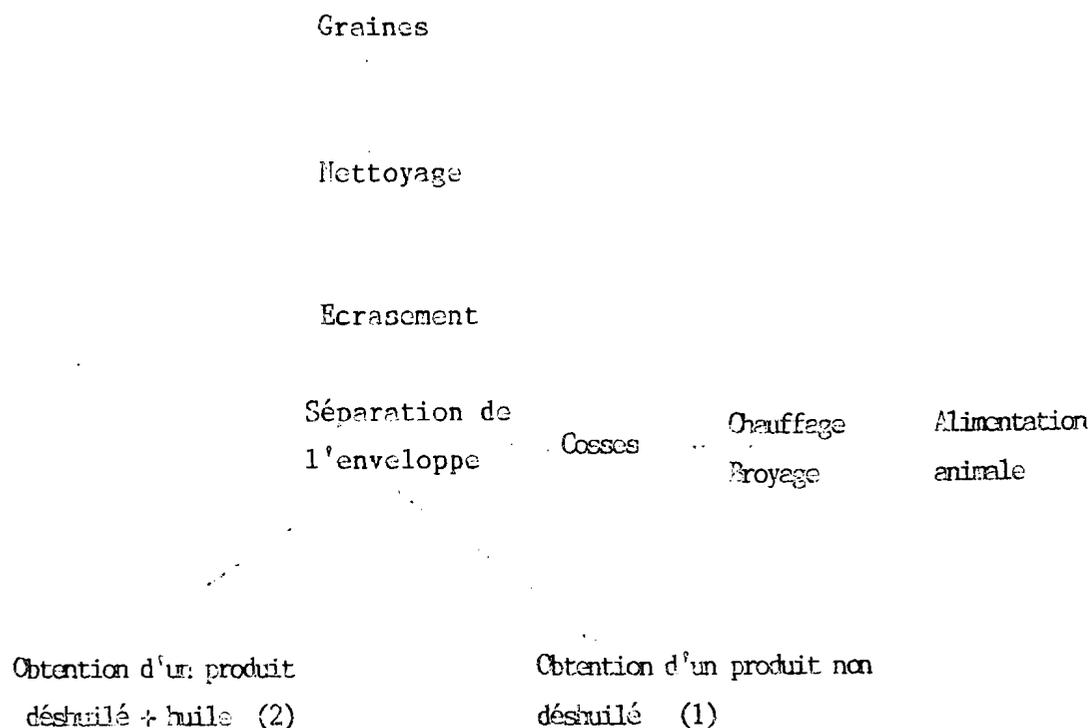
Nous allons prendre le traitement des graines de soja comme exemple (figures 7, 8 et 9).

Plusieurs types de produits ont été obtenus à partir des graines de soja :

- farines titrant 50 à 60 p.100 de protéines,
- des concentrés protéiques titrant 65 à 75 p.100 de protéines;
- des isolats protéiques titrant 90 à 95 p.100 de protéines;
- des protéines végétales texturées (P.V.T).

.../...

Figure 7 Traitement préliminaire des graines de soja



Source (60)

Après le traitement préliminaire, qui consiste en un nettoyage et un dépelliculage, la graine obtenue peut être utilisée entière ou après déshuilage.

Figure 8 : Transformation sans obtention d'huile



Source (60)

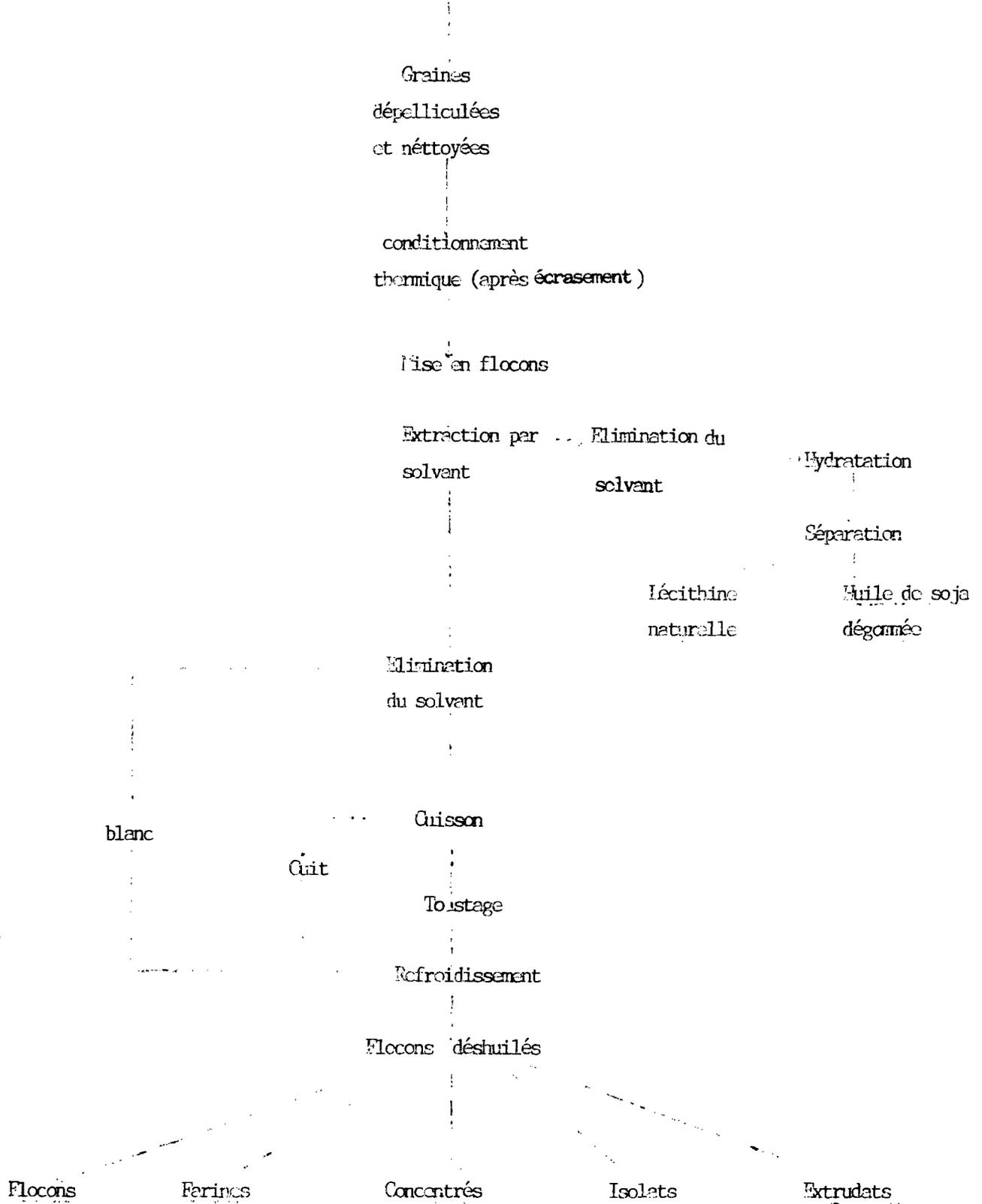
.../...

Le toastage consiste à chauffer les graines afin de détruire les facteurs antitrypsiques et agglutinants. Les farines non déshuilées sont obtenues à partir de procédés mécaniques de mouture.

A l'Institut de Technologie alimentaire de Dakar (ITA), le procédé expérimenté est le suivant :

- les graines sont plongées dans de l'eau bouillante pendant 5 à 10 mn pour éliminer les facteurs antitrypsiques ;
- elles sont ensuite trempées dans de l'eau à température ambiante pendant 12 h ;
- un décorticage manuel enlève le péricarpe, puis les graines sont nettoyées ;
- elles sont enfin broyées à l'aide d'un broyeur à marteau.

Figure 9 Transformation industrielle avec obtention d'huile



Source (60)

.../...

Après élimination du solvant, qui est souvent de l'haxène, le produit obtenu peut subir ou non un traitement thermique. De ce fait on obtient les flocons blancs (n'ayant pas subis de traitement thermique) et les flocons cuits, qui sont plus foncés.

1.2.1 Solubilité des protéines de soja

Les protéines de soja sont globuleuses, contrairement aux protéines d'origine animale qui sont fibreuses. C'est cette propriété qui est valorisée dans la technologie. Les premières sont solubles dans l'eau. Cette solubilité varie avec le pH du milieu (figure 10)

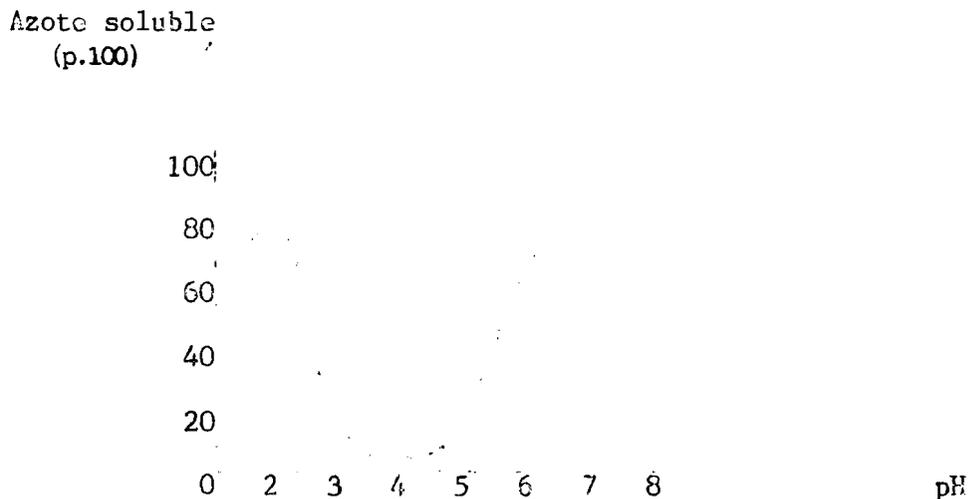


Figure 10 Profil de solubilité de l'azote de soja entier broyé, dans de l'eau désionisée portée à divers pH.
Source (17)

Les protéines sont solubles à pH acide et à pH basique. La faible solubilité (pH 4,2 - 4,5) correspond au point isoelectrique. Ceci est utilisé pour la fabrication des isolats.

1.2.2. Différentes protéines de soja

Après solubilisation, les protéines de soja peuvent être séparées par ultracentrifugation. Ainsi il est distingué quatre fractions protéiques (Tableau 17)

.../...

Tableau 17 Proportion et caractéristiques des fractions protéiques hydrosolubles de la graine de soja.

Fraction	2S	7 S				11 S	15 S
Proportion (p100)	15	35				40	10
Composants protéiques	Inhibiteurs trypsiques	Cytochrome C	- amylase	Lipoxygénases	Tréhalosidases	Globuline 7 S	Globuline 11 S Conglycinine Glycinine

Source 17

Les principales protéines sont les globulines 7 S ou conglycinine et les globulines 11 S ou glycinine. Elles représentent à elles seules plus de 70 p 100 des protéines du soja.

Ce sont en général ces deux globulines qui sont dénaturées pour la fabrication des concentrés, des isolats et des protéines végétales texturées.

La dénaturation correspond à la modification des structures des globulines. Elle se fait soit en milieu acide (pH = 4), soit en milieu basique (pH = 9) et toujours en présence de chaleur. L'opération se résume en une rupture des ponts hydrogène et disulfure et il se produit un déplissement des globulines.

La conglycinine se délie à une température de 67 à 73° C, et la glycinine à 80 - 92 ° C.

Toute la technologie est basée sur les caractéristiques de ces protéines de soja.

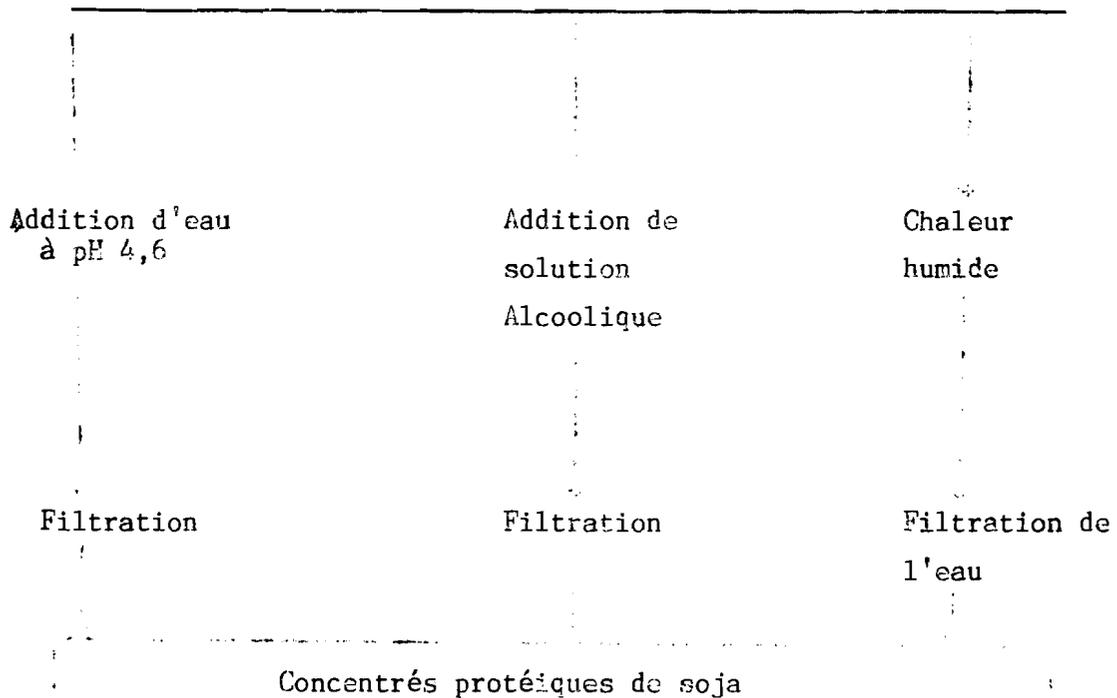
1.2.3 Technique de fabrication des concentrés

Les concentrés s'obtiennent par élimination des constituants non protéiques de la graine décortiquée et déhuilée, il existe trois types de procédés (Figure 11)

.../...

Figure 11

Flocons ou farines de soja déshuilés



- le premier procédé consiste à solubiliser les glucides dans un milieu légèrement acide (pH : 4,6), ensuite par filtration, il est récupéré un concentré de protéine. A ce pH les protéines de soja ne sont pas solubles ;

- le deuxième procédé consiste à solubiliser les protéines, les glucides et les minéraux dans une solution hydroalcoolique. Ces derniers seront séparés des protéines ^{par} /précipitation. Les produits traités à l'alcool sont meilleurs car sont désamérisés ;

- le troisième procédé consiste à coaguler les protéines par la chaleur et les autres constituants sont dissouts dans l'eau.

Les produits obtenus contiennent entre 66 à 70 p100 de protéines, ainsi que de l'eau, des lipides, de la cellulose et des matières minérales.

1.2.4 Technique de fabrication des isolats

La technique d'obtention des isolats est plus complexe (Figure 12). Il s'agit d'extraire exclusivement les protéines (contrairement à la concentration).

.../...

FIGURE 12 : DIAGRAMME DE L'ISOLEMENT DES PROTEINES DE SOJA



(60)

A partir des tourteaux, ou flocons deshuilés, les protéines sont solubilisées en milieu alcalin (en présence de soude) à pH8-11 et à une température de 50 à 60°C.

.../...

Le résidu insoluble est éliminé par filtration (il contient des protéines insolubles, des **polysaccharides, de la cellulose**) et récupéré pour l'alimentation des animaux.

Les protéines solubles sont précipitées à pH acide, puis le précipité est filtré, centrifugé et lavé à l'eau (protéine purifiée).

Le séchage est réalisé par **atomisation**, soit directement sur la protéine filtrée, soit après neutralisation.

L'intérêt des isolats protéiques est qu'ils sont directement **utilisables** dans les préparations alimentaires.

Le produit titre 90 à 95 p100 de protéines, 3 à 7 p 100 d'eau, 0,1 à 0,2 p 100 de cellulose, 3 à 4 p100.

Les concentrés et les isolats peuvent être utilisés en alimentation humaine, soit directement, soit après texturation (filage ou extrusion).

1.2.5. Technique de fabrication des extrudats

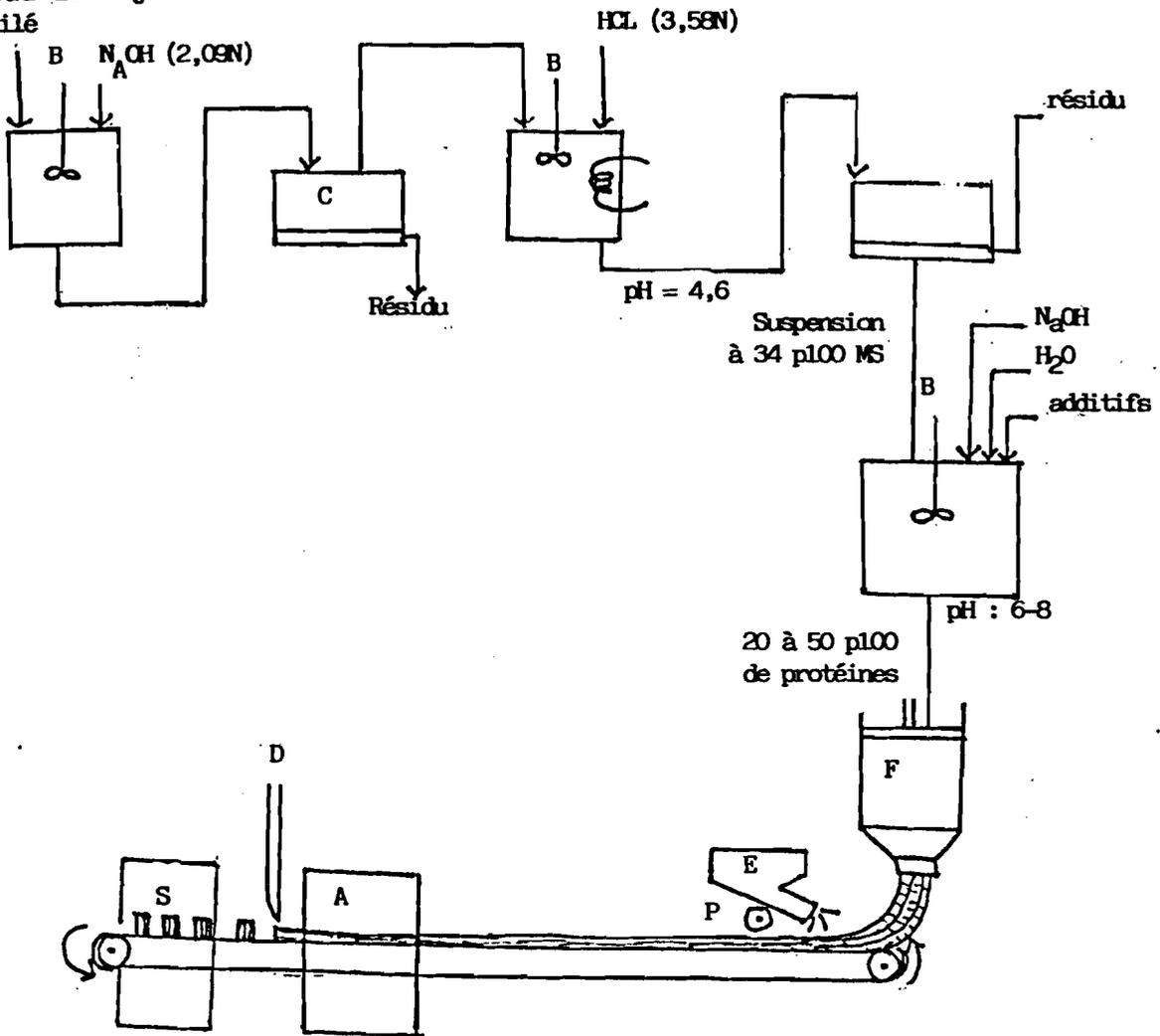
La cuisson-extrusion consiste à donner une texture alvéolée et légère au produit en le soumettant à de hautes températures, pendant un temps relativement court.

Plusieurs procédés d'extrusion sont actuellement utilisés mais les plus connus sont celui d'ANSON et PADER (figure 13), ainsi que celui mis au point par ARCHER DANIELS MIDLANDS (figure 14).

FIGURE 13 : Schéma du principe du procédé ANSON et PADER

(US patent 2.879.163, 1959) d'après LEFEBVRE

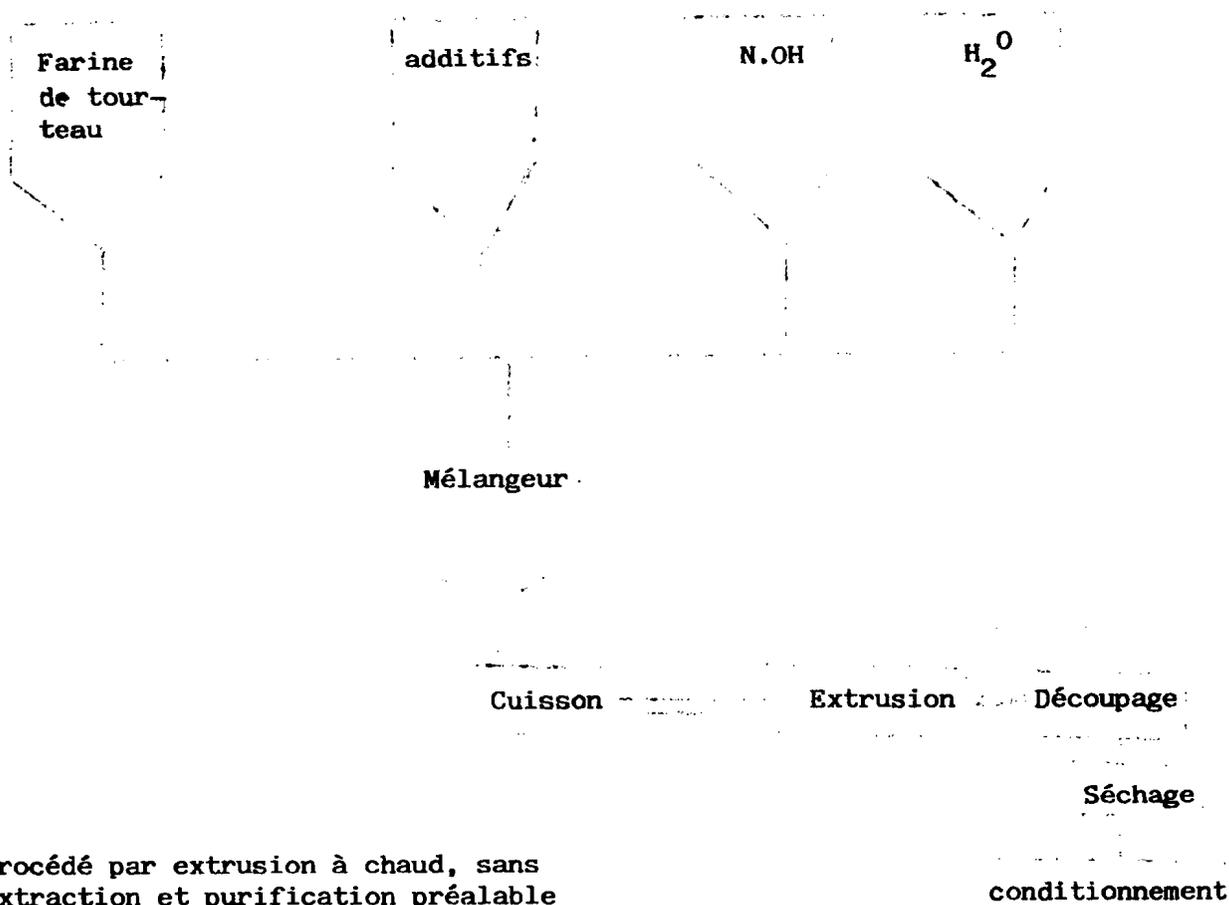
Tourteau de soja
destillé



Source(59)

- B : Brassage
- C : Centrifugation
- F : Extrusion
- E : Enrobage
- P : Pression
- A : Autoclavage
- D : Découpage
- S : Séchage

Figure 14 : Schéma du principe du procédé de l'usine Archer Daniels Midlands.



procédé par extrusion à chaud, sans extraction et purification préalable des protéines du soja.

Source (59)

Dans le procédé d'Anson et Pader, les protéines sont purifiées, puis, elles subissent un traitement thermique.

Pour éviter les agglomérations, le produit est enrobé avec de l'amidon ou de la poudre de lait écrémé.

Le procédé d'Archer Daniels Midlands est plus simple. Il n'y a pas d'extraction, ni de purification des protéines. Ceci permet d'utiliser toute la matière première, donc d'éviter les pertes (environ 30p 100 dans le premier procédé), mais le produit final est plus grossier.

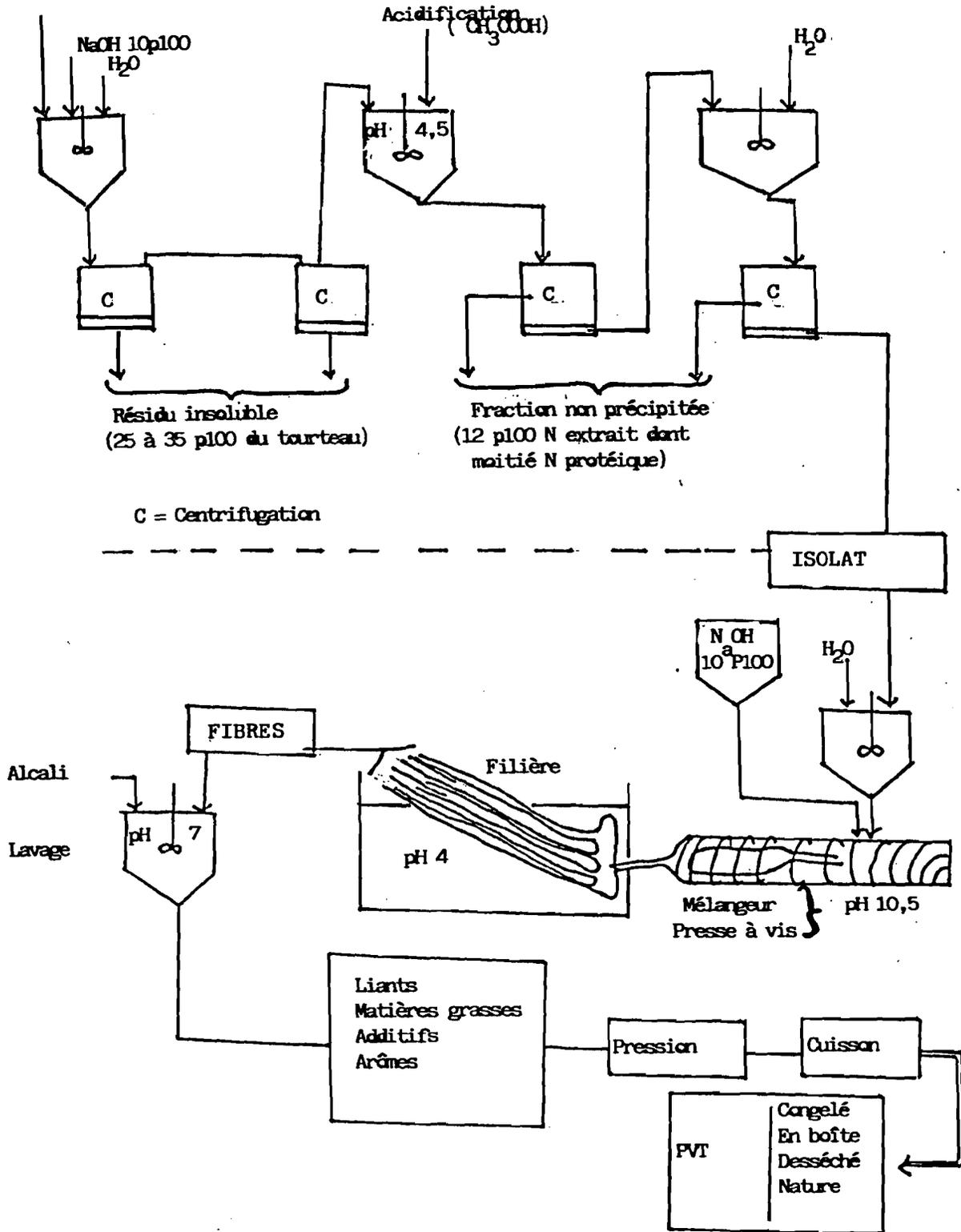
1.2.6. Technique de filage

Le filage consiste à détruire les structures secondaire, tertiaire et quaternaire des protéines globuleuses purifiées, afin de dérouler les longues chaînes.

Le brevet de filage des protéines est celui de WESTEEN et KURAMOTO (figure 15).

FIGURE 15 /: Schéma du principe du procédé WESTEEN et KURAMOTO
(US.Patent 3.118,1964) d'après LEFEBVRE

tourteau de soja
shuilé 50 p100



Source(59)

Il y a alcalinisation de la protéine purifiée, et filage de la solution visqueuse obtenue (isolat). La protéine est solubilisée une 2ème fois dans l'eau, puis envoyée dans une presse à vis dans laquelle est introduite une solution de N_2OH à 10 p100, jusqu'à obtention d'un pH de 10,5.

La presse réalise le mélange des deux solutions, puis refoule ce dernier sous pression dans la filière. Le séjour dans la presse est de 15m pour permettre la maturation et renforcer l'insolubilité des protéines (8). Il favorise l'échange SH et SS entre les chaînes déroulées, pour permettre ultérieurement la formation de nouveaux ponts disulfures intermoléculaires lors du filage. Le produit filé est commercialisé aux USA sous le nom de "Bontrae". Les produits filés et extrudés représentent les protéines végétales texturées (PVT).

1.3. Caractéristiques des produits obtenus

D'après LEFEBVRE (59), la société américaine Worthington Foods met sur le marché 30 variétés de "viandes végétales", allant du "poulet roti" aux mélanges pour sandwich.

Deux types d'aliments sont les plus répandus :

- les produits "Bontrae" fabriqués par Général Mills, correspondant aux protéines filées ;
- les produits textures (PVT) fabriqués par Archer Daniels Midlands.

1.3.1. Propriétés technologiques des protéines de soja

Ces propriétés sont les suivantes :

- pouvoir émulsifiant ;
- pouvoir gélifiant ;
- bon fixateur d'eau ;
- bonne adhésivité ;
- bonne cohérence ;
- pouvoir texturissant ;
- pouvoir épaississant ;
- pouvoir stabilisant de texture et d'émulsion ;
- pouvoir moussant.

1.3.2. Mode d'utilisation et acceptabilité

C'est l'utilisation de ces propriétés technologiques qui a permis la mise au point de nombreux produits alimentaires à base de protéines de soja.

Les protéines végétales texturées nécessitent avant utilisation une réhydratation. Cette dernière s'effectue avec de l'eau chaude. Le temps de trempage est variable suivant la taille des granulés (de 1 à 10mr du plus petit au plus grand). L'acceptabilité testée dans le monde est très bonne, mais les P.V.T. sont mieux acceptées si le consommateur n'est pas averti.

Tableau 18 : Utilisation des produits à base de protéines de soja dans les denrées alimentaires.

Produit alimentaire	Farine ou flocons:	concentrés:	Isolats	PVT
VIANDES FINEMENT HACHEES				
Saucisses		+	+	
plats cuisinés		+	+	
Produits à base de volailles		+	+	
VIANDES GROSSIEREMENT HACHEES				
viandes hachées (toutes espèces)	+	+		
Farcis	+	+		+
Sauces à base de viande	+	+		+
Boulettes de viande	+	+		+
Sauces à pizza	+	+		+
PRODUITS PATISSIERS				
Gateaux	+	+		
Pain blanc	+			
Gateaux secs biscuits	+	+		
Crêpes "pets de nonne"	+			
Sucreries	+			
PRODUITS DU GENRE LAITIER				
Remplacement de crème à café			+	
Décorations patisseries fouettés			+	
Fromages-			+	
Desserts congelés			+	
Poudre pour boissons			+	
Boissons protéiques			+	
ANALOGUES DE VIANDES				
Prémélanges de potages deshydratés			+	
Produits spéciaux de régime	+	+	+	+
Flocons de céréales pour le petit déjeuner	+	+		

Au Sénégal, l'expérience du pain de soja a été tentée grâce à la collaboration de l'ITA et de la Société Electrique et Industrielle du Baol (S.E.I.B.).

La farine de soja a été incorporée dans la farine de froment à des taux variant entre 5 et 20 p 100.

Après les études d'acceptabilité, il a été retenu que le meilleur pain est celui ayant un taux de farine de soja égal à 5 p100.

Des gateaux et des biscuits ont également été produits, mais avec des taux d'incorporation plus importants, allant jusqu'à 50 p100.

La farine de soja a en outre été incorporée dans les farines de mil ainsi que dans les sauces traditionnelles avec de bons résultats.

1.3.3. Avantages et inconvénients

1.3.3.1. Avantages

Les protéines végétales texturées permettent :

- de revaloriser la viande : en Europe les viandes trop grasses sont peu appréciées. Le phénomène de rancissement est rapide et la réfrigération est difficile.. Il est donc effectué un parage de cette viande avant hachage.

Pour donner à cette viande une qualité meilleure, on la mélange avec des protéines végétales lui conférant des propriétés **technologiques intéressantes, que sont l'augmentation du pouvoir de rétention d'eau et une faible perte de jus à la cuisson.**

- de diminuer les prix : une incorporation de protéines végétales dans un plat de viande diminue le prix.

Ceci est très important pour la restauration collective.

En Afrique, où le niveau de vie est relativement bas et les productions de viande insuffisantes, ce gain est très intéressant. Le niveau de couverture des besoins en protéines augmentera ainsi avec une diminution des prix.

- Une bonne conservation du fait de la deshydratation, elles ont une bonne qualité bactériologique.

Selon SPILLERS cité par HIJAZI (51) les PVT contiennent des taux de germes banaux inférieurs à 1000/g ;

- coliformes et de salmonelles ne sont pas décelables respectivement dans 1g et 50g de produit.

- thermophiles inférieurs à 10/g.

De plus, il n'y a ni moisissures, ni levures.

- l'obtention d'aliments pour les personnes qui suivent un régime hypolipide. En effet ces PVT ont une faible teneur en lipides.

Les recherches ont repris dans ce sens en Europe, plus particulièrement en France.

1.3.3.2. Inconvénients

- le premier inconvénient remonte à la matière première, en effet la culture de soja est relativement difficile. Il faut beaucoup d'engrais, ensuite il faut l'inoculation d'une bactérie symbiotique (Rhizobium Japonicum), ce qui augmente sensiblement les coûts de production, surtout dans les pays en voie de développement.

- Le marché des graines de soja est dominé par les Etats Unis. Donc il sera difficile pour un pays sous développé de se faire une place sur le plan international.

- Le goût est jugé fade.

- la cuisson des graines est difficile avec les techniques traditionnelles. Il n'y a pas de technologie appropriée.

- la concurrence avec les autres légumineuses comme l'arachide et le niébé, constitue un frein au développement de la culture de soja au Sénégal.

Mais les obstacles à l'utilisation de ces protéines dans le monde sont surtout la législation qui restreint leur utilisation dans les pays développés, et le manque de technologie dans les pays en voie de développement. En plus de cela s'ajoute la psychologie des populations, les individus étant souvent réticents devant un produit nouveau.

1.4. Contrôle

La réglementation de l'utilisation des protéines de soja dans les denrées alimentaires n'est pas encore codifiée. En France, le Service de Répression des Fraudes et du Contrôle de Qualité semble distinguer les protéines de soja utilisées pour leurs qualités technologiques et celles utilisées en remplacement partiel ou total de la viande. Leur incorporation dans les produits de charcuterie est acceptée, le taux variant entre 2 et 5p100. Actuellement dans les pays industrialisés, il existe trois méthodes de contrôle, qui sont les méthodes histologiques, physico-chimiques et sérologiques.

1.4.1. Méthodes histologiques

Elles consistent en l'examen de coupes préparées à partir de produits et colorées par la méthode de CALLEJA (51).

Il semble que les P.V.T. sont plus fortement colorées que les cellules musculaires. Mais cette technique n'a pas donné des résultats satisfaisants, car trop imprécise.

1.4.2. Méthodes physico-chimiques

- La technique basée sur la densité des protéines.

Les produits sont solubilisés dans de la soude, ce qui entraîne une séparation des différentes protéines, (les protéines de la viande sont peu solubles dans la soude contrairement à celles de soja): les différentes couches apparaissent nettement dans les tubes à essais après un temps de repos. Mais cette méthode ne permet pas de déterminer l'origine des différentes protéines étrangères.

- l'électrophorèse

Placées dans un champ électrique, les protéines vont se déplacer vers les électrodes positive ou négative dans une direction et à une vitesse variable en fonction de leur charge électrique.

Cette méthode permet de séparer et d'identifier les protéines par comparaison avec des électrophorégrammes établis à l'aide de témoins.

C'est une méthode fiable, qui peut être pratiquée couramment dans les sociétés équipées d'un laboratoire.

1.4.3. Méthodes sérologiques

Elles sont basées sur la réaction antigène -anticorps. L'antigène est la protéine de soja. L'anticorps se trouve dans le sérum d'un animal, généralement le lapin.

Deux types de réactions sont utilisables : ce sont celles de précipitation et d'hémagglutination indirecte.

Ces méthodes sont très spécifiques et très sensibles, mais elles exigent de disposer de sérums, de matériel adéquats et de personnel qualifié.

Tableau 19 : Principales méthodes de détection des protéines de soja dans les D.A.O.A.

Technique	Produits cuits ou chauffés à 100°C	Produits stérilisés
HISTOLOGIE (PVT)	+	+
ELECTROPHORESE		
- Surgel d'amidon	+	-
- Surgel de polyacrylamide		
- de Penny et Hoffman	+	-
- de Spell	+	+
- de Fraun, Barraud, Jourdean	+	+
SEROLOGIE		
- Immuno-diffusion	+	-
- Précipitation quantitative	+	+
- Immuno-électrophorèse	+	-
- Hémagglutination indirecte	+	+

Source (60) + : possible ; - impossible

En conclusion, nous pouvons retenir la technique d'électrophorèse comme la mieux adaptée au contrôle de ces produits.

.../....

2. Protéines non conventionnelles d'origine animale

Les deux principales sources de protéines non conventionnelles sont représentées par les insectes et les protéines extraites des farines de poisson.

2.1. Insectes

De nombreux insectes sont consommés, en général sous forme de chenilles. L'exemple d'une chenille alimentaire est signalé au Cameroun, au Congo et au Zaïre. Il s'agit de **toméotopa** (Anantheandra infacta). Cette chenille est très riche en protéine 50p100, elle contribue à la couverture des besoins en protéines de certaines populations en période de soudure. La chenille cuite à un goût agréable.

Les criquets pèlerins sont consommés dans de nombreux pays d'Afrique, sous forme de friture dans l'huile bouillante. Leur goût est également agréable.

2.2. Farines de poisson

Le Sénégal produit une quantité importante de farine de poisson, qui est essentiellement exportée et destinée à l'alimentation des animaux domestiques. Cette source de protéines présente cependant l'inconvénient de conférer aux productions animales une odeur forte. Par ailleurs, ses acides gras oxydables rendent sa conservation délicate.

La farine de poisson est riche en azote et a une teneur en protéines relativement élevée, équilibrée en acides aminés. C'est pour cela que des études ont été faites pour fabriquer des concentrés protéiques à partir de farine de poisson, destinés à l'alimentation humaine. Une étude conjointe a été menée par l'ITA et un Institut de Technologie de Hollande (TNO)

Toute farine de poisson produite dans de bonnes conditions hygiéniques est reconnue comme un bon concentré protéique utilisable pour la consommation humaine. Il existe deux types de concentré protéique de poisson, ils diffèrent par leur teneur en matières grasses.

- Concentré protéique de type A :

Il titre au maximum 0,75p100 de matières grasses et a une teneur en protéines variant entre 60 à 88 p 100 . C'est une poudre inodore et sans saveur. Il implique la mise en oeuvre d'une technologie complexe et le prix de revient est assez élevé.

- Concentré protéique de type B

Son taux de matières grasses est de 10%. La technologie utilisée est la même que celle mise en oeuvre pour la fabrication de farine de poisson destinée à l'alimentation du bétail, mais en respectant les conditions hygiéniques applicables aux autres denrées utilisables par l'homme.

Son prix de revient est plus bas.

Des essais d'acceptabilité ont été effectués dans divers pays ; le type B semble le plus favorable, à condition d'apporter des améliorations (odeur, saveur et texture). Au Sénégal, le concentré de type A a été testé comme aliment pour enfants, ainsi qu'en incorporation à certains taux dans les farines de mil et dans des sauces. Le résultat a été relativement satisfaisant.

Les taux d'incorporation variaient entre 5 et 15 p100 conformément aux directives du "Protein Advisory Group" (PAG) en matière d'aliment de sevrage, qui recommande que la teneur en protéine soit supérieure à 20 p 100, le coefficient d'efficacité protéique supérieur à 2,1 et la valeur d'utilisation protéique varient entre 60 et 65.

Le surimi est une protéine de poisson utilisée seulement au Japon. Il existe deux types de surimi :

- le surimi congelé, bloc congelé de chair de poisson lavée et hachée contenant du sucre et d'autres ingrédients.
- le surimi frais : ne contient que de la protéine de poisson frais.

Le surimi est utilisé dans la préparation de saucisse de poisson et dans la kamaboko. C'est un produit gélatineux fait en chauffant de la chair de poisson avec du sel.

3 . Protéines non conventionnelles issues d'organismes unicellulaires

Ces protéines ont occupé à une certaine époque le devant de la scène en matière de production de protéines. Avec les baisses du prix du pétrole, beaucoup de firmes pétrolières (ESSO, FP, SHELL) ont financé des projets pour leur production, car le substrat utilisé dérivé du pétrole ne coûtait pas cher.

Un premier symposium s'est déroulé en France à Aix en Provence, en 1972, sur la production des levures cultivées sur alcanes ; puis un deuxième congrès a réuni aux U.S.A. plusieurs chercheurs sur ce même sujet. A cette dernière réunion, la nécessité d'une nomenclature s'est fait sentir, et c'est ainsi que le terme de "Single Cell Protéin" (SCP) a été adopté.

Mais l'idée de l'utilisation des microorganismes à des fins alimentaires remonte au début du siècle. Elle semble avoir été émise par DELBRUCK cité par SENEZ (32).

C'est surtout l'accroissement de la population mondiale et l'augmentation de la demande, qui a remis sur la sellette les sources nouvelles et non conventionnelles de protéines, ainsi que la recherche dans des domaines d'avenir (conquête spatiale).

Les principales sources sont constituées par les levures et moisissures, les bactéries et les algues unicellulaires.

Leurs principaux avantages sont :

- leur haute teneur en protéines (50 - 70 p.100 du poids sec) ;
- la diversité des matières premières susceptibles d'être utilisées comme substrat ;
- l'indépendance de leur culture vis-à-vis des conditions climatiques.

Mais leur production et leur utilisation ne peut être envisagée que si leur prix est compétitif, et que si le produit est dépourvu de toxicité pour l'alimentation du bétail et de l'homme.

3.1 Levures et moisissures

Elles constituent un des groupes les plus importants du point de vue recherche et application.

Les levures et les moisissures sont des champignons dits inférieurs.

3.1.1 Levures

Les levures ont été utilisées depuis longtemps en alimentation humaine et animale, notamment en Europe pendant les deux guerres mondiales (Allemagne, Union soviétique).

Les levures sont des **champignons** microscopiques formés de cellules végétatives elliptiques, arrondies ou ovoïdes.

La production mondiale de levures est d'environ 330.000 tonnes par an, dont 150.000 tonnes de levures de boulangerie et 180.000 tonnes de levures sèches.

Celles destinées à l'alimentation sont produites industriellement dans de nombreux pays développés, notamment en France et en Angleterre.

La culture se fait sur des substrats, ces derniers étant de deux types :

- Ceux dits traditionnels : la mélasse, les déchets ou surplus agricoles (sucre, amidon, petit lait, pulpe de fruit), les déchets industriels. C'est sur ces substrat que sont cultivés surtout les agents de la fermentation du vin, de la bière, du cidre et de la panification.

Les levures décomposent les substrats pour former de l'anhydride carbonique ; c'est cette propriété qui est utilisée dans la fabrication du pain.

- Ceux dits modernes : les hydrocarbures (alcanes)

La culture de levures sur alcanes est la seule qui soit passée au stade de production industrielle.

.../...

Les levures utilisées appartiennent au genre Candida. Elles se développent sur alcane purifié ou sur pétrole brut, avec des rendements pondéraux atteignant 100 p.100 et des temps de régénération de l'ordre de l'heure (82).

Il existe deux types de procédés exploités industriellement pour la culture de Candida tropicalis. Les techniques diffèrent selon les pays (France - Angleterre).

En France la culture se fait sur gazoil, c'est-à-dire sur alcane non purifié, et cette levure a pris la dénomination de levure L (comme Lavéra situé près de Marseille). Après la récolte, il y a une purification pour enlever les graisses et les dérivés d'hydrocarbures, on obtient ainsi un produit pur, sans goût ni odeur.

L'autre procédé est mis en oeuvre à Grangemouth (Angleterre), d'où le nom de levure G. ; la culture se fait directement sur alcane purifié, et on obtient un produit pur, neutre, prêt à la consommation.

Les caractéristiques de ces levures sont indiquées dans le tableau 20. Elles ont fait l'objet d'études de toxicité et de nutrition. Ces essais de toxicité ont montré qu'elles sont dénuées d'effets toxiques.

La production des usines de Lavéra et de Grangemouth est commercialisée sous le nom de "Tropina", et exclusivement destinée à l'alimentation animale.

Ces levures sont surtout utilisées dans l'alimentation des monogastriques (porcs et volailles) ; il existe une deuxième application concernant le veau, qui subit des conditions particulières d'élevage.

.../...

Tableau 20 : Caractéristiques des levures L et G (en p.100)

Caractéristiques	Levure L	Levure G
Humidité	8	3,0 - 7,0
Protéines brutes (N x 6,25)	68 - 70	60 - 62
Lipides après hydrolyse	1,5 - 2,5	8 - 10
Cendres	7,9	6,0
Calcium	0,3	0,01
Phosphore	1,5	1,6
Digestibilité pepsique	80	80

Source (34)

Tableau 21 Composition en acides aminés essentiels de diverses sources de protéines (en g/16 g d'azote)

	Normes FAO	* Levures	** Bactéries	*** Algues cyaphycees	Farine de poisson	Tourteau de soja
Isoleucine	4,2	5,3	4,3	6,0	4,3	4,8
Leucine	4,3	7,8	6,3	7,6	7,5	6,1
Lysine	4,2	7,3	5,4	5,0	7,4	6,1
Phénylalanine	2,8	4,3	4,1	5,0	4,4	4,9
Thréonine	2,8	5,4	4,0	4,6	4,5	4,0
Tryptophane	1,4	1,2	0,8	1,4	1,3	1,3
Tyrosine	2,8	4,0	3,1	4,0	3,5	3,5
Valine	4,2	5,8	4,9	6,5	5,6	5,0
Méthionine + cystéine	4,2	2,5	2,6	1,8	3,9	2,9

- * *Candida tropicalis*
- ** *Micrococcus* sp
- *** *Spirulina maxima*

Source (82)

Toutefois, les levures sont déficientes en méthionine (tableau 21) d'où l'intérêt d'une supplémentation de produit obtenu en acides aminés soufrés synthétiques, comme pour la plupart des protéines issues d'organismes unicellulaires.

2.1.2 Moisissures

Ce sont des champignons filamenteux consommés au Japon, en Indonésie et dans d'autres pays asiatiques.

Plusieurs moisissures sont cultivées pour la production de protéines.

.../...

Ce sont : Fusarium sp., Aspergillus niger , Aspergillus fumigatus.

Contrairement aux autres S. C.P., elles ne sont pas déficientes en acides aminés soufrés . Elles possèdent une structure mycélienne qui facilite la récolte de la biomasse et la texturation.

Les substrats utilisés sont du type traditionnels ; ils coûtent relativement cher.

Au Sénégal, l'expérimentation a été faite à l'aide d'Aspergillus niger, avec le manioc comme substrat. Le manioc est un produit contenant 90 p.100 de glucides et 1 à 2 p.100 de protéines. Après le traitement du substrat par les spores d'A. niger, le produit obtenu a été enrichi en protéines (16 p.100) et ne possède que 25 p.100 de sucre résiduel. Il se présente sous une forme solide, spongieuse contenant 63 p.100 d'eau et possédant apparemment une bonne qualité organoleptique. Les levures s'y trouvent à l'état non sporulé.

La technique est relativement simple, et le substrat est disponible en quantité suffisante pour permettre la production de cet aliment enrichi en protéines pour le bétail (77).

D'autres expériences ont été tentées à travers le monde, notamment en Inde par POZNANSKI et COLL (76). Elles ont utilisé des champignons et des bactéries, avec comme substrat les protéines du lait.

Les champignons sélectionnés sont : Penicillium roqueforti, Oospora lactis, Zygorrhynchus meelleri, Rhizopus oligosporus et une bactérie, (E. Coli)

La biomasse récoltée a subi un traitement pour briser les parois cellulaires, qui contiennent des mucoprotéines indigestes (résistantes aux enzymes du tube digestif). Le produit a ensuite été supplémenté en méthionine. Le pourcentage de protéine variait entre 40 et 45 p.100 et la valeur de l'azote protéique net entre 45 et 70 p.100 en fonction de la technique de désintégration des parois et de l'addition d' -méthionine.

3.2 Bactéries

Elles n'ont pas encore fait l'objet d'utilisation à des fins alimentaires jusqu'à ce jour. Mais c'est un groupe très important, avec des perspectives illimitées, si les substrats dérivés du pétrole sont disponibles.

Les principales bactéries utilisées au cours des expérimentations sont :

- Methanomonas sp ;
- Pseudomonas sp ;
- Hydrogenomonas ;
- Acinetobacter (Micrococcus) cérificans ;
- Echerichia coli.

Les principaux substrats sont le méthane et l'éthanol.

Deux grandes firmes (ESSO et NESTLE) ont développé depuis 1965 un programme de recherche ayant pour objectif la production de protéines bactériennes de haute qualité pour l'alimentation humaine.

La culture de ces bactéries pose des problèmes technologiques, à savoir la récolte de la biomasse, du fait de leur petite taille, elle ne peut se faire que par ultracentrifugation rapide.

Il faut protéger les cultures contre d'éventuelles contaminations par d'autres bactéries, ce qui est très difficile dans les conditions industrielles.

Les essais portant sur Acinetobacter ont donné de bons résultats, à condition de corriger la déficience en méthionine et de diminuer le taux d'acides nucléiques.

Le problème de tolérance se pose également, cette dernière étant très différente d'une bactérie à l'autre. Il semble que le poulet tolère bien E. Coli, alors qu'Hydrogenomonas et Aerobacter aerogenes sont mal tolérés par l'homme, entraînant des troubles digestifs et des éruptions cutanées.

.../...

Une expérimentation portant sur de très nombreuses bactéries non pathogènes a été menée au Sénégal au Laboratoire national d'Elevage et de Recherches vétérinaires (LIERV) (4). Des protéines d'organismes unicellulaires (POU) ont été produites à partir de coques d'arachide. Le but de cette étude était de produire des protéines d'organismes unicellulaires à partir de substrats cellulosiques avec une technologie simple. La culture se fait par fermentation continue pendant 48 h, et la récolte par décantation (au lieu de centrifugation). Le rendement est de 131 g pour 20 kg de coques d'arachides. Le produit est déficient en acides aminés soufrés. Le calcul de la valeur alimentaire s'est traduit par la confection de ration pour volailles, le produit entrant dans l'aliment pour 20 à 30 p.100. Les résultats ont été satisfaisants.

3.3 Algues microscopiques

Des algues microscopiques sont traditionnellement utilisées dans l'alimentation de certaines populations.

Par exemple les spirulines, qui se développent spontanément dans certains petits lacs situés à proximité du lac Tchad, ainsi que dans le Lac Texcoco au Mexique.

Il existe d'autres algues filamenteuses alimentaires :

- Spirogyra en Asie du Sud-Est ;
- Prasiola sp, en Inde (Himalaya) ;
- Phylloderma saccum, au Japon, sous le nom Sui Sen Zi NoRI.

Après la deuxième guerre mondiale, les européens ont cultivé des algues eucaryotiques (chlorelles, Scenedosmus), et ensuite les Spirulines.

Les spirulines du Tchad sont vendues traditionnellement sur les marchés locaux sous forme de galettes sèches verdâtres, appelées "dihe", qui entrent comme condiment dans les sauces. Elles sont récoltées dans les zones de décrue des petits lacs satellites du lac Tchad. Leur teneur en protéines est voisine de 50 p.100.

La culture de ces algues se fait à la lumière solaire, et en présence de gaz carbonique et d'ammoniac, qui représentent respectivement les sources d'énergie, de carbone et d'azote.

Dans les pays tempérés, l'insolation agit beaucoup sur le rendement. Dans les installations pilotes (France, Pays Bas, Grande Bretagne, Japon), les rendements varient suivant les saisons (3 à 12 g/m²/jour), alors que la production optimale est de 20 g/m²/j dans les bonnes conditions d'ensoleillement, ce qui correspond à une production annuelle de 73 tonnes par hectare, sur la base de 60 p.100 de protéines.

La culture se fait en couche dense, ce qui nécessite des grandes surfaces, et en présence d'air contenant 2 p.100 de CO₂.

La récolte est facile du fait de leur grande taille et de leur forme spiralée.

Sur le plan alimentaire, la présence de chlorophylle et d'autres pigments photosynthétiques déprécie la qualité. Les **mucoprotéines** de la paroi sont indigestes.

Pour les adapter à la consommation humaine, il faut décolorer ces produits et extraire les protéines, ce qui augmente sensiblement le coût de production.

Après cette étude, il est à remarquer que la production de Single Cell Protein dépend beaucoup des substrats utilisés, ainsi que des techniques de cultures et de récolte.

Actuellement du fait de l'inflation et des fluctuations des prix du pétrole, les recherches en ce domaine ont beaucoup ralenti. Ces techniques sont difficilement adaptables aux pays en voie de développement, sauf dans les pays où les Single Cell Protein prolifèrent spontanément ; leur culture est alors à promouvoir et à encourager.

De plus ces protéines doivent faire l'objet d'une recherche de toxicité plus importante, et les textes législatifs régissant le contrôle des denrées doivent leur être adaptés.

.../...

En revanche, pour l'alimentation du bétail, et en particulier des monogastriques, ces protéines ont déjà fait leurs preuves (levures cultivées sur alcanes).

TROISIEME PARTIE : PRODUCTION ET IMPORTANCE DES PROTEINES AU SENEGAL

Chapitre 1 : PRODUCTION ET IMPORTANCE DES PROTEINES CONVENTIONNELLES.

1. Production

1.1. Protéines d'origine végétale

Les protéines d'origine végétale sont représentées par les céréales d'une part, et par les légumineuses d'autre part.

1.1.1. Céréales

Selon les statistiques du Ministère du Développement Rural, la production céréalière est très fluctuante. Ceci s'explique par le fait que celle-ci repose sur des cultures pluviales. La contrainte principale au développement de l'agriculture est l'absence de la maîtrise de l'eau, mais il y a aussi la lutte phytosanitaire qui mérite une attention particulière.

La production céréalière qui est insuffisante est complétée par l'aide internationale et les importations. Les stocks des paysans et ceux du Commissariat à la Sécurité alimentaire peuvent être également sollicités en cas de pénurie. Pour évaluer les besoins en céréales, l'Etat établit chaque année un bilan céréalier, qui estime la consommation, la production, le stock disponible, ainsi les importations et l'aide alimentaire à programmer. A titre d'exemple nous avons présenté ci-dessous le bilan "céréalier" de 1986 à 1987.

Année

-

1986 1987

B I L A N C E R E A L I E R

- besoins nets céréales 170 kg/tête	:	1 169 000 tonnes	(pour 6 880 000 habitants)
- résultats nets de la production de la campagne :			
mil	:	352 560 tonnes	
sorgho	:	92 820 "	
maïs	:	75 660 "	
riz	:	84 000 "	
sorgho de décru	:	17 160 "	
- importations commerciales programmées :			
Riz Caisse de Péréquation et de Stabilisation des prix (CPSP):	:	255 000 "	
Riz privé	:	85 000 "	
Blé CPSP	:	84 000 "	
- Stock annuellement disponible	:	9 360 tonnes	
- évaluation stock rural	:	39 000 tonnes	
- aide alimentaire programmée	:	97 000 tonnes	
. besoins nets céréales 170kg/tête	:	1 169 000 "	
. production nette campagne 86/87	:	622 000 "	
. déficit structurel net	:	547 000 "	
. disponibilités potentielles			
importations de riz	:	340 000 tonnes	
importations de blé	:	84 000 "	
stocks CSA	:	9 360	
stocks ruraux	/	39 000 "	
aide alimentaire programmée	:	97 000 "	
		<hr/>	
total		569 360	
EXCEDENTS	:	32 360 tonnes	
Les coefficients de transformation utilisés sont :			
mil, sorgho, maïs	:	72 p 100	
blé	:	70 p 100	
riz importé	:	100 p 100	
riz paddy	:	70 p 100	

C'est à partir de ce type de bilan que se calcule la consommation apparente des différentes céréales (tableaux 22 et tableaux 23). Ces tableaux donnent la production nette, les importations et les aides de 1976 à 1984. Le total de chaque année varie peu du fait que l'aide, et les importations sont là pour combler les déficits. En raison de l'accroissement démographique, le total change légèrement d'une année à l'autre, mais la consommation reste toujours voisine de 170 kg par tête.

Tableau 22 : Consommation apparente de mil et de sorgho de 1976 à 1984 (en milliers de tonnes)

Année	Production nette (1)	Importation (2)	Aide (3)	Total
1976	554	43	16	613
1977	456	49	11	516
1978	378	60	73	511
1979	722	4	11	737
1980	469	31	8	508
1981	490	21	12	523
1982	662	16	-	678
1983	527	72	25	624
1984	317	80	78	475

(1) Statistiques du MDR (moins 10 p100 pour pertes et pour semences (5)

(2) Statistiques douanières (5)

(3) Statistiques USAID (5)

Selon le projet RAPID II SENEGAL (70), le taux d'auto-suffisance en mil et en sorgho était de 130,8 p100 en 1986, alors qu'il est passé à 84,9 p100 en 1987. Ces fluctuations peuvent s'expliquer par le fait que ce sont des productions qui dépendent du climat et de la composante population.

Si on considère que la population s'accroît chaque année, on peut dire que le Sénégal s'éloigne de l'autosuffisance céréalière.

.../...

TABLEAU 23 : Consommation apparente de riz, de maïs et de blé de 1976 à 1984
(en milliers de tonnes)

		1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
RIZ (décortiqué)	Production nette (1)	79	75	38	88	58	39	76	57	65
	Importation (2)	226	228	228	259	280	322	370	362	360
	Aide (3)	9	11	31	7	67	9	3	40	2
	Total	314	314	297	354	405	370	449	459	427
MAIS (Grains)	Production nette (1)	40	39	30	49	41	51	85	74	61
	Importation (2)	15	14	35	9	20	-	-	-	5
	Aide (3)	-	-	-	-	11	10	-	5	8
	Total	55	53	65	58	71	61	85	79	74
BLE (Grains)	Importation (2)	120	96	142	107	87	108	112	106	80
	Aide (3)	9	11	31	9	14	30	28	30	43
	Total	129	107	173	116	101	138	140	136	123

(1) Statistiques MDR (moins 10% pour pertes et semences) (5)

(2) Statistiques USAID (5)

(3) Statistiques USAID et Bilan de la filière (Ministère du Plan) (5).

La production de riz varie entre 80 000 à 100 000 tonnes, alors que la consommation est actuellement de l'ordre de 400 000 à 450 000 tonnes. Ainsi le Sénégal prévoit une augmentation de la production de céréales irriguées (Figure 19), qui devrait atteindre environ 500 000 tonnes à l'an 2010. Mais il s'avère que l'aménagement des terres du delta coûte aussi cher que les barrages (environ 220 milliards de F CFA).

Le Sénégal produit des légumineuses, plus riches en protéines et qui complètent bien l'alimentation des ruraux.

.../...

Figure 16 : CONSOMMATION APPARENTE DE MIL ET DE SORGHO DE 1976 A 1984

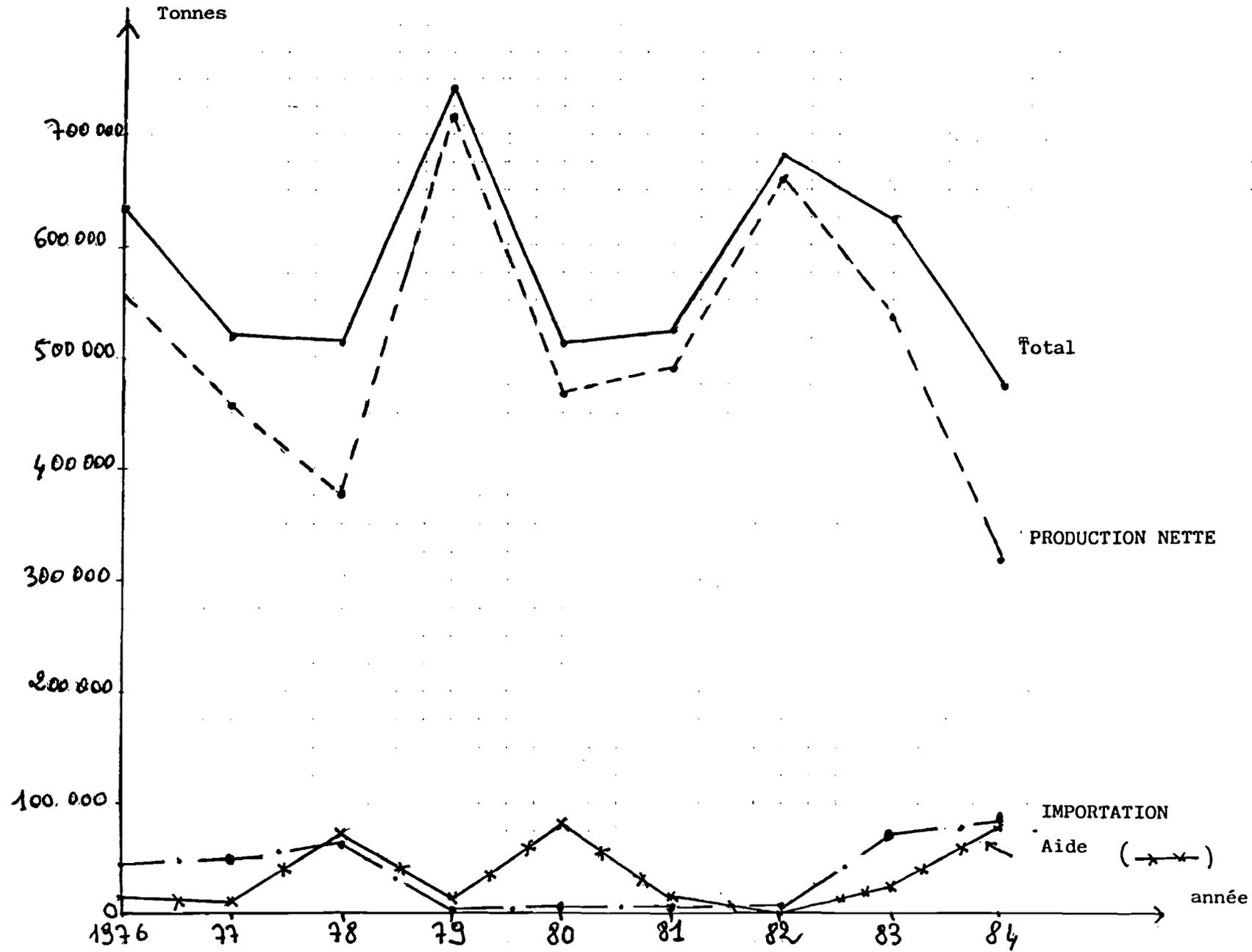


FIGURE 17 : CONSOMMATION APPARENTE DE RIZ DE 1976 A 1984

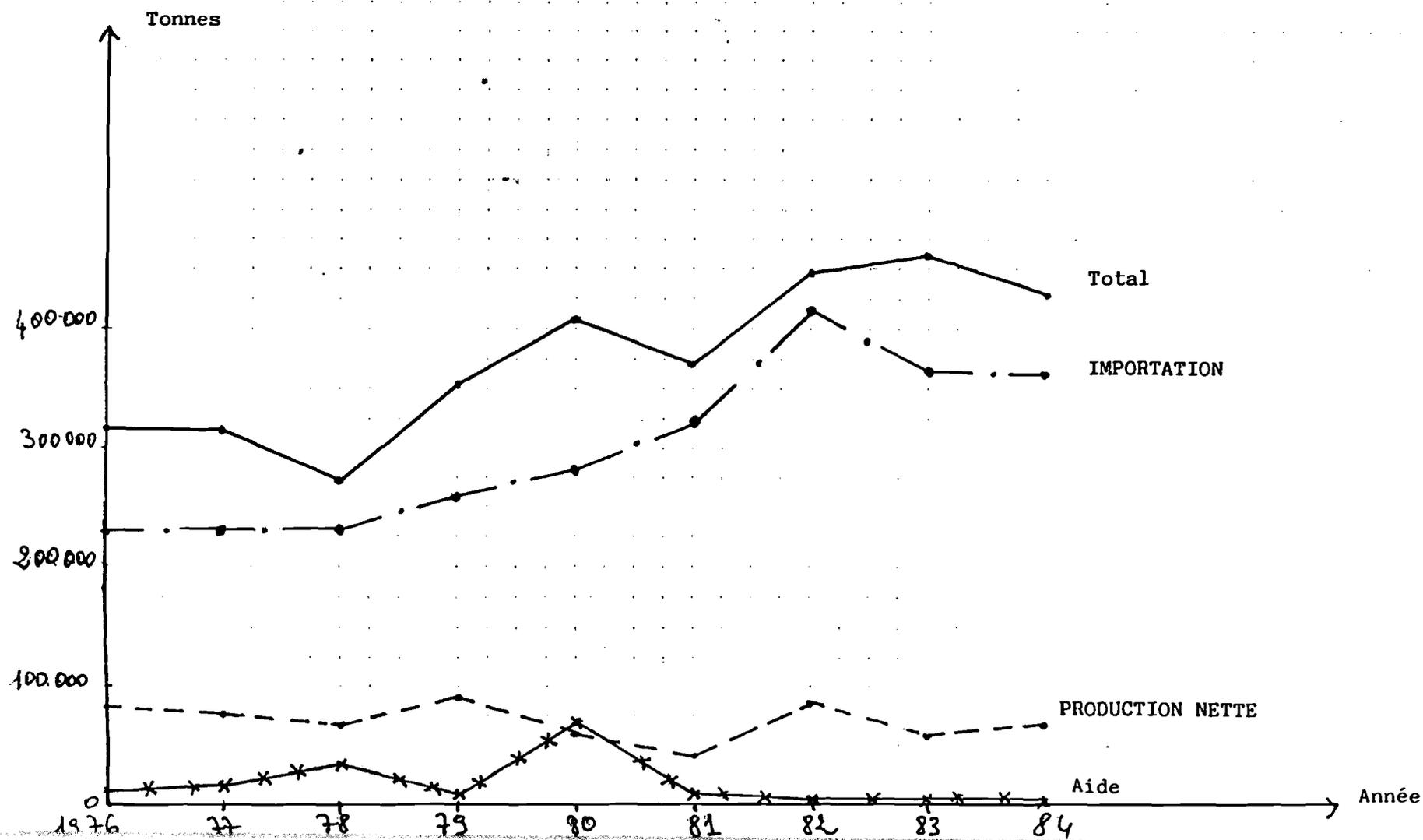
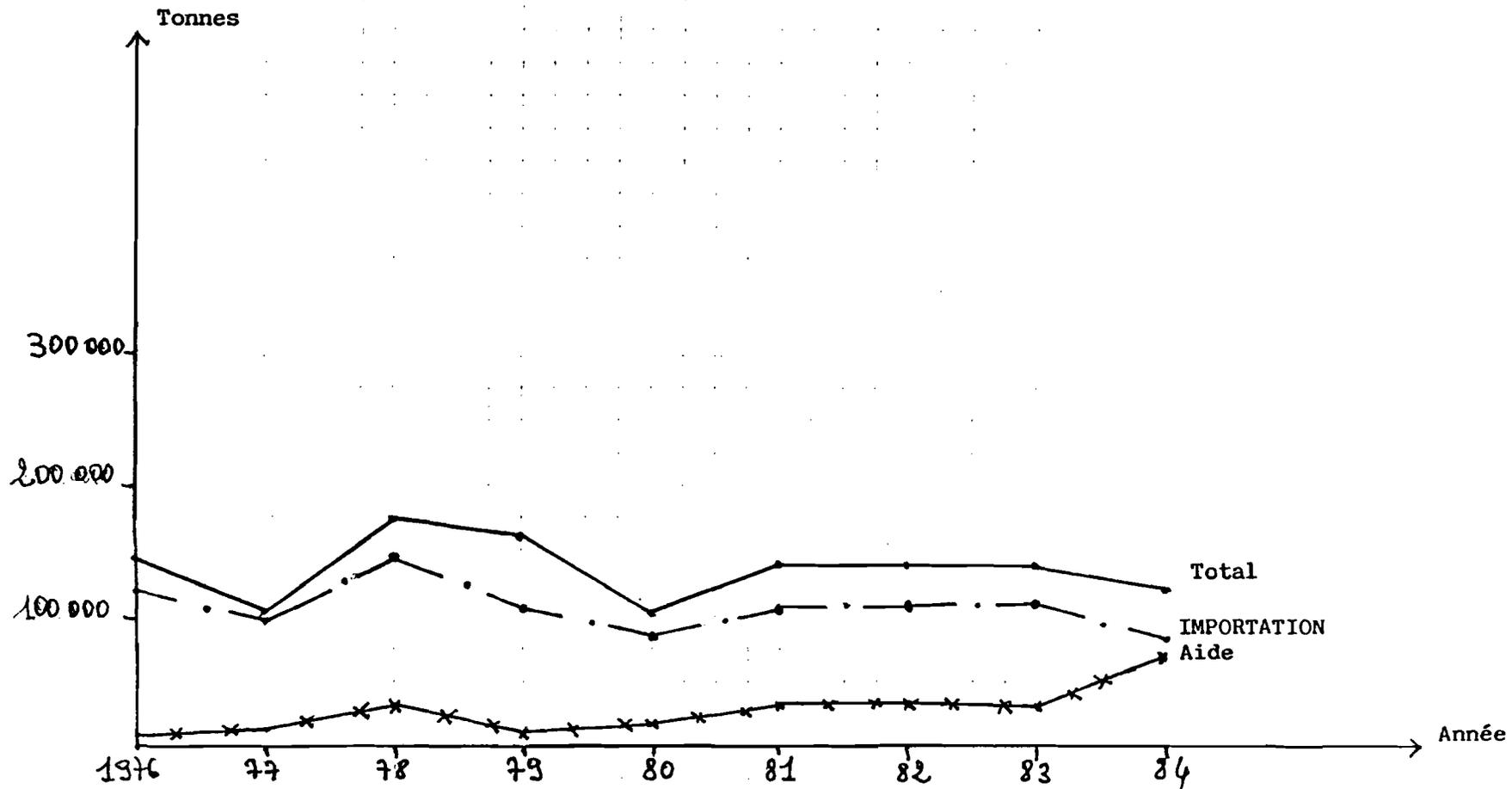


FIGURE 18 : CONSOMMATION APPARENTE DE BLE DE 1976 A 1984



1.1.2. Légumineuses

Comme toutes les autres productions dépendant des cultures pluviales, celles des légumineuses sont fluctuantes (tableau 31). La particularité de l'arachide est que 90% de sa production est commercialisée, le paysan ne gardant que 2% environ pour son autoconsommation. Depuis trois ans, avec la nouvelle politique agricole, il est obligé de garder une partie de sa récolte pour les semences suivantes, soit environ 8%.

Le niébé est produit dans presque tout le pays, et occupe une place importante dans l'alimentation des ruraux. Sa disponibilité pendant l'hivernage et la période de soudure enrichit le régime alimentaire.

L'objectif du gouvernement est d'étendre la surface cultivable de 62 100 hectares à 138 000 hectares, avec un rendement de 1000 kg/ha, ce qui permettrait d'augmenter la production actuelle de 62 000 tonnes à 138 000 tonnes. Les terres cultivables disponibles sont celles de la région Nord et du bassin arachidier.

TABLEAU 24 : Productions agricoles d'arachide et de niébé de 1979 à 1987 (en tonnes)

	1979/80	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86	1986/87
Arachide d'huilerie	787 000	530 000	878 365	1 091 200	559 228	669 228	575 909	800 000
Arachide de bouche	8 200	3 400	5 342	18 224	9 000	13 185	10 747	60 000
Niébé	18 800	17 040	25 800	10 869	12 853	15 795	65 966	54 263

(Source (79)

Le rendement actuel du niébé se situe entre 400 et 600 kg/ha. Les protéines des végétaux couvrent 64,5% des besoins, le reste étant assuré par les productions des animaux.

.../...

1.2. Protéines d'origine animale

1.2.1. Production de viandes

1.2.1.1. Viandes de boucherie et de volailles
les bovins, ovins et caprins
fournissent **77p100** de la production,
les volailles 12p100, les porcs et autres espèces 11 p100.

La consommation de viande a été en 1984 de 10,3 kg par personne par an. Ceci correspond à 28,22g par personne et par jour.

Le Sénégal est donc actuellement loin de la couverture des besoins en protéines d'origine animale de sa population. Pour faire face à ce déficit le gouvernement autorise l'importation de produits **carnés** en allégeant les taxes douanières. Une grande quantité de viandes congelées de bovins et de volailles a été ainsi importée depuis 1987 - soit 350 tonnes en 1988, 410 tonnes en 1978 et 4271 tonnes en 1987.(68).

L'évaluation de la production se fait à partir de l'estimation des abattages (contrôlés ou non).

Les abattages contrôlés s'effectuent principalement dans les abattoirs des grandes villes et secondairement dans les tueries des petites villes. Le tableau 25 montre l'évolution des abattages contrôlés de 1981 à 1987.

.../...

Tableau 25 : Evolution des abattages contrôlés de 1981 à 1987
(en tonnes)

Année	Abattages contrôlés	Variations annuelles (en %)
1981	24 165	+ 3,7
1982	21 761	- 9,9
1983	22 479	+ 3,3
1984	26 915	+ 19,7
1985	24 285	- 9,8
1986	24 639	+ 1,5
1987	20 255	- 17,8

source (14)

L'estimation des abattages incontrôlés se fait à la SERAS par le biais des cuirs et peaux. Les cuirs et peaux des animaux abattus clandestinement sont vendus à la SERAS. Ceci permet de se faire une idée du volume des abattages clandestins (tableau 26).

C'est un abattage qui intéresse surtout les petits ruminants ; il est l'oeuvre des gargottiers et des bouchers clandestins.

Les rapports entre les abattages contrôlés et le total des abattages d'une part, et entre les abattages contrôlés et les cuirs et peaux commercialisés d'autre part, montrent l'ampleur des abattages qui se font en dehors des abattoirs. Il y a donc lieu de mener une politique d'information sur les dangers que constituent ces abattages sur le plan sanitaire.

Les abattages de la Tabaski intéressent d'autre part environ 600 000 petits ruminants.

TABEAU 26 : Estimation du nombre total d'abattages en 1985

	Ligne	Unité	Bovins	Ovins	caprins	Porcins	camelins	Equins	Asins
Abattages contrôlés	1	Nombre	158645	215196	131344	12795	72	207	12
Majoration (a)	2	Nombre	91355	132804	159656	.	.	.	.
Cuir + peaux commercialisés par la SERAS (b)	3	Nombre	25000	34800	29100	.	.	.	.
Majoration (c)	4	Nombre	20000	35200	15900	67205	108	311	18
Total abattages	5	Nombre	270000	700000	450000	80000	180	518	30
Rapport 1/5	6	P.100	59	31	29	16	40	40	40
Rapport 1/3	7	P.100	63	62	45	.	.	.	.
Rapport 3/5	8	P.100	93	93	65	.	.	.	.

(a) différence entre ligne 3 et ligne 1

(b) rapport annuel 1985 SERAS

(c) Cette majoration tient compte de l'étude du secteur agricole, filière élevage, et des ajustements qui s'imposaient après diverses consultations.

source (25)

Pour la production la viande de volailles, il existe deux types d'aviculture, l'une traditionnelle et l'autre moderne. La production de l'élevage traditionnel est plus importante que celle de l'élevage moderne. Mais ce dernier est en nette progression, surtout au niveau des centres périurbains.

Tableau 27 : Production et consommation de viande de volailles locales en 1984.

Type d'aviculture	Traditionnelle	Moderne	Totaux
Effectifs	7 500 000	1 500 000	9 000 000
Taux d'exploitation	100 p 100	95 p 100	
Coût annuel	3 p 100		
Volailles abattues	7 500 000	1 425 000	8 925 000
Poids moyens en kg	0,8	1,15	
Tonnages	6 000	1 639	7 639
kg/habitant	0,95	0,26	1,21

Source (25)

L'élevage des lapins se développe également à côté de celui des volailles. Il peut contribuer à une **augmentation de l'offre en protéines** carnées. Il n'existe pas de données chiffrées officielles s'y rapportant.

1.2.1.2. Viande de chasse

L'estimation de la production se fait par le biais des abattages contrôlés. Seuls les animaux abattus par les chasseurs détenteurs de permis de chasse sont recensés.

Le tableau (28) expose les abattages contrôlés pendant deux saisons de chasse. En comparant les abattages de 1985/86 à ceux de 1984/85, il apparaît que la grande chasse est en régression alors que la petite chasse est en nette augmentation.

Dans les zones peu giboyeuses, la consommation de reptiles est très importante. Par exemple, à BOSF M'BALEM (Région de Fatick) selon les enquêtes de DIOUF (26), 32 individus durant l'année 1982-1983 on consommé :

.../...

Tableau 28 : Abattages contrôlés

	Espèces	1984/1985	1985/1986
M A M M I F E R E S	Lion	1	1
	Buffle	14	6
	Bubale	7	5
	Hippotrague	12	7
	Cobe de fassa	1	3
	Cobe de buffon	1	-
	Ourébi	2	2
	Céphalophe	9	2
	Redunca	1	-
	Phacochère	588	585
	Lièvre	218	448
O I S E A U X	Francolin	12 864	22 224
	Pintade	752	665
	Poule de pharaon	78	64
	Tourterelle	12 764	15 164
	Caille	298	1 14 ⁹
	Pigeon vert	816	3 150
	Ganga	4 503	5 008
	Pigeon	2 724	1 156
	Poule de roche	31	153
	Sarcelle	1 115	120
	Dendrocygne	438	-
	Oie de Gambie	33	-
	Oie caronculée	14	-
	Bécassine	96	387
	Oie d'Egypte	14	-

Suite tableau 28

:	:	:	:	:
:	: Canard siffleur	: 215	: 192	:
:	:	:	:	:
:	: Canard pilet	: 66	: 19	:
:	:	:	:	:
:	: Canard souchet	: 23	: 8	:
:	:	:	:	:
:	: Poule d'eau	: 9	: -	:
:	:	:	:	:
:	: Pluvier	: 12	: -	:
:	:	:	:	:
:	: Barge	: 6	: -	:
:	:	:	:	:
:	: Chevalier	: -	: 8	:
:	:	:	:	:
:	: Total	: 37 721	: 50 526	:
:	:	:	:	:
:	:	:	:	:

- 122,01 kg de reptiles (soit 3,81 kg par individu)
- 11,50 kg d'oiseaux (soit 0,36 kg par individu)
- 24,45 kg de mammifères (soit 0,76 kg par individu).

Néanmoins, la production de viandes de chasse influence très peu la production nationale de viandes. Elle n'est importante que dans certaines régions (Tambacounda, Ziguinchor, Kolda).

1.2.2. Productions de la pêche

La pêche est l'un des sous-secteurs les plus importants du secteur primaire. C'est un pourvoyeur de devises, mais aussi de protéines d'origine animale de bonne qualité et à un prix de revient relativement faible. Ce sont en effet celles qui coûtent le moins cher, tant pour l'alimentation de l'homme que pour celle du bétail. Le consommateur sénégalais couvre **47 p100 de ses besoins** en protéines animales à partir des produits de la pêche (30).

1.2.2.1. Techniques d'exploitation

Il existe au Sénégal une pêche continentale et une pêche maritime ; la seconde, de loin la plus importante, est subdivisée en pêche artisanale et en pêche industrielle.

1.2.2.1.1. Pêche continentale

Elle se pratique surtout au Nord du Pays, au niveau du Fleuve Sénégal, du Lac de Guiers et de la Falémé. Elle est placée sous la tutelle du Ministère de la Protection de la Nature, division des pêches et piscicultures **continentales**, à la Direction des Eaux et **Forêts**.

1.2.2.1.2. Pêche maritime

1.2.2.1.2.1. Pêche artisanale

C'est une pêche mettant en oeuvre des moyens de production traditionnels ou améliorés. Elle se singularise par :

- la durée des sorties relativement courte ;
- la fréquentation de la zone côtière ;
- la détention des moyens de production par des particuliers.

Il existe une pêche artisanale traditionnelle et une pêche artisanale améliorée.

- Pêche artisanale traditionnelle.

Le moyen de production est la pirogue. C'est une embarcation taillée dans du bois. Elle présente l'avantage d'être utilisée depuis longtemps par les pêcheurs et d'accoster directement sur les plages.

Le parc piroguier est en nette évolution et plus de 60 p100 des pirogues sont motorisées (30).

- Pêche artisanale améliorée

Elle diffère de la précédente par le moyen de production : la pirogue améliorée, appelée cordier. C'est un bateau long de 13 m, équipé d'un moteur fixe et d'une cale isotherme d'une capacité pouvant atteindre 5 tonnes. Il permet d'effectuer une pêche semi-industrielle.

Actuellement le plan cordier se heurte à des difficultés, et le programme a presque échoué. Il connaît des baisses de rendements très importantes, comme le montre le tableau 29.

Tableau 29 : Evaluation des débarquements de la pêche cordière et de la pêche artisanale traditionnelles (en tonnes)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Débarquement pêche artisanale traditionnelle	196810	147720	140340	143180	172095	173000 (1)
Débarquement pêche cordière	540	800	890	500	520	360

(1) Données provisoires.
Source (SERA/DOPM) (30)

Le moyen le plus sûr d'accroître les productions de la pêche artisanale est de laisser aux pêcheurs leurs pirogues traditionnelles, en apportant quelques améliorations comme l'installation de moteurs hors-bord diésel (pour diminuer les coûts de productions) et de cales isothermes (pour maintenir la fraîcheur des produits de la pêche).

1.2.2.1.2.2. Pêche industrielle

En fonction des engins utilisés et des espèces visées, elle se subdivise en pêche thonière, chalutière et sardinière. Sa production atteint 110 000 tonnes par an. Ce qui équivaut à 40 p100 en tonnage et 60 p100 en valeur de la pêche globale (49). Les unités de pêche sont gérées par des sociétés d'armement maritime. Elle est caractérisée par la présence de nombreuses unités étrangères.

1.2.2.1.2.3. Aquaculture

Elle est instituée par l'élevage des crevettes, des huîtres et des poissons.

- la crevetticulture :

La presque totalité de la production artisanale vient de la région du Fleuve Casamance. Elle couvre 25 p100 de la production de crevettes (la pêche chalutière fournissant 75 p100 du tonnage), soit 4 300 à 6 300 tonnes par an ces dernières années, dont 1200 à 1800 tonnes pour la production artisanale.

- L'ostreiculture

C'est une forme d'élevage pratiquée depuis longtemps par les populations de la Petite Côte, des Iles du Saloum et de l'estuaire de la Casamance.

L'ostreiculture sénégalaise peut être assimilée à la cueillette des huîtres des palétuviers par les femmes. La production est actuellement de 35 000 à 45 000 douzaines par an.

- la pisciculture

Elle est pratiquée au nord (Richard Toll et Dagana). La pêche a été fermée de 1984 à 1986 sur le fleuve, c'est ce qui a été à l'origine de la reprise de l'activité de pisciculture. La production est de 12 tonnes par semestre.

1.2.2.2. Quantités produites

Elle est importante, mais seule une partie est consommée, soit à l'état frais, soit après transformation artisanale. L'autre partie est exportée. la totalité de la production industrielle est exportée, de même qu'une partie de la production artisanale.

Tableau 30 : Production actuelle de poissons au Sénégal (en milliers de tonnes par an).

Pêche	Productions actuelles		
	Sénégalaise	Etrangère	Total
Pélagiques côtières	130	-	130
/ Démersales	côtières	8	103
	profondes	11	13
Pélagiques océaniques	13	12	25
Artisanale		-	160
	Industrielle	31	111
Total	240	31	271

Source (30)

Les productions nationales sont ici surévaluées, alors que les productions étrangères sont sousévaluées, car ce sont les capitaines des bateaux qui déclarent leurs captures.

30 p100 de la production artisanale est transformée en vue de la consommation locale et de l'exportation, soit 20 000 tonnes par an. Les principaux produits transformés sont :

- le grillé-séché (Kéthiakh) ;
- le séché-fumé (Tambadiang) ;
- le fermenté-séché (Guedj).

1.2.3. Production de lait et de produits laitiers

La production locale est assez faible (tableau 31).

La consommation locale en lait frais est de 18 litres par personne et par an, mais elle est très variable en fonction de la population (urbaine ou rurale). Actuellement avec les importations, ce chiffre est de 46 l (tous laits confondus, consommation rurale et urbaine). Le lait en poudre importé alimente l'essentiel des industries laitières ; la quantité importée annuellement est d'environ 183 000 tonnes (68).

Les produits laitiers comme les crèmes, beurres et fromages sont partiellement ou totalement importés. Ils ne servent qu'à l'alimentation des grandes villes. Le Sénégal a importé en 1987 : 1883 tonnes de beurre, 545 tonnes de fromage , 74 tonnes de crème.

Tableau 31 : Production de lait en 1984

	BOVINS			OVINS	CAPRINS	TOTAL
	:Elevage :traditionnel	:Elevage :moderne	: : Total			
Femelles traitées	770 000	210	770 210	1 000 000	500 000	
Production annuel: le par tête (li- tre)	150	3000		10	15	
Tonnages produits	115 500	630	116 130	10 000	7 500	133 630
kg/habitant	18,33	0,1	18,43	1,59	1,19	21,21
Source (25)						

1.2.4. Production d'oeufs et d'ovoproduits

En matière de production d'oeufs, les chiffres sont très contradictoires du fait de l'existence d'un élevage traditionnel et d'un élevage moderne. D'après le Plan d'Action de l'Elevage

(69), la consommation d'oeufs était de 50 par habitant et par an en 1984, alors qu'en 1981 les experts avançaient le chiffre de 5,4 oeufs par habitant et par an, avec une production nationale de 54 millions d'unités.

D'après les estimations faites par la Société Sénégalaise des Engrais et des Produits Chimiques (S.S.E.P.C.) et les experts de Sanders en 1980, lors d'une étude sur les possibilités de développement de l'aviculture industrielle au Sénégal, citée par LEGRAND (61) il en ressort que la production industrielle d'oeufs est de 37 800 000 unités. Alors que la consommation est de 200 oeufs pour les libanais et les européens, 365 oeufs pour les touristes et 20 oeufs pour les Africains. Néanmoins l'objectif à atteindre dans le sixième plan est de 52 oeufs par habitant et par an.

1.2.5. Production de miel

Actuellement la production locale est en nette régression. De 300 tonnes en 1974, elle est passée à 34,5 tonnes en 1978. Les principales régions productrices sont celles de Ziguinchor, Kolda, Tambacounda, Kaolack, Thiès (Niayes) et la vallée du Fleuve Sénégal.

2. Contraintes à la production

Ces contraintes se situent à trois niveaux :

- les productions agricoles ;
- les productions de l'élevage ;
- les productions de la pêche.

2.1. Productions agricoles

Les contraintes sont surtout liées à des facteurs climatiques. Les longues années de sécheresse, avec comme conséquence l'avancée du désert, ont contribué à diminuer la production. Mais il existe aussi des facteurs techniques qui ont joué un rôle négatif, à savoir :

- une mauvaise gestion des coopératives ;
- un encadrement trop dirigiste qui ne répondait pas à la volonté des paysans ;

- des moyens de production chers (engrais, semences, matériel agricole), ce qui obligeait les paysans à s'endetter. Cela a amené l'Etat à éponger les dettes ; d'où la mise en place d'une nouvelle politique agricole. Cette dernière ne permet ni la subvention, ni le crédit par l'Etat. Le paysan doit s'adresser aux banques pour avoir les moyens de production.

- des importations d'autres céréales (riz et blé) ;

- des pertes importantes au niveau des cultures et des récoltes (difficulté de mettre en place un plan de lutte phytosanitaire efficace).

2.2. Productions de l'élevage

Ici, trois contraintes majeures sont à la base de la diminution de la production.

- l'alimentation :

L'élevage dominant au Sénégal est de type extensif. Les animaux ne disposent donc que de fourrage, dont le disponible est insuffisant en période de soudure. De plus, il existe une déforestation intense qui menace le bétail.

- l'abreuvement

Il existe une forte concurrence entre l'homme et l'animal. Le déplacement des animaux est souvent important pour aller vers les points d'eau. Les forages posent le problème de maintenance et d'approvisionnement en gazoil. A cela s'ajoute la pluviométrie capricieuse.

- La santé animale

Les maladies infectieuses et parasitaires entraînent des mortalités et des baisses de production. L'action des services vétérinaires est insuffisante pour remédier à cet état de fait.

Les contraintes à la production de viande de chasse sont presque les mêmes que celles de l'élevage. La chasse connaît une nette baisse, due au recul de la farine. En effet, les années de sécheresse successives ont amené une dégradation considérable des biotopes.

L'action de l'homme aussi a été néfaste par l'occupation des sols et par le braconnage. Une surutilisation de la faune peut entraîner la disparition de certaines espèces, notamment du gibier à poil, où la plupart des espèces n'existe que dans les réserves naturelles et font l'objet d'une protection intégrale.

2.3. Productions de la pêche

Il existe des contraintes au niveau de la pêche artisanale et de la pêche industrielle.

Pour la pêche artisanale traditionnelle et améliorée, l'armement est caractérisé par sa vétusté. Pour les pirogues motorisées, le gazoil coûte cher. De plus il existe une concurrence sévère avec la pêche industrielle. De ce fait il y a une chute des productions et des rendements. La qualité des produits issus de cette pêche est encore à améliorer, ce qui pose de sérieux problèmes d'approvisionnement pour les zones éloignées de la Côte.

Pour la pêche industrielle, l'investissement important que cela demande est presque inaccessible à l'épargne nationale (30).

De ce fait, les industries locales sont tributaires des débarquements des navires étrangers, ce qui constitue pour elles une menace grave si ces bateaux cessent de le faire. Face à cette situation, l'Etat a signé un accord de pêche avec la Communauté Economique Européenne (CEE) pour que leurs navires pêchant dans les eaux sénégalaises débarquent obligatoirement 20 000 tonnes de thon par an. les bateaux sénégalais ne fournissent que 15 p100 de la matière première aux usines locales.

A cela s'ajoute le pouvoir d'achat très faible des consommateurs de l'intérieur et les contraintes sanitaires que ces produits de la mer engendrent.

Après l'étude de la production, nous allons à présent examiner l'importance alimentaire, sanitaire et économique de ces produits.

.../...

3. Importance

3.1. Importance alimentaire

3.1.1. Protéines d'origine végétale

Les céréales ont une valeur nutritionnelle en protéines très élevée sur le plan quantitatif. En effet, leur teneur protéique est de 7,5 p100 pour le riz, 9,5 p100 pour le maïs, 10,1 p100 pour le sorgho, 11 p100 pour le mil. Ces chiffres ne permettent pas de qualifier le produit, car l'oeuf qui constitue la protéine de référence n'a que 12% de protéines (tableau 32 et 33).

Tableau 32 : Teneur en acides aminés de l'oeuf, du mil, du niébé et de l'arachide

Acide aminé	Oeuf	Mil	Niébé	Arachide
Arginine	6,4	4,7	-	-
Histidine	2,1	2,1	-	-
Lysine	7,2	2,6	8,0	3,8
Tryptophane	1,5	2,3	1,1	1,1
Cystéine	2,4	1,25	2,1	2,6
Méthionine	4,1	2,6	-	-
Thréonine	4,9	4,9	4,4	2,8
Leucine	9,2	17,4	8,4	6,8
Isoleucine	8	4,3	4,6	3,6
Valine	7,3	5,65	5,1	4,9

Source (8)

L'arachide est déficiente en lysine, mais les légumineuses manquent surtout d'acides aminés soufrés. Elles sont presque toutes riches en lysine, d'où leur aptitude à compléter les céréales.

.../...

Tableau 33 : Protéines, digestibilité, valeur biologique, coefficient d'efficacité protéique de quelques denrées alimentaires.

Produit	Protéine (p 100)	Digestibilité	Valeur biologique	Coefficient d'efficacité protéique
Oeuf entier	12,8	97	99	4,2
Maïs	9,2	93	54	0,9
Millet	6,2	91	62	1,9
Riz	7,6	96	70	2,1
Farine de blé	13,3	91	64	1,6
Niébé	19 à 23			
Arachide	23 à 25			

Source 513)

Sur le plan nutritionnel, les légumineuses sont moins digestes ; selon Besançon (8), leurs protéines sont moins facilement attaquables par les enzymes digestives que les protéines animales.

3.1.2. Protéines d'origine animale

3.1.2.2. Viandes, lait, oeufs

Les protéines dérivées des produits animaux constituent un aliment de choix pour l'homme. Elles ont une efficacité protéique très élevée, car leur composition est proche de celle des protéines de l'organisme humain. La teneur en protéines varie entre 12 à 20 p 100 , mais qualitativement ce sont les meilleures ; (tableau 34).

Tableau 34 : Protéines, digestibilité, valeur biologique, coefficient d'efficacité protéique de quelques denrées alimentaires.

Denrée	Protéine (p100)	Digestibilité	Valeur biologique	Coefficient d'efficacité protéique
Viande de boeuf	18,5	97	74	2,4
Fromage	25,0	98	75	2,5
Viande de poulet	20,2	93	75	-
Poisson entier	18,8	95	85	3,1
Farine de poisson	80	97	75	-
Lait écrémé en poudre	36	97	85	-

Source (13)

Mais ceci n'empêche pas que certains de ces produits sont déficients en un ou plusieurs aminés (tableau 35).

Tableau 35 : Classe chimique et facteur limitant de quelques denrées alimentaires.

Source	Facteur limitant	classe chimique
Oeuf	néant	100
Lait	Méthionine	71
Viande	Méthionine	53
Soja cuit	Méthionine	49
Blé	Lysine	37

Source (60)

Il existe une petite différence entre les viandes d'animaux domestiques et d'animaux sauvages. Selon DE VOS, cité par DIOUF (26), les viandes ont à peu près la même valeur nutritionnelle,

sauf au niveau de la teneur en lipides, celles d'animaux sauvages étant plus maigres. Le rapport protéines sur lipides de ces dernières est donc supérieur à celui observé dans le cas du bétail domestique.

3.1.2.3. Produits halieutiques

La consommation de produits de la pêche est très importante au Sénégal, de l'ordre de 26 kg par habitant par an (64). Ce chiffre est une moyenne ; il varie en beaucoup selon les régions. Cette consommation n'est déterminée que par le fait de l'urbanisation ou de la proximité de la côte. Ainsi à DAKAR la consommation est de 45,9 kg par habitant et par an, alors qu'à Louga elle n'est que de 7,9 kg. La moyenne mondiale se situe dans les 12 kg par habitant et par an (42). La farine de poisson destinée au bétail est presque exclusivement exportée.

Outre la quantité consommée les produits halieutiques ont une valeur nutritive très élevée.

3.1.2.3.1. Valeur nutritive des poissons

La composition chimique est très variable et dépend de l'espèce, de l'âge, de l'état sexuel. Cette variation est surtout marquée dans la distribution des lipides. En ce qui concerne, les poissons, ils se distinguent en :

- poissons maigres : leur teneur en lipides est inférieur à 5 p 100 (sole, dorade, ethmalose sardinelle, carangue, merlan) ;

- poissons demi-gras : leur teneur en lipides est comprise entre 5 à 10% (Sardine, hareng, maquereau).

- poissons gras : leur teneur en lipides est supérieure à 10 p 100 (anguille, thon)

La teneur en protéine varie entre 15 à 24 p100, mais leur valeur nutritive est presque égale à celle de la viande, selon une échelle de valeurs établie par la FAO qui prend comme référence la protéine de l'oeuf en lui attribuant la note 100 (tableau 36).

Tableau 36 : Echelle de valeurs pour les protéines

Aliments	Notes
Oeufs	100
Poisson	83
Viande	82
Lait	75
fromage	75

source (26)

3.1.2.3.2. Valeur nutritive des autres produits de la mer

Ce sont les crustacés et les mollusques

- crustacés :

leur valeur nutritive et leur composition chimique sont presque égales à celles des poissons maigres.

- mollusques

L'huître est l'espèce la plus importante de par sa composition chimique selon MARCHE-MARCHADÉ cité par LO (63). Cette dernière est proche de celle du lait. C'est un aliment très complet, consommable à l'état vivant ou cuit.

Tableau 37 : Compositions comparées du lait et de l'huître (en %)

	Composés azotés	Lipides	glucides	Eau	Sel
Huître	3	4	5	87	1
Lait	7	2	4	85	2

Source : (63)

.../...

3.2. Importance sanitaire

Le problème se pose différemment selon qu'il s'agit des produits végétaux, le problème le plus sérieux est la présence de nombreuses substances toxiques pouvant être dangereuses pour l'homme et pour les animaux. Elles sont soit une composante de la plante, soit le résultat d'une contamination extérieure (tableau 38). Les végétaux subissent souvent des traitements avant la consommation (traitement thermique, chimique, mécanique) et ceux-ci favorisent la destruction de plusieurs substances. Il en existe certaines qui sont bien connues et des procédés ont été mis au point en vue de leur élimination, soit en sélectionnant la plante (variété glandless de coton) ou en mettant en place des techniques de détoxification (aflatoxine de l'arachide).

Tableau 38 : Quelques substances toxiques de végétaux

Nom	Nature	Plantes
Antitrypsiques	Protéines	Légumineuses(soja) Germe de céréales
Hémagglutinines	Protéines	Légumineuses (soja)
Substances cyanogènes	Glucosides	Manioc, haricot, amandes
Seponin et facteurs de flatulence	Glucosides Galactosides	Légumineuses
Gossypol	Phénol	Coton
Allergènes	Protéines monomolécules	Céréales (blé) légumineuses, fruits, noix
Mycotoxines (Aspergillus, Penicillium)	Aflatoxines	Arachides céréales
Substances fixant les métaux (Zn, Mn, Cu)	Acide phytinique	Soja, pois, sésame

Source : (8,65)

Pour les produits animaux, nous distinguons :

- les zoonoses alimentaires (zoonoses virales, bactériennes ou parasitaires) ;
- les toxi-infections alimentaires d'origine virale ou bactérienne.
- les maladies d'origine chimique (histamine, mercure).

Il s'agit ici d'un problème de contrôle, les denrées devant être nécessairement soumises à un contrôle sanitaire. Dans les pays en voie de développement, ce dernier n'est effectué que sur une partie seulement de la production.

3.3. Importance économique

En terme d'économie, les productions de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche font partie du secteur primaire. C'est un secteur qui fait vivre plus de **80 p100 de la population** sénégalaise, et qui est en évolution depuis 1960. De 1981 à 1987, **il a progressé de 63,6 p 100** . Le tableau 39 présente l'évolution du produit intérieur brut du secteur primaire de 1981 à 1987.

.../...

Tableau 39 : Evolution du produit intérieur brut du secteur primaire de 1981 à 1987 (prix courants, en milliards de F CFA).

Année	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Secteur primaire	121,1	185,7	204,7	174,1	218,8	282,0	333,3
Agriculture	54,1	111,9	119,1	74,6	99,3	138,2	158,9
Elevage	41,5	45,7	54,2	64,2	79,0	97,1	119,5
Pêche	15,9	18,0	20,8	24,0	27,8	30,7	35,0
Forêt	9,6	10,1	10,6	11,1	12,7	16,0	19,9

Source (14)

A part le sous-secteur de l'agriculture, qui a connu quelques fluctuations, tous les autres sous-secteurs ont progressé. Celui de l'élevage semble le plus prometteur, avec une augmentation de 65,3 p 100 de 1981 à 1987.

Après cette étude, les experts ont conclu que le Sénégal est capable de **s'autosuffire** en protéines, en mettant en place une politique originale respectant les acquis, tout en oeuvrant pour une augmentation et une diversification de la production.

Plusieurs projets sont actuellement en cours notamment au nord du pays avec la construction des barrages de DIAMA et MANANTALI. Il est prévu d'augmenter la surface des terres irriguées et de mettre en place des bassins de pisciculture pour compléter la production actuelle. Mais cette autosuffisance ne peut se faire sans l'introduction de sources nouvelles de protéines.

CHAPITRE 2 : PRODUCTION ET IMPORTANCE DES PROTEINES NON CONVENTIONNELLES

Les protéines non conventionnelles au Sénégal ne concernent actuellement que le soja pour les protéines d'origine végétale, et les concentrés protéiques de poissons pour les protéines d'origine animale.

Une enquête effectuée par l'ORANA a montré que les populations sénégalaises, même les plus démunies, ne consomment ni algues, ni insectes.

L'étude des protéines issues d'organismes unicellulaires est restée au stade expérimental.

1. Production

1.1. Soja

Les premières protéines de soja utilisées au Sénégal ont été le VMR importé des Etats-Unis. Le VMR est une farine de soja neutre du point de vue couleur, odeur et goût ; elle titre 65 p100 de protéines.

Des graines ont ensuite été introduites, mais en petite quantité, dans un but expérimental.

Depuis plus de 20 ans, de nombreuses recherches ont été menées sur le soja, mais ce n'est qu'en 1973 que l'Etat a défini un programme relatif à ce dernier.

Le Plan Indicatif National de la Recherche Agricole pour les Denrées 1979-84 a défini le programme soja comme suit : "le soja est une culture nouvelle, en aucun cas comparable avec celle de l'arachide ; l'objectif principal à atteindre est de mettre à la disposition du monde rural, dans les plus brefs délais, les informations techniques devant permettre la culture rationnelle et rentable du soja".

Les programmes de recherche s'articulaient autour de :

- l'amélioration variétale ;
- la définition de la zone et de la période de soja-culture ;
- la fumure minérale et organique ;

- l'inoculation d'une bactérie symbiotique, le rhizobium. Cette bactérie permet à la plante de fixer l'azote atmosphérique ; les besoins en azote du soja sont de 300 kg d'azote par hectare pour 40 quintaux de graines (11).

- la maîtrise de la technologie (décorticage, mouture) ;

- l'introduction du soja dans l'alimentation traditionnelle et son incorporation dans les farines composées.

Après cinq années de recherche (1979 à 1984), la zone déterminée pour la culture du soja a été le sud du pays, car les rendements y ont été les meilleurs ; c'est de plus une région peu touchée par la sécheresse.

Selon LARCHER, GANRY et WEY (55), le critère de choix variétal est l'économie d'azote, **car de toutes les** légumineuses annuelles, le soja a la plus forte productivité protidique, mais au prix d'une fourniture importante d'azote. Les variétés économiques sont celles dont le rapport $\frac{N \text{ minéral absorbé}}{N \text{ azote total de la plante}}$ est le plus faible possible.

Les variétés sélectionnées pour le Sénégal (en fonction de l'économie d'azote et du maintien de la fertilité azotée) sont le 44 A/73 et le 26/72, avec une préférence pour le 26/72.

Ce sont ces variétés qui ont été utilisées en Casamance, où la production a atteint durant cette période 100 000 tonnes par an, avec des rendements variant entre 1 700 et 2 400 kg de matière sèche par hectare.

Cette production ne représentait en 1978 que 0,015 p100 de la production mondiale, 0,24 p100 de la production des U.S.A. et 0,4 P 100 de la production française (11).

Actuellement, la production du soja est presque négligeable au Sénégal : les importations étaient de 177 kg en 1986, 425 kg en 1987, 200 kg en 1979. En revanche, les importations d'huile de soja sont très importantes. L'introduction de la culture du soja était destinée en effet à remédier à la baisse

de la production d'arachide, qui était tombée de 1 000 000 de tonnes à 500 000 tonnes.

L'ITA a été sollicité par la SEIB pour s'occuper de la valorisation de la fonction protéique des graines de soja. La fraction huile a été peu rentable, car les variétés adaptées au Sénégal étaient riches en protéines et pauvres en huile (il existe une corrélation négative entre ces deux taux).

Les obstacles au développement de la production de soja au Sénégal peuvent se résumer en trois points :

- l'absence d'un marché potentiel pour une production importante. Certains experts ont avancé que le marché mondial était déjà occupé par les U.S.A. et le Brésil ;

- la divergence de points de vue entre les agronomes et les nutritionnistes.

Ces derniers préfèrent le niébé, alors que les premiers étaient pour une vulgarisation de la culture du soja ;

- la concurrence éventuelle entre l'arachide et le soja.

1.2. Autres oléagineux

Le Sénégal importe d'autres oléagineux sous forme de graine ou de farine (tableau 40).

.../...

Tableau 40 : Importations d'autres oléagineux de 1979 à 1986
(en Kg).

Année	Graines de sésame	Graines de ricin	Autres graines oléagineuses	Autres farines oléagineuses
1979	-	-	2 634	-
1980	390	-	4 594	-
1981	249	-	30 541	-
1982	-	-	4 030	1 349
1983	-	-	5 486	-
1984	200	-	3 965	220
1985	22	-	3 152	2 753
1986	28 900	405	24 544	1 856

Source : (67)

1.3. Farine de poisson

Il y a quelques années, la farine de poisson était l'affaire d'au moins cinq usines de traitement de produits de la pêche. Actuellement, elles ne sont plus que de deux (AFRIC-AZOTE et la SENEGALAISE-PROTEINE).

La presque totalité de la production est exportée vers la France, l'Espagne et quelques pays africains, où elle est destinée au bétail, ou utilisée comme engrais (tableau 41).

Les concentrés de protéines de poissons destinés à l'alimentation humaine ne sont pas produits au Sénégal. Ceux qui ont servi à l'expérimentation ont été importés de Hollande. Néanmoins, la production de ces concentrés protéiques de poisson est techniquement à la portée de ces usines, mais elle pose un certain nombre de problèmes : les perspectives d'hygiène doivent être conformes à celles des autres denrées alimentaires destinées

.../...

à l'homme. C'est à dire le poisson doit être frais sain et en particulier dépourvu de **salmonelles**. De même l'usine doit pouvoir se prêter à un nettoyage et une désinfection facile. Ce qui n'est pas le cas pour les usines sénégalaises.

Tableau 41 : Production de farine de poisson de 1983 à 1984 (en tonnes)

Usine	1983	1984
AFRIC-AZOTE	4 580	901
SENEGALAISE - PROTEINE	20	100
Total	4 600	1 001

Source (30)

2. Importance

2.1. Importance alimentaire

2.1.1. Soja

L'importance alimentaire du soja tient à :

- sa valeur nutritionnelle ;
- sa technologie
- son utilisation et où l'acceptabilité.

2.1.1.1. Valeur nutritionnelle

La graine de soja contient 37 à 40 **p 100 de protéine** (Tableau 42) et elle est riche en lysine (tableau 43). Ceci fait que le soja est un bon complément pour les farines de céréales, déficientes en lysine.

Selon WOLF, cité par BOSSEBOEUF (11), un mélange concentré de farine de soja et de blé est très supérieur du point de vue nutritionnel à n'importe quelle autre source de protéine utilisée seule.

.../...

TABLEAU 42 : Composition de la graine de soja

Eléments	p 100 matières fraîches
Eau	10-14
Protides	37-40
Lipides	16-20
Glucides	10-12
Matières minérales	4-5

Source (11)

...../....

Tableau 43 : Composition en acides aminés de la graine de soja

Acides aminés	mg/g de protéines
Cystine	17
Méthionine	14
Isoleucine	47,5
Leucine	77,5
Lysine	66
Phénylalanine	45,5
Tyrosine	35,5
Tryptophane	13
Valine	46
Histidine	27

Source (11)

2.1.1.2 Technologie

Deux types de produits ont été utilisés au Sénégal, le VMR, qui est un concentré de soja, et la farine entière.

La technologie employée a été très simple. La farine a été préparée à partir des moyens traditionnels (trempage, cuisson, séchage et broyage au mortier ou au moulin).

La valeur nutritionnelle de cette farine est à peu près identique à celle de la graine, ce qui n'est pas le cas pour les produits qui ont subi une transformation plus poussée.

Dans les isolats et les concentrés, il y a élimination des lipides, des glucides et des α -galactosides (facteurs de flatulence), ce qui est recherché, mais il y a également des pertes d'éléments comme les minéraux, les vitamines, des acides aminés (comme la cystéine, la lysine, la méthionine et la phénylalanine). Ceci fait qu'après traitement, ces produits doivent être supplémentés en certains acides aminés.

..../...

2.1.1.3 Utilisation et acceptabilité

Plusieurs plats ont été testés au laboratoire et dans des villages du sud du Sénégal ; ils ont été préparés soit avec de la farine de soja, soit avec des farines composées de 1/4 de soja et 3/4 de mil.

Les principaux plats préparés ont été les suivants :

- le "laxx bissap" ;
- le "couscous" ;
- le "Ruy", au lait frais ;
- le "laxx sow" ;
- le "Gnéling".

Du lait de soja a pareillement été préparé selon le procédé suivant :

- lavage et trempage des graines dans l'eau pendant 12 h ;
- broyage des graines trempées dans un broyeur, en présence de l'eau de trempage, jusqu'à obtention d'une crème écumeuse ;
- cuisson de la crème écumeuse dans un récipient clos jusqu'à obtention d'une légère couche de crème sur la surface ;
- filtrage à travers un linge.

Le lait ainsi obtenu a un léger goût de haricot ; il peut être consommé soit à l'état frais, soit après stérilisation et addition de vitamines. Il peut également être parfumé avec de la poudre de chocolat.

Sa transformation en yaourt ou en fromage est en outre possible. Des produits de boulangerie ont été testés, comme le pain à 5 p.100 de soja, ou les gâteaux et les cales à 50 p.100 de soja.

Tous ces produits ont été appréciés par les adultes et les enfants. Aucun trouble gastro-intestinal n'a été observé chez les enfants qui ont reçu le lait de soja.

2.1.2 Farine de poisson

2.1.2.1 Valeur nutritionnelle

La teneur en protéines de la farine de poisson varie entre 60 à 75 p.100, mais elle se situe en général autour de 62 à 68 p.100. Celles en huile varient de 6 à 14 p.100, en humidité de 4 à 12 p.100 et en cendre de 6 à 8 p.100 (37).

La farine de poisson est parfaitement équilibrée en acides aminés essentiels. Elle est particulièrement riche en lysine et en méthionine. Elle peut ainsi équilibrer parfaitement les constituants végétaux du régime alimentaire.

Tableau 44 : Composition en acides aminés de la farine de poisson maigre (en g/16 g d'azote)

Acides aminés	Farine de poisson maigre
Cystine	0,93
Méthionine	2,60
Isoleucine	3,70
Leucine	6,48
Lysine	6,90
Phénylalanin	3,29
Tyrosine	2,60
Valine	4,47
Histidine	2,01

Source (37)

Les qualités biologiques des farines de poisson et des graines de soja sont élevées (tableau 45).

Tableau 45 : Qualités biologiques de l'oeuf, de la farine de morue et de la farine de soja (en p.100)

Denrée	Digestibilité	Valeur biologique	Utilisation protéique nette
Oeuf	100	99	99
Farine de morue	97	73	71
Farine de soja	91	62	56

Source (37)

Ainsi la farine de poisson est une source de protéines de choix pour l'animal et pour l'homme, si les normes d'hygiène sont respectées.

2.1.2.2. Utilisation et acceptabilité

Les concentrés protéiques de poissons n'ont été testés que dans les aliments pour enfants.

Les expérimentations ont été faites à Dakar et Bambej.

Tous les enfants qui ont reçu un complément protéique ont vu leur courbe de croissance s'améliorer par rapport à celle des témoins qui n'en ont pas reçu. Au début du test, les mères ont été assez réticentes, et ce n'est qu'après l'obtention des premiers résultats qu'elles ont accepté de coopérer. L'acceptabilité a par ailleurs été très bonne chez les enfants.

2.2 Importance sanitaire

2.2.1 Soja

Comme de nombreux autres végétaux, le soja renferme des substances nutritionnelles (tableau 46,) qui peuvent limiter son utilisation. Diverses études ont été faites en vue d'éliminer ces substances.

En revanche, du point de vue bactériologique, les traitements que subissent ces produits font qu'ils sont paucimicrobiens.

.../...

2.2.2 Farine de poisson

Le principal problème des farines de **poissons** se situe à ce niveau. Il faut distinguer deux types de contamination : les bactéries et les toxines.

- La contamination bactérienne :

Les farines de poissons **sont** souvent contaminées par les salmonelles. Au moment de la fabrication, ces salmonelles sont détruites. Mais par la suite, de mauvaises conditions de conservation entraînent souvent une recontamination. C'est pourquoi la FAO a prescrit un certain nombre de directives, dont le résumé est le suivant : "il est souhaitable de maintenir séparées les aires humides et les aires sèches de l'usine, et de réduire au minimum le passage du personnel et de l'équipement d'un secteur à l'autre de l'établissement".

Un second problème est représenté par le rancissement, les acides gras possédant des doubles liaisons étant sensibles à l'oxydation. Cette dernière est favorisée par la lumière, la chaleur et la présence de certains métaux lourds. Ces produits rendent les composés inutilisables. C'est ce qui a motivé la fabrication de concentrés protéiques de type D, où le produit contient moins de 0,75 p.100 de matières grasses.

Une autre technique consiste à additionner des antioxydants, comme le tocophérol, le gallate de propyle, le butylhydroxytoluène (BHT) ou le butylhydroxyanisole (BHA). Ceci augmente malheureusement les coûts de production.

2.3 Importance économique

Aucune étude économique n'a été faite sur le soja. Néanmoins les chercheurs de l'Institut sénégalais de Recherches agricoles (I.S.R.A.) se sont aperçus que la période de culture de soja correspondait à un moment où la main d'oeuvre, le matériel agricole et les animaux de trait, étaient très sollicités pour la culture du riz pluvial et du maïs ; de ce fait, le choix du paysan sera guidé par ces facteurs économiques. Il aura tendance à privilégier la culture qui lui apporte le plus d'argent.

.../...

Les farines de poissons sont essentiellement exportées. Elles ont rapporté 920.000.000 F CFA en 1983 et 215.215.000 F CFA en 1984. Depuis lors, ces chiffres ont chuté du fait de la crise économique que traversent les industries de pêche.

La production de protéines au Sénégal est relativement importante, mais elle reste toujours insuffisante. L'autosuffisance alimentaire n'est pas atteinte, et elle varie en fonction de l'accroissement démographique.

CHAPITRE III : BESOINS DU SENEGAL EN PROTEINE

1. Evaluation des besoins en proteines

L'étude de l'évolution de la population et celle des apports recommandés par la FAO a permis d'évaluer les besoins du Sénégal en protéine .

La norme définie par la FAO est de 70 g de protéines par personne et par jour. Alors que toutes les enquêtes nutritionnelles effectuées au Sénégal par la FAO elle-même ont un résultat majeur de 63,2 g de protéines par personne et par jour (45).

De ce fait si l'année 1985 est prise comme référence en matière de population les besoins se chiffrent à :

$6.820.758 \times 70 = 477,45$ tonnes de protéines par jour.

Ceci correspond par an à : 174.269,25 tonnes.

Alors que la consommation réelle est :

$6.820.758 \times 69,2 = 472$ tonnes de protéines par jour.

Cela fait par an 172.280 tonnes.

Il existe alors un déficit de : 1.989,25 tonnes de protéines par an. Le Sénégal couvre ses besoins d'une part par sa production nationale, et d'autre part par les importations. Donc les disponibilités pour la consommation sont représentées par ces deux éléments.

2. Evaluation des disponibilités pour la consommation

2.1 Récapitulatif du bilan alimentaire

Le récapitulatif (tableau 47) ne concerne que les denrées de première nécessité que sont le mil, le sorgho, le riz, le maïs, la viande, les produits halieutiques, le lait. Cette limitation s'impose pour avoir des résultats plus fiables car la consommation des autres denrées dépend d'autres facteurs comme le revenu, le fait d'être urbain ou rural.

.../...

Tableau 4.6 Récapitulatif du bilan alimentaire 1974 - 1986

	1976	1986
Population hbts	5.106.604	6.820.758
<u>Consommation per capita en kg/an</u>		
Céréales	217,56	170
Riz	61,50	67
Mil - sorgho	120,04	81
Viande de boucherie	-	10,3
Viande de volaille	-	1,21
Poisson	-	26,00
Lait	-	21,21
Arachide	-	1,72
<u>Apport protéique</u>		
g/j/ per capita		
Total	65,8	69,2
Origine végétale	45,8	46,57
Céréales		
Arachide	6,7	1,13
Origine animale	20,0	21,3

Ce tableau montre que la base alimentaire est céréalière, et que la couverture des besoins en protéines provient en majeure partie des végétaux. En une décennie la population a sensiblement augmenté mais l'état nutritionnel n'a pas suivi.

2.2 Quantité disponible pour la consommation

Les productions végétales et animales sont évaluées en protéines. Les tableaux 4.7 et 4.8 donnent les productions, les importations et leur équivalent en protéines en ce qui concerne les végétaux.

.../...

Ainsi le total de protéines disponible est :

$$99.426,67 + 53.027,93 = 152.454,6 \text{ tonnes.}$$

Les enquêtes alimentaires effectuées par la FAO ont donné 172.280 tonnes, ce qui fait un déficit de 20.000 tonnes de protéines qu'il faut aller chercher dans les autres secteurs de l'alimentation.

Mais par rapport à l'apport minimum défini par la FAO, il y a un manque de $174.269,25 - 172.280 = 1.989,25$ tonnes.

Ce déficit est relatif car il existe des populations qui ont un excédent de protéines, ce sont essentiellement les urbains. Ils ont une alimentation plus variée, et leurs revenus sont plus élevés.

Le VIe plan a défini les groupes cibles touchés par la malnutrition protéino-énergétique. Il s'agit :

- des ruraux : la prédominance des végétaux dans la ration alimentaire entraîne une baisse de qualité des aliments.

La ration est pauvre en protéines et particulièrement en certains acides aminés comme la lysine. De plus l'alimentation est tributaire des saisons et des périodes. Pendant l'hivernage la ration est plus pauvre, le paysan n'arrivant plus à satisfaire ses besoins, qui plus est c'est le moment d'intense activité.

- des enfants de moins de 6 ans : les taux moyens nationaux de malnutrition protéino-énergétique étaient de 26,75 p.100 en 1982 et de 27 p.100 en 1983.

- des adultes : selon le VIe plan 19 p.100 des adultes de 20 - 60 ans sont touchés, et 40 p.100 des individus de plus de 60 ans sont maigres.

- des femmes enceintes et allaitantes : qui manquent de protéines mais surtout de calories.

Après cette étude il y a lieu de s'intéresser aux améliorations pour la satisfaction des besoins.

3. Améliorations souhaitables pour la satisfaction des besoins

3.1 Objectifs

Les objectifs du Sénégal en matière de politique alimentaire sont dictés essentiellement par des raisons économiques. La valeur nutritionnelle des aliments n'est pas prise en compte. Le principal but de l'État est de diminuer les importations de céréales comme le blé et le riz pour arrêter l'hémorragie de devises. Chaque année, le Sénégal importe en moyenne plus de **400 000** tonnes de riz, soit environ plus de 30 milliards de F. CFA, alors que les exportations d'arachide n'arrive plus à combler ce déficit.

L'accroissement des productions n'est pas proportionnelle à l'accroissement de la population. Ainsi les importations de produits alimentaires augmentent chaque année par exemple l'importation de viande était de 418 t par an 1968, alors que maintenant il est de 300 tonnes par mois (68).

La politique alimentaire s'articule autour de deux points :

- La production végétale.

Il faut développer les céréales locales. Actuellement le mil fait l'objet d'une campagne de vulgarisation.

Le taux moyen de croissance de la production de mil - sorgho entre 1988 et 2011 est de 2,1 p.100.

Le taux moyen de croissance du riz pluvial de 1988 à 2011 est de 2,7 p.100, alors que celui du maïs pluvial est de 5,6 p.100 et du niébé 3,6 p.100.

L'hypothèse de cette augmentation est basée sur l'augmentation des rendements et des superficies.

Pour l'après-barrage il est prévu une augmentation des superficies irriguées pour la culture du riz et du maïs (Tableau 49).

.../...

Tableau 49 Evolution des superficies irriguées en fonction des céréales cultivées (en hectares) hypothèse après-barrage.

	CÉRÉALES		
	Maïs	Riz	TOTAL
1985	3.400	20.000	23.400
1990	5.000	25.000	30.000
1995	7.500	35.000	42.000
2000	10.000	50.000	60.000
2005	12.000	70.000	82.000
2010	15.000	100.000	115.000

Source (70)

L'augmentation de la production des céréales locales doit aller de pair avec la diminution de consommation des céréales importées par le jeu des substitutions.

Il est prévu une substitution du blé par le mil-sorgho, environ 25 p.100, une baisse de consommation de 33 kg de pain de blé chez les urbains en 1986, à 24,8 kg en 2011.

L'hypothèse d'une substitution du riz et du mil sorgho par le maïs. Ce dernier doit remplacer le riz pour deux tiers, alors qu'il remplacera le mil-sorgho pour un tiers. Le niébé connaît une nette évolution. La production est assez élevée mais la consommation ne suit pas.

En outre les surfaces destinées à l'arachide ont beaucoup regressé, cédant la place aux cultures vivrières. L'arachide n'offrant plus des avantages économiques, le paysan se retourne vers d'autres cultures.

- La production animale

L'objectif du gouvernement est de maintenir le niveau actuel de la consommation de protéines d'origine animale.

Presque toute la consommation laitière est tributaire des importations.

Selon le plan d'action de l'élevage (69), la stratégie de développement se situe :

- au niveau de la diversification de la production par l'exploitation intensive des potentialités des bovins telle que la production laitière,
- du développement de l'élevage avicole
 - industriel : par un encadrement adéquat et une utilisation des sous-produits disponibles.
 - traditionnel : par la vaccination et le déparasitage ;
- du développement des productions des petits ruminants ;
- de favoriser la mise en place de productions nouvelles comme l'apiculture, la **cuniliculture** l'élevage du buffle domestique.

Le deuxième niveau est d'intensifier la production ovine et bovine en insistant sur le naissage, le réélevage, l'embouche.

Le problème des produits halieutiques est plus complexe. C'est une industrie en pleine crise. L'effort du gouvernement doit se concentrer sur des accords de pêche, d'aider les pêcheurs artisanaux et augmenter les moyens de conservation.

Ce dernier point passe par une diminution du coût de l'énergie.

3.2 Equilibre à rechercher

Pour satisfaire les besoins en protéines, il faut impérativement augmenter les productions. Et la croissance démographique y est aussi un paramètre important.

Les tableaux 50 et 51 nous donnent les projections de consommation de céréales en fonction des trois variantes démographiques et la projection de la production réelle.

.../...

Tableau 50 Consommation de toutes les céréales selon les trois variantes démographiques
(en tonnes)

Année	Basse	Moyenne	Haute
1986	1.108.967	1.108.973	1.188.988
1991	1.397.248	1.398.342	1.399.762
1996	1.639.894	1.646.763	1.653.523
2001	1.918.180	1.941.056	1.961.777
2006	2.226.026	2.282.195	2.333.400
2011	2.559.413	2.676.698	2.783.429

Source 70)

Tableau 51 Production de toutes les céréales de 1986 à 2011
(tonnes)

Année	Mil - sorgho	Maïs	Riz	TOTAL
1986	603.513	103.687	87.183	874.383
1991	556.052	109.513	110.657	776.222
1996	615.538	148.950	153.670	918.158
2001	682.674	200.582	218.625	1.101.881
2006	757.415	267.528	313.801	1.338.744
2011	839.904	353.740	447.177	1.640.821

Source (70)

Ces deux tableaux nous montrent que le Sénégal s'éloigne de la satisfaction de ses besoins. Donc dans les projections il faut tenir compte de l'aspect population. La production n'a pas une **incidence** sur l'état nutritionnel. Donc l'effort doit s'orienter vers l'augmentation des surfaces cultivées mais surtout des rendements par la mise en place d'un programme de recherche des variétés moins exigeantes en eau et plus résistantes.

.../...

Il faut nécessairement respecter les engagements de l'après-barrage pour la satisfaction des besoins.

Les céréales étant relativement pauvres en protéines, l'estimation des besoins en céréales dans un proche avenir a montré un déficit important d'où la nécessité de diversifier les cultures.

Il y a lieu de favoriser la culture des protéagineux. **La satisfaction des besoins** passant par les paysans, il faut leur donner des moyens de diversifier les cultures.

La culture du soja a été expérimentée au Sud du pays et a donné des résultats satisfaisants. Il y a lieu de reprendre cette initiative, de mener une politique de vulgarisation. Le soja peut accroître la valeur nutritive des aliments surtout des femmes et des enfants qui dans les sociétés traditionnelles n'ont droit ni à la viande, ni au poisson (réservés aux hommes). Une politique d'information sur l'utilisation du soja doit être mise en place. Toutes les recherches ont été faites dans les institutions spécialisées. Il reste une application de leurs résultats.

Le double avantage du soja est qu'il donne de l'huile et une tourteau très riche en protéines. S'il n'existe pas encore de technologie adaptée pour l'utilisation de ce tourteau, ce dernier peut être utilisé dans l'alimentation animale contribuant ainsi à augmenter la production animale et dans un avenir plus proche peut être, diminuer les importations de viandes congelées.

Le tourteau de soja est la meilleure source de protéines non conventionnelle . **Il a :**

- une teneur élevée en lysine et en acides aminés soufrés (méthionine et cystéine) ;
- absence d'aflatoxine,
- riche en vitamine B1, B2 et PP ;
- bonne acceptabilité et digestibilité élevée.

.../...

Il a des facteurs antinutritionnels qui sont éliminés par le toastage.

Il existe d'autres plantes protéagineuses expérimentées à l'Hôpital Aristide le DANTEC dans l'alimentation des enfants atteints de kwashiorkor et de marasme. Ce sont le Parinari manophylla (pommier du Cayor), Gossypium barbadense (graine de coton), qui économiquement et sur le plan nutritionnel sont très intéressants.

La farine de poisson peut contribuer grandement à la couverture des besoins en protéines d'une part par son utilisation dans l'alimentation du bétail, d'autre part dans l'alimentation humaine. Les industries sont sur place, c'est un problème d'adaptation en vue de respecter les conditions d'hygiène recommandées par la FAO pour la fabrication de farines destinées à l'homme.

La mise en place de petites industries pour la fabrication d'aliments de sevrage enrichis en **protéines** est à envisager. Tous les éléments sont réunis pour que cela puisse exister. Des promoteurs peuvent travailler avec l'Institut de Technologie **Alimentaire** pour l'aboutissement de ce projet.

L'introduction de produits nouveaux doit s'accompagner nécessairement d'un changement des habitudes alimentaires.

CONCLUSION

Au Sénégal, la couverture des besoins protidiqes apparaît correct, mais ceci n'exclut pas les inégalités dans la distribution. Ainsi il existe des groupes sociaux dont les besoins alimentaires et nutritionnels ne sont pas satisfaits. Ces derniers sont représentés surtout par les enfants et les populations rurales. Si nous considérons que ces éléments constituent plus de 60 p100 de la population totale, il est temps que l'Etat prenne en compte l'aspect nutritionnel de ces groupes.

C'est pourquoi les protéines non conventionnelles ont été introduites au Sénégal avec des expérimentations sur la fraction protéiques du soja et les concentrés protéiques de poisson. Mais ces études, pour des raisons économiques, n'ont débouché sur aucune vulgarisation. Le projet soja même ayant été abandonné.

Les protéines conventionnelles sont représentées par celles d'origine animale (productions animales) et celles d'origine végétale (mil, sorgho, blé, arachide, niébé). Actuellement les produits locaux comme le mil font l'objet d'une campagne de publicité en vue d'augmenter leur consommation. Mais la production est insuffisante, et la substitution d'une céréale par une autre n'améliore pas la ration alimentaire sur le plan qualitatif.

La couverture des besoins alimentaires est actuellement de 52 p100 et avec la nouvelle politique agricole l'Etat s'est fixé comme objectif un taux de 80 p100 à l'an 2000.

Ce taux ne sera atteint que s'il y a une diversification des produits agricoles en faveur des plantes protéagineuses et une politique bien réfléchie au Nord du pays avec la construction des grands barrages.

Il apparaît d'après l'étude des experts que la monoculture du riz n'y est pas rentable. En effet le prix de revient du riz irrigué était 220 F CFA en 1983, alors que le riz importé coûtait 120 F CFA. Ce riz irrigué étant vendu au même que le riz importé, cela équivaut à une perte sèche de 100 F CFA par kg supportée par l'Etat et la Société d'Aménagement des Terres du Deltat. Ainsi il serait difficile de faire de la vallée du fleuve le grenier à riz du Sénégal.

.../...

Il faut donc de nouvelles cultures moins onéreuses et plus riches en protéique tel le soja. Le Sénégal importe de l'huile de soja. Le développement de sa culture serait bénéfique (huile + protéine) du moment où des études ont été menées au Sud du pays avec de bons résultats. Un projet PNUD, FAO et OMVS s'intéresse à ce problème dans la zone de Guédé sur le fleuve.

Le soja est la meilleure source de protéines non conventionnelles, et a fait l'objet d'études approfondies. Ainsi nous devons mettre en place une technologie simple nous permettant de disposer d'huile, de farine, de tourteau de soja. Ces derniers vont jouer le rôle de supplément protidique (échec du niébé).

En ce qui concerne les farines de sevrage, il serait souhaitable que le Sénégal continue ses expérimentations sur l'incorporation des concentrés protéiques de poisson dans ces dernières. Les usines locales étant aptes techniquement à fabriquer ce type d'aliments. La production pourrait être mise en oeuvre assez rapidement.

Les concentrés protéiques de soja et de poisson pourraient par ailleurs être incorporés dans les préparations culinaires dans le cadre de la restauration collective, ce qui permettrait d'augmenter leur valeur protéique et de diminuer leur coût.

BIBLIOGRAPHIE

1. ASSOGBA M.N.

Contribution à l'étude de la couverture des besoins en protéines d'origine animale de la République populaire du Bénin.
Th. Med.Vet.-Dakar, 1977, n°41.

2. AUTRET (M)

Graines oléagineuses et nutrition protéique de l'homme Revue "le Courrier",
Juil.Août 1984,86 : 71-76

3. AUTRET (M)

Les levures cultivées sur alcanes dans le cadre des besoins alimentaires mondiaux.
Les recommandations de l'ONU et des organismes spécialisés.
Publication, symposium d'Aix en Provence sur les levures **cultivées sur alcanes** : :
Nouvelles sources de protéines alimentaires-Aix en Provence 1972, 23 p.

4. BLANCOU (J), CALVET (M), RIVIERE (R)

Production de protéines d'organismes unicellulaires à partir de coques d'arachide.
Rev.Med.Ve Pays trop.1978, 31 (3) : 363-368

5. BERGER (L)

Etude de l'approvisionnement en mil du Sénégal.
ITA - Agence Américaine pour le développement **international**
Dakar, Avril 1986, 105

6. BERHAUT (J)

Flore du Sénégal
Dakar, 2è.édit, Clairafrique, 1967, 485 p.

7. BERTRAND (J.P).

Les marchés internationaux des oléagineux
Régulation oligo **politique** autour du soja.
Revue Le Courrier, Juil-Août 1984,86, 32-85.

8. BESANCON (P)

La valeur nutritionnelle des légumes secs et des protéines de légumineuses.
Rev.Fr.Diet- 1378,84 : 5-17

9. BIGWOOD (E.J)

Contribution aux travaux du symposium.
Publication sur les levures cultivées sur alcanes nouvelles sources de protéines alimentaires.
Aix en Provence, 15-16 Fév, 1972, 10 p.

10. **BOMBAL (J), NDIAYE (L), FENARDJI (F), FERANDO (R).**
Concurrence des protéines conventionnelles et des protéines non conventionnelles.
Rev.Med.Vet.1974, 125 (4) : 463-491
11. **BOSSEBOCUF (Y), LA SADE (CM)**
Soja au Sénégal
CNRA Bambey, Nov1973, 50 p.
12. **BOURGEOIS (C.M), LEROUX (P).**
Protéines animales (extraits, concentrés et isolats en alimentation humaine).
Paris : APRIA, 1982, XVII + 306 p.
13. **BUFFA (A).**
L'alimentation protéique dans les pays en cours de développement.
Revue de la conserve, FAO, Rome, Janv.1966 : 47-85.
14. **Caisse Centrale de Coopération économique CCCE**
Importations de 1981 à 1987
Production agricole de 1979 à 1986
Produit intérieur brut origine et emploi 1987-1987
Evolution des abattages de 1981 à 1987.
Dakar, CCCE, 1987, 7p.
15. **CHEFTEL (J.C), CHEFTEL (H)**
Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments (Volume 1).
Paris.Tech et Doc, Entreprise moderne d'édition, 1975, 381 p
16. **CHEFTEL (J.C), CHEFTEL (H), BESANCON (P)**
Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments (Volume 2).
Paris : Techn et Doc, Entreprise Moderne d'édition, 1977, XVIII + 420 p.
17. **CHEFTEL (J.C), QU (J.L), LORIENT (D).**
Protéines alimentaires : Biochimie - Propriétés fonctionnelles
Valeurs nutritionnelles - Modifications chimiques.
Paris : Techn et Doc Lavoisier, 1985, 310 p.
18. **CHEVASSUS - AGNES (S), NDIAYE (A.M).**
Enquête de consommation alimentaire de l'ORANA de 1977 à 1979, Méthodologie
et résultats.
Dakar - ORANA 1980, 23 p.

19. CLEMENT (G), GIDDEY (C), MENZI (R).

Amino acid Composition and nutritive value of the algae : *Spirulina maxima*.
J.Sci.Food.Agric., 18, 1967 : 497-501.

20. CORRIOL (O), BOURRINET.

Carences protéiques expérimentales et leurs conséquences biologiques.
Alim et Vie, 1976, 64 (4) : 286-310

21. DIALLO (B), GNING (D), KA (A).

Essai ITA/SEIB pour la fabrication de pain de soja.
Rapport technique.
Dakar, ITA, 1983, 12 p.

22. DIAHAM (B), DIARRA (D).

Acceptabilité et efficacité protéique de la farine de poisson au Sénégal.
Dakar, ITA, 1985, 13 p.

23. DIAKITE (B), BA (A.S).

Rapport de mission d'étude en Hollande sur la technologie et l'appareillage
de fabrication de la farine de poisson pour l'alimentation humaine.
Dakar, ITA, 1983, 19 p.

24. DIMANCHE

Sénégal : Arachide de bouche et de confiserie
Revue le Courrier, Juil-Août 1984, 84 : 92-93.

25. DIOUF (M'B).

Relance du sous-secteur de l'élevage
- Situation actuelle
- Nouvelles orientations et stratégies
Dakar, Délégation aux Ressources animales, Janv.1987, 43 p.

26. DIOUF (P.S.N.)

Ethno zoologie chez les sœurs
Etude préliminaire de l'utilisation de la faune sauvage dans l'alimentation
humaine à BOOF BALFM (Sénégal).
Mémoire DEA, Institut de l'Environnement, Jan 1984, 105 P.

27. DE PONTANEL (G), SENEZ (J.C), ENGEL (C).

Les levures cultivées sur lacanes nouvelles sources de protéines alimentaires.
Symposium d'Aix en Provence
Paris, Centre de Recherche Fock, 1972, 307 p.

28. DUMONT (R).
Pour l'Afrique j'accuse.
Paris, édition Plon, 1986.
29. DERACHE (R)
Toxicologie et Sécurité des aliments
Paris : APRIA Tech et Doc Lavoisier, 1986, XXII + 594 P.
30. DOPM (Direction de l'Océanographie et des Pêches Maritimes)
Programme d'action de la pêche maritime.
Dakar, DOPM, Juin 1986, 120 P.
31. DOPM
Projet de fabrication de farine et d'huile de poisson
Rapport d'agrément, Sénégalaise-Protéine
Dakar, DOPM, Fev.1976, 10 P.
32. DUPIN (H).
Apports nutritionnels conseillés pour la population française.
Paris, Tchn et Doc.Lavoisier, 1981, 101p.
33. DUPIN (H), NDOYE (TH).
Disponibilités alimentaires au Sénégal
Publication 2è journées médicales de Dakar.
Dakar : ORANA, 1960, 4p.
34. ENGEL (C)
Analyses des essais toxicologiques effectués sur les levures cultivées
sur alcanes.
Symposium Aix en Provence.
Aix en Provence, Fev 1972, 13 p.
35. ENGELHARD (P), BEN ABDALLAH (T)
Enjeux de l'après barrage : vallée du Sénégal
ENDA et République Française (Ministère de la Coopération), 1986, 632 p.
36. FAO
Fiches techniques à l'usage des agents responsables de l'éducation nutritionnelle
en milieu rural coopération technique : FAO-SANAS
Dakar, FAO, 1980, 43 p.

37. FAO

Production de la farine et de l'huile de poisson préparée par la division des industries de la pêche.

Rome, n°142, 1975, 72 p.

38. FAO

Teneurs des aliments en acides aminés et données biologiques sur les protéines.

ROME, FAO, 1970, 285

39. FAO

Précis technique sur les farines composées

Applications des techniques existantes.

Commission économique pour l'Afrique des Nations Unies-FAO

Addis Abéba, FAO, 1971, 143 p

40. FAO

Besoins énergétiques et besoins en protéines

Rapports d'une consultation conjointe d'experts FAO/OMS/ONU

Rome, FAO, 1986, 200 p

41. FAO/WHO/UNICEF

Protein ~~advisory~~ group

New bulletin

New-York, 1965, 83 p

42. FALL (M)

Industries des conserves de poissons au Sénégal

Th.Med.Vet. :Dakar, 1987, n°14.

43. FERRANDO (R)

Au sujet des protéines d'organismes unicellulaires et de leur nomenclature

Ann, Hyg Langue, 1974, 10, (4) , 347-349

44. FERRANDO (R)

L'hygieniste face aux aliments conventionnels et non conventionnels

Aix en Province, Fev.1972, 26 p.

45. GAYE (Y)

Implications nutritionnelles du programme de farines composées au Sénégal à l'ITA.

Dakar, ITA, Dec.1982, 17 p.

46. GAYE (Y), FALL (F).
Introduction de la farine de poisson dans l'alimentation sénégalaise et leur acceptabilité
Dakar, ITA, 1983, 28 p
47. GILLIER (P), SYLVESTRE (P)
L'arachide
Paris, xv^eéd, GP Moissonneuse et Larise, Techn.agric et productions tropic., 1969, 292 p
48. GODON (B)
Protéines végétales
Paris : APRIA, 1987, xxvi + 626 pages
49. GOLDEN (M,H,N), JACKSON (A.A).
Malnutrition protéino énergétique
Paris : Encl.Med.clin - Nutrition, 10977 A 10,9, 1981
50. GUEYE (M)
Bottin de la pêche maritime sénégalaise
Dakar, MIS, 1984, 97 p
51. HIJAZI (M)
Les protéines végétales texturées et les produits carnés.
Th.Med.Vert : Toulouse, 1974, 4^e56
52. ITA
Projet de développement du niébé au Sénégal. 17
Dakar, ITA, 1980, 4 p.
53. JEUNE AFRIQUE
ATLAS Jeune Afrique 2e ed.
Paris : Edition Jeune Afrique, 1983, 71 p.
54. LARCHER (J), AUBIN (J.P), ROUANET (G).
Le soja dans le monde.
Ses possibilités de développement dans les états ACP
Revue le Courrier, Juil.Août 1984, 86 ; 59-61.
55. LARCHER (J), Wey (J), GANRY (F).
Recherches sur le soja au Sénégal 1978-1983
CNRA Bambey, mars 1984, 86 p

56. LECLERC (A.M), RAMEL (P), ACKER (P)

Note au sujet de la valeur nutritionnelle d'une chenille alimentaire : Anathepandra infracta.

Ann.Nut.Alim, 1967, 21.

57. LECLERQ (B)

L'utilisation du blé dans les aliments destinés aux poulets et aux pondeuses : influence du prix soja et de la teneur en protéines.

Les ind.de l'alim.Anim.1977, (9) : 7-13

58. LEDERER (J)

Encyclopédie Moderne de l'hygiène alimentaire

Paris : NAUWELAERTS, 21^e édit, 1978, 851 p.

59. LEFEBVRE (J)

La production d'aliments texturés destinés à l'alimentation humaine à partir de protéines végétales

Cah.Nut.Diet, 1985, V,4, 45-55

60. LEFEVRE (M)

Les protéines de soja dans l'alimentation humaine

Th.Méd.Vét.Alfort, 1973, n°32

61. LEGRAND (D)

Situation actuelle de l'aviculture sénégalaise : types et méthodes d'élevage des poulets de chair et des pondeuses.

Th.Méd.Vét.Dakar, 1988, n°3.

62. LEONARD (J), COMPERE (P)

Spirulina platensis : algue bleue de grande valeur alimentaire par sa richesse en protéine.

Bull.jard.bd, Mat. belge, 1967, 37 (1), 25 p+Suppl.

63. LO (O)

Législation et réglementation de l'inspection des viandes, produits carnés, volailles et produits halieutiques

Analyses critiques et propositions d'amélioration

Th. Méd.Vét.Dakar, 1983, n°13

64. LY (O)

la filière halieutique en chiffres : politiques et perspectives de développement

Dakar, ISN, oct 1987, 20p

65. MAURON (J)

Les protéines végétales dans la lutte contre la carence protéique
in "Importance des protéines dans notre alimentation", ed : by
association suisse pour l'alimentation, cahier 48h, 1982.

66. MICHALET, DOREAU, BAUCHERT

Valeurs nutritives des graines de soja crues ou extrudées pour les
ruminants.

Bull.Tech. CRZV.Theix.INRA, 1985, 59, 23-38.

67. Ministère de l'Economie et des Finances (Direction de la Statistique)

Statistiques douanières des importations de 1979 à 1987.

Dakar : Direction statistique, 1988

68. Ministère du Développement Rural (Délégation aux Ressources animales).

Rapport annuel du secteur sanitaire Port-aéroport 1968-1987

Dakar ; Direction élevage, 1987

**69. Ministère du Développement rural (Ministère Déléguée Délégation
aux Ressources animales)**

Plan d'action de l'élevage

Dakar, Direction élevage, 1986, 110 p

70. Ministère du Plan et de la Coopération

Commission Nationale de la Population (CONAPOP)

RAPID II - SENEGAL

Etude démo-économique sur les perspectives de développement
économique et social du Sénégal : données de bases et hypothèses.

Dakar : Ministère du Plan, Avril 1987, 75 p

71. Ministère du Plan et de la Coopération

Plan de développement intégré de la région de Louga

St.Louis, Kolda, Ziguinchor, Fatick, Thiès, Tambacounda, Diourbel,
Dakar.

Dakar : Commission Nationale PRATE, 1985.

72. Ministère de la Protection de la nature

Bilan de la saison cynégétique 85/86

Dakar, Direction Eaux et Forêts, 1987, 8 p.

73. NIAMADIO (I)

Aquaculture au Sénégal : bilan et perspectives

th.Med.Vet.Dakar 1986 n°24

74. N'DONG (J)

L'exportation des produits de la mer, les obstacles, les perspectives et la politique commerciale suivie .

Dakar, ISN, Sept.87-20 p.

75. Les protéines végétales et l'alimentation de demain, dès aujourd'hui

Revue de l'APIC, Jan-Fev.1984, 27, 35-33

76 - PLAT (P.)

100 g de viande par jour : je persiste et signe

Revue de l'APIC, Jan.Fev.1984, 27 40-44

77. POZNANSKI (S), BEDNARSKI (W), CHUOX (J), JAKUBOWSKY (J).

Biological value of protein of bacterial-mold biomass

Indian J.Nutr.Dish, 1974, J11, Fex 2, 77-82

78. RAIMBAULT, GERMON, ALAZARD

Production d'aliments glucidiques **enrichis**^{en} protéines par fermentation de substrats amylicés

Dakar, ORSTOM, 1976, 47 p

79. SAGNA (F)

Communication interministérielle sur :

- le bilan de la campagne de production agricole 1986-1987
- le déroulement de la campagne de commercialisation 1986-1987
- la préparation de la campagne agricole 1987-88

Dakar, Avril 1987.

80. SAGNA (F)

Communication en conseil interministériel sur :

- les résultats de la campagne de commercialisation 1986-1987
- le bilan des productions de contre saison 1987
- l'état d'avancement de la campagne agricole 1987-1988.

Dakar, 20 Nov.1987

81. SECK (B)

Analyse sectorielle de la pêche maritime au Sénégal

Dakar, DOPM, Nov.1984, 80 p

.../...

82. SENEZ (J)

Les protéines unicellulaires. Place et potentiel des levures
cultivées sur **alcènes**

Publication symposium d'Aix en Provence Fev.1972, 16 p.

83. SHACKLADY (C.A), GATUMEL (G)

Valeur nutritionnelle des levures cultivées sur alcanes

Publication symposium d'Aix en Provence Fev.1972, 21p

84. SINGLETON ET VINCKE (P.P.)

Chasse coutumière et législation cynégétique : le cas
des sérères du Sénégal

J. d'Agric.trad et debol.Appl XXXII, 1985

85. SPICER (A).

Synthétic protein for **human** and animal

Vet, Rec, 1971, 89, 482-486

86. Technique et Documentation

Colloque international sur les protéines d'organismes unicellulaires
(Paris : du 28 au 30 Janvier 1981).

Paris : Technique et documentation, 1983, 347 P.

87. VIDALE (C).

Bilan de l'expérimentation de protéines de soja
dans la conduite de l'alimentation des enfants de
3 mois à 3 ans.

Dakar, ITA, 1979, 20 p.

88. VIDALE (C).

Premier rapport de la participation de l'ITA à l'expérimentation
de la culture de soja entreprise par l'ISRA 1980-1981

Dakar, ITA, 11P.

89. WATERLOW (J.C) et PAYNE (P.R)

The protein gap, 1978

Revue nature, 258 : 113 -117

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 RETIREE S'IL ADVIENNE QUE JE ME PARJURE.

Le Candidat

VU

**LE DIRECTEUR
DE L'Ecole Inter-Etats des
Sciences et Médecine Vétérinaires**

**LE PROFESSEUR RESPONSABLE
de l'Ecole Inter-Etats des Sciences
et Médecine Vétérinaires**

VU

**LE DOYEN
de la Faculté de Médecine
et de Pharmacie**

LE PRESIDENT DU JURY

Vu et permis d'imprimer _____

DAKAR, le _____

LE RECTEUR, PRESIDENT DE L'ASSEMBLEE DE L'UNIVERSITE DE DAKAR